O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

MIRZO ULUGBEK NOMIDAGI O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

BUXORO OZIQ-OVQAT VA YeNGIL SANOAT TEXNOLOGIYaSI INSTITUTI

UMUMIY FIZIKA KURSIDAN MASALALAR TO'PLAMI

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti ilmiy-uslubiy kengashi tomonidan nashrga tavsiya qilingan

TOShKENT 2008

Mazkur o'quv qo'llanma namunaviy o'quv rejaga ko'ra ishlab chiqilgan. Ushbu o'quv qo'llanma talabalar egallashi lozim bo’lgan bilim, malaka va ko'nikmalar minimumi belgilab berilgan. "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi" va ta'lim sohasidagi islohotlar, fizika ta'limi va uni amalga oshirayotgan pedagogik kadrlarga zamonaviy talablarni hisobga olib tuzildi.

Lotin alifbosiga o’giruvchilar: S.X.Astanov,
M.A.Vahobova,
M.Qurbonov

Taqrizchilar: f.-m.f.d., prof. D.R.Djuraev
dots. Norqulov N.

Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami

Mirzo Ulug’bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti ilmiy - uslubiy kengashi tomonidan nashrga tavsiya qilingan.

27.12.2007 yil №_4_ bayonnoma

Annotatsiya

Mazkur masalalar to'plami oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi oliy texnika o'quv yurtlari talabalari uchun fizika kursi bo'yicha amaldagi dastur asosida tuzilgan. har bir bo'limga tartib raqamlari mos ravishda ortib boruvchi etarli miqdordagi masalalar kiritilgan.

Har bir paragrafning boshida asosiy qonun-qoidalar va formulalar keltirilgan, tipik masalalarni echishga doir masalalar lotin alifbosida berilgan. Ilovada mexanika, molekulyar fizika, elektromagnetizm, optika va atom fizikasidan talabalarga masalalarni yechishda ko'mak beradigan barcha ma'lumotlardan foydalanish mumkin.

Mundarija

Kirish……...6
1-§. Xalqaro birliklar sistemasi……6
2-§. Masalalarni yechish uchun metodik ko'rsatmalar……9
Mexanikaning fizik asoslari…….…....9
1-§. Kinematika…….……16
2-§. Dinamika…….……24
3-§. Qattiq jismlarning aylanma harakati…….…..43
4-§. Gazlar va suyuqliklar mexanikasi…….…..50
5-§.Molekulyar-kinetik nazariya va termodinamik aningfizik asoslari…..…….……53
6-§.Real gazlar…….……..78
7-§. To'yingan bug'lar va suyuqliklar……...81
8-§. Qattiq jismlar……..91
9-§. Elektrostatika……..96
10-§.Elektr toki……113
11-§. Elektromagnetizm…….……..131
12-§. Garmonik tebranma harakat va to'lqinlar……...151
13-§. Akustika……..160
14-§. Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar…….……164
15-§. Geometrik optika va fotometriya……169
16-§. To'lqin optikasi…….……..178
17-§. Nisbiylik nazariyasining elementlari……..186
18-§. Issiqlik nurlanishi…….……...189
19-§. Yorug'likning kvant tabiati va zarrachalarning to'lqin xususiyati……....191
20-§. Bor atomi. Rentgen nurlari…..……196
21-§. Radioaktivlik……..……..202
22-§. Yadro reaksiyalari……..……..205
23-§. Elementar zarrachalar. Zarracha tezlatgichlar……..……210
Javob va yechimlar..…….……...214

So’z boshi

Ta’lim to’g’risidagi qonun hamda «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi»da ta’kidlanishich, ta’limning uzluksizligini ta’minlash maqsadida adabiyotlarning yangi avlodini vujudga keltirish asosiy strategik masalalardan biri hisoblanadi.

Talaba yoshlarni texnik yo’nalishda muttaxasisliklar bo’yicha tayyorlashda amaliy mashg’ulotlarning o’rni beqiyos. Bu yo’nalishda talabalarning ma’ruza darslarda olgan bilimlarini mustahkamlash bilan birga, ularda mustaqil ravishda tegishli masalalarni yechish imkoniyati vujudga keladi.

Amaliy mashg’ulotlarni olib borish uchun texnik oily o’quv yurtlari namunaviy ish rejasida V.S.Volkenshteynning «Umummiy fizika kursidan masalalar to’plami» o’quv qo’llanmasi tavsiya etilgan. Bu kitobning rus va o’zbek tillarida kirill alifbosida yozilgan namunalari mavjud bo’lib, uning lotin alifbosidagi nusxasi mavjud emas. Bu muammoni yechishda S.X.Astanov, M.A.Vahobova va M.Qurbonovlar tomonidan “Umumiy fizika kursidan masalalar to’plami” – lotin alifbosida yozilgan qo’llanma maqsadga muvofiqdir.

Uslubiy qo’llanma 23 paragraf, birliklarning xalqaro sistemasi, javob va yechimlar, ilovalar va adabiyotlar ro’yxatini o’z ichiga oladi.Shuningdek, masalalarni yechish uchun metodik ko’rsatmalar, talabaning mustaqil ish rejasi bilan uslubiy qo’llanmani takomillashtirilgan.

Kirish
1-§. Birliklarning xalqaro sistemasi

Turli xildagi fizik kattaliklar, bu kattaliklar orasidagi bog'lanishlarni ifodalovchi tenglamalar orqali o'zaro bog'langan. Masalan, m massali jismning olgan *a*- tezlanishi ta'sir etuvhchi F- kuch bilan quyidagi tenglama orqali bog'langan:

$$F=kma, \qquad (1)$$

Bu yerda k- sonli koeffitsiyent bo'lib, uning qiymati F, m va *a* larning qanday birlikda o'lchanishiga bog'liqdir. Agar massa va tezlanishning birligi ma'lum bo'lsa, kuchning birligini (1) tenglamadagi k koeffitsiyent birga teng bo'ladigan qilib, ya'ni (1) tenglama

$$F=ma$$

ko'rinishga keladigan qilib tanlab olishimiz mumkin.

Buning uchun kuch birligi qilib, massa birligiga bir birlik tezlanish bera oladigan kuchni olishimiz kerak.

Xuddi shu yo'l bilan yangidan kiritilgan har qanday kattalikning o'lchov birligini topishda, bu kattlikni aniqlashga imkon beradigan formuladan foydalanamiz va, shunday qilib, birliklar sistemasini tuzamiz.

Har xil birliklar sistemalari bir-biridan qaysi birlik sistemasi asos qilib olinganiga qarab farq qiladi.

"Masalalar to'plami" ning bu nashrida GOST 9867-61 tomonidan fanning barcha sohalarida, texnikada va xalq xo'jaligida, xuddi shuningdek o'qitishda eng qulay sistema deb tasdiqlangan birliklarning xalqaro sistemasidan foydalamiz. Bu sistema System International so'zining bosh harflaridan olingan SI yoki ruscha СИ harflari bilan belgilanadi.

Xalqaro sistema o'lchashning har xil sohalari uchun mo'ljallangan bir qancha mustaqil birliklar sistemalariga bo'linadi (1-jadval).

1-jadval

Birliklarning Xalqaro sistemasi GOST 9867-61					
Mexanik birliklar sistemasi GOST 7664-61	Issiqlik birliklari sistemasi GOST 8550-61	Elektr va magnit birliklari sistemasi GOST 8033-56	Akustik birliklari sistemasi GOST 8849-58	Yorug'lik birliklari sistemasi GOST 7932-56	Radioaktivlik va ionlashti-ruvchi nur-lanish birlik-lari sistemasi GOST 8848-63

SI sistemada asosiy mexanik birliklar sifatida metr (m), kilogramm-massa (kg) va sekund (sek) lar olingan bo'lib, unga qo'shimcha

o’lchashning har xil sohalari uchun quyidagi: issiqlik uchun – Kelvin gradusi, elektr uchun – amper va yorug’lik uchun – shamdan iborat birliklar kiritilgan.

2- jadvalda Xalqaro sistemaning asosiy birliklari keltirilgan.

2-jadval

Kattaliklarning nomi	O’lchov birligi	Qisqacha belgisi
Uzunlik…….	Metr	M
Massa……	Kilogramm	kg
Vaqt…….	Sekund	sek
Elektr tokining kuchi…	Amper	A
Termodinamik harorat……	Kelvin gradusi	^{0}K
Yorug’lik kuchi……..	kandela	Kd

Birliklarning Xalqaro sistemasiga tekis yassi va fazoviy burchak uchun qo’shimcha ikkita birliklar kiritiladi (2-a jadval).

2-a jadval

Kattaliklar nomi	O’lchov birligi	Qisqacha belgisi
Yassi burchak…….	Radian	Rad
Fazoviy burchak……	steradian	ster

3-jadvalda SI sistemasidagi birliklarning butun va ulushlarini ifodalovchi old qo’shimchalar berilgan (GOST 7663-55 ga qarang).

3-jadval

Old qo’shimcha	Son qiymati	Qisqacha belgisi	Old qo’shimcha	Son qiymati	Qisqacha belgisi
Atto…..	10^{-18}	a	Desi…..	10^{-1}	d
Fomto….	10^{-15}	f	Deka…..	10^{1}	da
Piko…….	10^{-12}	n	Gekto….	10^{2}	g
Nano……	10^{-9}	H	Kilo…..	10^{3}	k
Mikro……	10^{-6}	mk	Mega…..	10^{6}	M
Milli…….	10^{-3}	m	Giga…..	10^{9}	G
Santi…….	10^{-2}	c	Tera……	10^{12}	T

3- jadvaldagi old qo’shimchalarni oddiy nomlar (metr, gram va h.k) ga qo’shish mumkin. Masalan, ixtiyoriy old qo’shimchani kilo old qo’shimchasi bo’lgan “kilogramm” nomga qo’shib bo’lmaydi. Bu mulohazalarga asosan, masalan, ayrim hollarda “megatonna” deb noto’g’ri nom berilgan, $m=10^9kg=10^{12}g$ massa birligiga “teragramm” /Tg/ deb nom berish kerak. Uzunlikning $l=10^{-6}$ m birligini “mikron” deb yuritiladi. Uzunlikning bu birligini “mikrometr” (mkm) deb atash to’g’ridir.

Yuqorida aytilganidek, SI sistemasining asosiy birliklaridan uning hosilaviy birliklarini olish mumkin. Berilgan hosilaviy birliklarni asosiy birliklar bilan bog’lanishini ifodalash uchun o’lchamlik formulalari qo’llaniladi.

Agar asosiy kattaliklarning o’lchamliklarini shartli ravishda quyidagicha: uzunlikni-L, massani-M, vaqtni-T, tok kuchini-I, haroratni – θ va yorug’lik kuchini – J bilan belgilasak, biror x kattalikning SI sistemasidagi o’lchamlik formulasini tubandagicha yozish mumkin:

$$[x]=L^{\alpha}M^{\beta}T^{\nu}I^{\delta}\theta^{\rho}J^{\mu}$$

Fizik kattalik x ning o’lchamini topish uchun , ά ,β ,γ, δ, ρ va μ daraja ko’rsatkichlarining son qiymatini aniqlash kerak. Bu daraja ko’rsatkichlar musbat yoki manfiy, butun yoki kasr sonlar bo’lishi mumkin.

1-misol. Ishning o’lchamligi topilsin. A=F·l munosabatga asosan $[A]=L^2MT^{-2}$ bo’ladi.

2-misol. Solishtirma issiqlik sigimining o’lchamligi topilsin. C=Q/mΔt bo’lib, [Q] = [A] bo’lganligi uchun $[c]=L^2T^{-2}0^{-1}$ bo’ladi.

Qandaydir fizik kattalikning **SI** sistemasidagi o’chamligini bilgan holda, uning o’lchov birligini shu sistemada topish qiyin emas. Masalan, ishning o’lchov birligi $m^2\cdot kg\cdot sek^{-2}$ ga solishtirma issiqlik sig’imining o’lchov birligi esa $m^2sek^{-2}grad^{-1}$ ga teng bo’lishi kerak. SI sistemasining hosilaviy birliklar jadvallari mos ravishda “Masalalar to’plami”ning bo’limlarida, masalan mexanik kattaliklarning birliklari I bobda, issiqlik kattaliklarning birliklari II bobda, elektr va magnit kattaliklarning birliklari esa III bobda berilgan. O’sha joyda SI sistemasining birliklari bilan va boshqa keltirilgan sistemasining o’zaro munosabatini ifodalovchi jadvallar berilgan.

2-§. Masalalarni yechish uchun metodik ko'satmalar

Masalalarni yechishdan oldin masala asosida qanday fizik qonuniyatlar yotganligini aniqlash kerak. Keyin bu qonuniyatlarni ifodalovchi formuladan harfli belgilar orqali yechilishini topish kerak. Bundan keyin albatta berilgan son qiymatlarni biror birlikda chiqarilgan formulaga qo'yish mumkin.Amalda va adabiyotlarda birliklarning xalqaro sistemasi bilan birga boshqa birliklar sistemasi, xuddi shuningdek keltirilgan birliklar sistemasi ko'p tarqalgandir. Shuning uchun ko'pchilik masalalar shartida berilgan son qiymatlar SI sistemasining birligida ifodalanmagan. SI, keltirilgan va boshqa sistemalardagi birliklarning o'zaro bog'lanishi har bir bobning boshida joylashtirilgan jadvallarda berilgan. Masalalarni SI sistemasida yechish uchun masala shartida berilgan va jadvaldan olingan kattaliklarni SI sistemasining birliklarida keltirish kerak. Bunday masala javobi ham tabiiy holda shu sistemadagi birliklarda kelib chiqariladi. Ayrim hollarda berilgan qiymatlarni bitta sistemaning o'zida ifodalashning hojati bo'lmay qoladi. Masalan formuladagi berilgan kattaliklar surat va maxrajda ko'paytmadan iborat bo'lsa, bu kattaliklarning qaysi birlikda ifodalanishidan qat'iy nazar birliklar ham bir xil bo'lishi kifoyadir (17-betdagi 2-masalaga qaralsin).

Masalaning sonli javobini chiqarishda oxirgi natijaning aniqlik darajasiga ahamiyat berish kerak. Javobning aniqligi masalaning shartida berilgan kattaliklarning aniqligidan oshmasligi kerak. Ko'pchilik masalalarni logarifm lineykasi beradigan aniqlikda yechish kifoyadir. Ayrim hollarda to'rt xonali logarifmlar jadvalidan foydalanishga to'g'ri keladi.

Harfli belgilar o'rniga ularning son qiymatlarini qo'yish bilan olingan javobning oxiriga darhol uning nomi yozilishi kerak.

Grafigi chizilishi kerak bo'lgan masalalarda masshtab va koordinata boshini tanlab olish zarur. Grafikda, albatta masshtab ko'rsatilishi kerak. Kitobda ayrim masalalarning javoblaridagi grafiklar masshtabsiz berilgandir, ya'ni topilishi kerak bo'lgan bog'lanish, faqat sifat jihatdan xarakterlab berilgandir.

I BOB
Mexanikaning fizik asoslari

Mexanik birliklar

Birliklarning xalqaro sistemasining tarkibiy qismi, mexanik kattaliklarni o'lchash uchun mo'jallangan (GOST 7664-61) MKS sistemasidir. MKS sistemasining asosiy birlikari metr (m), kilogramm (kg) va sekund (sek) dan iboratdir.

Yuqorida aytilgandek, fizik kattaliklarning bog'lanishiga asoslangan holda, bu sistemaning asosiy birliklaridan uning hosilaviy birliklari chiqariladi. Masalan tezlikning birligi quyidagi munosabatdan aniqlaniladi:

$$\upsilon = \Delta \frac{l}{t}$$

Uzunlik birligi – metr, vaqt birligi – sekund bo'lganligi uchun, MKS sistemasida tezlikning birligi 1m/sek bo'ladi. Xuddi shuningdek tezlanishning birligi 1m/sek^2 bo'ladi.

Kuchning birligini aniqlaylik. Nyutonning ikkinchi qonunuga asosan

$$F=ma.$$

Massaning birligi uchun 1 kg, tezlanish birligi uchun 1m/sek^2 qabul qilingan, MKS sistemasida kuchning birligi qilib, 1kg massaga 1m/sek^2 tezlanish bera oladigan kuchni olishimiz kerak. Bunday kuchning birligi Nyuton (n) deyiladi.

$$1N= 1\ kg \cdot 1\ m/sek^2$$

Jismning og'irligi va massaning o'zaro bog'lanishiga to'xtalib o'tamiz. Jismning P og'irligi deb, uning yerga tortilish kuchiga ya'ni jismga g=9,81 m/sek^2 tezlanish bera oladigan kuchga aytiladi; shunday qilib,

$$P=mg.$$

MKS sistemasida jismning og'irligi har qanday kuch singari Nyutonlarda o'lchanadi. Ayrim hollarda jismning og'iligi kg larda ham o'lchanadi. Kuchning bu birligi (kilogramm) MKS sistemasidagi birligi emasligini doim esda saqlash kerak. Mutlaqo har xil bo'lgan fizik kattaliklar – massa va og'irlikning bu ikki birliklarini chalkashtirmaslik uchun ularni qisqacha belgilaymiz. 1kg massa birligini kg bilan, og'irlik kuchining 1 kilogramm birligini esa kG bilan belgilaymiz. Kilogramm og'irlik va Nyuton orasidagi munosabatni topamiz. 1kG og'irlik deb, massasi 1kg teng bo'lgan jismning og'irligiga aytiladi, ya'ni

$$1\ kG= 1kg \cdot 9{,}81\ m/sek^2$$

Ikkinchi tomondan

$$1N = 1kg \cdot 1\ m/sek^2$$

bo'lganligi uchun

$$1kG =9{,}81N$$

Og'irlikning kilogramm ta'rifidan, jism og'irligining kilogrammlarda (kG) ifodalangan son qiymatiga shu jism masasining kilogramm (kg) larda ifodalangan son qiymatiga tengligi kelib chiqadi. Masalan, agar jismning massasi 2 kg bo'lsa, uning og'irligi 2 kG ga tengdir. Bundan keyin jismning kilogrammlarda olingan og'irligini Nyutonlarda ifodalash kerak.

Masala. Jismning massasi 4 kg. Jismning og'irligi kG va Nyutonlarda topilsin. Javob: P=4 kG (MKS sistemasida emas) va P= 4·9,81 N (MKS sistemasida).

Ishning birligi quyidagi munosabatdan aniqlaniladi:

$$A=F\cdot l.$$

Ishning birligi qilib, 1N kuchning 1 m yo'lda bajaradigan ishi qabul qilingan. Ishning bu birligiga Joul (J) deyiladi.

$$1\ J=1N\cdot lm$$

Quvvat quyidagi formuladan aniqlaniladi.

$$N=\frac{A}{t}$$

Demak, MKS sistemasida quvvatning birligi qilib, 1 sekundda 1 Joul ish bajaradigan mexanizmning quvvati qabul qilingan. Quvvatning bu birligiga Vatt (Vt) deyiladi. Shunday usul bilan, MKS sistemasida ixtiyoriy fizik kattaliklarning hosilaviy birliklarini aniqlash mumkin.

Kattalik va uning belgisi	Birliklarni aniqlashga imkon beruvchi tenglamalar	O'lchov birliklari	Birliklarning qisqacha belgisi	Kattalik-larning o'lchamligi
Asosiy birliklar				
Uzunlik l Massa m Vaqt t	- - -	metr kilogramm sekund	m kg sek	L M T
Hosilaviy birliklar				
Yuz S Hajm V	$S=l^2$ $V=l^3$	Metr kvadrat Metr kub	m^2 m^3	L^2 L^3
Chastota ν	$\upsilon=\frac{1}{T}$	Gers	Gs	T^{-1}
Burchak tezlik ω	$\omega=\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$	Radian bo'lingan sekund	rad/sek	T^{-1}
Burchak tezlanisl ε	$\varepsilon=\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$	Radian bo'lingan sekund kvadrat	rad/sek^2	T^{-2}
Chiziqli tezlik υ	$\upsilon=\frac{\Delta l}{\Delta t}$		m/sek	LT^{-1}

Chiziqli tezlanish a	$a = \frac{\Delta \upsilon}{\Delta t}$	metr bo'lingan sekund	m/sek^2	LT^{-2}
Ziichlik ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	metr bo'lingan sekund kvadrat	kg/m^3	$L^{-3}M$
Kuch F; og'irlik l	$F = m \cdot a$	kilogramm bo'lingan metr kub	N	LMT^{-2}
Solishtirma og'irlik γ	$Y = \frac{P}{V}$	Nyuton	N/m^3	$L^{-3}MT^{-2}$
Bosim P	$P = \frac{F}{S}$	Nyuton bo'lingan metr kub	N/m^2	$L^{-1}MT^{-2}$
Harakat miqdori L	$L = m \cdot \Delta\upsilon = F \cdot \Delta t$	Nyuton bo'lingan metr kvadrat	$kg \cdot m/sek$	LMT^{-1}
Inersiya momenti J	$J = m \cdot l^2$	Kilogram·metr bo'lingan sekund	$kg \cdot m^2$	L^2M
Ish va energiya A	$A = F \cdot l$	kilogramm·metr kvadrat	J	L^2MT^{-2}
Quvvat N	$N = \frac{\Delta A}{\Delta t}$	Joul	Vt	L^2MT^{-3}
Dinamik yopishqoqlik η	$\eta = \frac{F}{S} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta \upsilon}$	Vatt	$N \cdot sek/m^2$	$L^{-1}MT^{-1}$
Kinematik yopishqoqlik ν	$\nu = \frac{\eta}{\rho}$	Nyuton-sekund bo'lingan metr kvadrat	m^2/sek	L^2T^{-1}
		metr kvadrat bo'lingan sekund		

4- jadvalda berilgan kattaliklarni o'lchash uchun GOST 7664-61 ga asosan MKS sistemasidagi asosiy birliklar va muhim ahamiyatga ega bo'lgan hosilaviy birliklar berilgan.

5- jadvalda xalqaro sistemadagi mexanik birliklar bilan GOST 7664-61 ga asosan qo'llash mumkin bo'lgan boshqa sistema birliklari hamda keltirilgan sistema birliklarining o'zaro munosabati berilgan.

Kattalik	O'lchov birliklari va uning SI sistema birliklari bilan bog'lanishi
Uzunlik	1 santimetr (sm) $=10^{-2}$m 1 mikrometr (mikron) ; 1 mkm= 10^{-6}m 1 angestrum (A) $=10^{-10}$ m
Massa	1 gramm (g)$=10^{-3}$ kg

	1 tonna (t)= 10^3kg 1 sentner (st)=10^2kg 1 massa atom birligi (1 m. a. b.)=1,66·10-^{27} kg
Yassi burchak	1 gradus (˚)= $\frac{\pi}{180} rad$ 1 minut(‘)= $\frac{\pi}{180} 10^{-2} rad$ 1 sekund(“)= $\frac{\pi}{648} \cdot 10^{-3}$ rad 1 aylanish (ayl) =2π·rad
Yuza	1 ar =100 m^2 1 gektar (ga) =$10^4 m^2$
Hajm	1 litr (l) =1,000028· $10^{-3} m^3$
Kuch	1 dina (dina)= 10^{-5} n 1 kilogramm-kuch (kG) =9,81n 1 tonna-kuch (T) =9,81·10^{-3} n
Bosim	1 dina/sm^2 =0,1 n/m^2 1 kG/m^2 =9/81 n/m^2 1 millimetr simob ustuni (1mm sim. ust.) =133,0 n/m^2 1 millimetr suv ustuni (1mm suv ust.)= 9,81 n/m^2 1 texnik atmosfera (at) = 1kG/sm^2= 0,981·10^5 n/m^2 1 fizik atmosfera (atm) = 1,013 ·10^5 n/m^2
Ish, energiya, issiqlik miqdori	1erg =10^{-7}j 1 kGm = 9,81j 1 vatt- soat (vt-soat)=3,6·10^3 j 1 elektron-volt (1eV)= 1,6·10^{-19} j 1kaloriya (kal)= 4,19j 1 kilokaloriya (1kkal) =4,19·10^3j 1 fizik litr -atmosfera (l .atm) =1,01·10^3j 1 texnik litr -atmosfera (l .atm) = 9,81j
Quvvat	1 erg/sek =10^{-7} Vt 1 sekundda kilogram- kuch metr ($\frac{kGm}{sek}$) 9,81 Vt 1 ot kuchi (o.k.) =75 $\frac{kGm}{sek}$ =736 Vt
Dinamik yopishqoqlik	1 puaz (pz) =0,1 n· sek/m^2 =0,1 kg/m· sek
Kinematik yopishqoqlik	1 stoks (st)= 10-4 m^2/sek

Masalalarni yechishga doir misollar

1- masala. Og'irligi 1,05 kG bo'lgan tosh muz ustida 2б44 m/sek tezlikda sirg'ana boshlab, ishqalanish kuchining ta'siri ostida 10 sekunddan keyin to'xtaydi. Ishqalanish kuchi o'zgarmas hisoblanib, uning qiymati topilsin.

Yechilishi. Nyutonning 2- qonuniga asosan

$$F \cdot \Delta t = m\upsilon_2 - m\upsilon_1$$

Bunda F- massasi m bo'lgan jism tezligini Δt vaqt ichida υ_1 dan υ_2 gacha o'zgartiradigan ishqalanish kuchidir.

Masala shartiga ko'ra $\upsilon_2 = 0$ bo'lgani uchun

$$F = -\frac{m\upsilon_1}{\Delta t}.$$

"Minus" ishora ishqalanish kuchi F ning yo'nalishi υ_1 tezlikning yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lishini ko'satadi.

MKS sistemasida m=1,05 kg, υ_1=2,44 m/sek va Δt=10 sek bo'lgani uchun

$$F = -\frac{1{,}05 \cdot 2{,}44}{10} N = -0{,}256\ N$$

bo'ladi. Dastlabki berilgan miqdorlar 3 raqamli qiymat aniqligida olinganligi sababli masala javobini ham shunday aniqlikkacha hisoblash kerak, ya'ni hisoblash uchun oddiy logarifm lineykasidan foydalanish mumkin.

5- jadvaldan foydalanib, olingan javobni boshqa birliklarda ham ifodalash mumkin:

$$[F] = 0{,}256n = 2{,}56 \cdot 10^4\ dina = 0{,}0261\ kG.$$

2-masala. Odam va arava bir-biriga qarama-qarshi harakatlanmoqda. Odamning og'irligi 64 kG, tezligi 5,4 km/soat va aravaning og'irligi 32kG, tezligi esa 1,8 km/soat ga teng. Odam aravaga sakrab chiqib oladi va tinch turadi. Ustida odami bo'lgan aravaning tezligi topilsin.

Yyechilishi. Harakat miqdorining saqlanish qonuniga asosan

$$m_1 \upsilon_1 + m_2 \upsilon_2 = (m_1 + m_2)\upsilon \qquad (1)$$

bunda m_1 –odamning massasi, υ_1- esa uning aravaga sakrashdan oldingi tezligi, m_2- aravaning massasi, υ_2 –esa aravaning to odam sakragungacha tezligi, υ- odam aravaga sakragandan keyingi arava va odamning umumiy tezligi. (1) formuladan quyidagini olamiz:

$$\upsilon = \frac{m_1\upsilon_1 + m_2\upsilon_2}{m_1 + m_2}$$

(2) formula bir jinsli bo'lganligidan, m_1 va m_2 masalarni qaysi sistema birligida qo'yilishi farqsiz aniqlanganini qayd qilamiz; ammo bu birliklar bir xil bo'lishi shartdir. Bundan tashqari (2) formuladan ko'rinadiki, massalarning o'lchov birliklari qisqarib ketib, υ tezlikning o'lchov birligi υ_1 va υ_2 tezliklarnikidek bo'ladi. Shuning uchun berilgan miqdorlarni MKS sistemasining birliklariga o'tkazishning zaruriyati yo'qdir. Arava va odamning boshlang'ich tezliklari qarama-qarshi yo'nalganligi uchun, u tezliklarning ishorasi har xildir. Odam

tezligini musbat hisoblasak, υ_1=5,4 km/soat bo'lib, υ_2= - 1,8 km/soat bo'ladi. Undan tashqari m_1=64kg va m_2=32kg ga tengdir. Bu berilganlarni (2) formulaga qo'yib, quyidagini olamiz.

$$\upsilon = \frac{64 \cdot 5{,}4 - 32 \cdot 1{,}8}{64 + 32} km/soat = 3{,}0 \text{ km/soat}$$

Tezlik υ>0 bo'lganligi uchun odam aravaga sakrab chiqqanidan keyin, aravaning tezligi odam chopib ketayotgan tomonga yo'nalgandir.

3-masala. Chuqurligi 20m li quduqdan motorining quvvati 5 ot kuchiga teng bo'lgan nasos yordamida suv chiqarilmoqda. Agar nasos 7 soat ishlaganda, quduqdan $3{,}8 \cdot 10^5 l$ suv chiqara olsa, motorning foydali ish koeffitsiyenti topilsin.

Yyechilishi. Motorning N quvvati t vaqt ichida bajargan A ishi bilan quyidagi munosabatda bo'ladi:

$$N = \frac{A}{t \cdot \eta} \qquad (1)$$

Bunda η- qurilmaning f.i.k. m massali sivni h balandlikka chiqarishda bajarilgan ish:

$$A = mgh \qquad (2)$$

Bu holda suvning m massasi egallagan hajm

$$V = \frac{m}{\rho} \qquad (3)$$

bunda ρ- suvning zichligi, (2) va (3) formulalarni (1) ga qo'ysak:

$$N = \frac{V\rho gh}{t \cdot \eta}$$

Bundan

$$\eta = \frac{V\rho gh}{N \cdot t} \qquad (4)$$

5-jadvaldan foydalanib masalaning shartida berilgan miqdorlarni MKS sistemasida ifodalaymiz. Bunda MKS sistemasiga o'tkazilgan miqdorlarning har biri uchun yakka-yakka arifmetik hisoblashlarni bajarmasdan oxirgi formulada amalga oshirish qulaydir. Masala shartiga asosan $V=3{,}8 \cdot 10^5 l = 3{,}8 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3} m^3$, ρ=1 g/sm^3, N=5o.k.=5·736 Vt, t=7·3600 sek, g=9,81m/sek^2 va h=20m. Bu berilganlarni (4) ga qo'yib, quyidagi javobni olamiz.

$$\eta = \frac{3{,}8 \cdot 10 - 5 \cdot 10 - 3 \cdot 10 - 3 \cdot 9{,}31 \cdot 20}{10 - 6 \cdot 6 \cdot 736 \cdot 7 \cdot 3600} = 0{,}8 = 80\%$$

Mexanikaning fizik asoslari
1-§. Kinematika

Umumiy holda to'g'ri chiziqli harakatning tezligi

$$\upsilon = \frac{ds}{dt}$$

Tezlanishi $$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 s}{dt^2},$$

To'g'ri chiziqli tekis harakat bo'lganda

$$\upsilon = \frac{S}{t} = \text{const} \quad \text{va} \quad a = 0$$

To'g'ri chiziqli tekis o'zgaruvchan harakat bo'lganda, quyidagi ifodalar kelib chiqadi: $$S = \upsilon_0 t + \frac{at^2}{2} \qquad \upsilon = \upsilon_0 + at \qquad a = const.$$

Bu tenglamalarda a tezlanish harakat tekis tezlanuvchan bo'lsa musbat va tekis sekinlanuvchan bo'lsa manfiy bo'ladi.

Egri chiziqli harakatda to'la tezlanish quyidagiga tengdir:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}.$$

Bunda a_t - tangensial tezlanish, a_n - normal (markazga intiltirma) tezlanish bo'lib

$$a_t = \frac{d\upsilon}{dt} \quad \text{va} \quad a_n = \frac{\upsilon^2}{R}$$

ko'rinishlarda hisoblanadi. Bunda υ – harakatlanayotgan nuqtaninsh chiziqli tezligi va R - trayektoriyaning berilgan nuqtadagi egrilik radiusi.

Umumiy holda aylanma harakatda burchak tezlik $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$, burchak tezlanish esa $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$.

Tekis aylanma harakatda burchak tezlik quyidagiga tengdir

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu,$$

bunda T - aylanish davri, ν- aylanish chastotasi, ya'ni vaqt birligidagi aylanishlar soni.

Burchak tezlik ω chiziqli tezlik υ bilan quyidagi munosabat orqali bog'langan $\upsilon = \omega \cdot R.$

Aylanma harakatda tangensial va normal tezlanishlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$a_t = \varepsilon R; \qquad a_n = \omega^2 R.$$

Ilgarilanma va aylanma harakatining tenglamalari 6-jadvalda taqqoslangan.

1.1. Avtomobil o'z harakati vaqtining birinchi yarmida *80 km/soat* tezlik bilan, qolgan vaqtida esa *40 km/soat* tezlik bilan harakatlangan. Avtomobil harakatining o'rtacha tezligi topilsin.

1.2. Avtomobil yo'lning birinchi yarmini *80 km/soat* tezlik bilan, qolgan yo'lni esa *40 km/soat* tezlik bilan bosib o'tgan. Avtomobil harakatining o'rtacha tezligi topilsin.

1.3. Paroxod daryoda *A* punktdan *B* punktga $\upsilon_1 = 10$ *km/soat* tezlik bilan, qaytishda esa $\upsilon_2 = 16$ *km/soat* tezlik bilan harakatlanadi. 1) Paroxodning o'rtacha tezligi, 2) daryoning oqim tezligi topilsin.

1.4. $\upsilon_1 = 1$ *m/sek* tezlik bilan oqayotgan daryoda suvga nisbatan $\upsilon_2 = 2$ *m/sek* tezlik bilan harakatlanayotgan qayiqning quyidagi hollarda qirg'oqqa nisbatan tezligi topilsin: 1) qayiq oqim bo'yicha suzganda, 2) qayiq oqimga qarshi suzganda, 3) qayiq oqimga $\alpha = 90^0$ burchak hosil qilib suzganda.

6-jadval

Ilgarilanma harakat	Aylanma harakat
Tekis harakat	
$S = \upsilon \cdot t$	$\varphi = \omega t$
$\upsilon = const$	$\omega = const$
$a = 0$	$\varepsilon = 0$
Tekis o'zgaruvchan harakat	
$S = \upsilon_0 t + \frac{at^2}{2}$	$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$
$\upsilon = \upsilon_0 + at$	$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$
$a = const$	$\varepsilon = const$
Notekis harakat	
$s = f(t)$	$\varphi = f(t)$
$\upsilon = \frac{ds}{dt}$	$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$
$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 s}{dt^2}$,	$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$

1.5. Samolyot havoga nisbatan υ_1*=800 km/soat* tezlik bilan uchmoqda. G'arbdan sharqqa tomoni υ_2*=m/sek* tezlik bilan shamol esib turibdi. Samolyot yerga nisbatan qanday tezlik bilan uchishi va 1) janubga, 2) shimolga, 3) g'arbga, 4) sharqqa siljishi uchun meridanga nisbatan qandan uchburchak tashkil qilib uchishi topilsin.

1.6. Samolyot *A* punktdan sharq tomondagi *300 km* uzoqlikda joylashgan *B* punktga uchmoqda. Quyidagi hollarda samolyotning bu masofani uchib o'tish vaqti topilsin: 1) shamol bo'lmaganda, 2) shamol janubdan shimolga esganda va 3) shamol g'arbdan sharqqa esganda. Shamolning tezligi υ_1*=20 m/sek*, samolyotning tezligi υ_2*=600 km/soat*.

1.7. Qayiq suvga nisbatan *7,2 km/soat* tezlik bilan qirg'oqqa tik yo'nalishda harakat qilmoqda. Oqim qayiqni *150 m* pastga sudradi. Daryoning kengligi *0,5 km*. 1) Daryo oqimining tezligi va 2) Qayiqning daryodan o'tishi uchun sarf qilingan vaqt topilsin.

1.8. Vertikal yuqoriga otilgan jism *3 sek* dan keyin yerga qaytib tushdi. 1)Jismning boshlang'ich tezligi qanday bo'lgan? 2) Jism qanday balandlikka ko'tarilgan? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.9. Tosh *10 m* balandlikka otilgan. 1) Tosh qancha vaqtdan keyin yerga qaytib tushadi? 2) Agar toshning boshlang'ich tezligi ikki marta oshirilsa, u qancha balandlikka ko'tariladi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.10. *300 m* balandlikdagi aerostatdan tosh tashlangan. 1) Aerostat *5 m/sek* tezlik bilan yuqoriga ko'tarilayotganda, 2) *5 m/sek* tezlik bilan pastga tushayotganda, 3) aerostat bir joyda turgandagi hollarda toshning yerga tushguncha o'tadigan vaqtni hisoblang. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.11. *9,8 m/sek* boshlang'ich tezlik bilan vertikal yuqoriga otilgan jism h balandligi va υ tezligining t vaqtga bog'lanish grafigi chizilsin. Grafik 0 dan *2 sek* gacha, ya'ni $0 \le t \le 2$ sek gacha bo'lgan intervalda *0,2 sek* dan oralab tuzilsin.

1.12. Jism $h = 19{,}6$ m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushmoqda. 1)Jism o'z harakatining birinchi 0,1 sekundida qancha yo'l o'tadi? 2) Oxirgi 0,1 sekundda-chi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.13. Jism $h = 19{,}6$ m balandlikdan boshlang'ich tezliksiz tushmoqda. 1)Jism o'z yo'lining birinchi 1 metrini qancha vaqtda bosib o'tadi? 2) Oxirgi 0,1 sekundda-chi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.14. Erkin tushayotgan jism o'z harakatining oxirgi sekundida butun yo'lning yarmini o'tadi. 1) Jismning qanday h balandlikdan tushayotgani va 2)yerga tushguncha ketgan vaqt topilsin.

1.15. A jism υ_1 boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga otilgan vaqtda, h balandlikdan υ_2=0 boshlang'ich tezlik bilan B jism pastga tushib keladi. Agar jismlar bir vaqtda harakatlangan bo'lsa, A va B jismlar orasidagi x masofaning t vaqtga bog'lanishi topilsin.

1.16. Metropoliten ikki stansiyasining oralig'i 1,5 km. Poyezd bu masofaning birinchi yarmida tekis tezlanuvchan, qolgan ikkinchi yarmida tekis sekinlanuvchan harakat qiladi. Poyezdning maksimal tezligi 50 km/soat ga teng. Bu tezlanuvchan va sekinlanuvchan harakatning tezlanishlarini miqdor jihatdan teng deb hisoblab, uning kattaligi, 2) poyezdning ikki stansiya orasidagi harakat vaqti topilsin.

1.17. Poyezd 36 km/soat tezlikda harakat qilmoqda. Agar bug' berish to'xtatilsa, poyezd tekis sekinlanuvchan harakat qilib 20 sek dan keyin to'xtaydi. 1) Poyezdning manfiy tezlanishi topilsin. 2) To'xtash joyidan necha metr narida bug' berishni to'xtatish kerak.

1.18. Tormozlangan poyezd tekis sekinlanuvchan harakat qilib 1 min da o'z tezligini 40 km/soat dan 28 km/soat kamaytirgan. 1) Poyezdning manfiy tezlanishi va 2) Tormozlanish vaqtida o'tgan yo'li topilsin.

1.19. Vagon - 0,5 m/sek^2 manfiy tezlanish bilan va tekis sekinlanuvchan harakat qilmoqda. Vagonning boshlang'ich tezligi 54 km/soat. Vagon qancha vaqtdan keyin va boshlang'ich nuqtadan qancha uzoqlikda to'xtaydi?

1.20. A jism υ_0=2 boshlang'ich tezlik va o'zgarmas a_1 tezlanish bilan harakat qiladi. A jism $\Delta t = 10$ bilan bir vaqtning o'zida B jism υ_0=12 boshlang'ich tezlik va o'zgarmas manfiy a tezlanish bilan harakat qiladi. harakat boshlangandan keyin qancha vaqt o'tgach ikkala jismning tezligi bir xil bo'ladi?

1.21. A jism υ_0=2 m/sek boshlang'ich tezlik va o'zgarmas a tezlanish bilan harakat qiladi. A jism $\Delta t = 10$ sek harakatlangandan keyin o'sha nuqtadan B jism υ_0=12 m/sek boshlang'ich tezlik bilan harakatlana boshlaydi va A jismnikidek a tezlanish bilan harakat qiladi. *A* Jismni quvib eta oladigan B jism a tezlanishining katta qiymati qanday?

1.22. *Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'liqligi* $s = At - Bt^2 + Ct^3$ *tenglama orqali berilgan, bunda* $A = 2$ *m/sek,* $B = 3$ *m/sek*^{2} *va* $C = 4$ *m/sek*^{3}*. 1) Tezlik v va tezlanish a ning vaqt t ga bog'liqligi, 2) harakat boshlanishidan 2 sek o'tgandan keyin jismning bosib o'tgan yo'li, tezligi va tezlanishi topilsin.* $0 \le t \le 3$ *sek intervalda 0,5 sek dan oralatib yo'l, tezlik va tezlanishning grafigi chizilsin.*

1.23. Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'liqligi s=A-Bt+Ct^2 tenglama orqali berilgan, bunda $A = 6$, $B = 3$ m/sek va $C = 2$ m/sek^2. Jismning 1 sekunddan 4 sekundgacha bo'lgan vaqt chegarasidagi o'rtacha tezligi va o'rtacha tezlanishi topilsin. $0 \le t \le 5$ sek intervalda 1 sek dan oralatib yo'l, tezlik va tezlanishning grafigi chizilsin.

1.24. Jismning bosib o'tgan yo'li s ning t vaqtga bog'liqligi s=A+Bt+Ct^2 tenglama orqali berilgan, bunda $A = 3$, $B = 2$ m/sek va $C = 1$ m/sek^2. Jism harakatining birinchi, ikkinchi va uchinchi sek oralig'idagi o'rtacha tezligi va o'rtacha tezlanishi topilsin.

1.25. Jismning bosib o'tgan yo'li *s* ning *t* vaqtga bog'liqligi $s = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ tenglama orqali berilgan, bunda $C = 0{,}14$ m/sek^2 va $D = 0{,}01$ *m/sek*^{3}. 1) harakat boshlangandan qancha vaqt o'tgandan keyin jismning tezlanishi *1m/sek*^{2} teng bo'ladi? 2) Shu vaqt oralig'ida jismning o'rtacha tezlanishi nimaga teng bo'ladi?

1.26. Balandligi *H=25 m* bo'lgan minoradan tosh υ_0=15 *m/sek* tezlik bilan gorizontal otilgan. 1) Toshning qancha vaqt harakatlanishi, 2) Minora asosidan qancha s_x masofada yerga tushishi, 3) yerga qanday υ tezlik bilan tushishi va 4) yerga tushish nuqtasida uning traektoriyasi bilan gorizont orasidagi φ burchak topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.27. Gorizontal otilgan jism *0,5 sek* dan keyin tashlanish joyidan gorizontal bo'ylab *5 m* uzoqqa borib tushgan. 1) Jism qanday h balandlikdan tashlangan? 2) U qanday boshlang'ich υ_0 tezlik bilan tashlangan? 3) U yerga qanday υ_0 tezlik bilan tushgan? 4) Uni yerga tushish nuqtasidagi traketoriyasi gorizont bilan qanday tezlikni tashkil qiladi. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.28. Gorizontal otilgan koptok 5 *m* uzoqlikdagi devorga urilgan. Koptokning urilish balandligi koptok otilgan balandlikdan 1 m pastda. 1)Koptok qanday υ_0 tezlik bilan otilgan? 2) Koptok devorga qanday burchak φ ostida uriladi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.29. Tosh gorizontal yo'nalishda otilgandan 0,5 sek o'tgach, uning tezligi boshlang'ich tezligidan 1,5 marta katta bo'lgan. Toshning boshlang'ich tezligi topilsin. havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.30. Tosh gorizontal yo'nalishda υ_x=15 *m/sek* tezlik bilan otilgandan *1 sek* o'tgach, uning normal va tangensial tezlanishi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.31. Tosh gorizontal yo'nalishda 10 m/sek tezlik bilan otilgandan 3 *sek* o'tgach, tosh trayektoriyasining egrilik radiusi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.32. Koptok gorizontga α=40° burchak ostida υ_0=10 m/sek boshlang'ich tezlik bilan otilgan. 1) Koptok qanday S_y balandlikka ko'tariladi? 2) Koptok otilgan joydan qanday S_x masofaga borib yerga tushadi? 3) Koptok qancha vaqt harakatlanadi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.33. Leningraddagi sport musobaqasida sportchi yadroni 16 m 20 sm masofaga uloqtirdi. O'shanday yadro Toshkentda o'sha sharoitda (boshlang'ich tezlik va gorizontga qiyalik o'zgarmaganda) qancha masofaga uchib borar edi? Leningradda og'irlik kuchining tezlanishi 981,9 *sm/sek*^{2} ga, Toshkentda esa 980,1 *sm/sek*^{2} ga teng.

1.34. Gorizontga υ_0 tezlik bilan qiyalatib otilgan jismning harakat vaqti *t=2,2 sek* ga teng. Uning ko'tarilgan eng katta balandligi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.35. Gorizontga υ_0=*12 m/sek* tezlik bilan α = 45° burchak ostida otilgan jism, otilgan joydan 5 m masofaga borib yerga tushgan. Tosh tushgan joyga tushishligi uchun, qanday *h* balandlikdan toshni shunday υ_0 tezlik bilan gorizontal yo'nalishda otish kerak?

1.36. Jismni gorizontga α=45° burchak ostida v_0=14,7 *m/sek* tezlik bilan otilgandan t=1,25 *sek* o'tgach uning normal va tangensial tezlanishi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.37. Jismni gorizontga α=45° burchak ostida v_0= *10 m/sek* tezlik bilan otilgandan *t=1sek* o'tgach, jism trayektoriyasining egrilik radiusi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.38. Jism gorizontga *α* burchak ostida υ_0 tezlik bilan o'tilgan. Agar jismning eng yuqori ko'tarilish balandligi *h=3 m* va jism traektoriyasining eng yuqorigi nuqtasida trayektoriyaning egrilik radiusi *R=3 m* ga tengligi ma'lum bo'lsa, υ va *α* larning kattaligi topilsin.

1.39. Balandligi H=25 m bo'lgan minoradan gorizontga α=30° burchak ostida υ_0=15 m/sek tezlik bilan tosh otilgan. 1) Tosh qancha vaqt harakatda bo'ladi? 2) U minora asosidan qancha uzoqlikda yerga tushadi? 3) U qanday tezlik bilan yerga tushadi? 4) Toshning yerga tushish nuqtasida uning traektoriyasi gorizont bilan qanday burchak hosil qiladi? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.40. Bola gorizontga α =45° burchak ostida υ_0=*10 m/sek* tezlik bilan otgan koptok *s=3 m* uzoqlikdagi devorga urilgan. 1) Koptokning devorga urilishi (uning yuqoriga ko'tarilishida yoki pastga tushishida) qachon sodir bo'lganligini aniqlang. 2) Koptok (otilgan balandlikdan hisoblaganda) devorga qanday *h* balandlikda urilgan? 3) Urilish vaqtida koptokning tezligi qanday bo'lgan? Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

1.41. 1) Yerning sutkalik aylanishi, 2) soatdagi soat strelkasining, 3) soatdagi minut strelkasining, 4) aylana orbita bo'ylab *T=88 min* aylanish davri bilan harakatlanayotgan yer sun'iy yo'ldoshining burchak tezliklari va 5) agar sun'iy yo'ldoshning orbitasi yer sirtidan *200 km* balandlikda bo'lsa, uning chiziqli tezligi topilsin.

1.42. Leningrad kengligidagi (60°) yer sirti nuqtalari aylanishining chiziqli tezligi topilsin.

1.43. Samolyotdagi yo'lovchiga quyosh osmonda qo'zg'almay turgandek ko'rinishi uchun, samolyot ekvator bo'ylab sharqdan g'arbga tomon qanday tezlik bilan harakatlanishi kerak?

1.44. Bir-biridan *l=0,5 m* oraliqda ikki disk mahkamlangan o'q $v = 1600$ *ayl/min* chastotaga mos burchak tezlik bilan aylanma harakat qilmoqda. Disk mahkamlangan o'q bo'ylab uchib boruvchi o'q ikki diskni teshib chiqadi va ikkinchi diskdagi teshik birinchisidagiga nisbatan $\varphi = 12^0$ burchakka siljiydi. O'qning tezligi aniqlansin.

1.45. Aylanma harakat qilayotgan g'ildirak gardishi nuqtasining υ_1 chiziqli tezligi gardishdan o'qqa *5 sm* yaqin bo'lgan nuqtasining υ_2 chiziqli tezligidan 2,5 marta katta bo'lsa, g'ildirakning radiusi topilsin.

1.46. Tekis tezlanish bilan aylanayotgan g'ildirak harakat boshidan $N = 10$ marta aylangandan keyin $\omega = 20$ *rad/sek* burchak tezlikka erishsa, uning burchak tezlanishi topilsin.

1.47. Maxovik g'ildirak harakat boshlanishidan $t = 1$ *min* o'tgach $v = 720$ *ayl/min* ga mos tezlikka erishadi. G'ildirakning burchak tezlanishi va 1 minutdagi aylanishlar soni topilsin. Harakat tekis tezlanuvchan deb hisoblansin.

1.48. Tekis sekinlanib aylanayotgan g'ildirak tormozlanish natijasida 1 min davomida o'zining tezligini 100 *ayl/min* dan 180 *ayl/min* gacha kamaytiradi. g'ildirakning burchak tezlanishi va bu vaqt ichidagi aylanishlar soni topilsin.

1.49. Ventilyator 900 ayl/min chastotaga mos tezlik bilan aylanadi. Ventilyator o'chirilgandan u tekis sekinlanuvchan harakat qilib to to'xtalguncha 75 marta aylangan. Ventilyator o'chirilgandan to to'xtaguncha qancha vaqt o'tgach?

1.50. Val 180 *ayl/min* chastotaga mos o'zgarmas tezlik bilan aylanadi. Val tormozlangan vaqtdan boshlab son jihatdan 3 *rad/sek*^{2} ga teng burchak tezlanish bilan tekis sekinlanuvchan aylanma harakat qiladi. 1) Val qancha vaqt o'tgach to'xtaydi? 2) To to'xtaguncha u necha marta aylanadi?

1.51. Nuqta *R=20* sm radiusli aylana bo'ylab, o'zgarmas tangensial tezlanish $a_t = 5$ *m/sek*^{2} bilan harakatlanadi. Harakat boshlanishidan qancha vaqt o'tgach nuqtaning a_n normal tezlanishi: 1) Tangensial tezlanishiga teng, 2) Tangensial tezlanishidan ikki marta katta bo'ladi?

1.52. Nuqta R=10 sm aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial tezlanish a_1 bilan harakatlanadi. Agar harakat boshlanganda keyingi beshinchi marta aylanish oxirida nuqtaning tezligi υ=79,2 sm/sek ga teng bo'lsa, nuqtaning a_t tangensial tezlanishi topilsin.

1.53. Nuqta *R=10 sm* aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial tezlanish a_t bilan harakatlanadi. Agar harakat boshlangandan keyingi beshinchi marta aylanma oxirida nuqtaning chiziqli tezligi υ=10 sm/sek ga teng bo'lsa, harakat boshlangandan *t=20 sek* o'tgandan keyin nuqtaning a_n normal tezlanishi topilsin.

1.54. Birinchi yaqinlanishda vodorod atomida elektron aylanma orbita bo'ylab o'zgarmas *v* tezlik bilan harakatlanadi deyish mumkin. Elektronning yadro atrofida aylanishining burchak tezligi va normal tezlanishi topilsin. Orbitaning radiusi $r = 0{,}5 \cdot 10^{-10}$ *m* va elektronning bu orbitadagi tezligi $v = 2{,}2 \cdot 10^6$ *m/sek*.

1.55. Radiusi *R=10 sm* g'ildirak $\varepsilon = 3{,}14$ *rad/sek*^{2} o'zgarmas burchak tezlanish bilan aylanadi. Harakat boshlanishidan keyingi birinchi sekundning oxirida g'ildirak gardishidagi nuqtalarning: 1) burchak tezligi, 2) chiziqli tezligi, 3) tangensial tezlanishi, 4) normal tezlanishi, 5) to'la tezlanishi va 6) to'la tezlanish bian g'ildirak radiusi orasidagi burchak topilsin.

1.56. Nuqta *R=10 sm* radiusli aylana bo'ylab harakatlanadi. Yo'lning vaqtga bog'lanishi $x = Ct^2$ tenglama orqali berilgan, bunda *C=0,1 sm/sek*^{3}. Tezligi υ=*0,3 m/sek* ga teng bo'lganda nuqtaning normal va tangensial tezlanishi topilsin.

1.57. Nuqta aylana bo'ylab shunday harakatlanadiki, yo'lning vaqtga bog'lanishi $s = A + Bt + Ct^2$ tenglama orqali berilgan, bunda *B=-2 m/sek* va *C=1 m/sek*^{2}. Agar harakat boshlanishidan $t' = 2$ *sek* o'tgach nuqtaning normal tezlanishi $a'_n = 0{,}5$ *m/sek*^{2} ga teng bo'lsa, harakat boshlanishidan $t = 3$ *sek* o'tgandan keyin nuqtaning chiziqli tezligi, uning tangensial, normal va to'la tezlanishi topilsin.

1.58. Harakat boshlanishidan *2 sek* o'tgach tekis tezlanuvchan harakat qilayotgan g'ildirak gardishidagi nuqtaning to'la tezlanish vektori shu nuqta chiziqli tezligining yo'nalishi bilan 60^0 burchak tashkil qilsa, g'ildirakning burchak tezlanishi topilsin.

1.59. G'ildirak o'zgarmas $\varepsilon = 2$ *rad/sek*^{2} burchak tezlanish bilan aylanadi. harakat boshlanishidan *0,5 sek* o'tgach g'ildirakning to'la tezlanishi $a = 13{,}6$ *sm/sek*^{2} ga teng bo'lsa, uning radiusi topilsin.

1.60. Radiusi *R=0,1 m* bo'lgan g'ildirak shunday aylanadiki, g'ildirak radiusining burilish burchagi bilan vaqt orasidagi bog'lanish $\varphi = A + Bt + Ct^3$ tenglama orqali berilgan, bunda *B=2 rad/sek* va *C=1 rad/sek*^{3}. Harakat boshlangandan *2 sek* o'tgach, g'ildirak gardishidagi nuqtalar uchun quyidagi kattaliklar: 1) burchak tezlik, 2) chiziqli tezlik, 3) burchak tezlanish, 4) tangensial tezlanish, 5) normal tezlanish topilsin.

1.61. Radiusi *R=5 sm* bo'lgan g'ildirak shunday aylanadiki, g'ildirak radiusining burilish burchagi bilan vaqt orasidagi bog'lanish $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ tenglama orqali beriladi, bunda *D=1 rad/sek*^{3}. Harakatning har sekundida g'ildirak gardishida yotgan nuqtalar uchun tangensial tezlanish Δa_t ning o'zgarishi topilsin.

1.62. Radiusi R=10 sm bo'lgan g'ildirak shunday aylanadiki, g'ildirak gardishidagi nuqtalar chiziqli tezligining vaqtga bog'lanishi $v = At + Bt^2$ tenglama orqali beriladi, bunda *A=3 sm/sek*^{2} va *B=1 sm/sek*^{3}. Harakat boshlangandan *t=0, 1, 2, 3, 4,* va *5 sek* o'tgandan keyin to'la tezlanish vektori bilan g'ildirak radiusi orasidagi burchak topilsin.

1.63. G'ildirak shunday aylanadiki, g'ildirak radiusining burilish burchagi bilan vaqt orasidagi bog'lanish $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ tenglama orqali beriladi,

bunda *B=1 rad/sek, C=1 rad/sek*^{2}, *D=1 rad/sek*^{3}. Harakatning ikkinchi sekundining oxirida g'ildirak gardishidagi nuqtaning normal tezlanishi $a_n = 3{,}46 \cdot 10^2$ ga teng bo'lsa, g'ildirakning radiusi topilsin.

1.64. Aylanayotgan g'ildirak gardishidagi nuqtalar to'la tezlanishining vektori shu nuqtalar chiziqli tezligining vektori bilan 30^0 burchak tashkil qilgan paytdagi nuqta normal tezlanishining tangensial tezlanishidan necha marta kattaligi topilsin.

2-§ D I N A M I K A

Dinamikaning asosiy qonuni (Nyutonning ikkinchi qonuni)

$$F \cdot dt = d(m\upsilon)$$

tenglama bilan ifodalanadi.

Agar massa o'zgarmas bo'lsa, u holda

$$F = m\frac{d\upsilon}{dt} = m \cdot a,$$

bundan *a* - massasi *m* bo'lgan jismning *F* kuch ta'sirida olgan tezlanishi.

s masofani o'tishda *F* kuchning bajargan ishi quyidagi formula bilan ifodalanidi:

$$A = \int_s F_s \cdot ds,$$

bunda F_s - kuchning siljishi yo'nalishidagi proeksiyasi, *ds* - yo'l qismining kattaligi. Integral butun yo'l *s* bo'yicha olinadi.

Agar kuchning miqdori hamda uning siljish yo'nalishi bilan hosil qilgan burchagi o'zgarmas bo'lsa, yuqoridagi formula

$$A = F \cdot s \cdot \cos\alpha$$

ko'rinishida bo'ladi, bunda α - kuch *F* va siljish *s* orasidagi burchak.

Quvvat

$$N = \frac{dA}{dt}$$

formula bilan ifodalanadi. Quvvat o'zgarmas bo'lsa

$$N = \frac{A}{t}$$

bo'ladi, bunda *A* - vaqt *t* ichida bajarilgan ish.

Xuddi shuningdek quvvat quyidagi formuladan aniqlanishi mumkin:

$$N = F \cdot v \cdot \cos\alpha,$$

ya'ni quvvat harakat tezligini kuchning harakat yo'nalishiga bo'lgan proeksiyasining kattaligiga ko'paytmasi bilan aniqlanadi.

υ tezlik bilan harakatlanayotgan *m* massali jismning kinetik energiyasi quyidagiga teng:

$$W_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Potensial energiyaning formulalari ta'sir etuvchi kuchlarning xarakteriga qarab turlicha ifodalanadi.

Izolyatsiyalangan sistemadagi barcha jismlar harakat miqdorining vektor yig'indisi o'zgarmay qoladi, ya'ni:

$$m_1\vec{\upsilon}_1 + m_2\vec{\upsilon}_2 + \ldots + m_n\vec{\upsilon}_n = const.$$

Massalari m_1 va m_2 bo'lgan ikki jismning bir to'g'ri chiziq bo'ylab elastikmas markaziy urilishdan keyingi ularning umumiy tezligi quyidagi formuladan topiladi:

$$u = \frac{m_1\upsilon_1 + m_2\upsilon_2}{m_1 + m_2},$$

bunda υ_1 - birinchi jismning, υ_2 - ikkinchi jismning urilishdan ilgarigi tezligi.

Elastik markaziy urilishdan keyin jismlar turlicha tezliklar bilan harakatlanadi. Birinchi jismning urilishdan keyingi tezligi:

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2)\upsilon_1 + 2m_2\upsilon_2}{m_1 + m_2}$$

va ikkinchi jismning urilishdan keyingi tezligi

$$u_2 = \frac{(m_2 - m_1)\upsilon_2 + 2m_1\upsilon_1}{m_1 + m_2}$$

Egri chiziqli harakatda moddiy nuqtaga ta'sir etuvchi kuchni ikkiga: tangensial va normal tashkil etuvchilarga ajratish mumkin.

Normal tashkil etuvchisi

$$F_n = \frac{m\upsilon^2}{R}$$

markazga intilma kuchdan iboratdir. Bu yerda υ - massasi m bo'lgan jismning chiziqli tezligi va R trayektoriyaning berilgan nuqtadagi egrilik radiusidir.

Elastik deformatsiyalovchi kuch deformatsiyasining x kattaligiga proporsionaldir, ya'ni:

$$F = Kx,$$

bundan k - deformatsiya koeffitsiyenti bo'lib, bir birlikda deformatsiyalovchi kuchga miqdor jihatdan tengdir.

Elastik kuchlarning potensial energiyasi:

$$W_n = \frac{kx^2}{2}.$$

Ikki moddiy nuqta (ya'ni o'lchamlari ularning o'zaro oraliqlariga nisbatan juda kichik bo'lgan jismlar) bir-biriga quyidagi kuch bilan tortiladi:

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2},$$

bunda γ -tortishish doimiyligi yoki gravitatsion doimiyligi bo'lib, $\gamma = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ $m^3/kg.sek^2$ ga tengdir; m_1 va m_2 o'zaro ta'sir qiluvchi moddiy nuqtalarning massalari: R - ular orasidagi masofa.

Tortishish kuchining potensial energiyasi

$$W_n = -\gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}.$$

"Minus" ishora o'zaro ta'sir qiluvchi ikki jismning potensial energiyasi $R=\infty$ bo'lganda nolga teng bo'lishini ko'rsatadi; bu jismlar yaqinlasha borganda potensial energiyasi ortadi.

Keplerning uchinchi qonuni quyidagi ko'rinishga egadir:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3},$$

bunda T_1 va T_2 - planetalarning aylanish davri, R_1 va R_2 - planetalar orbitalarining katta o'qlari. Orbita doiradan iborat bo'lgan holda katta o'qlar rolini orbitaning radiusi o'ynaydi.

2.1. Tekis harakatlanib tushayotgan aerostat xuddi shunday tezlikda yuqoriga ko'tarila boshlashi uchun, aerostatdan qancha og'irlikdagi ballastni (yukni) tashlab yuborish kerak? Aerostatning ballast bilan birga og'irligi 1600 *kG*, yuqoriga ko'rsatuvchi kuchi 1200 *kG*. Yuqoriga ko'tarilishda va tushishida havoning qarshilik kuchi birday hisoblansin.

2.2. Ipga og'irligi *P=1 kG* bo'lgan yuk osilgan. Agar yuk osilgan ip 1) $a=5\ m/sek^2$ tezlanish bilan yuqoriga ko'tarilayotgan, 2) Xuddi shunday $a=5\ m/sek^2$ tezlanish bilan pastga tushayotgan hollarda ipning taranglik kuchi topilsin.

2.3. Biror diametrli po'lat sim 4400 N gacha yukka chidash bera oladi. Bu simga 3900 N yuk osib, u uzilib ketmasligi uchun yukni qanday maksimal tezlanish bilan yuqoriga ko'tarish kerak?

2.4. Yo'lovchilar bilan birga liftning og'irligi 800 *kG*. Lift osilgan trosning tarangligi: 1) 1200 *kG* va 2) 600 *kG* bo'lsa, lift qanday tezlanish bilan va qanday yo'nalishda harakatlanadi?

2.5. Ipga tosh osilgan. Bu toshni $a_1=2\ m/sek^2$ tezlanish bilan yuqoriga ko'tarilganda, ipning uzilib ketishi mumkin bo'lgan taranglik kuchidan ikki marta kichik *T* taranglik kuchi hosil bo'lgan. Ip uzilib ketishi uchun bu toshni qanday a_2 tezlanish bilan yuqoriga ko'tarish kerak?

2.6. Og'irligi 10^4 N bo'lgan avtomobil *5 sek* tormozlangandan keyin tekis sekinlanuvchan harakat qilib, 25 *m* masofani o'tib to'xtaydi. 1) Avtomobilning boshlang'ich tezligi, 2) tormozlanish kuchi topilsin.

2.7. 500 *t* massali poyezd tormozlanganda tekis sekinlanuvchan harakat qilib 1 *min* davomida tezligini 40 *km/soat* dan 28 *km/soat* gacha kamaytirgan. Tormozlash kuchi topilsin.

2.8. Og'irligi $1{,}96 \cdot 10^6$ N bo'lgan vagon 54 *km/soat* boshlang'ich tezlik bilan harakat qiladi. Agar vagon I) 1 *min* 40 *sek*, 2) 10 *sek*, va 3) 1 *sek* to'xtasa, vagonga ta'sir qiluvchi o'rtacha kuch topilsin.

2.9. Relsda turgan vagon tekis tezlanuvchan harakat qilib, *s=11 m* yo'lni *t= 30 sek* da o'tishi uchun unga qanday kuch ta'sir qilishi kerak? Vagonning og'irligi *P=16 T*. Harakat vaqtida unga, o'z og'irligining 0,05 qismiga teng bo'lgan ishqalanish kuchi ta'sir qiladi.

2.10. Og'irligi $4{,}9 \cdot 10^6$ N bo'lgan poyezd teplovozning tortishi to'xtalgach, $9{,}8 \cdot 10^4$ N ishqalanish kuchi ta'siri ostida 1 *min* dan keyin to'xtaydi. Poyezd qanday tezlik bilan harakat qilgan?

2.11. 20 t massali vagon 0,3 m/sek^2 o'zgarmas manfiy tezlanish bilan harakat qiladi. Vagonning boshlang'ich tezligi *54 km/soat.* 1) Vagonga qanday tormozlash kuchi ta'sir qilgan? 2) Vagon qancha vaqtdan keyin to'xtaydi? 3) Vagon to'xtaguncha qancha masofani bosib o'tadi?

2.12. 0,5 *kg* massali jism shunday to'g'ri chiziqli harakatlanadiki, u o'tgan *s* yo'lning *t* vaqtga bog'lanishi $s = A - Bt + Ct^2 - Dt^3$ tenglama bilan berilgan, bunda S=5 m/sek^2 va D=1 m/sek^3. Harakatling birinchi sekundining oxirida jismga ta'sir qilgan kuchning kattaligi topilsin.

2.13. F=1 *kG* o'zgarmas kuch ta'sirida jism shunday to'g'ri chiziqli harakatlanadiki, u o'tgan *s* yo'lnipg *t* vaqtga bog'lanishi $s = A - Bt + Ct^2$ tenglama bilan berilgan. Doimiylik S=1 m/sek^2 bo'lsa, jismning massasi topilsin.

2.14. m=0,5 *kg* massali jism shunday harakatdanadiki, u o'tgan *s* yo'lning *t* vaqtga bog'lanishi $s = A\sin\omega t$ tenglama bilan berilgai, bunda A=5 *sm* va $\omega = \pi rad/sek$. Harakat boshlanishidan t= 1/6 *sek* o'tgach, jismga ta'sir qiluvchi *F* kuch topilsin.

2.15. $\upsilon = 600$ *m/sek* tezlik bilan uchayotgan $m = 4{,}65 \cdot 10^{-26}$ *kg* massali molekula idish devoriga tik uriladi va tezligini o'zgartmasdan devordan elastik qaytadi. Urilish vaqtida idish devoriga berilgan kuch impulsi topilsil.

2.16. $\upsilon = 600$ *m/sek* tezlik bilan uchayotgan $m = 4{,}65 \cdot 10^{-26}$ *kg* massali molekula normalga nisbatan idish devoriga 60^0 burchakda uriladi va shunday burchakda tezligini o'zgartmay elastik qaytadi. Urilish vaqtida idish devoriga berilgan kuch impulsi topilsin.

2.17. Biror balandlikdan vertikal tushayotgan 0,1 *kG* og'irlikdagi sharcha qiya tekislikka uriladi va tezligini o'zgartmasdan tekislikdan elastik qaytadi. Tekislikning gorizontga nisbatan qiyaligi 30^0 ga teng. Urilish vaqtida tekeslikning olgan kuch impulsi 1,73 N·*sek* ga teng. Shar tekislikka urilgandan qancha vaqt o'tgach trayektoriyasining eng yuqori nuqtasida bo'ladi?

2.18. Kesim yuzi $S=6\ sm^2$ bo'lgan suv oqimi devorga normalga nisbatan $\alpha=60°$ burchakda uriladi va tezligini o'zgartmasdan devordan elastik qaytadi. Agar suv oqimining tezligi $\upsilon=12\ m/sek$ bo'lsa, devorga ta'sir qiluvchi kuch topilsin.

2.19. Tramvay joyidan qo'zg'algandan keyin $a=0{,}5\ m/sek^2$ o'zgarmas tezlanish bilan harakatlanadi. Harakat boshlangandan $t=12sek$ o'tgach tramvayning motori o'chiriladi va tramvay to'xtash joyigacha tekis sekinlanuvchan harakatlanadi. Butun yo'l davomida ishqalanish koeffitsiyenti $k = 0{,}01$ ga geng. 1) Tramvayning eng katta tezligi, 2) tramvay to'xtaguncha o'tgan vaqt, 3) tekis sekinlanuvchan harakatda tramvayning manfiy tezlanishi, 4) tramvay to'xtaguncha bosib o'tilgan yo'li topilsin.

2.20. Avtomobilning og'irligi $9{,}8\cdot10^3\ N$. Avtomobil harakatlana-yotganda unga o'z ogirligining 0,1 qismiga teng bo'lgan ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. 1) Avtomobil tekis harakatlanganda motorining tortish kuchi qancha bo'lishi kerak? 2) Avtomobil 2 *m/sek*- tezlanish bilan harakat qilganda-chi?

2.21. $a=2{,}44\ m/sek^3$ o'zgarmas tezlanish bilan harakatlanayotgan avtomobil bakidagi benzinning sirti gorizont bilan qanday α burchak tashkil qiladi?

2.22. Tramvay vagoning shipiga mahkamlangan ipga shar osilgan. Vagon tormozlanganda, uning tezligi, $\Delta t= 3\ sek$ vaqt oralig'ida $\upsilon_1= 18\ km/soat$ dan $\upsilon_2= 6km/soat$ gacha bir tekisda o'zgaradi, bunda shar osilgan ip qanday burchakka og'adi?

2.23. Temir yo'l vagoni tormozlanganda, uning tezligi. $\Delta t =3{,}3\ sek$ vaqt oralig'ida $\upsilon_1 =47{,}5\ km/soat$ dan $\upsilon_2=30\ km/soat$ gacha bir tekisda o'zgaradi. Vagon tormozlanganda, polkadagi chamadon siljiy boshlashi uchun, chamadon bilan polka orasidagi ishqalanish koeffitsiyentining chegaraviy qiymati qanday bo'lishi kerak?

2.24. Stolda yotgan arqonning osilib turgan qismining uzunligi uning butun uzunligining 25% ini tashkil qilganda, u sirg'anib tusha boshlaydi. Arqonning stolga ishqalanish koeffitsiyenti nimaga teng?

2.25. Avtomobilning og'irligi 1 *T*. Avtomobil harakatlanayotganda unga o'z og'irligining 0,1 qismiga teng bo'lgan ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. Agar avtomobil o'zgarmas tezlik bilan: 1) qiyaligi har 25 *m* yo'lda 1 *m* balandlikka ko'tariladigan toqqa chiqayotsa, 2) xuddi shu qiyalikdagi toqdan tushayotgan bo'lsa, avtomobil motorining tortish kuchi topilsin.

2.26. Qiyaligi har 25 *m* yo'lda 1 *m* balandlikka ko'tariladigan toqqa $1 m/sek^2$ tezlanish bilan chiqayotgan avtomobil motorining tortish kuchi topilsin. Avtomobil og'irligi $9{,}8\cdot10^3\ N$ va ishqalanish koeffitsiyenti 0,1 ga teng.

2.27. Jism qiyalish gorizont bilan 4^0 bo'lgan tekislikda yotibdi. 1)Jismning qiya tekislikda sirg'ana boshlashi uchun ishqalanish koeffitsiyenti qanday chegaraviy qiymatga ega bo'lishi kerak? 2) Agar ishqalanish

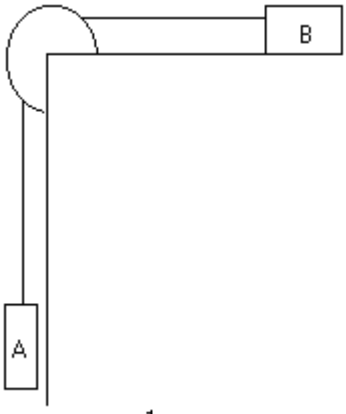
koeffitsiyenti 0,03 bo’lsa, jism qanday tezlanish bilan sirg’anadi? 3) Shunday sharoitda jism 100 *m* yo'lni qancha vaqtda o'tadi? 4) Shu 100 *m* yo'lning oxirida jism qanday tezlikka erishadi?

2.28. Jism gorizont bilan *a*= 45° burchak tashkil qilgan qiya tekislikdan sirg’anib tushmoqda. Jism S = 36,4 *sm* masofani o'tganda υ= *2 m/sek* tezlikka erishadi. Jismning tekislikka ishqalanish koeffitsiyenti topilsin.

2.29. Jism gorizont bilan 45° burchak tashkil qilgan qiya tekislikda sirg’anib tushmoqda. Jism o'tgan *s* yo'lning *t* vaqtga bog’lanishi $s=Ct^2$ tenglama bilan berilgan, bunda $C=1,73$ m/sek^2. Jismning tekislikka ishqalanish koeffitsiyenti topilsin.

2.30. Og’irliklari P_1 = 2 *kG* va P_2= 1 *kG* bo’lgan toshlar bir-biriga ip bilan birlashtirilib, vaznsiz blokka osilgan. 1) Toshlarning harakat tezlanishi, 2) ipning taranglik kuchi topilsin. Blokka bo’lgan ishqalanish hisobga olinmasin.

2.31. Vaznsiz blok stolning qirrasiga mahkamlangan. Og’irliklari P_1=P_2=1 *kG* bo’lgan *A* va *B* toshlar bir-biriga ip bilan birlashtirilib, blokka osilgan. *B* toshning stolga ishqalanish koeffitsiyenti *k*=0,1 ga teng. 1)Toshlarning harakat tezlanishi, 2) ipning taranglik kuchi topilsin. Blokdagi ishqalanish hisobga olinmasin (1-rasm).



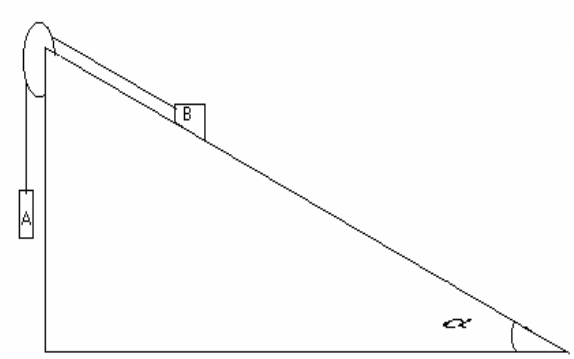
1-rasm

2.32. Gorizont bilan α = 30° burchak tashkil qilgan qiya tekislikning eng yuqori cho'kkisiga vaznsiz blok mahkamlangan. Og’irliklari P_1= P_2=1 *kG* bo’lgan *A* va *B* toshlar bir-biriga ip bilan birlashtirilib, blokka osilgan. 1)Toshlarning harakat tezlanishi, 2) ipning taranglik kuchi topilsin. Blokdagi ishqalanish, xuddi shuningdek *B* toshning qiya tekislikka ishqalanishi hisobga olinmasin (2-rasm).

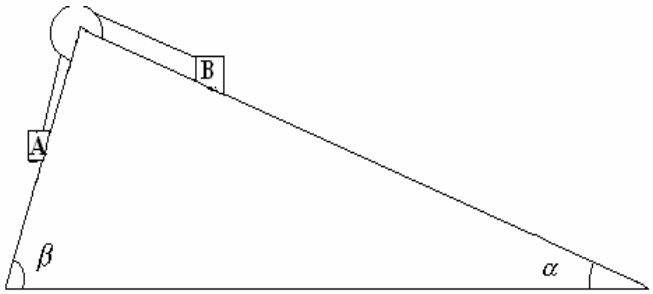
2.33. Oldingi masalani B toshning qiya tekislikka ishqalanish koeffitsiyenti *k*=0,1 ga teng bo’lgan shart uchun yechilsin. Blokdagi ishqalanish hisobga olinmasin.

2.34. Gorizont bilan $\alpha=30^0$ va $\beta=45^0$ burchak tashkil qilgan ikkita qiya tekislikning eng yuqori cho’qqisiga vaznsiz blok mahkamlangan (3-rasm). Og’irliklari P_1= P_2=1 *kG* bo’lgan *A* va *B* toshlar bir-biriga ip bilan birlashtirilib, blokka osilgan. 1) Toshlarning harakat tezlanishi, 2) ipning taranglik kuchi

topilsin. *A* va *B* toshlarning qiya tekisliklarga ishqalanishi, xuddi shuningdek blokdagi ishqalanish hisobga olinmasin.



2 rasm



3-rasm

2.35. Oldingi masalani *A* va *B* toshlarning qiya tekisliklarga ishqalanish koeffitsiyentlari $k_1 = k_2 = 0{,}1$ ga teng bo'lgan shart uchun echilsin. Blokdagi ishqalanish hisobga olinmasin. Bu masalaning yechimini beruvchi formuladan xususiy hollarda 2.30-2.34 masalalarning yechimini olish mumkinligi ko'rsatilgan.

2.36. Og'irligi $P = 2$ *kG* yukni $h = 1$ *m* balandlikka *F* o'zgarmas kuch bilan vertikal ko'tarishda *A=8 kG·m* ish bajarilgan. Yuk qanday tezlanish bilan ko'tarilgan?

2.37. Yuqoriga ko'tarilayotgan samolyot *h=5 km* balandlikda υ*=360 km/soat* tezlikka erishadi. Samolyotning tezligini oshirishga sarf bo'lgan ishdan ko'tarilishda og'irlik kuchiga qarshi bajarilgan ish necha marta katta?

2.38. Harakatdagi 2 *kg* massali jismning: 1) tezligini 2 *m/sek* dan *5m/sek* gacha oshirish uchun, 2) boshlang'ich tezligi *8 m/sek* bo'lganda uni to'xtatish uchun qanday ish bajarish kerak?

2.39. υ_1=15 *m/sek* tezlik bilan uchib kelayotgan koptok raketka bilan urilib qarama-qarshi tomonga υ_2=20 *m/sek* tezlik bilan uloqtirilgan. Bunda koptok kinetik energiyaning o'zgarishi $\Delta W = 8{,}75$ J ga teng bo'lsa, koptok harakat miqdorining o'zgarishi topilsin.

2.40. Muz ustida υ*=2 m/sek* tezlik bilan sirg'antirib yuborilgan tosh *s=20,5m* masofada to'xtaydi. Toshning muzga ishqalanish koeffitsiyenti o'zgarmas deb hisoblab, uning qiymati topilsin.

2.41. Og'irligi *20 T* bo'lgan vagon 6000 *N* ishqalanish kuchi ta'sirida tekis sekinlanuvchan harakat qiladi va ma'lum vaqt o'tgach to'xtaydi. Ishqalanish kuchining ishi, 2) vagon to'xtaguncha o'tgan masofa topilsin.

2.42. Shofyor yo'ldagi to'siqdan 25 *m* narida avtomobilga tormoz bera boshlaydi. Avtomobilning tormoz kolodkalaridagi ishqalanish kuchi o'zgarmas va 3840 *N* ga teng. Avtomobilning og'irligi 1 *T*. Avtomobil to'siq oldi to'xtashga ulgurishi uchun, u qanday maksimal tezlikda yurishi mumkin? G'ildiraklarning yo'lga ishqalanishi hisobga olinmasin.

2.43. Tramvay *a*=49,0 *sm/sek*^{2} tezlanish bilan harakatlanadi. Agar motor quvvatining 50% ishqalanish kuchini engishga va 50% harakatning tezligini oshirishga sarf bo'lgani ma'lum bo'lsa, ishqalanish koeffitsiyenti topilsin.

2.44. Jism 10 *m* masofada o'z tezligini 2 *m/sek* dan 6 *m/sek* ga oshirishi uchun zarur bo'lgan ish topilsin. Yo'lning hamma qismida 0,2 *kg* ga teng o'zgarmas ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. Jismning massasi 1 *kg* ga teng.

2.45. Avtomobilning og'irligi $9{,}8\cdot10^3$ *N*. Avtomobil harakatlana-yotganda unga o'z og'irligini 0,1 qismiga teng bo'lgan o'zgarmas ishqalanish kuchi ta'sir qiladi. Avtomobil 0,5 *km* masofada o'z tezligini υ_1=10 *km/soat* dan υ_2=40 *km/soat* gacha oshirishi uchun, uning dvigateli qancha miqdorda benzin sarf qiladi? Dvigatelning foydali ish koeffitsiyenti 20%, benzinning issiqlik berish qobiliyati $4{,}6\cdot10^7$ *j/kg* ga teng.

2.46. Dvigatelning o'rtacha quvvati 15 o.k. ga teng bo'lgan avtomobil 100 *km* yo'lni 30 *km/soat* o'rtacha tezlik bilan bosib o'tganda qancha miqdorda benzin sarflangan? Dvigatelning F.I.K. 22%. Qolgan zarur ma'lumotlar oldingi masalaning shartidan olinsin.

2.47. Avtomobil 40 *km/soat* tezlik bilan harakatlanganda, har 100 *km* yo'lga 13,5 l benzin sarf qilsa va shu sharoitda quvvati 16,3 o.k. ga teng bo'lsa, avtomobil dvigatelining F.I.K. topilsin. Benzinning zichligi 0,8 *g/sm*^{3}. Qolgan zarur ma'lumotlar 2.45-masalaning shartidan olinsin.

2.48. 1 *kg* massali, 9,8 *m/sek* boshlang'ich tezlik bilan yuqoriga otilgan toshning kinetik, potensial va to'la energiyasining vaqtga bog'lanish grafigi $0 \le t \le 2$ sek intervalda 0,2 *sek* dan oralatib chizilsin. 1.11-masalaning yechilish natijalaridan foydalanilsin.

2.49. Oldingi masala shartidan toshning kinetik, potensial va to'la energiyasining yo'lga bog'lanish grafigi chizilsin.

2.50. Og'irligi 2 *kG* bo'lgan tosh ma'lum balandlikdan yerga 1,43 *sek* da tushadi. Toshning yo'lning o'rta nuqtasidagi kinetik va potensial energiyasi topilsin. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

2.51. Tosh balandligi $H = 25$ *m* bo'lgan minoradan υ_0=15 *m/sek* tezlik bilan gorizontal otilgan. Toshning harakat boshlanishidan bir sekund o'tgach kinetik va potensial energiyasi topilsin. Tosh massasi *m=0,2 kg* ga teng. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

2.52. Tosh gorizontga $\alpha = 60^0$ burchakda υ_0=15*m/sek* tezlik bilan otilgan. Toshning 1) harakat boshlanishidan bir sekund o'tgach, 2) harakat traektorining eng yuqori nuqtasidagi kinetik va potensial energiyasi topilsin. Tosh massasi $m = 0{,}2$ *kg* ga teng. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

2.53. Sport yadrosi gorizontga $\alpha = 30^0$ burchakda uloqtirilganda $A = 216$ J ish sarf bo'lgan. Yadro qancha vaqtdan keyin va otilgan joydan qancha masofada yerga tushadi. Yadroning og'irligi $P = 2$ *kG*. Havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

2.54. 10 *g* massali moddiy nuqta 6,4 *sm* radiusli aylana bo'ylab o'zgarmas tangensial tezlanish bilan harakatlanadi. Agar harakat boshlangandan keyingi ikkinchi marta aylanishning oxirida moddiy nuqtaning kinetik energiyasi $8 \cdot 10^{-4}$ J ga tengligi ma'lum bo'lsa, harakatning tangensial tezlanishi topilsin.

2.55. Balandligi 1 m, og'ma tomoni uzunligi 10 m bo'lgan qiya tekislikdan 1 kg massali jism sirg'anib tushmoqda. Jismning 1) qiya tekislikning asosidagi kinetik energiyasi, 2) shu asosdagi tezligi, 3) to'xtaguncha yo'lning gorizontal qismida bosib o'tgan masofasi topilsin. Yo'lning hamma qismida ishqalanish koeffitsiyenti o'zgarmas va 0,05 ga teng deb olinsin.

2.56. Dastlab jism gorizont bilan $\alpha = 8^0$ burchak tashkil qilgan qiya tekislikda, keyin gorizontal sirtda sirg'anadi. Jismning qiya va gorizontal tekislikda o'tgan masofalari teng bo'lsa, ishqalanish koeffitsiyenti topilsin.

2.57. Balandligi 0,5 *m* og'ma tomoni uzunligi 1 *m* bo'lgan qiya tekislikda *3 kg* massali jism sirg'anib tushmoqda. Jism qiya tekislikning asosiga 2,45 *m/sek* tezlik bilan etib keladi. 1) Jismning tekislikka ishqalanish koeffitsiyenti, 2) ishqalanishda ajralgan issiqlikning miqdori topilsin. Jismning boshlang'ich tezligi nolga teng.

2.58. 2 t massali avtomobil har 100 *m* yo'lda 4 *m* balandlikka ko'tariladigan toqqa chiqmoqda. Ishqalanish koeffitsiyenti 8% ga teng. Avtomobil dvigatelining 1) 3 *km* yo'l yurganda bajargan ishi, 2) shu yo'lni 4*min. da* bosib o'tsa quvvati topilsin.

2.59. *36 km/soat* o'zgarmas tezlik bilan ketayotgan 1 t massali avtomobil dvigatelining: 1) gorizontal yo'lda ketayotganda, 2) har 100 *m* yo'lda 5 *m* balandlikka ko'tarilayotgan toqqa chiqayotganda, 3) shu qiyalikda toqdan tushayotganda qanday quvvatga ega bo'lishi topilsin. Ishqalanish koeffitsiyenti 0,07 ga teng.

2.60. Og'irligi 1 t bo'lgan avtomobil tog'dan motori o'chirilgan holda 53 *km/soat* o'zgarmas tezlik bilan tushmoqda. Tog' har 100 *m* yo'lda *4 m* balandlikka ko'tariladigan qiyalikka ega. Shu tog'ning o'ziga o'shanday tezlik bilan ko'tarilish uchun avtomobilning dvigateli qanday quvvatga ega bo'lishi kerak?

2.61. Relsda turgan $P_1 = 10\,T$ og'irlikdagi platformaga $P_2 = 5\,T$ og'irlikdagi to'p o'rnatilgan bo'lib, undan rels bo'ylab o'q otiladi. Snaryadning og'irligi $P_3 = 100$ *kg*, uning to'pga nisbatan boshlang'ich tezligi υ_0=500 *m/sek*. Agar platforma 1) qo'zg'almay turgan, 2) o'q otilgan tomonga υ_1=18 *km/soat* tezlik bilan harakat qilayotgan, 3) o'q otilishiga qarama-qarshi tomonga υ_1=18 *km/soat* tezlik bilan harakat qilayotgan bo'lsa, snaryad otilgan paytdagi platformaning υ_x tezligi topilsin.

2.62. 5 *kg* massali miltiqdan $5 \cdot 10^{-3}$ *kg* massali o'q 600 *m/sek* tezlik bilan otilib chiqadi. Miltiqning orqaga tepish tezligi topilsin.

2.63. 8 *km/soat* tezlik bilan chopib kelayotgan 60 *kG* og'irlikdagi odam 2,9*km/soat* tezlik bilan ketayotgan 80 *kG* og'irlikdagi aravachani quvib etadi va unga sakrab chiqadi. 1) Shu paytda aravacha qanday tezlik bilan harakat qiladi? 2) Agar odam aravachaga harshi tomondan kelib chiqsa, u qanday tezlik bilan harakat qiladi?

2.64. 500 *m/sek* tezlik bilan temir yo'l bo'ylab gorizontal uchib ketayotgan 980 *N* og'irlikdagi snaryad 10 *T* og'irlikdagi qum solingan vagonga tegadi va unga tiqilib qoladi. Vagonning 1) harakatsiz turgan, 2) snaryad yo'nalishida 36 *km/soat* tezlik bilan harakat qilayotgan, 3) snaryadga qarama-qarshi yo'nalishda 36 *km/soat* tezlik bilan harakat qilayotgan paytlarda olingan tezligi topilsin.

2.65. 10 *m/sek* tezlik bilan uchib ketayotgan granata portlab ikkiga parchalanadi. Granata og'irligining 60% ni tashkil qilgan kattaroq parcha dastlabki yo'nalishda, ammo 25 *m/sek* ga teng tezlik bilan o'z harakatini davom ettirida. Kichik parchaning tezligi topilsin.

2.66. Og'irligi 1 *kG* jism 1 *m/sek* tezlik bilan gorizontal harakatlanib 0,5 *kG* og'irlikdagi jismni quvib etadi va u bilan elastik to'qnashadi. 1) Ikkinchi jism harakatsiz turganida, 2) ikkinchi jism birinchi jismning yo'nalishida 0,5 *m/sek* tezlik bilan harakat qilgandagi, 3) ikkinchi jism birinchi jismga qarama-qarshi yo'nalishda 0,5 *m/sek* tezlik bilan harakat qilgandagi hollar uchun jismlarning urilishdan keyingi tezliklari topilsin.

2.67. Muz ustida turgan 70 *kG* og'irlikdagi konkichi gorizontal yo'nalishda 3*kG* og'irlikdagi toshni 8 *m/sek* tezlik bilan uloqtirgan. Agar konkilarning muzga ishqalanish koeffitsiyenti 0,02 ga teng bo'lsa, konkichining qancha masofaga sirg'anib borishi topilsin.

2.68. Harakatsiz aravachada turgan odam 2 *kg* massali toshni gorizontal yo'nalishda oldinga tomon uloqtirganda, aravacha 0,1 *m/sek* tezlik bilan orqaga g'ildiraydi. Aracha bilan odamning og'irligi 100 *kG* ga teng. Otilgan toshning harakat boshlanishidan 0,5 *sek* o'tgandan keyingi kinetik energiyasi topilsin. Toshning harakatida havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

2.69. Og'irligi P_1=2 kG *kg* jism P_2=1,5 kG og'irlikdagi ikkinchi jismga qarama-qarshi harakatlanib, u bilan elastikmas to'qnashadi. Jismlarning to'qnashishdan olindigi tezliklari mos ravishda υ_1=1 *m/sek* va υ_2=2 *m/sek* ga teng. Agar ishqalanish koeffitsiyenti $k = 0{,}05$ ga teng bo'lsa to'qnashishdan keyin bu jismlar qancha vaqt harakatlanidi?

2.70. Avtomat minutiga 600 ta o'q chiharadi. Har bir o'qning massasi 4*g*. Uning boshlang'ich tezligi 500 *m/sek*. Otish vaqtidagi orqaga tepishning o'rtacha kuchi topilsin.

2.71. Relsda og'irligi $P_1 = 10\,T$ bo'lgan platforma turibdi. Platforma ustiga $P_2 = 5\,T$ og'irlikdagi to'p o'rnatilgan, undan rels bo'ylab snaryad otiladi. Snyaradning og'irligi $P_3 = 100$ *kG*. Uning to'pga nisbatan boshlang'ich tezligi

υ_0=500 *m/sek*. Quyidagi hollarda: 1) platforma qo'zg'almasdan turganda, 2) platforma υ_1=18 *km/soat* tezlik bilan harakat qilib otish platforma harakati yo'nalishida bo'lganda, 3) platforma $v_1 = 18$ *km/soat* tezlik bilan harakat qilib otish platforma harakatiga teskari yo'nalishda bo'lganda, uning qanday masofaga siljishi topilsin. Platformaning relslarga ishqalanish koeffitsiyenti 0,002 ga teng.

2.72. $5 \cdot 10^3$ *kg* massali to'pdan otilib chiqqan 100 *kG* og'irlikdagi snaryadning kinetik energiyasi $7{,}5 \cdot 10^6$ *J* ga teng. Orqaga tepish tufayli to'p qanday kinetik energiyaga ega bo'ladi?

2.73. *3 m/sek* tezlik bilan harakatlanayotgan 2 *kG* og'irlikdagi jism 1*m/sek* tezlik bilan harakatlayotgan 3 *kG* og'irlikdagi jismni quvib etib, unga markaziy, uriladi. Urilish: 1) elastik, 2) elastik bo'lganda jismlarning to'qnashishidan keyingi tezliklari topilsin. Jismlar bir to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanadi.

2.74. Oldingi masaladagi elastik to'qnashishdan so'ng birinchi jism to'xtab qolishi uchun jismlarning massalari orasidagi munosabat qanday bo'lishi kerak.

2.75. Og'irligi 3 *kG* bo'lgan jism 4 *m/sek* tezlik bilan harakatlanib xuddi shunday og'irlikdagi qo'zg'almas jism bilan to'qnashadi. To'qnashishni markaziy va elastikmas hisoblab, urilishda ajralib chiqqan issiqlik miqdori topilsin.

2.76. 2,5 *kg* massali qo'zg'almay turgan jismga 5 *kg* massali jism urilgandan keyin u 5 *J* kinetik energiya bilan harakatlanadi. Urilishni markaziy va elastik hisoblab, birinchi jismning urilishidan oldingi va keyingi kinetik energiyasi topilsin.

2.77. Og'irligi 49 *N* bo'lgan jism 2,5 *kG* og'irlikdagi qo'zg'almas jism bilan to'qnashgandan keyin, bu ikki jismlar sistemasining kinetik energiyasi 5 *J* ga teng bo'lib qolgan. Urilishni markaziy va elastikmas hisoblanib, birinchi jismning urilishidan oldingi kinetik energiyasi topilsin.

2.78. Ikki jism bir-biriga qarama-qarshi harakatlanib, elastikmas to'qnashadi. Urilishgacha birinchi jismning tezligi υ_1=1 *m/sek* ga, ikkinchisiniki esa υ_2=4 *m/sek* ga teng. Urilishdan keyin ikkala jism tezliklarining yo'nalishi υ_1 tezlik yo'nalishida bo'lib, υ=1 *m/sek* ga teng bo'lgan. Birinchi jismning kinetik energiyasi, ikkinchi jismning kinetik energiyasidan necha marta katta bo'lgan?

2.79. Ikkita shar bir-biriga tegib turadigan qilib bir xil uzunlikdagi parallel iplarga osilgan. Birinchi sharning massasi 200 *g*, ikkinchisiniki esa 100 *g*. Birinchi sharning og'irlik markazi 4,5 *sm* balandlikka ko'tarilguncha og'dirilgan va qo'yib yuborilgan. Agar to'qnashish: 1) elastik, 2) elastikmas bo'lsa, sharlar urilishidan keyin qanday balandlikka ko'tariladi.

2.80. Gorizontal uchib ketayotgan o'q juda engil qattiq sterjenga osilgan sharga tegadi va unda tiqilib qoladi. O'q massasi shar massasidan 1000 marta

kichik. Sterjen osilgan nuqtadan sharning markazigacha bo'lgan oraliq 1 *m* ga teng. Agar o'q tekkandan keyin shar osilgan sterjen 10^0 burchakka og'sa, o'qning tezligi topilsin.

2.81. Gorizontal uchib ketayotgan o'q juda engil qattiq sterjenga osilgan sharga tegadi va unda tiqilib qoladi. O'q massasi $m_1 = 5$ *g* va shar massasi $m_2 = 0{,}5$ *g*. O'qning tezligi υ_1=500 *m/sek*. O'q tekkandan keyin shar aylananing eng yuqori nuqtasiga ko'tarilishi uchun sterjenning chegaraviy uzunligi (osilish nuqtasidan shar markazigacha bo'lgan oraliq) qanday bo'lishi kerak?

2.82. Og'irligi 0,5 *kG* bo'lgan yog'och bolg'a qo'zg'almas devorga 1 *m/sek* tezlik bilan uriladi. Urilishda tiklanish koeffitsiyentini 0,5 ga teng deb hisoblab, ajralib chiqqan issiqlik miqdori topilsin. Jismning urilishdan keyingi tezligining urilishdan oldingi tezligiga bo'lgan nisbati tiklanish koeffitsiyenti deb aytiladi.

2.83. Oldingi masala shartiga ko'ra urilish vaqtida devorga ta'sir etuvchi kuchning impulsi topilsin?

2.84. Yog'och sharcha 2 *m* balandlikdan vertikal ravishda pastga boshlang'ich tezliksiz tushadi. Sharning polga urilishdagi tiklanish koeffitsiyenti 0,5 ga teng deb hisoblansin. 1) Polga urilgandan keyin sharcha qanday balandlikka ko'tarilganligi, 2) bu urilishdan ajralib chiqqan issiqlik miqdori topilsin, sharning massasi 100 *g*.

2.85. Plastmassadan qilingan sharcha 1 *m* balandlikdan tushib poldan bir necha marta sakraydi. Agar sharchaning polga tushgan paytidan ikkinchi urilishgacha 1,3 *sek* vaqt o'tgan bo'lsa, sharchaning polga urilishdagi tiklanish koeffitsiyenti topilsin.

2.86. Po'lat sharcha 1,5 *m* balandlikdan po'lat taxtachaning ustiga tushib, undan υ_2=0,75 υ_1 tezlik bilan sakraydi. Bunda υ_1 - sharchaning taxtaga urilishdan oldingi tezligi. 1) Sharcha qanday balandlikka ko'tariladi? 2) Sharcha harakatining boshlanishidan taxtaga ikkinchi marta urilguncha qancha vaqt o'tadi.

2.87. Metal sharcha $h_1 = 1$ *m* balandlikdan po'lat taxtachaning ustiga tushib, undan $h_2 = 81$ *sm* balandlikgacha sakraydi. Sharcha materialining tiklanish koeffitsiyenti topilsin.

2.88. $m = 20$ *g* massali po'lat sharcha $h_1 = 1$ *m* balandlikdan po'lat taxtachaning ustiga tushib, undan *sm* balandlikgacha sakraydi. 1) Urilish vaqtida taxtachaning olgan kuch impulsi, 2) urilishda ajralgan issiqlik miqdori topilsin.

2.89. Harakatdagi m_1 massali jism qo'zg'almas m_2 jismga uriladi. Urilish elastikmas va markaziy bo'lsa, urilishda boshlang'ich kinetik energiyaning qancha qismi issiqlikka aylandi? Masala avval umumiy ko'rinishda yechilsin, keyin esa 1) $m_1 = m_2$ va $m_1 = 9m_2$ hollar qo'yib chiqilsin.

2.90. Harakatdagi m_1 massali jism qo'zg'almas m_2 massali jismga uriladi. Urilish elastik va markaziy bo'lsa, urilishda birinchi jism o'zining boshlang'ich kinetik energiyasining qancha kismini ikkinchi jismga beradi? Masala avval umumiy ko'rinishda echilsin, keyin esa, 1) $m_1, = m_2$, 2) $m_1 = m_2$ hollarda ko'rib chiqilsin.

2.91. Harakatdagi m_1 massali jism qo'zg'almas m_2 massali jismga uriladi. 1) Birinchi jismning markaziy elastik urilishda tezligi 1,5 marta kamaygan bo'lsa, massalarning $\frac{m_1}{m_2}$ nisbati nimaga teng? 2) Agar birinchi jismning boshlang'ich W_1 kinetik energiyasi 1 *кJ* ga teng bo'lsa, ikkinchi jism qanday W_2 kinetik energiya bilan harakatlanadi?

2.92. Neytron (massasi m_0) qo'zg'almas uglerod atomining yadrosiga (massasi $m=12\ m_0$) uriladi. Urilish elastik va markaziy bo'lsa, urilishda neytronning kinetik energiyasi necha marta kamayishi topilsin?

2.93. Neytron (massasi m_0) qo'zg'almas: 1) uglerod atomi (massasi $m=12m_0$), 2) uran atomi (massasi m- $235\ m_0$) ning yadrosiga uriladi. Urilish elastik va markaziy bo'lsa, urilishda neytron o'z tezliginiig qancha qismini yo'qotadi?

2.94. Yer o'z o'qi atrofida aylanishi natijasida ekvatordagi jismning og'irligi qancha qismga kamayadi?

2.95. Ekvatordagi jismlarning og'irligi bo'lmasligi uchun yerda sutkaning uzunligi qancha bo'lishi kerak?

2.96. 5 t massali tramvay 128 *m* radiusli burilishda 9 *km/soat* tezlik bilan harakatlanib ketayotgan bo'lsa, g'ildirakning relsning yon tomoniga bergan bosim kuchi topilsin.

2.97. 60 *sm* uzunlikdagi chilvirga bog'langan suv to'ldirilgan chelakcha vertikal tekislikda tekis aylantirilmoqda. 1) Eng yuqorigi nuqtada chelakchadagi suv to'kilib ketmasligi uchun, chelakcha aylanma harakatining eng kichik tezligi, 2) shunday tezlikda aylananing eng yuqorigi va pastki nuqtalaridagi chilvirning tarangligi topilsin. Suvli chelakchaning massasi 2 *kg*.

2.98. l = 50 sm uzunlikdagi ipga bog'langan tosh vertikal tekislikda tekis aylantirilmoqda. Agar ipning toshdan o'n barobar ko'p yuk osilganda uzilib ketishi ma'lum bo'lsa, ip uzilishi uchun toshning sekundiga aylanish soni qancha bo'lishi topilsin.

2.99. Ipga bog'langan tosh vertikal tekislikda tekis aylantirilmokda. Agar ipning maksimal va minimal taranglik kuchiniig farqi 1 *kG* ga tengligi ma'lum bo'lsa, toshning massasi topilsin.

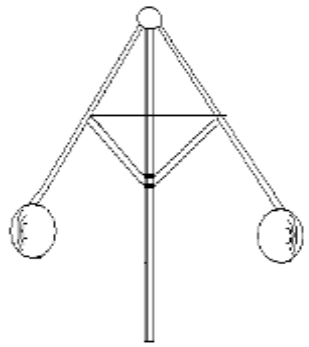
2.100. 30 *sm* uzunlikdagi ipga bog'langan tosh gorizontal tekislikda 15 *sm* radiusli aylana chizadi. Toshning aylanma harakati tezligi minutiga qancha aylanish soniga mos keladi?

2.101. 25 *sm* uzunlikdagi ipga bog’langan 50 *g* massali tosh gorizontal tekislikda aylana chizadi. Toshning aylanma tezligi 2 *ayl/sek* ga mos keladi. Ipning taranglik kuchi topilsin.

2.102. Disk vertikal o’q atrofida 30 *ayl/min* ga mos kelgan tezlik bilan aylanadi. Diskning ustida aylanish o’qidan 20 *sm* masofada jism etibdi. Jism diskdan yumalab tushmasligi uchun jism va disk orasidagi ishqalanish koeffitsiyenti qanday bo'lishi kerak?

2.103. 900 *km/soat* tezlik bilan uchayotgan samolyot "o'lim sirtmog’i" ni hosil qiladi. Uchuvchining o'tirgan stuliga siquvchi maksimal bosim kuchi 1) uchuvchining og’irligidan besh marta ortik, 2) uning ogirligidan o'n marta ortiq bo’lganda "o'lim sirtmog’i" ning radiuslari qanday bo'ladi?

2.104. Gorizontal yo'lda 72 *km/soat* tezlikda borayotgan mototsiklchi 100 *m* egrilik radius bilan buriladi. U burilishda yiqilib ketmaslik uchun qancha oqishi kerak?



4-rasm

2.105. Tramvay shipiga ipga mahkamlab shar osilgan. Agar vagon 36,4 *m* radiusli burilishda 9 *km/soat* tezlik bilan harakatlansa, sharli ip qanday burchakka oqadi?

2.106. Markazdan qochirma regulyator (4-rasm) sterjenlarining uzunligi 12,5 *sm* ga teng. Agar aylanma harakatda uchiga sharlar mahkamlangan sterjenlar vertikaldan 1) 60°, 2) 30^0 burchakka og’sa, markazdan qochirma regulyator sekundiga necha marta aylanadi?

2.107. Yo'lning 100 *m* radiusli burilish joyi 100 qiyalikka ega. Bu burilish qanday tezlikka mo'ljallangan?

2.108. Ipga osilgan 1 *kG* og’irlikdagi yuk 30^0 burchakka og’diriladi. Yuk muvozanat vaziyatdan o'tayotgan paytdagi ipning taranglik kuchi topilsin.

2.109. Bola "gigant qadamlar" o'yinida 16 *ayl/min* ga mos tezlik bilan aylanadi. Arqonning uzunligi 5 *m*. 1) "Gigant qadamlar" arqonni vertikal bilan qanday burchak tashkil qiladi? 2) Bolaning og’irligi 45 *kG* bo’lsa, arqonning taranglik kuchi qancha bo'ladi? 3) Bola qanday chiziqli tezlik bilan aylanadi?

2.110. $l = 0{,}5$ *m* uzunlikdagi vaznsiz sterjenga osilgan $m = 1$ *kg* massali jism vertikal tekislikda tebranadi. 1) Sterjen vertikaldan qanday α burchakka og’dirilganda, jismning eng pastki vaziyatidagi kinetik energiyasi $W_k = 2{,}45\,J$ ga teng bo'ladi? 2) Og’ish burchagi shunday bo’lganda sterjenning vaziyatdagi taranglik kuchi eng chekka vaziyatdagi taranglik kuchidan necha marta katta bo'ladi?

2.111. Vaznsiz sterjenga *P* yuk osilgan. Yuk 90^0 burchakka og’diriladi va qo'yib yuboriladi. Yuk muvozanat vaziyatdan o'tayotgandagi sterjenning taranglik kuchi topilsin.

2.112. Biror radiusli po'lat sim 300 *kG* gacha yukka chidash bera oladi. Shunday simga 150 *kg* massali yuk osilgan. Yuk muvozanat vaziyatidan o'tayotganda sim uzilib ketmasligi uchun, uni eng ko'pi bilan qanday burchakka og'dirish kerak.

2.113. $l = 50$ *sm* uzunligidagi arqonga bog'langan. 0,5 *kG* og'irlikdagi tosh vertikal tekislikda bir tekisda aylanmoqda. Aylananing eng pastki nuqtasida arqonning taranglik kuchi $T = 44$ *N* ga teng. Agar toshning tezligi vertikal yuqoriga yo'nalgan paytda arqon uzilib ketsa, tosh qanday balandlikka ko'tariladi?

2.114. Gorizontal tekislikka o'rnatilgan va $R = 20{,}0$ *m* radius bilan egilgan quvurdan suv oqayotir. Markazdan qochirma kuch ta'siridagi suvning yon bosimi topilsin. Quvurning diametri $d = 20$ *sm*. Qovurning ko'ndalang kesimidan bir soatda M=300 t suv o'tadi.

2.115. Gorizontal tekislikda burilish radiusi 10 *m* bo'lgan 0,5 *m* kenglikdagi kanaldan suv og'moqda. Suvning oqim tezligi 5 *m/sek* ga teng. Markazdan qochirma kuch ta'siridagi suvning yon bosimi topilsin.

2.116. Agar prujinaga ta'sir qiluvchi kuchning deformatsiyaga proportsionalligi va uni uni 1 *sm* siqish uchun 29,4 *N* kuch kerakligi ma'lum bo'lsa, bu prujinani 20 *sm* siqishda qancha ish bajariladi?

2.117. Agar ressoraning o'rtasiga biror yuk qo'yilganda uning statik egilishi $x_0 = 2$ *sm* bo'lsa, o'sha yuk ta'sirida ressoraning eng kata egilishi topilsin. $h = 1$ *m* balandlikdan ressoraning o'rtasiga shu yuk boshlang'ich tezliksiz tushsa, eng katta boshlang'ich egilish qanday bo'ladi?

2.118. Akrobat to'rga $H_2 = 1$ *m* balandlikdan sakraganda to'rning $h_2 = 1$ *m* egilganligi ma'lum. Akrobat to'rga $H_1 = 8$ *m* balandliklan sakraganda polga urilmasligi uchun, to'rni poldan eng kamida qanday h_1 balandlikda tortib qo'yish kerak?

2.119. Tarozi pallasiga yuk qo'yilgan. Tarozining strelkasi tinchlangandan keyin 5 bo'limni ko'rsatgan bo'lsa, dastlabki og'ishda strelka necha bo'limni ko'rsatgan?

2.120. Tarozi pallasiga 1 *kg* yuk 10 *sm* balandlikdan tushgan. Tebranish to'xtagandan keyin palla 0,5 *sm* pastga tushgan. Yuk pallaga urilgan paytda tarozi qanchani ko'rsatadi?

2.121. 20 *t* massali vagon ikala buferi bilan devorga urilganda buferlarning har biri 10 *sm* dan siqilgan bo'lsa, vagon qanday tezlik bilan harakat qilgan. Vagon buferlarining har biri 1 *T* kuch ta'sirida 1 *sm* ga siqiladi.

2.122. Rogatkadan otayotgan bola rezinka shnurni cho'zganda, uning uzunligi 10 *sm* ga ortgan. Agar rezinka shnurni 1 *sm* ga cho'zish uchun 1 *kg* kuch talab qilinsa, 20 *g* massali tosh qandan tezlik bilan otilgan. Toshning harakatida havoning qarshiligi hisobga olinmasin.

2.123. Vertikal osib qo'yilgan prujinaning pastki uchiga tosh bog'langan boshqa prujina ulangan. Prujinalarning deformatsiya koeffitsiyentlari mos ravishda k_1 va k_2 larga teng. Prujinalar og'irligini yukning og'irligiga nisbatan hisobga olmasdan, bu prujinalar potensial energiyalarning nisbati topilsin.

2.124. Parallel ikkita bir xil prujinaga og'irligi nazarga olinmasa bo'ladigan sterjen osilgan. Prujinalarning deformatsiya koeffitsiyentlari mos ravishda $k_1 = 2$ *kg/sm* va $k_2 = 3$ *kg/sm* ga teng. Sterjenning uzunligi prujinalarning oralig'i (*L=10 sm*) ga teng. Sterjen gorizontal vaziyatda qolishi uchun, yukni uning qayeriga osish kerak?

2.125. $m = 0{,}1$ *kg* massali rezinka koptok gorizontal yo'nalishda biror tezlik bilan uchib borib, qo'zg'almas vertikal devorga uriladi. Urilishda koptok $\Delta t = 0{,}01$ *sek* vaqt ichida $\Delta x = 1{,}37$ *sm* ga siqiladi. Xuddi shu Δt vaqt ichida koptok oldingi shakliga kelib tiklansa, urilish vaqtida devorga ta'sir qilgan o'rtacha kuch topilsin.

2.126. l_0 uzunlikdagi rezinka shnurga bog'lab qo'yilgan $P = 4{,}9$ *N* og'irlikdagi tosh gorizontal tekislikda aylana chizadi. Toshning aylanish tezligi $v = 2$ *ayl/sek* chastotaga mos keladi. Rezinka shnurning vertikaldan chetlanish burchagi $\alpha = 30^0$ ga teng. Rezinka shnurning dastlabki cho'zilmagan l_0 uzunligi topilsin. Rezinka shnurni $x_1 = 1$ *sm* ga cho'zish uchun $F_1 = 6{,}0$ *N* kuch talab qiladi.

2.127. $l_0 = 9{,}5$ *sm* uzunlikdagi rezinka shnurga bog'lab qo'yilgan. $P = 0{,}5$ *kG* og'irlikdagi yuk vertikaldan $\alpha = 90^0$ burchakka chetlatib, qo'yib yuborilgan. Yuk muvozanat vaziyatidan o'tgan paytdagi rezinka shnurning l uzunligi topilsin. Shnurning deformasiya koeffitsiyenti $k = 1$ *kg/sm* ga teng.

2.128. $R = 10$ *sm* radiusli koptok markazi suvning sirtidan $H = 9$ *sm* balandlikda bo'lgan holda suvda suzib yuribdi. Koptokni suvga diametr tekisligigacha (yarmigacha) botirish uchun qancha ish bajarish kerak?

1.129. $R = 6$ *sm* radiusli shar sirtining eng yuqori nuqtasi suvning sirtiga urilma holda tashqi kuch bilan suv ostida ushlab turilibdi. Shar materiallarining zichligi $\rho = 500$ *kg/m*^{3}. Agar shar qo'yib yuborilgandan keyin suvga erkin suzayotgan bo'lsa, yuqoriga ko'taruvchi kuch qancha ish bajargan?

2.130. $D = 30$ *sm* diametrli shar suvda suzib yuribdi. Bu sharni suvga yana $h = 5$ *sm* chuqurroq botirishlik uchun qancha ish bajarish kerak? Shar materiallarining zichligi $\rho = 500$ *kg/m*^{3}.

2.131. Ko'ndalang kesim yuzi $S = 1$ *m*^{2} va balandligi $H = 0{,}4$ *m* bo'lgan muz parchasi suvda suzib yuribdi. Bu muz parchasini suvga to'liq botirishlik uchun qancha ish bajarish kerak?

2.132. Bir-biridan $r = 10^{-10}$ *m* masofada turgan ikkita protonning o'zaro tortishish kuchi topilsin. Protonning massasi $m = 1{,}67 \times 10^{-27}$ *kg*. Protonlarning nuqtaviy massalar deb olinsin.

2.133. Diametrlari $d_1 = 4$ *sm* va $d_2 = 6$ *sm* bo'lgan ikkita mis sharlari bir-biriga tegib turibdi. Bu sistemaning gravitatsion potensial energiyasi topilsin.

2.134. Yer sharining *R* radiusini, uning o'rtacha ρ zichligini va yer sirti yaqinnidagi og'irlik kuchining *g* tezlanishini (kitobning ilova qismidagi jadvallarga qaralsin) bilgan holda tortishish doimiyligi hisoblansin.

2.135. Yer sirtida og'irlik kuchining tezlanishi $g = 9{,}80$ *m/sek*^{2} ga teng deb va kitobning ilova qismidagi 1-jadvalda berilganlardan foydalanib quyosh sistemasidagi planetalarning o'rtacha zichligi jadvali tuzilsin.

2.136. Kosmik raketa Oyga tomon uchmoqda. Oy va yer markazlarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziqning qaysi nuqtasida raketa yerga ham, Oyga ham qanday kuch bilan tortiladi?

2.137. Oy sirtidagi og'irlik kuchining tezlanishini yer sirtidagi og'irlik kuchining tezlanishi bilan taqqoslang.

2.138. Yerdan Oyga olib borilgan matematik mayatnikning tebranish davri qanday o'zgaradi?

Ko'rsatma. Matematik mayatnik tebranish davrining formulasi 12§ da keltirilgan.

2.139. Jism yerning sun'iy yo'ldoshi sifatida, uning atrofida aylana bo'ylab harakat qilishi uchun, yer sirtida jismga gorizontal yo'nalishda berilgan tezlik, ya'ni birinchi kosmik tezlikning son qiymati topilsin.

2.140. Jism yerning tortishini yengib, undan har doim uzoqlab bora olishi uchun Yer sirtidan jismga berilgan tezlik, ya'ni ikkinchi kosmik tezlik topilsin.

2.141. Yer sirtida og'irlik kuchining tezlanishi $g = 980$ *m/sek*^{2} ga teng deb va kitobning ilova qismidagi 3-jadvalda berilganlardan foydalanib, quyosh sistemasidagi planetalar sirtidagi birinchi va ikkinchi kosmik tezliklar uchun (*km/sek* larda) jadval tuzilsin.

2.142. Yerning orbita bo'ylab harakatdagi chiziqli tezligi topilsin. Yerning orbitasi aylana shaklida deb hisoblansin.

2.143. Yerning sun'iy yo'ldoshi aylana orbita bo'ylab 1) Yer sirtida (havoning qarshiligi hisobga olinmasin), 2) Yer sirtidan $h_1 = 200$ *km* va $h_2 = 7000$ *km* balandliklardan qanday υ chiziqli tezlik bilan harakatlanadi? Shunday shartlarda yerning sun'iy yo'ldoshining aylanish davri *T* topilsin.

2.144. 1) Markaziy jism sirtida aylana orbita bo'ylab aylanayotgan sun'iy yo'ldosh aylanish davrining jismning o'rtacha zichligiga bog'lanishligi topilsin.

2.135-masalaning yyechilishidan olingan javoblardan foydalanib, quyosh sistemasmasidagi planetalar sirtida aylana orbita bo'ylab aynalanayotgan sun'iy yo'ldoshlar aylanish davrining jadvali tuzilsin.

2.145. Yer sirtidan 200 *km* balandlikda aylana orbita bo'ylab harakatlanayotgan yerning sun'iy yo'ldoshiga ta'sir qiluvchi markazga intilma tezlanish topilsin.

2.146. Mars planetasining Fobos va Deymos deb ataluvchi ikkita yo'ldoshi bor. Bulardan biri Marsning markazidan $R_1 = 9500$ *km*, ikkinchisi esa $R_2 = 24000$ *km* oraliqda joylashgan. Bu yo'ldoshlarning mars atrofida aylanish davri topilsin.

2.147. Yerning sun'iy yo'ldoshi ekvator tekisligida aylana orbita bo'ylab g'arbdan sharqqa tomon harakatlanadi. Yo'ldosh kuzatuvchiga qo'zg'almas turgandek ko'rinishi uchun, u yer sirtidan qanday balandlikda bo'lishi kerak?

2.148. Oyning sun'iy yo'ldoshi Oy sirtidan 20 *km* masofada aylana orbita bo'ylab harakatlanadi. Bu yo'ldosh harakatining chiziqli tezligi hamda uning Oy atrofida aylanish davri topilsin.

2.149. Oy uchun birinchi va ikkinchi kosmik tezliklarning son qiymatlari topilsin. (2.139 va 2.140-masalalarning shartiga haralsin).

2.150. Jism og'irlik kuchining tezlanishi bilan uning yer sirtidan balandiligi o'rtasidagi bog'lanish topilsin. Qanday balandlikda og'irlik kuchining tezlanishi yer sirtidagi og'irlik kuchi tezlanishining 25% ini tashkil qiladi?

2.151. Yer sirtidan qanday masofada og'irlik kuchining tezlanishi *1m/sek*^{2} ga teng bo'ladi?

2.152. Yer atrofida aylana traektoriya bo'ylab harakatlanayotgan yer sun'iy yo'ldoshining kinetik energiyasi uning gravitatsion potensial energiyasidan necha marta kichik?

2.153. Jismni yer sirtidan h chuqurlikka tushurilgandagi og'irlik kuchi tezlanishning o'zgarishi topilsin. Qanday chu?urlikda og'irlik kuchining tezlanishi yer sirtidagi og'irlik kuchi tezlanishining 25% ini tashkil qiladi? Yerning zichligi o'zgarmas deb hisoblansin.

Ko'rsatma. yer sirtidan h chuqurlikdagi jism o'zidan yuqorida yotgan h balinlikdagi shar qatlamiga hech tortilmaydi, chunki shu qatlam ayrim qismlarining tortishish kuchlari o'zaro konpensatsiyalashadi.

2.154. Agar tog' cho'qqisida va shaxtaning tubida mayatnikning tebranish davri bir xil bo'lsa, toqning *H* balandiligi bilan shaxtaning h chuqurligi orasida munosabat qanday?

Ko'rsatma. Matematik mayatnik tebranish davrining formulasi 12§ da keltirilgan.

2.155. Sovet sun'iy planetasi elliptik orbitasining katta yarim o'qi yer orbitasining katta yarim o'qidan 24 million killometrga uzun bo'lsa, bu planetaning quyosh atrofidan aylanish davri topilsin.

2.156. Sovet sun'iy planetasining orbitasi aylana shakliga yaqindir. Quyoshning diametrini va uning o'rtacha zichligini bilgan holda planetaning orbitasini aylana hisoblab, uning chiziqli tezligi va quyosh atrofidagi aylanish davri topilsin. Planetaning quyoshdan o'rtacha oralig'i $R = 1{,}71 \cdot 10^8$ *km* ga teng.

2.157. Dunyodagi birinchi yer sun'iy yo'ldoshi orbitasining kata o'qi ikkinchi yo'ldosh orbitasining katta o'qidan 800 *km* ga kichik bo'lgan. Harakatning boshlarida birinchi yo'ldoshning yer atrofidagi aylanish davri 96,2 *min* ga teng bo'lgan. 1) Ikkinchi yer sun'iy yo'ldoshi orbitasining katta o'qi, 2) uning yer atrofidagi aylanish davri topilsin.

2.158. Kosmik kema-yo'ldosh "Vostok-2" ning yer sirtidan minimal uzoqligi 183 *km* ni, maksimal uzoqligi 244 *km* ni tashkil qiladi. Kosmik kemaning yer atrofidagi aylanish davri topilsin.

2.159. *r* radiusli ingichka jismdan qilingan halqa o'z o'qida, markazdan L masofada turgan m massali moddiy nuqtani qanday kuch bilan tortadi? Halqaning radiusi R ga, sim materialining zichligi ρ ga teng.

2.160. 1 *mm* radiusli mis simdan qilingan halqa berilgan. Halqaning radiusi 20 sm ga teng. 1) halqaning o'z o'qida, markazdan $L = 0, 5, 10, 15, 20$ *sm* va 50 *sm* masofada turgan 20 *g* massali moddiy nuqtani qanday F kuch bilan tortishi topilsin. F kuchning ifodalariga jadval tuzilsin va $F = f(L)$ bog'lanish grafigi chizilsin. 2) halqa markazidan qanday $L_{\max}$ masofada halqa bilan moddiy nuqta oraisdagi o'zaro ta'sir kuchi maksimal bo'ladi. 3) halqa bilan moddiy nuqta orasidagi o'zaro maksimal ta'sir kuchining son qiymati topilsin.

2.161. Halqa bilan moddiy nuqtaning o'zaro ta'sir F kuchining ifodasi, moddiy nuqta halqa o'qida va markazdan $L_{\max}$ masofada turganda, maksimal qiymatga ega bo'ladi. Halqa markazidan $L = 0{,}5L_{\max}$ masofada turgan halqa bilan moddiy nuqta orasida o'zaro ta'sir kuch maksimal ta'sir kuchdan necha marta kichik bo'ladi?

3§- Qattiq jismlarning aylanma harakati

F kuchning biror aylanish o'qiga nisbatan momenti *M* quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$M=F\cdot l$$

bunda *l* –aylanish o'qidan kuch yo'nalgan to'g'ri chiziqqacha bo'lgan masofa.

Moddiy nuqtaning biror aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti deb

$$J=mr^2$$

kattalikka aytiladi, bunda *m* – moddiy nuqtaning massasi va *r* – nuqtaning o'qdan uzoqligi.

Qattiq jismning o'z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti quyidagicha bo'ladi:

$$J=\int r^2 dm,$$

bunda integral jismning butun hajmi bo'yicha olinadi. Integrallab, quyidagi formulalarni olish mumkin:

1) yaxlit silindrning (diskning) o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti

$$J = \frac{1}{2} mR^2,$$

bunda R silindrning radiusi va m – uning massasi;

2) ichki radiusi R_1 va tashqi radiusi R_2 bo'lgan kovak silindrning (gardishning) o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti

$$J = m\frac{R_1^2 + R_2^2}{2}$$

yupqa devorli kovak silindr uchun $R_1 \cong R_2 =$ R bo'lganligi uchun

$$J \cong mR^2$$

3) R radiusli bir jinsli sharning o'z markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$J = \frac{2}{5} mR^2;$$

4) l uzunlikdagi bir jinsli sterjenning o'rtasidan tik ravishda o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$J = \frac{1}{12} ml^2$$

Agar biror jismning o'z og'irlik markazidan utuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti J_o ma'lum bo'lsa, u holda jismning shu o'qqa parallel bo'lgan ixtiyoriy o'qqa nisbatan inersiya momenti J quyidagi Shteyner formulasidan topilishi mumkin:

$$J = J_o + md^2$$

Bunda m - jismning massasi va d - jism og'irlik markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

Aylanma harakat dinamikasi asosiy qonunining tenglamasi quyidagicha ifodalaniladi.

$$Mdt = d(J\omega),$$

Bunda M- inersiya momenti J ga teng bo'lgan jismga qo'yilgan kuch momenti: ω -jism aylanma harakatining burchak tezligi. Agar $J=const$ bo'lsa, u holda

$$M = J\frac{d\omega}{dt} = J\varepsilon$$

bunda ε - aylantiruvchi kuch momenti M ning ta'sirida jismning olgan burchak tezlanishi.

Aylanma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasi

$$W_K = \frac{J\omega^2}{2}$$

bunda J – jismning inersiya momenti va ω – uning burchak tezligi.

Ilgarilanma harakat dinamikasining tenglamalari 7-jadvalda taqqoslangan.

7-jadval

Ilgarilanma harakat	Aylanma harakat
Nyutonning ikkinchi qonuni	
$F \cdot \Delta t = m\upsilon_2 - m\upsilon_1$ yoki $F = m \cdot a$ Harakat miqdori saqlanish qonuni $\Sigma mv = const$	$M \cdot \Delta t = j\omega_2 - j\omega_1$ yoki $M = j\varepsilon$ Harakat miqdori momentining saqlanish qonuni $\Sigma j\omega = const$
Ish va kinetik energiya	
$A = F \cdot S = \frac{mv_2}{2} - \frac{mv_1}{2}$	$A = M \cdot \varphi = \frac{j\omega_2^2}{2} - \frac{j\omega_1^2}{2}$

Fizik mayatnikning kichik tebranishlar davri

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{md \cdot g}}$$

Bunda J- mayatnikning aylanish o'qiga nisbatan inertsiya momenti, m- mayatnik massasi, d- aylanish o'qidan og'irlik markazigacha bo'lgan masofa, g- og'irlik kuchining tezlanishi.

3.1. Yer sharining o'z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti va harakat miqdori momenti topilsin.

3.2. Radiuslari $r_1=r_2=5$sm bo'lgan ikkita shar og'irligi sharlarning o'g'irligiga nisbatan juda kichik bo'lgan sterjen uchiga maxkamlangan. Sharlar markazlari orasidagi masofa R=0,5 m. Har bir sharning massasini m=1 kg. 1)Sterjenning o'rtasidan uzunligiga tik ravishda o'tgan o'qqa nisbatan bu sistemaning J_1 inertsiya momenti; 2) sharlarni massalar markazlarida mujassamlashgan moddiy nuqtalar deb o'sha o'qqa nisbatan bu sistemaning J_2 inersiya mometi; 3) J_1kattalikni J_2 bilan almashtirib bu sistemaning inersiya mometini hisoblashda yo'l qo'yilgan $\delta = \frac{J_1 - J_2}{J_2}$ nisbiy xatolik topilsin.

3.3. R= 0,2 m radiusli bir jinsli diskning gardishiga urunma ravishda F=98,1*N* o'zgarmas kuch ta'sir qiladi. Aylanma harakat qilayotgan diskka M_{ishq}=0,5 kGm ishqalanish kuchining momenti tasir qiladi. Agar disk o'zgarmas $\varepsilon = 100 rad/cek^2$ burchak tezlanish bilan aylanayotgan bo'lsa, diskning P og'irligi topilsin.

3.4. 1m uzunlikdagi va 0,5 *kG* og'irlikdagi bir jinsli sterjen vertical tekislida o'z o'rtasidan o'tgan gorizontal o'q atrofida aylanmoqda. Agar aylantiruvchi moment $9{,}81 \cdot 10^{-2}$ *Nm* ga teng bo'lsa, sterjen qanday burchak tezlanish bilan aylanadi?

3.5. R=0,2 m radiusli P=5 *kG* og'ilikdagi disk o'z og'irlik markazidan o'tgan o'q atrofida aylanmoqda. Disk aylanish burchak tezligining vaqtiga bog'lanishi $\omega = A + Bt$ tenglama orqali berildan, bunda $B = 8 pad/cek^2$. Disk

gardishiga qo'yilgan urunma kuchning kattaligi topilsin. Ishqalanish nazarda olinmasin.

3.6. Inersiya mometi J=63,6 kg·m^2 teng bo'lgan maxovik ω = 3,14 rad/sek o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanmoqda. Maxovik tormozlovchi moment ta'sirida t=20cek dan keyin to'xtasa tormozlovchi M moment topilsin.

3.7. 0,5 m radiusli va m=50 kg massali disksimon g'ildirakning gardishiga 10 kG urunma kuch ta'sir qiladi. 1) G'ildirakning burchak tezlanishi topilsin. 2) Kuch ta'sir qila boshlagandan qancha vaqt o'tgach g'ildirakning tezligi $100 ayl/cek$ ga mos keladi.

3.8. R=0,2 m radiusli va m=10 kg massali maxovik aylantiruvchi qayish bilan motorga ulangan. Sirg'alishsiz harakatlanayotgan qayishning taranglik kuchi o'zgarmas bo'lib, T=14,7 *N* ga teng. Harakat boshlanishidan Δt=10 sek o'tgandan keyin maxovik sekundiga necha marta aylanadi? Maxovik bir jinsli disk deb hisoblansin. Ishqalanish nazarga olinmasin.

3.9. Inersiya momenti $245 kg \cdot m^2$ ga teng bo'lgan maxovik g'idirak 20 *ayl/sek* bilan aylanadi. Aylantiruvchi mometni ta'siri to'xtatilgandan bir minut o'tgach g'ildirak to'xtaydi. 1) Ishqalanish kuchining momenti, 2) aylantiruvchi moment ta'siri to'xtatilgandan boshlab to g'ildirak to'xtaguncha uning aylanishlar soni topilsin .

3.10. P_1=2 kG va P_2=1 kG og'irlikdagi ikkita tosh ip bilan tutashtirilgan va blokka osilgan. Blokning radiusi R=10 sm va uning og'irligi P=1 kG. 1) toshlar harakatining a tezlanishi; 2) toshlar osilgan iplarning T_1va T_2 taranglik kuchlari topilsin. Blok bir jinsli disk deb hisoblansin. Ishqalanish hisobga olinmasin.

3.11. *M*=9 kg massali barabanga ip o'ralgan bo'lib, uning uchiga m=2kg massali yuk osilsin. Yukning tezlanishi topilsin. Baraban bir jinsli silindr deb hisoblansin. Ishqalanish hisobga olinmasin.

3.12. *R* = 0,5 *m* radiusli barabanga ip o'ralgan, uning uchiga *P* = 10 *kG* yuk osilgan. Agar yukning pastga *a* =204 *m/sek*^{2} tezlanish bilan tushayotgani ma'lum bo'lsa, barabanning inersiya momenti topilsin.

3.13. Inersiya momenti *J* = 0,1 *kg·m*^{2} ga teng bo'lgan, *R* = 20 *sm* radiusli barabanga ip o'ralib, uning uchiga P_1 = 0,5 *kG* yuk osilgan. P_1 yuk baraban aylanguncha poldan h_1=1*m* balandlikda bo'lgan. 1) Qancha vaqtdan keyin yukning polga tushishi, 2) yuk polga urilgan paytdagi kinetik energiyasi, 3) ipning taranglik kuchi topilsin. Ishqalanish hisobga olinmasin.

3.14. Har xil og'irlikdagi ikkita tosh ip bilan tutashtirilgan va inersiya momenti *J* = 50 *kg·m*^{2}, radiusi *R* = 20 *sm* bo'lgan blokka osilgan. Blok ishqalanish bilan aylanadi va ishqalanish kuchining momenti M_{ishq} = 98,1 *N·m* ga teng. Agar blokning ε = 2,36 *rad/sek*^{2} o'zgarmas burchak tezlanishi bilan aylanishi ma'lum bo'lsa, iplarning blokning ikki tomonidagi ($T_1 - T_2$) taranglik kuchlarining farqi topilsin.

3.15. P = 1 kG og'irlikdagi blok stolning qirrasiga mahkamlangan (1-rasm va 2.31-masalaga qaralsin). Og'irliklari $P_1 = P_2 = 1$ kG ga teng bo'lgan A va B toshlar ip bilan tutashtirilgan va blokka osilgan. B jismning stolga ishqalanish koeffitsiyenti k = 0,1 ga teng. Blokni bir jinsli disk deb hisoblansin. Blokdagi ishqalanish hisobga olinmasin. 1) Yuklar harakatining a tezlanishi, 2) iplarning T_1 va T_2 taranglik kuchlari topilsin.

3.16. 2 kG og'irlikdagi disk gorizontal tekislikda 4 m/sek tezlik bilan sirg'anishsiz dumalaydi. Diskning kinetik energiyasi topilsin.

3.17. 6 sm diametri shar gorizontal tekislikda sekundiga 4 ayl/cek bilan sirg'anishsiz dumalaydi. Sharning massasi 0,25 kg. Sharning kinitek energiyasi topilsin.

3.18. Og'irliklari P bir xil bo'lgan gardish va disk sirg'anishsiz bir xil υ chiziqli tezlik bilan dumalaydi. Gardishning kinetik energiyasi W_1=4 kG/m bo'lsa, diskning W_2 kinetik energiyasi topilsin.

3.19. $\upsilon_1 = 10$ sm/sek tezlik bilan sirg'anishsiz dumalayotgan m=1 kg massali shar devorga urilib undan $\upsilon_2 = 8$ sm/cek tezlik bilan qaytadi. Urilish vaqtida ajralgan Q issiqlik miqdori topilsin.

3.20. Dumalayotgan sharning aylanishi nazarga olinmasdan kinetik energiyasini hisoblashdagi nisbiy xatolik topilsin.

3.21. Og'rligi 1 kG va diametri 60 sm bo'lgan disk o'z markaziy tekisligiga tik ravishda o'tgan o'q atrofida 20 ayl/sek bilan aylanadi. Diskni to'xtatish uchun qancha ish bajarish kerak.

3.22. 5 ayl/sek mos kelgan o'zgarmas tezlik bilan aylanayotgan valning kinetik energiyasi 60 j ga teng. Shu valning harakat miqdori momenti topilsin.

3.23. $\upsilon = 9$ km/soat tezlik bilan ketayotgan velosipedchining kinetik energiyasi topilsin. Velosiped bilan velosipedchining birgalikda og'rligini P=78 kG, Ikkala g'ildirakning og'irligi P_1=3 kG ga teng.Velosiped g'idiraklar gardish deb hisoblansin.

3.24. Bola gorizontal yo'lda chambarakni 7,2 km/soat tezlik bilan g'ildiratadi. Chambarak o'zining kinetik energiyasi hisobiga, har 100 m yo'lda 10 m ko'tariladigan qirga qancha masofagacha dumalab chiqadi.

3.25. Velosipedchi o'z inersiyasi bilan (ishqalanishsiz) R=3m radusli "o'lim sirtmog'i shaklidagi yo'l bo'ylab harakatlanayotganda sirtmoqning eng yuqori nuqtasidan tushib ketmasligi uchun, u eng kamida qanday H balandlikdan tushishi kerak? Velosipedchi bilan velosipedning birgalikda massasi m=75 kg bo'lib, ikkala g'ildirakning massasi m_1=3kg ga teng.

3.26. R=10sm radiusli mis shar o'z og'irlik markazidan o'tuvchi o'q atrofida υ=2 ayl/sek ga mos tezlik bilan aylanadi. Sharning burchak tezligini ikki marta ortirish uchun qanday ish bajarish kerak?

3.27. Qiya tekislikdan sirg'anmasdan dumalab tushayotgan 1) shar 2) disk va 3) gardish og'irlik markazlarining chiziqli tezlanishlari topilsin. Qiya tekislikning qiyaligi 30°, hamma jismlarning boshlang'ich tezligi nolga teng. 4) topilgan tezlanishlarni shu qiya tekislikdan ishqalanishsiz sirg'anib tushayotgan jismning tezlanishi bilan solishtirilsin.

3.28. Qiya tekislidan sirg'anishsiz dumalab tushgan 1) shar,2) disk va 3) gardish og'irlik markazlarining chiziqli tezliklari topilsin. Qiya tekislikning balandligi h=0,5 m, jismlarning boshlang'ich tezliklari 0ga teng.4) Topilgan tezliklarning shu qiya tekislikda ishqalanishsiz tushayotgan jismning tezligi bilan solishtirilsin.

3.29. Bir xil R=6 sm radiusli va bir xil P=0,5 kG og'rilikdagi va qo'rg'oshindan (kovak) yasalgan ikkita silindr bor. Silindrlarning sirti bir xil bo'yalgan. 1) Silindrlarning qiya tekislik etagidagi ilgarilanma tezliklariga qarab ularni bir biridan qanday farq qilish mumkin. 2) Bu silindrlarning inersiya momentlari topilsin. 3) Har bir silindr qiya tekislikdn qancha vaqtda sirg'anishsiz dumalab tushadi. Qiya tekislikning balandligi h=0,5m, tekislikning qiyalik burchagi a=30°. Har qaysi silindrning boshlang'ich tezligi nolga teng.

3.30. G'ildirak tormozlanishi natijasida tekis sekinlanuvchan aylanma harakat qilib, bir minut davomida o'z tezligini 300ayl/sek dan 180ayl/min gacha kamaytiradi. Gildirakning inersiya momenti 2kg·m^2.1) G'ilgirakning burchak tezlanishi, 2) tormozlovchi moment 3) tormozlanish ishi 4) g'ildirakning shu minut davomidagi aylanishlari soni topilsin.

3.31. Ventilyator 900ayl/min mos tezlik bilan aylanadi. Ventilyator o'chirilgandan keyin, tekis sekinlanuvchan harakatlanib to'xtaguncha 25 marta aylanadi. Tomozlanish ishi 44,4 J ga teng. 1) ventilyatorning inersiya momenti 2) tormozlanish kuchining momenti topilsin.

3.32. Inersiya momenti J=245 kg·m^2 bo'lgan maxovik g'ildirak 20 ayl/sek bilan aylanadi. G'ildirak aylantiruvchi kuch momentining ta'siri to'xtagandan keyin 1000 marta aylanib to'xtaydi.1) ishqalanish kuchining momenti, 2) aylantiruvchi kuch momentining ta'siri to'xtatilgan paytdan g'ildirakning to'liq to'xtash paytigacha o'tgan vaqt topilsin.

3.33. Maxovik bilan birga umumiy o'qqa o'rnatilgan shkivning gardishiga ip o'ralgan, ipning uchiga 1kG yuk osilgan. Shkiv bilan maxovik 60ayl/min mos tezlikka erishish uchun yuk qancha pastga tushishi kerak? Shkiv bilan maxovik inersiya momenti 0,42kg·m^2 shkiv radiusi esa 10sm ga teng.

3.34. $\varepsilon = 0{,}5$ rad/sek^2 o'zgarmas burchak tezlanish bilan aylanayotgan maxovik g'ildirash boshlanishidan t_1=15 sek o'tgandan keyin L=73,5kg·m^2/sekga teng harakat miqdori momentiga ega bo'ladi. Harakat boshlanishidan t=20 sek o'tgandan keyin g'ildirakning kinetik energiyasi topilsin.

3.35. Maxovik $\upsilon = 10$ ayl/sekga mos o'zgaramas tezlik bilan aylanadi; uning kinetik energiyasi W_k=800kGm. Maxovikni aylantiruvchi M=50 N·m kuch momenti uning burchak tezligini qancha vaqtdan keyin ikki marta oshiradi?

3.36. m=5kg massali diskning gardishiga urinma F=2kG o'zgarmas kuch qo'yilgan. Kuchning ta'siri boshlangandan keyin t=5sek o'tgach disk qanday kinetik energiyaga ega bo'ladi?

3.37. Yuqori uchidan o'tuvchi o'qqa gorizontal osilgan 1jinsli sterjenning pastki uchi muvozanat vaziyatidan 5m/sek tezlik bilan o'tadigan bo'lishi uchun, sterjenni qanday burchakka og'dirish kerak? Sterjenning uzunligi 1m.

3.38. Uzunligi 85sm bo'lgan bir jinsli sterjen yuqori uchidan o'tuvchi o'qqa gorizontal osilgan. Sterjen o'q atrofida to'liq aylanishi uchun unning pastki uchiga eng kamida qanday tezlik berish kerak?

3.39. Vertikal o'rnatilgan qalam stolga qulaydi. Qalam qulab stolga tekkan vaqatdagi uning 1) o'rtasi, 2) yuqori uchi qanday burchak va chiziqli tezlikga ega bo'ladi. Qalamning uzunligi 15sm.

3.40. 100kg massali gorizontal platforma o'z og'irlik markazidan o'tuvchi vertikal o'q atrofida 10ayl/min bilan aylanadi. Bunda 60 kG og'rilikdagi odam platformaning chekkasiga turadi. Agar odam platformaning chetidan markazga o'tib olsa, platforma qanday tezlik bilan aylanadi? Platformani bir jinsli doiraviy disk deb, odamni esa moddiy nuqta deb hisoblansin.

3.41. Oldingi masala shartidan odam patformaning chekkasidan uning markaziga o'tganda qanday ish bajaradi? Platformaning radiusi 1,5mga teng.

3.42. Og'irligi 80kG va radiusi 1m bo'lgan gorizontal platforma 20ayl/min ga mos burchak tezlik bilan aylanadi. Platformaning markazidan qo'llarini yoyib, toshlarni ushlagan holda odam turibdi. Agar odam qo'lini tushurib o'zining inersiya momentini 2,94 kg·m^2 dan 0,95 kg·m^{2}gacha kamaytirsa, platformaning 1minutdagi aylanishlar soni qancha bo'ladi? Platforma bir jinsli doiraviy disk deb hisoblansin.

3.43. Oldingi masala shartida platformaning odam bilan birgalikda kinetik energiyasi necha marta oshadi?

3.44. 100kg massali harakatsiz platformaning ustida og'irligi 60kG odam turibdi. Agar odam aylanish o'qining atrofida 5m radiusli aylana bo'ylab platformaga nisbatan 4km/soat tezlik bilan harakatlansa, platforma minutiga necha martadan aylana boshlaydi? Platformaning radiusi 10m. Platforma bir jinsli doiraviy disk deb, odamning moddiy nuqta deb hisoblansin.

3.45. Bir jisnli sterjen o'zining yuqori uchidan o'tuvchi gorizontal o'q atrofida, vertikal tekislikda kichik tebnranma harakat qiladi. Sterjenning uzunligi l=0,5 mga teng bo'lsa, uning tebranish davri topilsin.

3.46. Agar oldingi masalada sterjenning aylanish o'qi o'zining yuqori uchidan 10sm oraliqdagi nuqtadan o'tdan bo'lsa, sterjenning aylanish davri topilsin.

3.47. Vertikal sterjenning uchlariga ikkita yuk mahkamlangan. Bu yuklarning og'irlik markazi sterjenning o'rtasidan d=5sm pastda. Agar yuk mahkamlangan sterjen o'rtasidan o'tgan gorizontal o'q atrofida T=2 sek davr bilan kichik tebranma harakatlanayotgan bo'lsa, sterjenning uzunligi topilsin. Sterjenning og'irligi yukning og'irligiga nisbatan nazarga olinmasin.

3.48. 56,5 sm diametrli chambarak devoridagi mixga osilgan va devorga parallel tekislikda kichik tebranma harakat qiladi. Sterjenning tebranish davri topilsin.

3.49. Ipga osilgan D=4sm diametrli sharchaning tebranishini topishda uni matematik mayatnik deb hisoblash uchun ipning L uzunligi eng kamida qancha bo'lishi kerak? Bu farazda xatolik 1% dan oshmasligi shart.

3.50. Bir jinsli shar uzunligi sharning radiusida teng bo'gan ipga osilgan. Bu mayatnikning kichik tebranish davri uzunligi xuddi shunday aylanish o'qidan to og'irlik markazigacha masofaga teng bo'lgan matematik mayatnikning davridan necha marta katta bo'ladi?

4§- Gazlar va suyuqliklar mexanikasi

Ideal siqilmaydigan suyuqliklarning harakatini aniqlash uchun Bernulli tenglamasi o'rinlidir:

$$p + \frac{\rho\upsilon^2}{2} + \rho gh = const$$

bu yerda ρ – suyuqlikning zichligi, υ – trubaning berilgan kesimidagi suyuqlik harakatining tezligi, h – truba kesimining biror sathdan balandligi va p – bosim. Kichik teshikdan oqib chiqayotgan suyuqlikning tezligi Bernulli tenglamasiga asosan $\upsilon = \sqrt{2gh}$ ga tengdir, bunda h – teshikdan suyuqlik sathigacha bo'lgan balandlik. Trubaning ixtiyoriy ko'ndalang kesimidan teng hajmda suyuqlik o'tganligidan $S_1\ \upsilon_1 = S_2\ \upsilon_2$ bo'ladi, bunda υ_1 va υ_2 – ko'ndalang kesimining yuzi S_1 va S_2 bo'lgan trubaning ikkita kesimidagi suyuqlikning tezligi.

Yopishqoq suyuqlikda (yoki gazda) tushayotgan kichik radiusli sharchaga ta'sir qiluvchi qarshilik kuchi Stoks formulasidan aniqlanadi:

$$F = 6\pi\eta r\upsilon.$$

bunda η – suyuqlik yoki gazning ichki ishqalanish koeffitsiyenti (dinamik yopishqoqlik), r – sharchaning radiusi, υ – uning harakat tezligi. Stoks qonuni faqat laminar harakat uchun o'rinlidir. Radiusi r va uzunligi l bo'lgan kapillyar

trubadan t vaqt ichida laminar oqib o'tgan suyuqlikning (gazning) hajmi Puazeyl formulasidan aniqlanadi:

$$V = \frac{\pi r^4 \cdot t \cdot \Delta p}{8t\eta}$$

bunda η – suyuqlikning (gazning) dinamik yopishqoqligi, Δp – truba uchlaridagi bosimlarning farqi.

Suyuqlik (gaz) harakatining xarakteri Reynoldsning o'lchamsiz sonidan aniqlanadi:

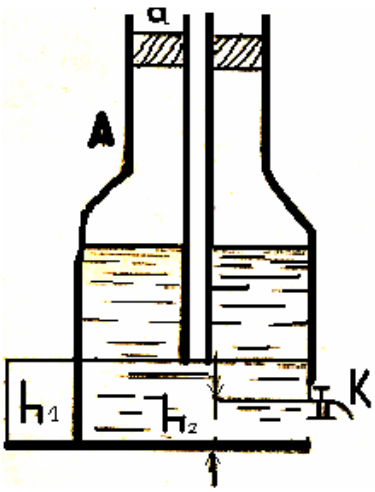
$$R_e = \frac{D\upsilon\rho}{\eta} = \frac{D\upsilon}{\nu}$$

bunda D – atrofidan suyuqlik (gaz) oqib o'tayotgan jismning chiziqli o'lchamini xarakterlab beruvchi kattalikdir, υ – oqimning tezligi, ρ – zichlik, η – dinamik yopishqoqlik. $\nu = \frac{\eta}{\rho}$ nisbatga kinematik yopishqoqlik deyiladi. Laminar harakatning turbulent harakatga o'tishidan aniqlanadigan Reynolds sonining kritik qiymadi turli shakldagi jismlar uchun har xildir.

4.1. Trubaning ko'ndalang kesimidan yarim soatda 0,51 *kg* karbonat angidrid gazi oqib o'tganligi ma'lum bo'lsa, trubadagi gazning oqim tezligi topilsin. Gazning zichligini 7,5 kg/m^3 ga teng deb olinsin. Trubaning diametri 2 *sm* ga teng.

4.2. Silindrsimon idishning asosida *d=1 sm* diametrli doiraviy teshik bor. Idishning diametri *D* =0,5 *m*. Idishdagi suv sathining pasayish tezligi υ ning suv sathining balandligi *h* ga bog'lanishi topilsin. *h*=0,2 *m* balandlik uchun bu tezlikning son qiymati topilsin.

4.3. Stol ustidagi suvli idishning yon sirtida idishning asosidan h_1 masofada va suvning sathidan h_2 masofada joylashgan teshigi bor. Idishdagi suvning sathi har doim o'zgarmas saqlanadi. Suv jarayoni stolga (gorizontal bo'ylab) qanday masofada tushadi? Masala 1) h_1 = 25 *sm* va h_2 = 16 *sm*, 2) h_1=16 *sm* va h_2 = 25 *sm* hollar uchun yechilsin.



5-rasm

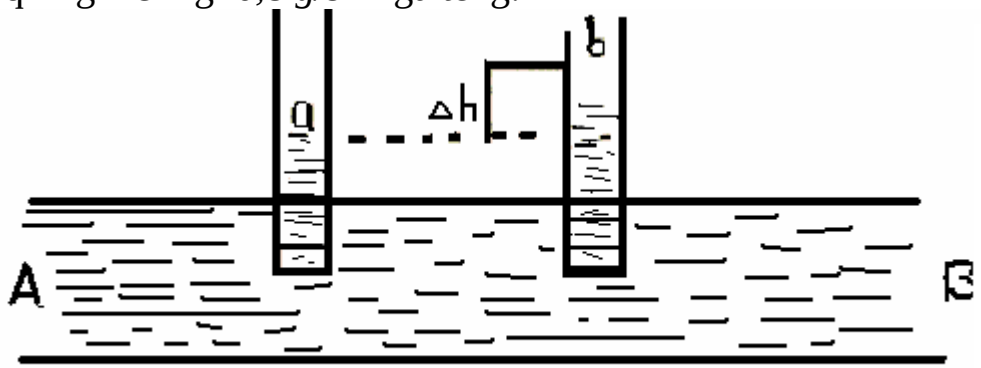
4.4. Suv to'ldirilgan *A* idish (Mariott idishi) og'ziga mahkamlangan *a* shisha naycha orqali atmosfera bilan tutashtirilgan (5-rasm). Tubidan h_2 = 2 *sm* balandlikda idishning *K* jo'mragi bor. Truba *a* ning pastki uchi idish tubidan: 1) h_1 = 2 *sm*, 2) h_1 = 7,5 *sm* va 3) h_1 = 10 *sm* ga teng oraliqda bo'lgan hollarda *K* jo'mrakdan oqib chiqayotgan suvning tezligi topilsin.

4.5. Balandligi *h* = 1 *m* bo'lgan silindrsimon bakka suv to'ldirilgan. 1) Bakning tubidagi teshikdan qancha vaqtda suv to'liq oqib chiqadi? Teshikning ko'ndalang kesim yuzi bakning ko'ndalang kesim yuzidan 400 marta kichik. 2) Bu topilgan vaqtni, bakdagi

suvning sathi teshikdan *h=1 m* balandlikda o’zgarmas holda saqlanganda (suv to’ldirib turilganda) teshikdan o’shancha suv oqib tushgungacha ketgan vaqt bilan solishtiring.

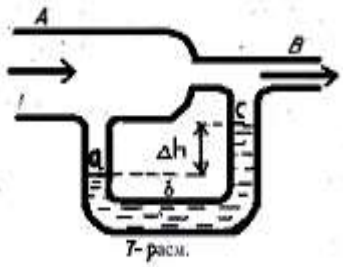
4.6. Idishga har 1 *sek* da 0,2 *l* suv quyila boriladi. Bunda idishdagi suvning sathi *h = d* diametri qanday bo’lishi kerak?

4.7. Agar bo’yoq pultidan 25 *m/sek* tezlik bilan suyuq bo’yoq oqib chiqayotgan bo’lsa, kompressor bo’yoq pultida qanday bosim hosil qiladi? Bo’yoqning zichligi 0,8 g/sm^3 ga teng.



6-rasm

4.8 AB gorizontal turubadan (6-rasm) suyuqlik oqmoqda. Diametrlari bir xil bo’lgan a va b trubalardagi bu suyuqlik sathining farqi Δh=10sm ga teng. AB turubadagi suyuqlik oqimining tezligi topilsin.



7-расм.

4.9. AB trubadan har minutda 15 l havo oqib o’tmoqda (7-rasm).AB truba keng joyining ko’ndalang kesimi yuzi 2sm^2 ga teng, tor joyining va *abs* trubaning ko’ndalang kesim yuzi esa 0,5 sm^2 ga teng. *abs* trubaga quyilgan suv sathining Δh farqi topilsin. Havoning zichligi 1,32 kg/m^3 ga teng deb olinsin.

4.10. Sharcha zichligi materialining zichligidan 4 marta katta zichlikli suyuqlikning ichidan o'zgarmas tezlik bilan chiqib kelmoqda. Chiqib kelayotgan sharchaga ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchi, bu sharchaning og’irlgidan necha marta katta?

4.11. Dinamik yopishqoqligi $1{,}2\cdot10^{-4}$ g/sm·sek, ga teng havodagi d=0,3mm diametrli yomg’ir tomchisi eng ko'pi bilan qanday tezlikka erishadi?

4.12. 1mm diametrli po'lat sharcha katta idishda kanakunjut moyiga 0,185 sm/sek o'zgarmas tezlik bilan tusha boradi. Kanakunjut moyining dinamik yopishqoqligi topilsin.

4.13. 3 mm va 1 mm diametrli qo'rg’oshin pitralarining aralashmasi bakdagi 1 m chuqurlikdagi glitseringa tashlangan. Kichik diametrli pitralar katta diametrli pitralarga nisbatan bakning tubiga qancha keyin tushadi? Tajriba haroratidagi glitserinning dinamik yopishqoqligi 14,7 g/smsek.

4.14. Po'kakdan yasalgan 5 mm radiusli sharcha kanakunjut moyi to'ldirilgan idishning tubidan 3,5 sm/sek o'zgarmas tezlik bilan chiqib

kelayotgan bo’lsa, tajriba shartiga asosan kanakunjut moyining dinamik va kinematnk yopishqoqligi topilsn.

4.15. R-2 sm radiusli silindrik idishing yon sirtiga ichki radiusi r=1 mm, va uzunligi *l*=2 sm bo’lgan gorizontal kapillyar naycha o'rnatilgan. Idishdagi dinamik yopishqoqligi η=12 g/sm·sek ga teng kanakunjut moyi quyilgan. Silindrik idishdagi kanakunjut moyi satining υ pasayish tezligini kapillyardan moy sathigacha bo’lgan h balandlikka bog’lanishi topilsin. h= 26 sm bo’lganda, bu tezlikning son qiymati topilsin.

4.16. Idishning sirtiga kichk radiusi r=1 mm va uzunligi *l*=1,5 sm bo’lgan kapillyar naycha o'rnatilgan idishga tajriba sharoitida dinamik yopishqoqligi η=1,0 N·sek/m^2 ga teng glitserin quyilgan. Idishdagi glitserinning sathi kapillyardan h=0,18 m balandlikda o'zgarmas holda saqlanadi. Kapillyardan 5 sm^2 glitserin oqib chiqishi uchun qancha vaqt kerak bo'lad?

4.17. Yon sirtiga tubidan h_1= 5 sm balandlikda gorizontal kapillyar naycha o'rnatilgan idish stolning ustida turibdi. Kapillyarning ichki radiusi r=1 mm, uzunligi *l*=1sm. Idishga zichligi ρ=900 kg/m^3 va dinamik yopishqoqlik η=0,5•N•sek/m^2 bo’lgan mashina moyi quyilgan. Idishdagi moyning sathi kapillyardan h_2=50 sm balandlikda o'zgarmas holda saqlanadi. Kapillyarning uchidan moy jarayoni stolga (gorizontal bo’ylab) qanday oraliqda borib tushishi topilsin.

4.18. Po'lat sharcha keng idishdagi zichligi ρ= 900 kg/m^3 va dinamik yopishqoqligi η=0,8 N-sek/m^3 bo’lgan transformator moyida tushib boradi. $R_e \leq 0,5$ bo’lganda (bunda R_e ni hisoblashda D kattalikning o'rnida sharning diametrini olish kerak). Stoks qonuni o'rinli hisoblab, shar diametrining chegaraviy qiymati topilsin.

4.19. $R_e \leq 3000$ bo’lganda (bunda R_e ni hisoblashda D kattalikning o'rnida trubaning D diametrini olish kerak) silindrik trubadagi suyuqlik (yoki gaz) harakatining laminarligi shakllanadi deb hisoblab, 4.1-masalaning sharti laminar harakatga mos ekanligi ko'rsatilsin. Gazning kinematik yopishqoqligini η=$1,33 \cdot 10^{-6}$ m^2/sek ga teng deb topilsin.

4.20. Quvurning ko'ndalang kesimidan har 1sek da 200 sm^3 suv oqib o’tadi. Tajriba sharoitida suvning dinamik yopishqoqligi 0,001 N·sek/m^2 ga teng. Quvur diametrining qanday chegaraviy qiymatida suvning harakati laminarligicha qoladi? (Oldingi masalaning shartiga qaralsin).

5-§. Mo1ekulyar-kinetik nazariya va termodinamikaning fizik asoslari

Ideal gazlar Mendeleyev - Klapeyron holat tenglamasiga bo'ysunadi:

$$pV = \frac{M}{\mu} RT$$

bunda p-gazning bosimi, V-uning hajmi, T-absolyut harorat, M - gazning massasi, μ- bir kilomol gazning massasi, R - gaz doimiysi, $\frac{M}{\mu}$ nisbatan kilomollar sonini beradi.

SI birliklar sistemasida gaz doimiysining son qiymati R-8,31·10^3 j/kmol·grad ga teng.

Dalton qonuniga ko'ra, gaz aralashmasining bosimi ularning parsial bosimlari yig'indisiga, ya'ni har bir gaz alohida olinganida mavjud haroratda bir o'zi butun hajmni to'ldirgandagi bosimlar yig'indisiga teng bo'ladi.

Gazlar kinetik nazaryasining asosiy tenglamasi quyidagi ko'rinishga egadir:

$$p = \frac{2}{3} nW_0 = \frac{2}{3} n \frac{m\nu^2}{2},$$

bunda n - hajm birligida molekulalarning soni, W_0-bitta molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi, m-molekulaning massasi va υ molekulaning o'rtacha kvadratik tezligi.

Bu kattaliklarni quyidagi formulalardan aniqlash mumkin.

Hajm birligidagi molekulaning soni

$$n = \frac{p}{kT}$$

bunda $k = \frac{R}{N_0}$ - Bolsman doimiysi, N_0 - Avogadro soni. R=8,31·10^3 j/kmol·grad va N_0=6,02·10^{26} mol^{-1} bo'lganligi uchun, k=1,38·10^{-23} j/grad=1,38·10 erg/grad bo'lali.

Molekula ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi:

$$W_a = \frac{3}{2} kT$$

Molekulaning o'rtacha kvadratik tezligi:

$$\sqrt{\upsilon^2} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}} \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

shu bilan birga

$$m = \frac{\mu}{N_0}$$

Molekulalarning issiqlik harakat energiyasi (gazning ichki energiyasi)

$$W = \frac{M}{\mu} \cdot \frac{i}{2} RT$$

bunda i - molekulaning erkinlik darajasi.

C molekulyar va c solishtirma issiqlik sig‘mlari quyidagicha o'zaro bog’langandir:

$$C = \mu c$$

O'zgarmas hajmdagi gazning molekulyar issiqlik sig’mi

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

o’zgarmas bosimdagi $C_p + C_v = R$

Bundan ko'rinadiki, molekulyar issiqlik sig’imi gaz molekulalari erkinlik darajasining soni bilan to'liq aniqlanadi. Bir atomli gazlar uchun i = 3 bo'lib;

C_v=12,5·10^3 j/kmol· grad≅ 3 kal/mol·grad,

C_p= 20,8·10^3 j/kmol·grad≅5 kal/mol·grad

Ikki atomli gazlar uchun i = 5 bo'lib,

C_v = 20,8·10^3 j/kmol·grad ≅5 kal/mol·grad

C_p=29,1·10^3 j/kmol·grad ≅7 kal/mol·grad

Ko'p atomli gazlar uchun i = 6 bo'lib,

C_v=24,9 ·10^{3}j/kmol ·grad≅ 6 kal/mol· grad,

C_p= 33,2·10^{3}j/kmol ·grad≅8 kal/mol· grad,

Molekulalarniig tezliklar bo'yicha taqsimot qonuni (Maksvell qonuni), nisbiy tezliklari u dan $u + \Delta u$ gacha bo’lgan intervalda yotgan molekulalar soni ΔN ni topishga imkon beradi:

$$\Delta N = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \cdot N \cdot e^{-u^2} \cdot u^2 \cdot \Delta u$$

bu yerda $u = \frac{\vartheta}{\vartheta_e}$ nisbiy tezlik bo'lib, υ - berilgan tezlik va $\vartheta_e = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$ - ehtimolligi eng katta tezlik. Δu tezlik u ga nisbatan kichik bo’lgan, nisbat tezliklarning interval kattaligi.

Molekulalarning tezliklar bo'yicha taqsimot qonuniga masalalar yechishda har xil u uchun $\frac{\Delta N}{N \cdot \Delta u}$ ning qiymati berilgan 10-jadvaldan foydalanish qulaydir.

10-jadval

u	ΔN/N·Δ1 u		ΔN/ N·Δu	u	ΔN/ N·Δu
0	0	0,9	0,81	1,8	0,29
0,1	0,02	1,0	0,83	1,9	0,22
0,2	0,09	1,1	0,62	2,0	0,16
0,3	0,18	1,2	0,78	2,1	0,12
0,4	0,31	1,3	0,71	2,2	0,09
0,5	0,44	1,4	0,63	2,3	0,06
0,6	0,57	1,5	0,54	2,4	0,04
0,7	0,68	1,6	0,46	2,5	0,03

0,8	0,76	1,7	0,36		

Molekulaning o’rtacha arifmetik tezligi $\bar{\upsilon} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$

Ko'pchilik hollarda tezligi berilgan *u* tezlikning qiymatidan ortiq bo’lgan molekulalarning N_x sonini bilish muhimdir. 11- jadvalda $\frac{N_x}{N} = F(u)$ ning qiymati berilgan, bunda N - molekulalarning umumin soni.

11- jadval

u	N_k/N	u	N_k/N
0	1,000	0,8	0,734
0,2	0,994	1,0	0,572
0,4	0,957	1,25	0,374
0,5	0,918	1,5	0,213
0,6	0,868	2,0	0,046
0,7	0,808	2,5	0,0057

Barometrik formula gaz bosiminnng og’irlik kuchi maydonida balandlikka qarab kamayishini ifodalaydi;

$$P_h = P_0 \lambda^{-\frac{\mu g h}{RT}}$$

bunda p_h- gazning h balandlikdagi bosimi, p_0- gazning h=0 balandlikdagi bosimi, g-og’irlik kuchining tezlanishi. Bu formula taqribiydir, chunki balandliklarning farqi katta bo’lmaydi.

$$\lambda = \frac{\upsilon}{Z} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\delta^2 \cdot n}}$$

Bunda υ- o’rtacha arifmetik tezlik, Z-har bir molekulaning qolgan molekulalar bilan vaqt birligi ichida o’rtacha to'qnashishlar soni, δ- molekulaning effektiv diametri va n - hajm birligidagi molekulalar soni.

Barcha molekulalarni vaqt birligi ichida bir birlik hajmda umumiy to'qnashishlar soni quyidagiga teng:

$$Z = \frac{1-}{2} Zn$$

Diffuziya natijasida Δt vaqt ichida ko'chirilgan massa M quuyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$M = -D\frac{\Delta p}{\Delta x} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$$

bunda $\frac{\Delta p}{\Delta x}$-yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi zichlik gradienti va D-diffuziya koeffitsiyenti bo’lib, quyidagiga teng;

$$D = \frac{1}{3}\upsilon\lambda$$

Bu yerda υ-o’rtacha tezlik, λ -molekula erkin yugurish yo’lining o'rtacha uzunligi.

Gazning ΔS vaqt ichida ko’chirilgan harakat miqdori gazdagi ichki ishqalanishning kuchi F ni aniqlaydi:

$$F = -\eta \frac{\Delta \nu}{\Delta x} \cdot \Delta S$$

bunda $\frac{\Delta \nu}{\Delta x}$-yuz ΔS ga tik yo'nalishdagi gaz oqimining tezlik gradiyenti, η-ichki ishqalanish koeffitsiyenti (dinamik yopishqoqlik)

$$\eta = \frac{1}{3} \vartheta \lambda \text{ p}$$

Issiqik o'tkazuvchanlik natijasida Δt vaqt ichida ko'chirilgan issiqlik miqdori quyidagiga teng

$$Q = -K \frac{\Delta T}{\Delta x} \cdot \Delta S \cdot \Delta t$$

ga teng.

Termodinamikaning birinchi qonuni quyidagi ko'rinishda yozilish mumkin

$$dQ = dW + dA$$

bunda dQ-gazning olgan issiqlik miqdori, dW-gaz ichki energiyasining o’zgarishi va dA=pdV gazning hajmi o’zgarganda uning bajargan ishi. Gazning ichki energiyasining o’zgarishi

$$dW = \frac{M}{\mu} \cdot \frac{i}{2} RdT$$

bunda dT- haroratning o’zgarishi. Gazning hajmi o'zgarganda bajarilgan to'la ish

$$A = \int_{v_1}^{v_2} pdV.$$

Gazning hajmi izotermik o'zgarganda bajarilgan ish,

$$\text{A=RT} \frac{M}{\mu} 1n \frac{V_2}{V_1}$$

Adiabatik protsessda gaz bosimi bilan hajmining o'zaro bog’lanishi Puasson tenglamasi bilan ifodalanadi

pV=const,

ya’ni

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^x$$

bunda

$$x = \frac{S_p}{S_v}$$

Puasson tenglamasini quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin

$$\text{TV}^{x-1} = const$$

ya'ni $$\frac{T_1}{T_2}=\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{x-1}$$

yoki

$$T\cdot p^{\frac{x-1}{x}=const}$$

ya'ni

$$\frac{T_1}{T_2}=\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{x-1}{x}}=\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1-x}{x}}$$

Gazning hajmi adiabatik o'zgarganda bajarilgan ish, quyidagi formuladan topiladi:

$$A=\frac{RT}{x-1}\cdot\frac{M}{\mu}\left[1-\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{x-1}\right]=\frac{RT_1}{x-1}\cdot\frac{M}{\mu}\left(1-\frac{T_2}{T_1}\right)=\frac{P_1V_1(T_1-T_2)}{(x-1)T_1},$$

bunda p_1 va V_1- gazning T_1 haroratdagi bosimi va hajmi.

Politropik protsessning tenglamasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi

$$pV^n=const$$

yoki

$$P_1V_1^n=P_2V^n{}_2$$

bunda n - politrop ko'rsatkichi (1 < n < x).

Issiqlik mashinasining foydali ish koeffitsiyenti

$$\eta=\frac{Q_1-Q_2}{Q_1}$$

bunda Q_1- ishchi jismga berilgan issiqlik miqdori va Q_2- sovitgichga berilgan issiqlik miqdori. Karnoning ideal sikli uchun f. i. k.

$$\eta=\frac{T_1-T_2}{T_1}$$

bundaT_1- isitgichning harorati,T_2-sovitgichning harorati.

B va A ikkita holatdagi S_B – S_A farqi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$S_B-S_A=\int_A^B\frac{dQ}{T}$$

5.1. 2 *g* azot 2 *atm* bosim ostida 820 sm^3 hajmni egallasa, uning harorati qanday bo'ladi?

5.2. 20^0C haroratda 750 *mm* sim. ust. bosimda 10 *g* kislorod qanday hajmni egallaydi?

5.3. Sig'imi 12 *l* bo'lgan ballonda $8{,}1\cdot10^6$ N/m^2 bosim va 17^0C haroratda azot to'ldirilgan. Ballonda qancha azot bor?

5.4. Og'zi mahkam berkitilgan shishadagi havoning 7^0C haroratda bosimi 1*atm*. Shisha isitilganda havo bosimi 1,3 *atm* ga etganda tiqin otilgan. Shisha qanday haroratgacha isitilganligi topilsin.

5.5. 6,4 *kG* kislorod sig'adigan ballon devori 20^0C haroratda 160 kG/sm^2 bosimga chidasa, uning eng kichik hajmi qanday bo'ladi?

5.6. Ballonda 10^7N/m^2 bosimli 10 kg gaz bo'lgan. Ballondagi bosim $2{,}5.10^6$ n/m^2 ga teng bo'lishi uchun ballondan qancha miqdor azotni olish kerak? Azotni harorati o'zgarmas deb hisoblansin.

5.7. 27 ^{0} C haroratda 760 mm sim. ust. bosimli 25 l oltingugurt gazi (SO_2) ning massasi topilsin.

5.8. Balandagi 5m va polining yuzi 200 m^2 bo'lgan auditoriyadagi havoning massasi topilsin. Binoning harorati 17°C, bosimi 750 mm. Sim.ust.ga teng. (Bir kilomol havoning massasi 2,9 kg/mol deb olinsin.)

5.9. Binoni to'ldirib turgan qishdagi (7 ^{0}C) havoning og'irligi yozdagi (37°C) havoning og'irligidan necha marta katta? Bosim bir xil deb olinsin.

5.10. 1) 0°C va 2) 100 ^{0}C haroratlar uchun 0,5 g vodorodning izotermalari chizilsin.

5.11. 1) 29 ^{0}C va 2) 180 ^{0}C haroratlar uchun 15,5 g kislorodning izotermalari chizilsin.

5.12. Gaz solingan 10 m^3 hajmli ballonga 17 ^{0}C harorat va 720 mm sim.ust.bosimga qancha miqdorda kilomol'gaz bo'ladi?

5.13. 4 l hajmli yopiq idishni 20 ^{0}C haroratli 5g azot 40 ^{0}C haroratgacha isitilan. Gazning isitilishidan oldingi va keyingi bosim topilsin.

5.14. Havosi so'rib olingan, ikki uchi kavsharlab qo'yilgan gorizontal kapillyarlarning o'rtasida *l*=20 sm uzunligidagi simob ustuni bor. Agar kapillyarni vertikal qilib qo'yilsa, simob ustuni $\Delta l = 10sm$ siljiydi. Kapillyarlardagi havo qaysi bosimgacha so'rib olingan? Kapilyarning uzunligiL=1m.

5.15. "1tonna qo'rg'oshin og'irmi yoki 1 tonna po'kakmi?" degan hazil savol hammaga ma'lum. Havoda o'lchangan 1T kelgan po'kakning haqiqiy og'irligi, havoda xuddi shunda 1T kelgan qo'rg'oshinning haqiqiy o'g'iligidan qancha katta ekanligi hisoblansin. Havoning harorati 17 ^{0}C bosimi esa 760 mm sim.ust. ga teng.

5.16. Vodorod to'ldirilgan 25sm diametrli bolalar sharchasining natijaviy ko'tarilish kuchi nolga teng bo'lish, ya'ni sharpa muallaq vaziytga bo'lishi uchun sharpa qobig'ining og'irligi qanday bo'lishi kerak? Sharning ichki bosimi tashqi bosimga teng.

5.17. 50^0C haroratda to'yingan suv bug'ining elastikligi 92,5mm sim.ust.ga teng bo'lsa, bu bug'ning zichligi nimaga teng?

5.18. 15^0C harorat va 730mm sim.ust. bosimdagi vodorodning zichligi topilsin.

5.19. 10^0C harorat va $2\cdot10^5$N/m^2 bosimdagi biror gazning zichligi 0,34 kg/m^{3}ga teng. Bu gaz bir kilomolining massasi nimaga teng?

5.20. Hozirgi zamon laborotoriya usullari bilan idishdagi havo so'rib olinib, u juda yaxshi siyraklashtirilgan ($p=10^{-11}$mm sim.ust.) bo'lsa, idishdagi havoning zichligi nimaga teng? Havoning harorati 15 ^{0}C ga teng.

5.21. 7^0C haroratli 12g gaz $4\cdot10^{-3}$ m^3 hajmni egallaydi. Gaz o'zgarmas bosimga isitilganda uning zichligi $6\cdot10^{-4}$g/sm^3 ga teng bo'lib, qolgan. Gaz qanday haroratgacha isitilgan?

5.22. 10 g kislorod 10^0C harorat va 3 atm bosimga turibdi. U o'zgarmas bosimda qizdirilgandan so'ng kengayib, 10 *l* hajmni egallaydi Gazning 1) kengaygandan oldingi hajmi, 2) kengaygandan keyingi harorati, 3) kengayishdan oldingi zichligi va 4) kengaygandan keyingi zichligi topilsin.

5.23. Kavsharlangan idish hajmining yarmigacha suv to'ldirilgan. 400^0C haroratda suvning to'liq bug'ga aylanishi ma'lum bo'lsa, bu haroratda suv bug'ining bosimi va zichligi topilsin.

5.24. Kislorod zichligining 1) T=const=390^0 K haroratda bosimga bog'lansih ($0\leq p\leq 4$atm intervalda 0,5 atm dan oralatib) va 2) p=const=4atm bosimda harorat bog'lanish ($200^0K\leq T\leq 300^0$ K intervalda 20^0dan oralatib) grafigi chizilsin.

5.25. Sig'imi 1m^3 bo'lgan berk idish 0,9 kg suv va 1,6kg kislorod bor. 500^0C haroratda suv to'liq bug'ga aylanishi ma'lum bo'lsa, bu haroratda idishdagi bosim topilsin.

5.26. V_1=3 *l* sig'imli A idisha p_0=2atm bosimda gaz bor. V_2=4 *l* sig'imli B idishda p_0=1 atm bosimda xuddi shuncha gaz bor. Ikkala idishda ham haroratlar bir xil. Ikkala idish naycha bilan tutashtirilsa, gaz bosimi qancha bo'ladi?

5.27. $2\cdot10^{-3}$ m^3 hajmli idish 6g karbonat angidrit (CO_2) va 5g azot (1)-oksidi (N_2O) bilan to'ldirildan. 127^0C haroratda idishdagi umumiy bosim qanday?

5.28. Idishda 10^0C haroratda va 10^6N/m^2bosimda 15g azot va 9g vodorod bor. 1) aralashma bir kilomolning massasi, 2) idishning hajmi topilsin.

5.29. Normal sharoitda havo to'ldirilgan idishga dietil efiri ($C_2H_5OC_2H_5$) yuborilgan. Hamma efir bug'lanib ketgandan keyin, idishdagi bosim 1050 mm.sim.ust.ga teng bo'lib qolgan. Idishda qanday miqdorda efir yuborilgan? Idishning hajmi V=2 *l*.

5.30. 0,5 sig'imli idishda 1g bug'simon yod bor. 1000^0C haroratda idishdagi bosim 700 mm sim.ust. ga teng bo'lgan. Shunday sharoitda yod molekulasi J_2 ning yod atomlari Jga teng dissotsiyasiyalanish darajasi topilsin. J_2 ning bir kilomol massasi 254 kg-kmol ga teng

5.31. Idishda karbonat angidrid gazi bor. Biror haroratda korbmat angitrit gazining kislorodga va karbon oksidiga dissotsiatsiyalanish darajasi 25 % ga teng. Bu sharoitdagi bosim karbonat angidrid gazi molukulalari dissotsiyalanmagandagi bosimdan necha marta katta bo'ladi?

5.32. Havo og'irligining 23,6 % qismi kisloroddan va 76.4 qismi azotdan tashkil topgan deb hisoblab, havoning 750 mm.sim.ust. bosimda va 13^0C haroratdagii zichligi topilsin.bu sharoitda kislorod va azodning porsial bosimi topilsin.

5.33. Idishda 10g karbonat angidrid gazidan va 15g azotdan iborat aralashma bor. Bu aralashmaaning 17^0 C haroratda va $1,5\cdot10^5$ N/m^2 bosimda zichligi topilsin.

5.34. 1) Vodorod 2) geliy atomining massasi topilsin.

5.35. 600 m/sek tezlik bilan uchib kelayotgan azotning molekulasi idish devoriga normal ravishda urilib, undan tezligini yo'qotmasdan elastik qaytadi. Urulish vaqtida idish devorining olgan kuch implusi topilsin.

5.36. 500 m/sek tezlik bilan uchib kelayotgan argon molekulasi idish devoriga elastik uriladi. Molekula tezligining yo'nalishi bilan idish devoriga o'tkazilgan normal orasidagi burchak 60^0 ni tashkil qiladi. Urulish vaqtida idish devorining olgan kuch implus topilsin.

5.37. 430 m/sek tezlik bilan uchib kelayotgan azot molekulasining harakat miqdori topilsin.

5.38. 1g suv bug'ida qancha molekula bo'ladi.

5.39. 4 *l* sig'imli idishda 1g vodorod bor. Bu idishning har 1sm^3 hajmida qancha molekula bo'ladi.

5.40. 17^0 C haroratva 750 mm sin. ust. bosimda 80m^3 hajmli uyda qancha havo molekulasi bo'ladi.

5.41. Hozirgi zamon laboratoriya usullari bilan idishdagi havo so'rib olinib u juda siyraklashtirilgan ($p=10^{-11}$mm sim. ust.) bo'lsa 10^0C haroratda idishning har 1sm^3hajmda qancha molekula bo'ladi.

5.42. Shisha idishda yaxshi vakuum olish uchun adsorbsiyalangan gazni chiqarishda idish devorlarni qizdirish zarurdir. Agar adsorbsiyalangan gaz molekulalari idish devoridan idish ichiga o'tsa, u holda r=10 sm raduysli sferik idishdagi bosimning qanchaga ortishi hisoblansin. Adsorbsiya qatlamini molekulyar qatlam deb, molekulaning ko'ndalang kesimini esa 10^{-15} sm^2 deb olinsin. Harorat $t=300^0$C.

5.43. Agar yodning dissotsiatsya darajasi 50% bo'lsa, uning 1g bug'ida qancha zarracha bo'ladi. Yod J_2 ning bir kilomol massasi 254 kg/molga teng.

5.44. Yarmisi dissotsiatsiyalangan 16g kislorodda qancha zarracha bo'ladi?

5.45. Idishda 10^{-10} kilomol kislorod va 10^{-6} g azot bor. Aralashmaning harorati 100^oCga teng. Bunda idishdagi bosim 10^{-3} mm sim.ust.ga teng. 1)idishning hajmi, 2)kislorod va azotning portsial bosimi, 3) idishning har 1sm^3 hajmidagi molekulyar soni topilsin.

5.46. Havoni bir kilomolining massasi μ=29 kg/kilomolga teng bo'lgan bir jinsli gaz deb hisoblab, 17^0C haroratda havo molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi topilsin.

5.47. Bir xil haroratdagi geliy va azot molekulalari o'rtacha kvadratik tezliklarning nisbati topilsin.

5.48. Atom bombasi portlash paytida harorat taxminan 10^6C gradusgacha ko'tariladi. Bunday haroratda hamma molekulalarni atomlarga dissosiasiyalangan, atomlarni esa ionlashgan hisoblab, vodorod ionning o'rtacha kvadratik tezligi topilsin.

5.49. Agar 200 mm sim.ust.bosimida vodorod molekulasining o'rtacha kvadratik tizligi 0 m/sek ga teng bo'lsa, bu sharoitda 1sm^3 hajmdagi vodorod molekulalarning soni topilsin.

5.50. Biror gazning zichligi $6\cdot10^{-2}$ kg/m^3 ga, molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi esa 500 m/sek ga teng. Gazning idish devoriga ta'sir qilgan bosimi topilsin.

5.51. Havodagi muallaq chang zarrachasining o'rtacha kvadratik tezligi havo molekulasining o'rtacha kvadratik tezligidan necha marta kam? Chang massasi 10^{-8} g. Havoni bir kilomolining massasi 29 kg/kmol ga teng bo'lgan bir jinsli gaz deb hisoblansin.

5.52. 20^0C haroratda vodorod molekulasining harakat miqdori topilsin. Molekulaning tezligini o'rtacha kvadratik tezlikga teng deb hisoblansin.

5.53. 2 *l* hajmli idishda 680 mm sim. ust. bosimli 10 g kislorod bor: 1)gaz molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi, 2) idishdagi molekulalarning soni, 3) gazning zichligi topilsin.

5.54. D=1mkm diametrli gummigut zarrachalari biron haroratda ishtirok qiladi. Gummigutning zichligi ρ=1g/sm^3. t=0^0C haroratda gummigutning o'rtacha kvadratik tezligi topilsin.

5.55. Biror gaz molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi 450 m/sek ga teng gazning bosimi $5\cdot10^4$ N/m^{2}ga teng. Bu sharoitda gazning zichligi topilsin.

5.56. 1) 750mm sim.ust. bosimda zichligi $8{,}2\cdot10^{-5}$g/sm^3 ga teng bo'lgan gaz molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi topilsin. 2) agar zichlikning bu qiymati 17^0C harorat uchun berilgan bo'lsa gazning 1 kmol massasi nimaga teng.

5.57. Normal sharoitda biror gazning o'rtacha kvadratik tezligi 461 m/sek ga teng. Bu gazning 1g dagi molekulalarning soni qancha.

5.58. 10^0C haroratda 20g kislorod issiqlik harakat energiyasi nimaga teng? Bu energiyaning qancha qismi molekulalarning ilgarilama harakatiga va qancha qismi aylanma harakatga to'g'ri keladi?

5.59. 15^0C haroratda havoning 1g dagi molekulalari issiqlik harakarining kinetik energiyasi topilsin. Havoning bir kilomolining massasi 29 kg/kmol ga teng bo'lgan bir jinsli gaz deb hisoblansin.

5.60. 7^0C haroratda 1kg dagi azot molekulalarning aylanma harakatining kinetik energiyasi nimaga teng.

5.61. $1{,}5\cdot10^5$ N/m^2 bosimda bo'ldan 2 litr hajmli idishdagi ikki atomli gaz molekulalari issiqlik harakatining energiyasi nimaga teng.

5.62. 0,02 m^3 hajmli balondagi azot molekulalari ilgarilama harakatining kinetik energiyasi $5\cdot10^3$J ga o'rtacha kvadratik tezligi esa $2\cdot10^3$ m/sek ga teng. 1) ballondagi azotning miqdori, 2) azot qanday bosimda bo'lganligi topilsin.

5.63. Geliyning atomlari yerning tortishish kuchini yengib yer atmosferasini abadiy tashlab ketishi uchun geliy atomlari issiqlik harakatining o'rtacha kinetik energetik qanday tempeteturada yetarlicha bo'ladi? Shunga o'xshash masala oy uchun yechilsin.

5.64. p=$8\cdot10^4$ N/m^2 bosimda zichligi ρ=4kg/m^3 bo'lgan 1kg 2 atomli gaz bor. Bu sharoitda gaz molekulalari issiqlik harakatining energiyasi topilsin.

5.65. p=40mm sim.ust bosimda va t=27^0C haroratda V=10sm^3 hajmni egallagan 2 atomli gaz molekulalarining soni qancha? Bu molekulalarning issiqlik harakati energiyasi qancha?

5.66. 1) V=const va 2) p=const bo'lganda kislorodning solishtirma issiqlik sig'imi topilsin.

5.67. O'zgarmas bosimda quyidagi gazlarni: 1) vodorod xlorid 2) neon 3) azot ikki oksidi 4) uglerod oksidi va 5) simob bug'ining solishtirma issiqlik sig'imlari topilsin.

5.68. O'zgarmas bosimda kislorod uchun solishtirma issiqlik sig'imining o'zgarmas hajmdagi solishtirma issiqlik sig'imining nisbati topilsin.

5.69. Biror 2 atomli gazning o'zgarmas bosimda solishtirma issiqlik sig'imi 3,5 kal/g·gradga teng. Bu gaz 1 kilomolining massasi nimaga teng.

5.70. Agar biror ikki atomli gazning normal sharoitida zichligi 1,43 kg/m^3 bo'lsa, bu gazning c_v va c_p solishtirma issiqlik sig'imlari nimaga teng.

5.71. Agar biror gaz 1kilomolining massasi I=30kg/kmol ga tengligi va uning uchun $\frac{c_p}{c_v}=1{,}4$ nisbati ma'lum bo'lsa, gazning c_v va c_p solishtirma issiqlik sig'imlari topilsin.

5.72. Qaldiroq gaz (vodorod bilan kislorodning portlovchi aralashmasi) ning issiqlik sig'imi shu gaz yonganda hosil bo'lgan suv bug'ining issiqlik sig'imidan necha marta katta: Masalani 1) V=const 2) p=const hollar ucun yechilsin.

5.73. Agar kislorodning o'zgarmas bosimda solishtirma issiqlik sig'imi 1050 J/kg·grad ga teng bo'lsa, uning dissotsiatsiya darajasi nimaga teng.

5.74. Dissotsiatsiya darajasi 50% ga teng bo'lsa, bug'simon iodning c_v va c_p solishtirma issiqlik sig'imlari topilsin. Iod J_2 ning 1 kilomol massasi 254 kg/km ga teng.

5.75. Agar azot uchun $\frac{c_p}{c_v}$ nisbatning 1,47 ga tengligi ma,lum bo'lsa, uning dissotsiatsiya darajasi nimaga tengligi topilsin.

5.76. 3 kilomol argon va 2 kilomol azotdan iborat bo'lgan gaz aralashmasining o'zgarmas bosimda solishtirma issiqlik sig'imi topilsin.

5.77. 8 g geliy va 16 g kisloroddan iborat bo'lgan gaz aralashmasi uchun $\frac{c_p}{c_v}$ nisbati topilsin.

5.78. 1 kilomol kislorod va bir necha kilomol argondan iborat bo'lgan gaz aralashmasining o'zgarmas hajmda solishtirma issiqlik sig'imi 430 j/kg·grad ga teng. Gaz aralashmasida argondan qancha miqdor bor.

5.79. 10^0C tempetaturada 10g kislorod $3\cdot10^5$N/m^2 o'zgarmas bosimda isitilgandan keyin gaz kengayib, 10 *l* hajmni egallaydi. 1) gazning olingan issiqlik miqdori 2) gaz molekulalarining oldingi va keyingi harakat energiyasi topilsin.

5.80. Ikki *l* hajmli yopiq idishda 10^0C haroratda 12 g azot bor. Isitilgandan keyin bosim 10^4 sim.ust. ga teng bo'lgan. Isitishda gazga qancha issiqlik miqdori berilgan.

5.81. 10^5 N/m^2 bosimda 2 *l* azot bor. 1) p=const bo'ldanda uning hajmini ikki barobar ortishi uchun, 2) V=const bo'lganda uning bosimini ikki marta ortirish ucun qanchadan issiqlik miqdori berish kerak.

5.82. Yopiq idishda 27^0C haroratda va 10^5 N/m^2 bosimda 14 g azot bor. Isitilgandan keyin idishdagi bosim 5 marta ortgan.1) gazning qanday haroratgacha isitilganligi 2) idishning hajmi 3) gazga berilgan issiqlik miqdori topilsin.

5.83. 12 g kislorodni o'zgarmas bosimda 50^0C ga isitish uchun qancha issiqlik miqdori sarflash kerak.

5.84. 40 g kislorodni 16^0C dan 40^0C gacha isitish uchun 150 kal issiqlik sarf bo'lgan. Gaz qanday sharoitda isitilgan? (o'zgarmas hajmdami yoki o'garmas bosimdami).

5.85. Yopiq idishda 10^5N/m^2 bosimda 10 *l* havo bor. Idishdagi bosimni 5 marta orttirish uchun havoga qancha issiqlik berish kerak.

5.86. 1) 0,053 kkal issiqlik miqdori berib, karbonat angidiritning qancha miqdori 20^0C dan 100^0C gacha isitish mumkin. Bunda bitta molekulaning kinetik energiyasi qancha ortadi? Isitish vaqtida gaz p=const bosimda kengayadi.

5.87. V=2 *l* hajmli yopiq idishda zichligi p=1,4 kg /m^{3}ga teng azot bor. Shu sharoitda azotni $\Delta t = 100^o$ ga isitish uchun unga qancha Q issiqlik miqdori berish kerak.

5.88. 5 *l* hajmli yopiq idishda 3 atm bosimda 27^0C haroratli azot bor. Isitilgandan keyin idishdagi bosim 25 atm ga ko'tarilgan 1) isitilgandan keyingi azotning harorati, 2) azotga berilgan issiqlik miqdori topilsin.

5.89. Biror miqdordagi gazni o'zgarmas bosimda 50^0 ga isitish uchun 160 kal issiqlik miqdori sarf qilish kerak. Agar shu miqdordagi gazni o'zgarmas hajmda 100^0 ga sovitilsa, 200 kal issiqlik miqdori ajraladi. Bu gaz molekulalari qanday sonli erkinlik darajasiga ega bo'ladi.

5.90. Yopiq idishda 7^0C haroratli 10g azot bor.1) azot molekulasining o'rtacha kvadratik tezligini ikki barabar orttirish uchun unga qancha issiqlik berish kerak? 2) bunda harorat necha marta ortadi? 3) bunda gazning idish devoriga bergan bosimi necha marta oshadi?

5.91. 2 *l* hajmli yopiq idishda 10^5 N/m^2 bosimda 20^0C haroratli geliy bor. 1) Geliy haroratini 100^0ga orttirish uchun unga qancha issiqlik miqdori berish kerak. 2) yangi haroratda gaz molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi qanday bo'ladi. 3) bosim qanday bo'lib qoladi. 4) geliy zichligi qanday bo'ladi. 5) uning molekulalari issiqlik harakatining energiyasi qanday bo'ladi.

5.92. Normal sharoitda ikki litr hajmli yopiq idishda m g azot va m g argon bor.u gaz aralashmasini 100° isitish uchun unga qancha issiqlik miqdori berish kerak.

5.93. 300 mm sim.ust. bosimda zichligi 0,3g/l bo'lgan gaz molekulalarning o'rtacha arifmetik, kvadratik va ehtimoli eng katta tezliklar topilsin.

5.94. Qanday haroratda azot molekulalarning o'rtacha kvadratik tezligi ularning ehtimolligi eng katta tezligidan 50 m/sek ga ortiq b'ladi.

5.95. 0^oC da kislorod molekulalarning qancha qismi 100 m/sek dan 110 m/sek gacha oraliqdagi tezliklarga ega bo'ladi.

5.96. 150^oC azot molekulalarning qancha qismi 300m/sek dan 225m/sek gacha oraliqdagi tezliklarga ega bo'ladi.

5.97. 0^oC da vodorod molekulalarining qancha qismi 2000 m/sek dan 2100 m/sek gacha oraliqdagi tezliklarga ega bo'ladi.

5.98. Tezliklari $\sqrt{\upsilon^{-2}}$ dan $\sqrt{\upsilon^{-2}}+\Delta\upsilon$ intervalda yotgan molekulalarning ΔN_1 soni tezliklari $\upsilon_э$ dan $\upsilon_э+\Delta\upsilon$ intervada yotgan molekulalarning soni ΔN_2 dan necha marta kichik .

5.99. T haroratda azot molekulalarining qanday qismi $\upsilon_э+\Delta\upsilon$ intervaldagi tezliklarga ega bo'ladi. Bunda $\Delta\upsilon=20$ m/sek? Masala: 1) T=400^0K va T=900^0K uchun yechilsin.

5.100. t=150^0C haroratda azot molekulalarining qanday qismi υ_1=300m/sek dan υ_2=800m/sek intervaldagi tezliklarga ega bo'ladi.

5.101. Molekulalar umumiy sonning qanday qismi: 1) ehtimolligi eng katta tezlikdan katta tezliklarga, 2) ehtimolligi eng katta tezlikdan kichik tezlikka ega bo'ladi.

5.102. Ballonda 2,5 g kislorod tezliklari o'rtacha kvadratik tezlikdan katta bo'lgan kislorod molekulalarining soni topilsin.

5.103. Idishda 1600^0K haroratli 800g kislorod bor. Ilgarilama harakatning kinetik energiyasi $W_0 = 6{,}65 \bullet 10^{-20}\, j$ dan yuqori bo'lgan kislorod molekulalarining soni qanday?

5.104. Zaryadli zarrachalarning energiyasi ko'pincha elektron volltlarda o'lchanadi. 1 elektron volt (1 eV) elektronning potensiallar ayirmasi 1 v bo'lgan elektr maydondan o'tganda olgan energiyasidir. 1 eV=$1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J ekanligini ko'rsatish mumkin. 1) qanday haroratda molekulaar ilgarilanma harakatning o'rtacha kinetik energiyasi 1eV tengligi, 2) qanday haroratda hamma molekulalar 50% ining ilgarilama harakatining o'rtacha kinetik energiyasi 1 eV dan yuqori bo'lishligi topilsin.

5.105. Kaliy atomlarining ionizatsiya ishi 10^5kkal/kg·atomga teng. Ilgarilama harkatdagi barcha gaz molekulalari 10% ning energiyasi kaliyning bitta atomini ionizatsiyalash uchun zarur bo'lgan energiyadan qanday haroratda katta bo'lishligi topilsin.

5.106. Eng baland sovet kosmik stansiyasi armanistondagi Alagyos tog'ida 3250 m balandlikda joylashdan. Havoning shu balandlikdagi bosimi topilsin. Havoning harorati o'zgarmas va 5^0C ga teng deb hisoblansin. 1kilomol havoning massasi 29 kg/kilmol ga teng deb olinsi. Dengiz sathidagi bosimni 760mm/sin.ustga teng deb olinsin.

5.107. Qanday balandlikda havoning bosimi dengiz sathidagi bosimning 75% i ni tashkil qiladi. Harorat o'zgarmas va 0^0C ga teng deb hisoblansin.

5.108. Passajir samolyoti 8300 m balandlikda uchadi. Passajirlarni kislorod maskasi bilan ta'minlamaslik uchun komprressor yordamida 2700 m balandlikdagi bosimga teng doimiy bosim tutib turiladi. Kabina ichidagi va tashqarisidagi bosimlarning farqi topilsin. Tashqi havoning o'rtacha harorati 0^0C deb qabul qilinsin.

5.109. Oldingi masalada tashqi havoning harorati –20°C va kabinaning ichki harorati +20°C bo'lsa bu holda kabinadagi havoning zichligi tashqi havoning zichligidan necha marta katta bo'ladi.

5.110. $1m^3$ havoning; 1)Yerning sirtida 2)Yer sirtidan 4km balandlikda og'irligi qancha? Havoning haroratini o'zgarmas va 0°Cga teng deb olinsin. Yer sirtida havoning bosimi 10^5 N/m^2 ga teng.

5.111. Qanday balandlikda gaz dengiz sathidagi zichligining 50% zichligidek zichlika ega bo'ladi? Haroratni o'zgarmas va 0°C ga teng deb hisoblansin. Masalani: 1) havo va 2) vodorod uchun yeching.

5.112. Perren mikroskop yordamida muallaq gummigut zarrachalar konsentratsiyasining balandlikka qarab o'zgarishini kuzatadi va barometrik formulani qo'llab eksperimental ravishda Avagadro soning qiymatini topdi. Perren tajribalaridan birida qatlamlarning orasi 100 mkm bo'lganda pastki qatlamdagi muallaq gummigut zarrachalarning soni yuqori qatlamdagidan ikki marta ko'p ekanligini aniqladi. Gummigutning harorati 20°C. $0{,}3\cdot10^4$sm diametrli gummigut zarrachalari zichligi zarrachalar zichligidan 0,2 g/sm^3 ga kam bo'lgan suyuqlikga aralashtirgan. Bu berilganlarga asosan Avagadro soni topilsin.

5.113. 100°C harorat va 0,1 mm sim. ust bosimda karbonat angidridning molekulalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li aniqlansin. Karbonat angidrid molekulasining diametri $3{,}2\cdot10^8$sm ga teng deb olinsin.

5.114. Yer uchinchi yo'ldoshi o'rnatilgan ionizatsion manometr yordamida yer sirtidan 300 km balandlikdagi atmosferaning 1sm^3 hajmida 1 milliardga yaqin gaz zarrachalari borligi aniqlandi. Shu balandlikdagi gaz zarrachalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li topilsin. Zarrachalarng diametrini $2\cdot10^{-10}$ m ga teng deb olinsin.

5.115. Normal sharoitda havo molekulasining o'rtacha erkin yugurish yo'li topilsin. Havo molekulasining diametri shartli holda $3\cdot10^8$ sm teng deb olinsin.

5.116. Agar 100°C haroratda karbonat angdirid molekulasining o'rtacha erkin yugurish yo'li $8{,}7\cdot10^2$ sm ga teng bo'lsa molekulalarning bir sek dagi o'rtacha to'qnashishlari soni topilsin.

5.117. t=27°C harorat va p=400 mm sim.ust. bosimda azot molekulalarining 1 sek dagi o'rtacha to'qnashishlar soni topilsin.

5.118. Normal sharoitda 0,5 *l* hajmli idishda kislorod bor. Bu hajmdagi kislorod molekulalarning 1 sek dagi o'zaro to'qnashishlarining umumiy soni topilsin.

5.119. Agar ikki atomli gazning hajmi adiabatik ravishda 2 baravar ortirilsa gaz molekulalarning 1sek dagi toqnashishlar soni necha marta kamayadi?

5.120. 17°C harorat va 10^4 N/m^2 bosimda azot molekulalarning o'rtacha erkin yugurish yo'li topilsin. Azot molekulasining diametri $3\cdot10^8$ sm deb olinsin.

5.121. Geliy zichligi $\rho=2{,}1\cdot10^2$ kg/m^3 bo'lganda geliy atomlarning o'rtacha erkin yugurish yo'li topilsin. Geliy atomining diametri $2\cdot10^8$ sm deb olinsin.

5.122. t=50°C harorat va p=10^{-3} mm sim.ust. bosimda vodorod molekulalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li topilsin.

5.123. 0°C harorat va biror bosimda kislorod molekulalarning o'rtacha erkin yugurish yo'li $9{,}5\cdot10^{-8}$m ga teng. Agar o'zgarmas haroratda idishdagi

kislorodning bir qismini nasos bilan dastlabki bosimning 0,01 mm qismiga teng bo'lganga qadar so'rib olinsa, kislorod molekulalarning 1 sek dagi o'rtacha to'qnashishlar soni nimaga teng.

5.124. Ma'lum bir sharoitda gaz molekulalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li $1,6\cdot10^{-7}$ m ga teng va o'rtacha arifmetik tezligi esa 1,95 km/sek teng. Agar berilgan haroratda gazning bosimi 1,27 martta kamaytirilsa ugaz molekulalarining 1 sekdagi ortacha to'qnashishlar soni nimaga teng bo'ladi.

5.125. 100 sm^3 hajmli kolbada 0,5g azot bor shu sharoitda azot molekulalarning o'rtacha erkin yugurish yo'li topilsin.

5.126. Idishda zichligi ρ_1=1,7 kg m^3, shu sharoitda molekulalarning o'rtacha erkin yugurish yo'li λ =$7,9\cdot10^{-6}$ sm ga teng bo'lgan karbonat angidrid gazi bor. Karbonad angidrit gazi molekulalarining diametiri toipilsin.

5.127. 10^oC haroratga 1mm sim.ust. bosimda azot molekukakarning 2 ta ketma - ket to'qnashishlari orasidagi vaqt topilsin.

5.128. Idishdagi havo bosimi 10^{-6} mm sim.ust.gacha so'rib olingan. Bu holda havoning zichligi, idishning har bir sm^3 hajmidagi molekulalarining soni va molekulalarning o'rtacha erkin yugurish yo'li topilsin. Havo molekulasining diametirini $3\cdot10^{-8}$ sm va 1 kmol havo massasi μ= 29 kg/kmolga teng deb hisoblansin. Havo harorati 12^oC ga teng.

5.129. 15sm diametrli sferik idishdagi gazning molekulalari bir biri bilan to'qnashmasligi uchun bir sm^3 hajmda eng ko'pi bilan qancha molekula bo'lishi kerak? Gaz molekulalarning diametirini $3\cdot10^8$ sm ga teng, haroratni 0^oC ga teng deb olinsin.

5.130. Gazning molekulalari bir biri bilan to'qnashmasligi uchun diametri 1) 1sm,2) 10sm va 3) 100 sm bo'lgan sferik idishning ichida qanday bosim hosil qilish kerak, gaz molekulalarning diametirini $3\cdot10^{-8}$ sm ga gazning haroratini esa 0^oC ga teng deb olinsin.

5.131. Razryad nayida katod bilan anod orasi 15 sm ga teng. Elektronlar katoddan anodgacha bo'lgan yo'lda havoning molekulalari bilan to'qnashmasligi uchun razryad nayida qanday bosim hosil qilishi kerak? Harorat 27 ^oCga teng. Havo molekulalarning diametrini $3\cdot10^{-8}$ sm ga teng deb olinsin. Gazda elektronlarning o'rtacha erkin yugurish yo'li 5,7 marta katta.

5.132. 1 *l* hajmli sferik kolbada azot bor. Azotning zichligi qanday bo'lganda azot molekulalarning o'rtacha erkin yugurish yo'li idishning o'lchamidan katta bo'ladi.

5.133. Agar biror bir gaz molekulalarning o'rtach erkin yugurish yo'lini $5\cdot10^{-7}$ sm va o'rtacha kvadratik tezligi 500m sek bo'lsa shunday sharoitda gaz molekulasining 1 sekdagi o'rtacha toqnashishlar soni topilsin.

5.134. Agar normal sharoitda vodarod molekulalarning o'rtacha oshish yo'li $1,6^{-7}$ m ga teng bo'lsa shunday sharoitda vodorodning diffuziya koeffitsiyenti topilsin.

5.135. Normal sharoirda geliyning diffuziya koeffitsiyenti topilsin.

5.136. Vodorod diffuziya koeffitsiyentining o'zgarmas p=konst=1 atm bosimda haroratga bog'lanish girafigi 100° K< T <600^oK intervalda 100° oralatib chizilsin.

5.137. Agar yuzaga tik yo'nalishdagi azotning zichlik gradiyenti 1,26 kg/m^4 ga teng bo'lsa, diffuziya natijasida 100 sm^2 yuzdan 10 sek da o'tgan azotning miqdori topilsin. Azotning harorati 27 ^{0}C; azot molekulalarning o'rtacha erkin yugurish yo'li 10^{-5} sm.

5.138. A va B ikkita idish d=1 cm diametrli va *l*=1, 5 sm uzunlikdagi o'rtasida krani bo'lgan naycha bilan tutashtirilgan. Kran yopiq bo'lganda A idishdagi havoning bosimi p_1 ga teng; B idishdagi havo $p_2 << p_1$bosimgacha siyraklashtirilgan. Kran ochilgandan keyin birinchi sekund ichida A idishdan B idishga diffuziyalandan havoning miqdori topilsin. Ikkala idishdagi havoning harorati 17^0C ga va molekulaning diametri σ=3 angestrumga teng deb hisoblansin.

5.139. Agar geliyning 0^0C harorat va 760mm sim. ust.bosimda ichki ishqalanish koeffisenti (dinamik yopishqoqligi) $1,3\cdot10^{-4}$ g/sm·sek ga teng bo'lsa, shunday sharoitda geliy molekulalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li topilsin.

5.140. Agar normal sharoitda azotning diffuziya koeffitsiyenti 0,142 sm^2/sek ga teng bo'lsa, shunday sharoitda azotning ichki ishqalanish koeffitsiyenti topilsin.

5.141. Agar 0^0C haroratda kislorodning ichki ishqalanish koeffitsiyenti ή=18, $8\cdot10^{-6}$N·sek/m^2 ga teng bo'lsa, kislorod molekulasining diametri topilsin.

5.142. Azot ichki ishqalanish koeffitsiyentining haroratga bog'lanish grafigi 100^0K≤ T ≤ 600^0K intervalda 100^0dan oralatib, chizilsin.

5.143. 10^0C harorat va 760 mm sim.ust. bosimda havoning difuziya va ichki ishqalanish koeffitsiyentlari topilsin. Havo molekulasining diametrini $3\cdot10^{-10}$ m ga teng deb olinsin.

5.144. Kislorodning ichki ishqalanish koeffitsiyenti azotning ichki ishqalanish koeffitsiyentidan necha marta katta? Gazlarning haroratlari bir xil.

5.145. Ma'lum bir sharoitda vodorodning diffuziya va ishki ishqalanish koeffitsiyentlari mos ravishda D=1,42 sm^2/sek va η=$8,5\cdot10^{-6}$N·sek/m^2ga teng. Shunday sharoitda 1 m^3 hajmdagi vodorod molekulalarining soni topilsin.

5.146. Kislorodning diffuziya va ishki ishqalanish koeffitsiyentlari mos ravishda D=$1,22\cdot10^5$ m^2/sek va η=$1,95\cdot10^{-5}$kg/m·sek ga teng. Shunday sharoitda 1) kislorodning zichligi, 2) kislorod molekulalarining o'rtacha erkin yugurish yo'li va 3) molekulalarining o'rtacha arifmetik tezligi topilsin.

5.147. 0,3 mm diametrli yomg'ir tomchisi qanday eng katta tezlikka erisha oladi? Havo molekulasining diametric $3\cdot10^{-10}$ m ga, havoning harorati – 0^0C ga teng deb olinsin. Yomg'ir tomchisi uchun Stoks qonuni o'rinli deb hisoblansin.

5.148. Samolyot 360 km/soat tezlik bilan uchmoqda. Yopishqoqlik tufayli samolyot qanoti sirtidan 4 sm naridagi havo qatlami samolyotga ergashmaydi deb hisoblab, qanot sirtining har bir kvadrat metriga ta'sir qiluvchi urunma kuch topilsin. Havo molekulalarining diametrini $3\cdot10^{-8}$sm ga havoning haroratini 0^0C ga teng deb olinsin.

5.149. Ikkita koaksial silindrning oralig'idagi fazo gaz bilan to'ldirilgan. Silindrning radiuslari mos ravishda r=5sm va R=5,2 sm ga teng. Ichki silindrning balandligi esa h=25 sm ga teng. Tashqi slindr v=360 ayl/sek chastotaga mos tezlik bilan aylanadi. Ichki silindrning harakatsiz qolishligi uchun unga urunma ravishda $F=1{,}38\cdot10^{-9}$ N kuch qo'yilishi kerak. Birinchi yaqinlashishda bu holni yassi plastinkalar kabi qarab, tajribada berilaganlarga asosan silindrlar orasidagi gazning yopishqoqlik koeffitsiyenti topilsin.

5.150. Vodorodning ichki ishqalanish koeffitsiyentining $8{,}6\cdot10^{-6}$N·sek/m^2 ga tengligi ma'lum bo'lsa, shunday sharoitda uning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti topilsin.

5.151. 10 ^{0}C haroratda va 10^5 N/m^2 bosimda havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti topilsin. Havo molekulasining diametrini $3\cdot10^{-8}$ sm ga teng deb olinsin.

5.152. Vodorod issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentining haroratga bog'lanish grafigi $100^0K\leq T\leq600^0K$ intervalda 100^0dan oralatib chizilsin.

5.153. V=2 *l* hajmli idishda ikki atomli gazning $N=4\cdot10^{22}$ ta molekulasi bor. Gazning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti K=0,014 Vt/m·grad ga teng shunday sharoitda gazning difuziya koeffitsiyenti topilsin.

5.154. Bir xil harorat va bosimda karbonat angidrid gazi va azot berilgan. Bu gazlar uchun: 1) diffuziya 2) ichki ishqalanish va 3) issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyentlari nisbatlari topilsin. Bu gazlar molekulasining diametrlari bir xil deb hisoblansin.

5.155. D'yuar idishining devorlari orasidagi masofa 8 mm ga teng. Havosi so'rib olinayotganda qanday bosimdan boshlab, d'yuar idishining devorlari orasidagi havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti kamayib boradi. Havoning haroratini 17^0C ga, havo molekulasining diametrini $3\cdot10^{-7}$ mm ga teng deb olinsin.

5.156. Tashqi raduisi r_2=10 sm ichki radiusi r_1=9 sm va balandligi h=20 sm bo'lgan silindrik termos muz bilan to'ldirilgan. Muzning harorati 0^0C, tashqaridagi havoning harorati 20 ^{0}C teng. 1) termosning ichki devori orasidagi havoning bosimi eng ko'pi bilan qanday bo'lganda issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyyenti bosimga bog'liq bo'lib qolaveradi. Havo molekulasining

diametrini $3\cdot10^{-8}$ sm ga teng. Termos devorlari orasidagi havoning haroratini esa muz va tashqi muhit haroratlarining o'rtacha arifmetik qiymatiga teng deb olinsin.2) Bosim: a) 760 mm sim. ust. va b) 10^{-4} mm sim.ust. ga teng bo'lganda termos devorlari orasidagi havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti topilsin. (μ=29 kg/kilomol). 3) issiqlik o'tkazuvchanlik tufayli 9,5 sm o'rtacha radiusli termos yon sirtidan 1 min davomida qancha issiqlik miqdori o'tadi. Masala: a) 760sim. ust. va b) 10^{-4}sim. ust. bosimlar uchun yechilsin.

5.157. Deraza romlari orasidagi havoning issiqlik o'takazuvchanligi tufayli deraza orqali har bir soatda qancha issiqlik miqdori sarf bo'la boradi. Har bitta romning yuzi $4m^2$ga romlarning oralig'i esa 30sm ga teng. Binodagi harorat 18^0C tashqi muhitdagi harorat – 20^0C. Havo molekulalarining diametri $3\cdot10^{-8}$sm ga teng. Romlar orasidagi havoning haroratini binodagi va tashqi muhitdagi haroratning o'rtacha arifmetik qiymatiga teng deb olinsin. Bosim 760 mm sim.ustga teng.

5.158. Bir-biridan 1mm oraliqda bo'ldan ikkita plastinkalar orasida havo bor. Plastinkalar orasida $\Delta T = 1^o$ haroratlar farqi doimiy saqlanadi. Har bitta plastinkaning yuzi S=100 sm^2 ga teng. Issiqlik o'tkazuchanlik tufayli birinchi plastinkadan ikkinchisiga 10min davomida qancha issiqlik miqdori o'tadi. Havo normal sharoitda deb hisoblansin. Havo molekulalarning diametri $3\cdot10^{-10}$ m ga teng.

5.159. 3.10^5 N/m^2 bosimda bo'lgan 10^0C haroratli 10g kislorodni o'zgarmas bosimda isitish natijasida u kengayib, 10 *l* hajmni egallaydi. 1) gazning olgan issiqlik miqdori 2) gaz ichki energiyasining o'zgarishi 3) gaz kengayishida bajarilgan ish topilsin.

5.160. Harorati 27 ^{0}C bo'lgan 6,5 g vodorod p=const bosimda tashqaridan berilayotgan issiqlik hisobiga ikki marta kengaygan. 1) gazning kegayish ishi 2) gazning ichki energiyasining o'zgarish 3) gazga berilgan issiqlik miqdori topilsin.

5.151. Yopiq idishda 20 g azot va 32 g kislorod bor. Bu gaz aralashmasini 27^0ga sovutilganda uning ichki energiyasining o'zgarishi topilsin.

5.162. 2 kilomol karbonat angidrid gazi o'zgarmas bosimda 50^0ga isitilgan. 1) gaz ichki energiyasining o'zgarishi 2) kengayganda bajarilgan ish 3) gazga berilgan issiqlik miqdori topilsin.

5.163. Ikki atomli gazga 500 kal issiqlik berilganda u o'zgarmas bosimda kengaygan. Gazning kengayishda bajargan ishi topilsin.

5.164. 2 atomli gaz izobarik ravishda kengayganda 16 kGm ish bajarilgan. Gazga qancha issiqlik miqdori berilgan?

5.165. $2\cdot10^5$ N/m^2 bosim ostida berilgan 17 ^{0}C haroratli 5 *l* hajmni egallagan gaz isitilganda izobarik ravishda kengaygan. Bunda gazning kengayish ishi 20kGm ga teng bo'ldan. Gaz necha gradusda isitilgan?

5.166. 7 g karbonat angidrid gazi erkin kengaya olish sharoitida 10^0da isitilgan gazning kengayishida bajargan ishi va ichki energiyasining o'zgarishi topilsin.

5.167. Ko'p atomli 1 kilomol gaz erkin kengaya olish sharoitda 100^0ga isitilgan. 1) gazga berilgan issiqlik miqdori 2) gaz ichki energiyasining o'zgarishi 3) kengayishda bajarilgan ish topilsin.

5.168. Idishdagi porshen ostida 1 g azot bor. 1) azotni 10^0ga isitish uchun qancha issiqlik miqdori sarf qilish kerak? 2) bunda porshen qancha ko'tarilgan? Porshenning og'irligi 1 kGm, uning ko'ndalang kesim yuzasi 10sm^2. Porshen ustida normal sharoitda havo bor.

5.169. Idishdagi porshen ostida qaldiroq gaz bor. Qaldiroq gaz portlaganda uning ishki energiyasi 80,2 kal ga o'zgarganligi va porshenning 20 sm ko'tarilganligi ma'lum bo'lsa, bunda qancha issiqlik miqdori ajratilganligi topilsin. Porshenning og'irligi 2 kG, uning ko'ndalang kesim yuzasi 10 sm^2. Porshen ustida normal sharoitda havo bor?

5.170. 10,5g azot -23^0 C haroratda izotermik p_1=2,5 atm bosimdan p_2=1 atm bosimgacha kengayadi. Gazning kengayishda bajargan ishi topilsin.

5.171. 17^0C haroratli 10 g azot izotermik kengayganda 860 J ga teng ish bajargan. Azot kengayganda bosim necha marta o'zgargan?

5.172. Biror 10g gaz izotermik V_1 hajmdan $V_2=2V_1$ hajmgacha kengayganda 575 J ga teng ish bajargan. Bu haroratdagi gaz molekulasining o'ratacha kvadratik tezligi topilsin.

5.173. Normal sharoitda 1 *l* geliy tashqaridan olgan issiqlik hisobiga izotermik 2 *l* hajmgacha kengaygan. 1) Kengayishga gazning bajargan ishi, 2) gazga berilgan issiqlik miqdori topilsin.

5.174. 2 m^3 gaz izotermik kengayganda uning bosimi p_1=5at dan p_2=4 at gacha o'zgargan. Bunda bajarilgan ish topilsin.

5.175. 0^0C haroratdagi havo adiabatik V_1 hajmdan $V_2=2V_1$ hajmgacha kengaysa, u qanday haroratgacha soviydi?

5.176. 7,5 *l* kislorod adibatik 1 *l* hajmgacha siqilgan va siqilishning oxirida bosim 1,6.10^6 N/m^2 ga teng bo'lgan. Gazning siqilishigacha qanday bosimda bo'lgan.

5.177. Ichki yonuv dvigatelining silindridagi havo adibatik siqiladi va bunda uning bosimi p_1=1 atm dan p_2=35 atm gacha o'zgaradi. Havoning boshlang'ich harorati 40^0C . Havoning siqilgandan keyingi harorati topilsin.

5.178. Gaz adibatik kengayadi va bunda uning hajmi 2 barobar ortadi, harorati (absolut) esa 1,32 marta pasayadi. Bu gaz molekulasining erkinlik darajasi qanday?

5.179. 27^0C harorat va 2.10^6n/m^2 bosimda ikki atomli gaz adibatik V_1 hajmdan $V_2=0,5V_1$ hajmdacha siqiladi. Siqilgandan keyingi gazning harorati va bosimi topilsin.

5.180. Normal sharoitda idish porsheni ostida $10^{-4}m^3$ hajmda qaldiroq gaz bor. Gaz juda tez siqilganda alangalanadi. Gaz siqilganda bajargan ishi 4,73 kGm ga tengligi ma'lum bo'lsa, alangalangan qaldiroq gazning harorati topilsin.

5.181. Normal sharoitda idish porsheni ostida gaz bor. Idish tubidan porshengacha bo'lgan masofa 25sm ga teng. Porshenga 20 kG yuk qo'yilganda u 13,4sm pastga tushgan. Siqilishini adibatik hisoblab, berilgan gaz uchun $\frac{c\upsilon}{cV}$ nisbati topilsin. Porshenning ko'dalang kesim yuzi 10 sm ga teng; Porshenning og'irligi nazarga olinmasin.

5.182. Ikki atomli gaz p_1=0,5 atm bosimda V_1=0,5 *l* hajmni egallaydi. Gaz adibatik biror V_2 hajm va p_2 bosimgacha siqiladi, bundan keyin gaz V_2 o'garmas hajmda boshlang'ich haroratigacha sovitiladi. Bunda uning bosimi p_0 =1atm ga teng bo'lib qoladi. 1) bu jarayonning grafigi chizilsin. 2) V_2 hajm va p_2 bosim topilsin.

5.183. Gaz adiabatik kengayib, uning boismi ikki atm dan 1 atm gacha pasayadi. Keyin gaz o'zgarmas hajmda boshlang'ich haroratgacha isitiladi, bunda uning bosimi 1,22 atm gacha ko'tariladi. 1) bu gaz uchun $\frac{c_p}{c_V}$ nisbat topilsin. 2) bu jarayonning grafigi chizilsin.

5.184. Normal sharoitda 1 kilomol azot adibatik V_1 hajmdan $V_2=5V_1$ hajmgacha kengayadi. 1) gaz ichki energiyasining o'zgarishi, 2) kengayishda bajarilgan ish topilsin.

5.185. $1\cdot10^{-2}$ m^3 havoni $2\cdot10^{-3}$ m^3 hajmgacha siqish kerak. Gazni qanday siqish foydali: Adibatikmi yoki izotermikmi?

5.186. Bir kilomol gaz adibatik siqilganda 146 kJ ish bajarilgan. Siqilganda gazning harorati qanchagacha ortgan?

5.187. Ikki atomli gazning hajmi ikki barobar kengaytirilganda gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi necha marta kamayadi?

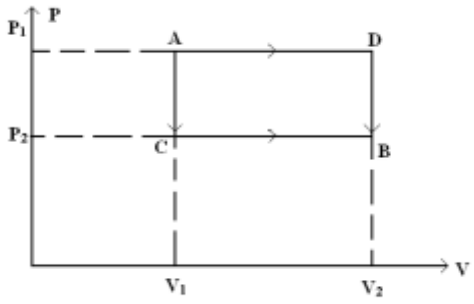
5.188. Normal sharoitda 10g kislorod $1,4\cdot10^3$ m^3 hajmgahca siqiladi. Kislorodning 1) izotermik, 2) adibatik siqilgandan keyingi bosimi va harorati topilsin. Bu hollarning har birida bajarilgan siqish ishi topilsin.

5.189 .40^0C haroratda va 750 mm sim. ust. bosimda 28 g azot 13 *l* hajmgacha siqilgan. Azotning: 1) izotermik, 2) adiabati siqilgandan keyingi harorati va bosimi topilsin.

5.190. Agar ikki atomli gazning bosimi ikki baravar kamaysa, gaz molekulalari erkin yugurish yo'lining uzunligi necha marta ortadi? Quyidagi hollar qarab chiqilsin: 1) gaz izotermik kengayadi 2) gaz adiabatik kengayadi.

5.191. Biri bir atomli, boshqasi 2 atomli har xil gazlar bir xil haroratda bo'lib, bir xil hajmni egallaydi. Gazning hajmi ikki marta kamayguncha adibatik siqilgan. Gazning qaysi biri ko'proq isiydi va necha marta?

5.192. 30^0C harorat va 1,5 atm bosimda bo'lgan 1 kg havo adiabatik kengayganda bosimi 1 atm gacha pasayadi. 1) kengayishining darajasi, 2) oxirgi harorati, 3) kengayaishda gazning bajargan ishi topilsin.



8-Rasm

5.193. Normal sharoitda 1 kilomol kislorodning hajmi $V=5V_0$ gacha kengaygan. Kengayish: 1) izotermik va 2) adiabatik holda sodir bo'lganida p=f(V) grafigi tuzilsin. p ning qiymatlari: V_0, $2V_0$, $3V_0$, $4V_0$, va $5V_0$ hajmlar ushun topilsin.

5.194. Qandaydir miqdordagi kislorod $t_1=27^0$C haroratda va $p_1=8{,}2\cdot10^5$ N/m^2 bosimda $V_1=3$ *l* hajmni egallaydi (8-rasm). Gaz ikkinchi holatda $V_2=4{,}5$ *l* va $p_2=6\cdot10^5$ N/m^2 parametrlarda ega. Gazning olgan issiqlik miqdori; kengayishda gazning bajargan ishi; gazning ichki energiyasining o'zgarichi topilsin. Masala quyidagi hollar uchun yechilsin: gaz bir holatdan ikkinchisiga: 1) ACB va 2) ADB yo'llar bilan o'tadi.

5.195. Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasi har bir siklga isitgichdan 600 kal issiqlik oladi. Isitgichning harorati 400^0K, sovutgichning harorati 300^oK. Mashinaning bir siklda bajargan ishi va bir siklda sovutgichga bergan issiqliq miqdori topilsin.

5.196. Ideal issiqlik mashinasi Karno sikli bo'yicha ishlaydi. Agar bir siklda 300kGm ga teng ish bajarilganligi va sovutgichga 3,2 kkal issiqlik berilgani ma'lum bo'lsa, siklning f.i.k. aniqlansin.

5.197. Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasi har bir siklda $7{,}35\cdot10^4$ J ish bajaradi. Isitgichning harorati 100^oC, sovutgichning harorati 0^oC. 1) mashinaning f.i.k., 2) mashinaning bir siklda isitgichdan olgan issiqlik miqdori, 3) bir siklda sovutgichda bergan issiqlik miqdori topilsin.

5.198. Ideal issiqlik mashinasi Karno sikli bo'yicha ishlaydi. Bunday isitgichdan olindan issiqlikning 80% i sovutgichga berilgan. Isitgichdan olindan issiqlik miqdori 1,5 kkal ga teng. 1) Siklning f.i.k., 2) to'la siklda bajarilgan ish topilsin.

5.199. Ideal issiqlik mashinasi boshlang'ich bosimi 7 atm bo'lgan va 127^oC haroratgacha isitilgan havo bilan Karno sikli bo'yicha ishlaydi. Havoning boshlang'ich hajmi $2\cdot10^{-3}$ m^3. Birinchi izotermik kengayishdan keyin havoning hajmi 5 *l* ga; adiabatik kengayishdan keyin hajmi 8 *l* ga teng bo'lgan. 1) Izoterma bilan adiabatalar kengayish nuqtasining koordinatalari, 2) siklining har bir qismida bajarilgan ish, 3) butun sikl davomida bajarilgan to'la ish, 4) siklning f.i.k., 5) Bir siklda isitgichdan olingan issiqlik miqdori, 6) bir siklda sovutgichga berilgan isiqlik miqdori topilsin.

5.200. Ideal gazning 1 kilomoli ikkita izoxora va ikkita izobaradan iborat yopiq sikilni bajaradi. Bunda gazning hajmi $V_1=25$m^3 dan $V_2=50$m^3 gacha va

bosimi p_1=1atm dan p_2=2atm gacha o'zgaradi. Bunday siklda bajarilgan ish hajmi izotermik kengaytirilganda ikki marta ortgan va izotermalari qarab chiqilayotgan siklning eng yuqori va eng past haroratlariga mos kelgan Karno sikli bo'yicha bajarilgan ishdan necha marta kichik.

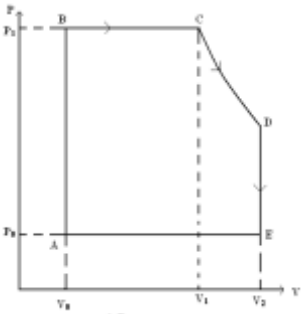
5.201. Teskari Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal issiqlik mashinasi har bir siklda $3{,}7\cdot10^4$ J ga teng ish bajaradi. Bunda mashina -10°C haroratli jismdan issiqlik olib +17°C haroratli jismga isiqlik beradi.1) siklning f.i.k. 2) bir siklda sovuq jismdan olingan isiqlik miqdori, 3) bir siklda issiq jismga berilgan isiqlik miqdori topilsin.

5.202. Ideal sovutish mashinasi teskari karno sikli bo'yicha issiqlik nasosidek ishlaydi. Bunda mashina 2 ^{0}C haroratli suvdan issiqlik oladi va uni 27 ^{0}C haroratli havoga beradi.1) biror vaqt oralig'ida havoga berilgan issiqlik miqdorini shuncha vaqtda suvdan olingan isiqlik miqdoriga bo'lgan nisbatidan iborat η_1 koeffitsiyent, 2) biror vaqt oralig'ida suvdan olingan issiqlik miqdorini shuncha vaqt oralig'da mashinaning ishlashi uchun sarflangan energiyaga bo'lgan nisbatidan iborat η_2 koeffitsiyent, 3) biror vaqt oralig'da mashinaning ishlasi uchun sarflangan energiyani shuncha vaqtda havoga berilgan isiqlik miqdoriga bolgan nisbatdan iborat η_3 koeffitsiyent topilsin. η_1, η_2, η_3 koeffitsiyentlarning o'zaro bog'lanishi topilsin.

5.203. Teskari Karno sikli bo'yicha ishlaydigan ideal sovutish mashinasi 0°C haroratdagi suvli sovutgichdan 100 °C haroratdagi suvli qaynatgichga isiqlik o'tkazadi. Qaynatgichda 1 kg suvni bug'ga aylantirish uchun sovutgichda qancha miqdor suvni muzlatish kerak?

5.204. Bino teskari Karno sikli bo'yicha ishlaydigan sovutish mashinasi yordamida isitiladi. Xonaning ma'lum miqdor o'tin yoqilgan pechkadan olgan issiqlik miqdori Q_o ni, o'shancha o'tinni iste'mol qiluvchi issiqlik mashinasi bilan ishlaydigan sovitish mashinasining xonaga bergan issiqlik miqdori Q_1 bilan solishtiring. Bu issiqlik dvigateli T_1=100^{0}C va T_2=0^{0}C haroratlar oralig'ida ishlaydi. Xonaning harorati doimo T_1=16^{0}C bo'lishi talab qilinadi. Atrofdagi havoning harorati T_2=-10°C.

5.205. Ideal bug' mashinasining ish sikli 9-rasmda tasvirlangan: a) V_0 o'zgarmas hajmda qozondan silindrga bug' kira boshlagach, bosim p_o dan p_1 gacha ko'tariladi (AB tarmoq); b) bug'ning bundan keyingi kirishi davomida porshen p_1 o'zgarmas bosimda chapdan o'ngga surila boradi (BC tarmoq); v) porshenning o'ngga surilishi davom qilganda bug'ning qozondan silindrga kirishi to'xtaydi va bug' adiabatik kengayadi (CD tarmoq); g) porshen o'zining o'ngdagi eng chekka vaziyatiga yetganda bug' silindrdan sovutgichga chiqadi – V_2 o'zgarmas hajmda bug'ning bosimi tezda p_o qiymatgacha pasayadi (DE tarmoq); d) porshen qaytayotganda p_o o'zgarmas bosimda qolgan bug'ni siqib chiqaradi, bunda hajm V_2 dan V_o gacha kichrayadi (EA tarmoq). Agar V_0=0,5 *l*,



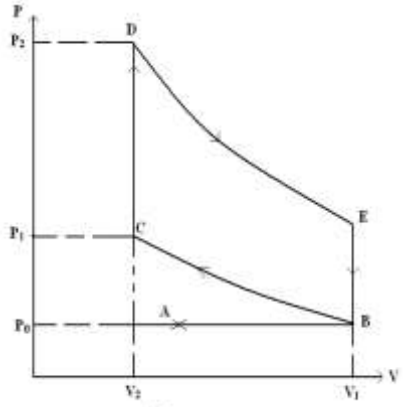
9-Rasm

V_1=1,5 *l*, V_2=3,0 *l*, p_0=1atm p_1=12atm va adiabataning darajasi 1,33 ga teng bo'lsa, bu mashinaning har bir siklda bajargan ishi topilsin.

5.206. Quvvati 14,7 kVt bo'ldan bug' mashina bir soat ishlaganda issiqlik berish qobiliyati $3{,}3\cdot10^7$J/kg bo'lgan ko'mirdan 8,1 kg sarf qiladi. Qozonning harorati 200 ^{0}C, sovutgichni harorati 58^{0}C. Mashinaning haqiqiy f.i.k. η_2 topilsin va uni o'shanday haroratlar oralig'ida Karno sikli bo'yicha ishlovchi mashinaning f.i.k. η_2 bilan solishtirilsin.

5.207. Quvvati 20 o.k. ga teng bo'ldan bug' mashinasi porshenining yuzi 200 sm^2, porshen yo'li esa *l*=45sm. Porshen o'z yo'lining uchdan bir qismiga surilganda BC izobarik jarayon hosil bo'ladi (9-rasm). V_0 hajm V_1 va V_2 hajmlarga nisbatan nazarga olinmasa ham bo'ladi. Qozondagi bug'ning bosimi 16atm, sovutgichdagi bug'ning bosimi esa 1atm. Agar adiabata ko'rsatkichi 0,5 ga teng bo'lsa, mashina 1min. davomida necha sikl bajaradi.

5.208. To'rt taktli karbyuratorli va gazli ichki yonuv divigatellarining ish sikli 10-rasmga tasvirlangan: a) porshenning birinchi yurishida (1 taktda) silindrga yoqilg'i so'riladi (karbyuratorli divigatellarida yoqilg'i sifatida havo bilan benzin bug'ining karbyuratorda tayyotlandan yoqilg'i aralashmasi ishlatiladi. Gaz dvigatellarida gazogenerator qurilmadan gaz-havo aralashmasi keladi). Bunda p_o=const bo'lib, hajm V_2 dan V_1 gacha kattalashadi. (AB tarmoq so'rish); b) porshenning ikkinchi yurishida (2 taktda) aralashma adiabatik V_1 dan V_2 gacha siqiladi (BC tarmoq - siqish); bunda harorat T_0 dan T_1 gacha ko'tariladi hamda bosim p_0 dan p_1 gacha ortadi; v) bundan keyin siqilgan aralashmani elektr uchqini yondirib yuboradi (portlatadi), bunda hajm o'zgarmagan holda (CD tarmoq) bosim p_1 dan p_2 gacha ortadi, harorat esa T_2 gacha ko'tarladi, g) porshenning uchinchi yurishida (3 takt) yoqilg'i adiabatik V_2 dan V_1 hajmdahcha kengayadi (DE tarmoq - ishchi yurish), harorat esa T_3 gacha pasayadi; d) porshenning eng chekka vaziyatda (E.nuqta) chiqarish klapani ochiladi va o'zgarmas hajmda bosim p_o gacha pasayadi (EB tarmoq); e)porshenning to'rtinchi yurishi (IV-takt)-izobarik siqish (BA tarmoq-chiqarish)da ishlab bo'lgan gaz siqilib chqariladi. Agar siqish koeffitsiyenti $\frac{V_1}{V_2}$ =5 va adiabata ko'rsatkichi 1,33 ga teng bo'lsa, siklning f.i.k. topilsin.



10-Rasm.

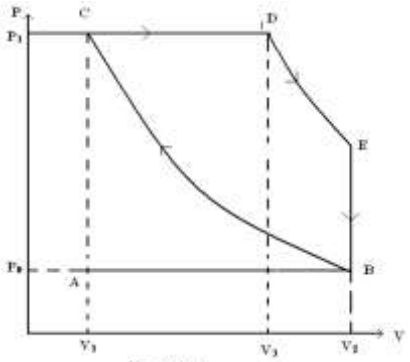
5.209. Karbyuratorli ichki yonuv dvigatelining silindridagi gaz politropik $V_2=\frac{1}{6}V_1$ hajmgacha siqiladi (siqish koeffitsiyenti 6 ga teng). Silindrdagi boshlang'ich bosim $9\cdot10^4$ N/m^2 va boshlang'ich harorat 127°C deb hisoblab,

siqishdan keyingi silindirdagi bosim va harorat topilsin. Politrop ko'rsatkichi 1,33 ga teng.

5.210. Karbyuratorli ichki yonuv dvigatelining silindridagi gaz politropik siqilgandan keyingi harorati 427^0C gacha ko'tarilgan. Gazning boshlang'ich harorati 140^oC, siqilish koeffitsiyenti 5,8. Politropik ko'rsatgichi nimaga teng.

5.211. Karbyuatorli ichki yonuv dvigatel silindrining diametiri 10sm, porshen yo'li 11 sm 1) gazning boshlangich bosimi 1 atm, boshlang'ich harorati 127^oC va siqishdan keyingi bosimi 10 atm bo'lganligi ma'lum bo'lsa, siqilish kamerasi qanday hajmga ega? 2) Siqishdan keyin kameraning harorati qanday? 3) Siqishda bajarilgan ish topilsin. Politrop ko'rsatkichi 1,3 ga teng.

5.212. Karbyuratorli ichki yonuv dvigatelning politrop ko'rsatgichi 1,33 ga, siqilish darajasi 1) $\frac{V_1}{V_2}$=4, 2) $\frac{V_1}{V_2}$=6, 3) $\frac{V_1}{V_2}$=8 ga teng bo'lsa, uning f. i. k. topilsin.



11 -Rasm

5.213. "Pobeda" avtomobilning karbyuratorli dvigateli har 1 o.k./soat ga eng kami bilan 265 g benzin sarf qiladi. Ishqalanish, issiqlik o'tkazuvchanlik va boshqalarga isrof bo'lgan benzinning miqdori topilsin. Siqilish koeffitsiyenti 6,2; benzinning issiqlik berish qobiliyati $4{,}6\cdot10^7$ *J/kg*. Politrop ko'rsatkichi 1,2 ga teng deb olinsin.

5.214. To'rt taktli Dizel dvigatelning ish sikli 11-rasmda tasvirlangan. a) AB tarmoq – silindrga (p_0=1 atm) havo so'riladi, BC tarmoq – havo $p_1$bosimgacha adiabatik siqiladi; v) siqish taktining oxirida silindir ichiga yoqilg'i purkaladi va u issiq havoda alangalanib ketadi, bunda porshen o'ng tomonga avval izobarik (CD tarmoq), keyin esa adiabatik (DE tarmoq) harakatlanadi; g) adiabatik kengayishning chiqarish kilpini ochilib bosim p_o ga kamayadi (EB tarmoq); d) porshen chap tomonga harakatlanganda aralashma silindrdan chiqarib tashlanadi (BA tarmoq). Dizel dvigatelning f.i.k. topilsin.

5.215. Dizel ichki yonuv dvegatelning adibatik siqish darajasi 16 ga va adiabatik kengayish darajasi 6,4 ga teng. Agar dvigatelning quvvati 50 o.k., politrop ko'rsatkichi 1,3 va neftning isiqlik berish qobiliyati $4{,}6\cdot10^7$ *J/kg* bo'lsa, dvigatel soatiga eng kamida qancha miqdorda neft sarf qiladi?

5.216. –20^oC dagi 10g muzning 100 ^{0}C li bug'ga aylanishidagi entropiyaning o'zgarishi topilsin.

5.217. 0 ^{o}C dagi 1g suvning 100^oC dagi bug'ga aylanishidagi entropiyaning o'zgarishi topilsin .

5.218. 0 ^{o}C dagi 1kg muz erigandagi entropiyaning o'zgarishi topilsin.

5.219. Erib turgan 640 g qo'rg'oshinni 0 ^{o}C dagi yuzga quyilgan. Bu jarayonda entropiyaning o'zgarishi topilsin.

5.220. 8 g kislorodning 80°C haroratdagi 10 *l* hajmdan 300°C haroratdagi 40 *l* hajmga o'tishida entropiyaning o'zgarishi topilsin .

5.221. 6 g vodorod $1{,}5\cdot10^5$ N/m^2 bosim va 20 *l* hajmdan $1\cdot10^5$ *N/m*^{2} bosim va 60 *l* hajmga o'tishida entropiyaning o'zgarishi topilsin.

5.222. 6,6 g vodorod o'z hajmi ikki baravar ortguncha izobarik kengayadi. Bunday kengayishda entropiyaning o'zgarishi topilsin.

5.223. 8 g geliyning V_1=10 *l* hajmda V_2=20 *l* hajmgacha izobarik kengayishida entropiyaning o'zgarishi topilsin.

5.224. 6 g vodorodning 10^5 N/m^2 bosimdan $0{,}5\cdot10^5$ N/m^2 bosimgacha izotermik kengayishida entropiya o'zgarishi topilsin.

5.225. 10,5 g azot V_1=2 *l* hajmdan V_2=5 *l* hajmgacha izotermik kengaygan. Bu jarayonda entropiyaning o'zgarishi topilsin.

5.226. 10 g kislorod t_1= 50°C dan t_2=150°C gacha isitilgan. Agar isitish 1) izoxorik va 2) izobarik bo'lsa, entropiyaning o'zgarishi topilsin.

5.227. 1 kmol 2 atomli gaz isitilganda uning absolyut harorati 1,5 marta oshgan. Agar gaz 1) izoxorik va 2) izobarik isitilsa, entropiyaning o'zgarishi topilsin.

5.228. 22 g azot isitilish natijasida uning absolyut harorati 1,2 marta organ, entropiyasi esa 4,19 J/grad ga ortgan bo'lsa, u qanday sharoitda isitilgan (o'zgarmas hajmdami yoki o'zgarmas bosimdami)?

5.229. Agar 5.194- masala shartidagi gaz A holatdan B holatga: 1) ACB yo'l bilan va 2) ADB yo'l bilan o'tganda entropiyaning o'zgarishi topilsin (8-rasmga qaralsin).

5.230. 0°C harorat va 2 kG/sm^2 bosimda 1 kub metr havo V_1 hajmdan V_2=2V_1 hajmgacha izotermik kengayadi. Bu jarayonda entropiyaning o'zgarishi topilsin.

5.231. Karno siklidagi ikkita adiabatalarning orasidagi qismda entropiyaning o'zgarishi 1 kkal/grad ga teng. Ikkita izotermalarning orasidagi haroratlarning farqi 100°C ga teng. Bu siklda qancha miqdor issiqlik ishga aylanadi?

6-§. Real gazlar

Real gazlar holat tenglamasi (Van-der-Vaals tenglamasi) bir kilomol uchun quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\left(p+\frac{a}{V_0^2}\right)(V_0-b)=RT_1,$$

bunda V_0 – bir kilomol gazning hajmi, *a* va *b* - har xil gazlar uchun turlicha bo'lgan o'zgarmas kattaliklar, *p* – bosim, *T* – absolyut harorat va *R* – gaz doimiysi.

Gazning ixtiyoriy M massasi uchun Van-der-Vaals tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\left(p+\frac{M^2}{\mu^2}\cdot\frac{a}{V^2}\right)\left(V-\frac{M}{\mu}b\right)=\frac{M}{\mu}RT,$$

bunda V – gazning umumiy hajmi, μ – bir kilomol gazning massasi.

Bu tenglamadagi $\frac{M^2a}{\mu^2V^2}=p_i$ - bosim, molekulalarning o'zaro ta'sir kuchiga bog'liqdir va $\frac{M}{\mu}b=V_i$ - hajm esa molekulalarning xususiy hajmiga bog'liqdir.

Berilgan gazga tegishli a ba b doimiylar shu gazning T_k – kritik harorati, p_k – kritik bosimi va V_{ok} – kritik hajmi bilan quyidagicha bog'langan:

$$V_{ok}=3\,\mathrm{b}, \qquad p_k=\frac{a}{27\,\mathrm{b}^2}, \qquad T_k=\frac{8\,\mathrm{a}}{27\,\mathrm{bR}}$$

Bu tenglamalarni a va b doimiylarga nisbatan yechish mumkin:

$$a=\frac{27T_k^2}{64p_k}, \qquad b=\frac{T_kR}{8p_k}.$$

Agar keltirilgan kattalikla rni kiritsak:

$$\tau=\frac{T}{T_k}, \quad \pi=\frac{p}{p_k}, \quad \omega=\frac{V_0}{V_{0k}}$$

Bu vaqtda Van-der-Vaals tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi (bir kilomol uchun):

$$\left(\pi+\frac{3}{\omega^2}\right)(3\omega-1)=8\tau\,.$$

6.1. Van-der-Vaals tenglamasidagi a va b doimiylarning SI sistemasidagi o'lchov birliklari topilsin.

6.2. Ba'zi bir gazlar uchun kritik kattaliklar T_k va p_k ning qiymatlarini bilgan holda (5-jadvalga qarang), shu gaz uchun Van-der-Vaals tenglamasidagi a va b doimiylar topilsin.

6.3. *2 atm* bosimda 820 sm^3 hajmdagi 2 *g* azotning harorati qanday bo'ladi? Gazni: 1) ideal va 2) real deb qaralsin.

6.4. 28 *atm* bosimda 90 sm^3 hajmdagi 3,5 *g* kislorodning harorati qanday bo'ladi? Gazni: 1) ideal va 2) real deb qaralsin.

6.5. 10^8 N/m^2 bosimda 10 *g* geliy 100 sm^3 hajmni egallaydi. Gazni: 1) ideal va 2) real deb hisoblab, uning harorati topilsin.

6.6. 100 ^{0}C haroratda 1 *kmol* karbonat angidrid gazi gazi berilgan. Gazni: 1) ideal va 2) real hisoblab, uning bosimi topilsin. Masalani: a) V_1=1m^3 va b) V_2 = 0,05 m^3 hajmlar uchun echilsin.

6.7. V = 0,5 m^3 hajmli yopiq idishda $3\cdot10^6$ N/m^2 bosimda 0,6 *kmol* karbonat angidrid gazi bor. Van-der-Vals tenglamasidan foydalanib, bosimni ikki marta ortirish uchun haroratni necha marta ortirish kerakligi topilsin.

6.8. t=27^{0}C haroratda va p = 10^7 N/m^2 bosimda 1 *kmol* kislorod bor. Berilgan sharoitda kislorodni real gaz deb hisoblab, gazning hajmi topilsin.

6.9. t=27^{0}C va $5\cdot10^6$ N/m^2 bosimda 1 *kmol* azot bor. Berilgan sharoitda azotni real gaz deb hisoblab, gazning hajmi topilsin.

6.10. Kislorod uchun kritik kattaliklar T_K va p_K ni ma'lum deb, kislorod molekulasining effektiv diametri topilsin.

6.11. Azot molekulasining effektiv diametrini ikki xil usul: 1) normal sharoitda berilgan o'rtacha erkin yugurish yo'li uzunligining $\lambda = 9{,}5\cdot10^{-6}$ *sm* qiymatidan, 2) Van-der-Vaals tenglamasidagi b doimiysining berilgan qiymatidan topilsin.

6.12. Normal sharoitda karbonat angidrid gazi molekulasining o'rtacha Erkin yugurish yo'lining uzunligi topilsin. Karbonat angidrid gazi uchun T_k kritik harorat va p_k kritik bosim ma'lum deb, uning molekulasining effektiv diametri hisoblansin.

6.13. t=17^{0}C haroratda va p = $1{,}5\cdot10^5$ N/m^2 bosimdagi geliy gazining diffusiya koeffitsiyenti topilsin. Geliy gazi uchun T_k va p_k ma'lum deb, atomning effektiv diametri hisoblansin.

6.14. Karbonat angidrig gazini: 1) ideal va 2) real hisoblab, uning bir kilomoli uchun 0^{0}C haroratda $p = f(V)$ izotermalari chizilsin. $m^3/kmol$ larda ifodalangan V hajmni real gaz uchun quyidagi qiymatlarda oling: 0,07; 0,08; 0,10; 0,12; 0,16; 0,18; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35 va 0,40; ideal gaz uchun esa $0{,}2 \le V \le 0{,}4$ $m^3/kmol$ intervalda olinsin.

6.15. Normal sharoitda bir kilomol gaz molekulalarining o'zaro ta'sir kuchidan hosil bo'lgan bosim topilsin. Bu gaz uchun kritik harorat va kritik bosim mos ravishda T_k = 417^0K va p_k = 76 *atm* ga teng.

6.16. Vodorod uchun molekulalarining o'zaro ta'sir kuchi juda kichik bo'lib, molekulalarning xususiy o'lchami asosiy rolni o'ynaydi. 1) Bunday yarim ideal gazning holat tenglamasi yozilsin. 2) Vodorod molekulalarining xususiy o'lchamini hisobga olmasdan, t = 0^{0}C haroratda va p = $2{,}8\cdot10^7$ N/m^2 bosimda biror hajmdagi vodorod molekulalarining sonini hisoblaganimizda yo'l qo'yiladigan xatolik topilsin.

6.17. 10 *l* hajmli idishda 27^{0}C haroratda 0,25 *kg* azot bor. 1) Molekulalarning o'zaro ta'siridan hosil bo'lgan bosim gaz bosimining qancha qismini tashkil qiladi? 2) Molekulalarning xususiy hajmi idish hajmining qancha qismini tashkil qiladi?

6.18. Ba'zi bir gazning 0,5 *kmoli* V_1 = 1 m^3 hajmni egallaydi. Gaz V_2 = 1,2 m^3 hajmgacha kengayganda, molekulalarining o'zaro ta'sir kuchiga qarshi

A = 580 *kGm* ga teng ish bajarilgan. Bu gaz uchun Van-der-Vaals tenglamasidagi *a* doimiy topilsin.

6.19. 20 *kg* azot bo'shliqda V_1 =1 m^3 hajmdan V_2 =2m^3 hajmgacha adiabatik kengayadi. Azotning Van-der-Vaals tenglamasidagi *a* doimiyni malum deb hisoblab (6.2-masalaning javobiga qarang), gazning bunday kengayishidagi haroratning pasayishi topilsin.

6.20. 0,5 *kmol* uch atomli gaz bo'shliqda V_1 = 0,5 m^3 hajmdan V_2 =3 m^3 hajmgacha adiabatik kengayadi. Bunda gazning harorati 12,2^0 ga pasaysa, Van-der – Vaals tenglamasidagi *a* doimiylik topilsin.

6.21. 1) a) 31^{0}C va b) 50^{0}C haroratda karbonat angidrid gazini suyuq karbonat kislotaga aylantirish uchun, unga qanday bosim berish kerak? 2) 1 *kg* suyuq karbonat kislota eng ko'pi bilan qanday hajmni egallaydi? 3) Suyuq karbonat kislota to'yingan bug'ining eng katta elastikligi qanday?

6.22. Suvning Van-der-Vaals tenglamasidagi *b* doimiyni ma'lum deb hisoblab (6.21-masalalaning javobiga qarang), kritik holatdagi suv bug'ining zichligi topilsin.

6.23. Geliy uchun kritik kattaliklar T_k va p_k ning qiymatlarini ma'lum deb hisoblab, kritik holatdagi geliyning zichligi topilsin.

6.24. 920 *atm* bosimda 1 *kmol* kislorod 0,056 m^3 hajmni egallaydi. Van-der-Vaals tenglamasidagi keltirilgan kattaliklardan foydalanib, gazning harorati topilsin.

6.25. t = -200^{0}C haroratda 1 *kmol* geliy V = 0,237 m^3 hajmni egallaydi. Van-der-Vaals tenglamasidagi keltirilgan kattaliklardan faydalanib, gazning bosimi topilsin.

6.26. Agar gazning hajmi va harorati bu kattaliklarning kritik qiymatidan ikki marta kattaligi ma'lum bo'lsa, gazning bosimi kritik bosimdan necha marta kattaligi topilsin.

7- §. To'yingan bug'lar va suyuqliklar

Absolyut namlik deb, havo tarkibidagi suv bug'ining porsial bosimiga aytiladi. Nisbiy namlik *w* deb, ma'lum haroratdagi absolyut namlikning shu haroratdagi havoni to'yintira oladigan suv bug'ining porsial bosimiga bo'lgan nisbatiga aytiladi.

Solishtirma bug'ga aylanish (bug'lanish) issiqligi *r* deb, o'zgarmas haroratda suyuqlikning massa birligini bug'ga aylantirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdoriga aytiladi.

Molekulyar bug'lanish issiqligi r_0 quyidagiga teng:

$$r_0=\mu r,$$

bunda μ – bir kilomolning massasi.

To'yingan bug' bosimi p_t ning haroratga bog'lanishi Klauzius – Klapeyron tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\frac{dp_t}{dT} = \frac{r_0}{T(V_b - V_s)}$$

bunda V_b – bir kmol bug'ning hajmi va V_s – bir kmol suyuqlikning hajmi.

Isitilganda suyuqlik hajmining nisbiy o'zgarishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\frac{\Delta V}{V} = \beta \Delta t$$

bunda β – hajm kengayish koeffitsiyenti.

Bosim o'zgarganda suyuqlik hajmining nisbiy o'zgarishi

$$\frac{\Delta V}{V} = -k\Delta p$$

ga teng, bunda k – siqilish koeffitsiyenti.

Sirt taranglik koeffitsiyenti α suyuqlik sirt pardasi chegarasining uzunlik birligiga qo'yilgan kuchga miqdor jihatdan teng ya'ni:

$$\alpha = \frac{F}{l}.$$

Suyuqlik sirt pardasining yuzi ΔS ga o'zgarganda

$$\Delta A = \alpha \cdot \Delta S$$

ga teng ish bajaradi.

Suyuqlik sirtining egriligidan vujudga kelgan qo'shimcha bosim Laplas formulasidan aniqlanadi:

$$\Delta\rho = \alpha\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right),$$

bunda R_1 va R_2 – suyuqlik sirtining ikkita o'zaro perpendikulyar kesimlarining egrilik radiuslari. Egrilik markazi suyuqlikning ichida (qavariq menisk) bo'lganda R radiys musbat va, aksincha, egrilik markazi suyuqlikdan tashqarida (botiq menisk) bo'lganda R radius manfiy hisoblanadi.

Suyuqlikning kapillyar naychada ko'tarilish balandligi

$$h = \frac{2\alpha \cdot \cos\theta}{r \cdot \rho \cdot g}$$

ga teng, bunda r – naychaning radiysi, ρ – suyuqlikning zichligi va θ – chetki burchak. Absolyut ho'llashda θ=0, absoyut ho'llanmaslikda esa θ=π.

Yassi sirt ustidagi ρ_0 bosimga nisbatan botiq sirt ustida to'yingan bug'ning ρ_1 bosimi kam, qavariq sirt ustida esa katta bo'ladi. Bu qo'shimcha bosim quyidagiga teng:

$$\Delta p = p_1 - p_0 = \pm \frac{2\alpha\rho_0}{\rho R},$$

bunda ρ – suyuqlikning zichligi, ρ_0 – suyuqlikning to'yingan bug'i zichligi va R – suyuqlik sirtining egrilik radiysi.

Eritmaning p osmotik bosimi va T absolyut haroratining o'zaro bog'lanishi Vant – Goff formulasi bilan ifodalanadi:

$$p=CRT,$$

bunda R – gaz doimiysi va $C=\frac{M}{\mu V}$ - eritmaning birlik hajmida erigan moddaning kilomollar soni (eritmaning molyar konsentratsiyasi).

Moddaning molekulalari dissotsiatsiyalanmagan eritma uchun molyar konsentratsiya

$$C = \frac{M}{\mu V} = \frac{N}{N_0}$$

ga teng, bunda N_0 – Avogadro soni va N – birlik hajmda erigan modda molekulalarining soni.

Molekulalar dissotsiatsiyalanganda birlik hajmdagi zarrachalar sonining ko'p bo'lishi osmotik bosimning ortishiga sabab bo'ladi.

Eritma ustidagi to'yingan bug'ning bosimi sof erituvchi ustidagi bug'ning bosimidan kam bo'ladi. Eritmaning konsentratsiyasi yetarlicha kam bo'lganda, eritma ustidagi to'yingan bug' bosimining nisbiy kamayishi Raul qonunidan aniqlanadi:

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = \frac{z'}{z + z'},$$

bunda p_0 – sof erituvchining ustidagi to'yingan bug'ning bosimi, p – eritmaning ustidagi to'yingan bug'ning bosimi, ź – eritilgan moddaning kilomollar soni va z – suyuqlikning kilomollar soni. Suyuqliklarning yupishqoqlik (ichki ishqalanish) hodisasiga tegishli masalalar I bobning 4-§ida berilgan.

7.1. 1V jadvalda turli haroratda fazoni to'yintiruvchi suv bug'ining elastikligi berilgan. Bu ma'lumotlarga asoslanib, turli haroratlarda 1 m^3 havoni to'yintiruvchi suv bug'i miqdori uchun jadvalni qanday tuzish kerak? Misol uchun 50^0C haroratda 1 m^3 havodagi to'yingan suv bug'ining miqdori hisoblansin.

7.2. 50^0 C haroratda to'yingan suv bug'ining zichligi topilsin.

7.3. To'yingan suv bug'ining zichligi 16^0C haroratli suvning zichligidan necha marta kam?

7.4. 200 ^{0}C haroratda to'yingan suv bug'ining zichligi 100 ^{0}C haroratdagi to'yingan suv bug'ining zichligidan necha marta ortiq?

7.5. Yoz kunida nisbiy namligi 75 % va harorati 30^0C bo'lgan 1 m^3 havodagi suv bug'ining og'irligi qancha?

7.6. V = 1 m^3 yopiq hajmdagi havoning 20^0C haroratda nisbiy namligi 60%. Bu hajmdagi bug'ining to'yinishi uchun yana qancha suv bug'lanishi kerak?

7.7. Harorati 18^0C va nisbiy namligi 50% bo'lgan xonada metall choynakka sovuq suv solingan. Suvning harorati qanday bo'lganda choynak terlamay qoladi?

7.8. 30^0C haroratda to'yingan suv bug'ining 1 sm^3 hajmidagi molekulalar soni topilsin.

7.9. 50^0C haroratda 0,5 g suv bug'i 10 *l* hajmni egallaydi. 1) Bunda nisbiy namlik qanday bo'ladi? 2) Agar hajmni ikki marta izotermik kamaytirilsa, bug'ining qanday miqdori kondensatsiyalanadi?

7.10. Boshlang'ich harorati 20^0S hajmi 1 *l* bo'lgan Vilson kamerasida suv bug'i bilan to'yingan havo bor. Porshen harakatlanganda kameraning hajmi 1,25 marta kengaygan. Kengayish adiabatik hisoblansin, shu bilan birga X= $\frac{S_p}{S_v}$ =1,4 deb qabul qilinsin. 1) Kengayishga qadar suv bug'ining bosimi; 2) kengayishga qadar kameradagi bug'ining miqdori; 3) kengayishga qadar suv bug'ining zichligi; 4) kengayishdan keyingi bug'ning harorati (bug'ning kondensatsiyalanishida ajralib chiqqan issiqlik hisobiga haroratning o'zgarish nazarga olinmasin); 5) kondensatsiyalanib suvga aylangan bug'ning miqdori topilsin; 6)kondensatsiyalangandan keyingi suv bug'ining zichligi; 7) o'ta to'yinish darajasi, ya'ni kengayishdan keyingi (lekin kondensatsiyalanishgacha) suv bug'i zichligining kondensatsiyalangandan keyingi haroratda fazoni to'yintiruvchi suv bug'ining zichligiga nisbati topilsin.

7.11. Normal sharoitda suvning suyuq va bug'simon holatidagi solishtirma hajmlari topilsin.

7.12. Termodinamikaning birinchi qonunidan hamda V va VI jadvalda berilganlardan foydalanib 200 ^{0}C haroratda suvning solishtirma bug'lanish issiqligi topilsin. Suv uchun kritik harorat T_k= 647 ^{0}K va kritik bosim p_k=217 atm. VII jadvalda berilganlarga asosan olingan natijalarning to'g'riligini tekshiring.

7.13. 100^0C haroratda suvning solishtirma bug'lanish issiqligining qancha qismi sistemaning ichki energiyasini orttirishga sarf bo'ladi?

7.14. 77^0C haroratda benzol (C_6H_6)ning solishtirma bug'lanish issiqligi 95 kal/g ga teng. Shu haroratda bug'langan 20g benzol ichki energiyasining o'zgarishi nimaga teng?

7.15. Klapeyron-Klauzius tenglamasidan va VI jadvalda berilganlardan foydalanib, 5^0C haroratdagi suvning solishtirma bug'lanish issiqligi topilsin. VII jadvalda berilganlarga asosan olingan natijaning to'g'riligini tekshiring.

7.16. t_1=100^0C va t_2=120^0C haroratlarda to'yingan simob bug'ining elastikligi mos ravishda p_1=0,28 mm sim.ust. va p_2=0,76 mm sim. ust. ga teng.

Shu haroratlar oraligida simobning solishtirma bug'lanish issiqligining o'rtacha qiymati topilsin.

7.17. P_1=1 atm bosimda benzol (C_6H_6)ning qaynash harorati 80,2^{0}C ga teng. Agar 75,6 ^{0}C dan 80,2 ^{0}Cgacha bo'lgan harorat intervalida benzolning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imi $4\cdot10^5$j/kg ga teng bo'lsa, 75,6^{0}S haroratda benzol to'yingan bug'ining bosimi topilsin.

7.18. Etil spirti (C_2H_5OH) to'yingan bug'ining bosimi 40^{0}C haroratda 133 mm.sim.ust. ga teng, 68^{0}C haroratda esa 509 mm sim ust. ga teng. Harorati 50^{0}C bo'lgan 1g etil spirti bug'langanda entropiyaning uzgarishi topilsin.

7.19. 50^{0}C haroratda bo'lgan biror suyuqlikning 1kmoli bug'langanda entropiyaning o'zgarishi 133 J/grad ga teng. 50^{0}C haroratda bu suyuqlik to'yingan bug'ining elastikligi 92,5 mm sim.ust. ga teng. Harorat 50^{0}C dan 51^{0}C gacha o'zgarganda, bu suyuqlik to'yingan bug'ining bosimi qancha o'zgaradi?

7.20. Simob tutgichsiz ishlayotgan, sovitgichidagi suvining harorati 15^{0}C bo'lgan simobli duffuzion nasos yordamida idishdagi havoning eng kami qanday bosimgacha so'rib olish mumkin? 0^{0}S haroratda simob to'yingan bug'ining elastikligi $1,6\cdot10^{-4}$ mm. sim.ustiga teng va 0-15^{0}C harorat oraligida simobning solishtirma bug'lanish issiqligi 75,6 kal/g ga teng deb olinsin.

7.21. 0^{0}C haroratda simobning zichligi 13,6 g/sm^3 ga tengligini bilgan holda, 300^{0}C haroratdagi zichligi topilsin. Simobning hajm kengayish koeffitsiyentini doimiy hisoblab, uning berilgan haroratda o'rtacha qiymatini $1,85\cdot10^{-4}$ grad^{-1} ga teng deb olinsin.

7.22. 100^{0}C haroratda simobning zichligi 13,4 g/sm^3 ga teng. Qanday haroratda simobning zichligi 13,1g/sm^3 ga teng bo'ladi? Simobning hajm kengayish koeffitsiyenitni $1,8\cdot10^{-4}$ grad^{-1} ga teng olinsin.

7.23. Agar suvning yuzidagi zichligi 1030 kg/m^3 ga teng bo'lsa, uning siqilish koeffitsiyentining o'rtacha qiymatini $4,8\cdot10^{-5}$ atm ga teng hisoblab, 5 km chuqurlikdagi dengiz suvining zichligi topilsin. Dengiz suvining gidrostatik bosimini hisoblashda, uning zichligi taxminan suvning yuzidagi zichligiga teng deb qabul qilinsin .

7.24. 0^{0}C haroratda benzolning siqilish koeffitsiyenti $9\cdot10^{-5}$ atm^{-1} ga; hajm kengayish koeffitsiyenti esa $1,24\cdot10^{-3}$ grad^{-1} ga teng. Benzolni 1^{0}C ga isitganda uning hajmi o'zgarmasligi uchun tashqi bosim qanday bo'lishi kerak?

7.25. Simobning hajm kengayish koeffitsiyenti $\beta=1,82\cdot10^{-4}$ grad^{-1} ga teng. Simobni 1^{0}S isitilganda uning hajmi o'zgarmasligi uchun tashqi bosim 47 atm ga orttirilgan bo'lsa simobning siqilish koeffitsiyenti topilsin.

7.26. Agar simob solingan tutash idishning chap nayida harorat 0 ^{0}C da saqlanib, o'ng nayi esa 100^{0}C ga isitilgan bo'lsa naylardagi simob sathi balandliklarining farqi topilsin. Chap naydagi simobning balandligi 90 sm. Simobning hajm kengayish koeffitsiyentini $1,82\cdot10^{-4}$grad^{-1} ga teng deb olinsin. Jismining kengayishi hisobga olinmasin.

7.27. Balandligi *l*=10 sm bo'lgan shisha idishga simob solingan.t=20^{0}C haroratda simobning sathi idish og'zidan h=1 mm pastda bo'lgan. Simob idishdan toshib ketmasligi uchun, uni necha gradusgacha isitish mumkin? Simobning hajm kengayish koeffitsiyentini $\beta=1{,}82\cdot10^{-4}$ grad^{-1} ga teng deb olinsin. Shishaning kengayishi nazarga olinmasin.

7.28. 0^{0}C haroratda simob bilan limmo-lim to'latilgan shisha idishning og'irligi 1kG. Bo'sh shisha idishning og'irligi 0,1 kG ga teng. Shishaning kengayishining hisobga olmasdan, 100^{0}C haroratda idishga joylashgan simobning miqdori topilsin. Simobning hajm kengayish koeffitsiyentini $1{,}8\cdot10^{-4}$ grad^{-1} ga teng deb olinsin.

7.29 Oldingi masalani shishaning kengayishini hisobga olmagan holda yechilsin. Shishaning hajm kengayish koeffitsiyentini $3\cdot10^{-5}$ grad^{-1} ga teng deb olinsin.

7.30. Shisha idish 0^{0}C haroratda suyuq moy bilan limmo-lim to'ldirilgan. Idish 100^{0}C haroratgacha isitilganda, idishdagi moyning 6% toshib ketgan. Shishaning hajm kengayish koeffitsiyentini $\beta=3\cdot10^{-5}$ grad^{-1} ga teng deb olib, moyning hajm kengayish koeffitsiyenti β_x topilsin.

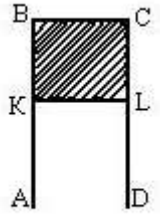
7.31. Agar oldingi masala shartida shishaning kengayishini hisobga olmasdan, moyning hajm kengayishi topilsa, qanday nisbiy xatolikka yo'l qo'yiladi?

7.32. Binoning harorati 37^{0}C ga va atmosfera bosimi 760 mm sim. ust. ga teng. Bu binodagi simobli barometr qanday bosimni (mm.sim.ust.larida) ko'rsatadi? Simobning kengayishiga nisbatan shishaning kengayishini juda kichik deb hisoblansin. Simobning kengayish koeffitsiyentini $1{,}82\cdot10^{-4}$grad^{-1}ga teng deb olinsin.

7.33. 1) Balandligi h=10 mm, ichki diametri d_1= 50 mm va tashqi diametri d_2=52 mm bo'lgan gorizontal alyuminiy halqani suv sirtidan ajratish uchun, uni qanday kuch bilan yuqoriga tortish kerak? 2) Sirt taranglik kuchi topilgan kuchning qancha qismini tashkil qiladi?

7.34. Ichki diametri 25 mm va tashqi diametri 26 mm halqa deformatsiya koeffitsiyenti 10^{-4} kG/mm^{2}ga teng prujinachaga osilgan va halqa suyuqlik sirtiga tegib turadi. Suyuqlik sirti asta-sekin pastga tushirila borilib, prujina 5,3 mm ga cho'zilganda halqa suyuqlikdan ajralgan. Suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti topilsin.

7.35. ABCD ramkadagi qo'zgaluvchan KL sim sovun pardasini tarang tortib turadi (12-rasm). 1) KL siljiydigan mis sim muvozanatda bo'lishi uchun, uning diametri qanday bo'lishi kerak? 2) Siljiydigan KL sim 1 sm siljiganda $4{,}5\cdot10^{-5}$ j ga teng ish bajarilgan bo'lsa, uning *l*-uzunligi topilsin.



12-rasm

7.36. Ichki diametri 2 mm bo'lgan vertikal truba orqali idishdagi spirt tomib turadi. Trubadan har 1 sekundda bir tomchidan tushib turadi deb, 10 g spirtning qancha vaqtda to'kilib

bo'lishini toping. Tomchining uziladigan joydagi diametrini trubaning ichki diametriga teng deb olinsin.

7.37. Ichki diametri d=3 mm bo’lgan vertikal truba orqali idishdagi suv tomib turadi. Suv $t_1=100^0C$ dan $t_2=20^0C$ gacha sovuganda, har bir tomchining og’irligi $\Delta P=13,5\cdot10^{-6}$ kG ga o'zgargan 20^0C haroratda suvning sirt taranglik koeffitsiyentini bilgan holda, 100^0C haroratdagi suvning sirt taranglik koeffitsiyenti topilsin. Tomchining uziladigan joyining diametri trubaning ichki diametriga teng deb olinsin.

7.38. Vertikal mahkamlangan 1 mm diametrli qo’rg’oshin simning pastki uchidan eritilganda 20 ta qo’rg’oshin tomchisi hosil bo’lgan. Sim qancha qisqargan? Suyuq qo’rg’oshining sitr taranglik koeffitsiyenti 0,47 N/m ga teng. Tomchining uziladigan joyining diametrini simning diametriga teng deb olinsin.

7.39. Ichki radiusi r=1 mm bo’lgan vertikal trubadan suv tomadi. Tomchinimng uzilish vaqtidagi radiusi topilsin. Tomchini sferik deb hisoblansin. Tomchining uziladigan joyining diametrini trubaning diametriga teng deb olinsin.

7.40. Har birining radiusi 1 mm bo’lgan ikkita simob tomchisining qo'shilishidan hosil bo’lgan tomchi necha gradusga isiydi?

7.41. Radiusi 3 mm bo’lgan simobning sferik tomchisini bir xil ikkita tomchiga ajratish uchun uning sirt taranglik kuchiga qarshi qancha ish bajarish kerak?

7.42. Radiusi 1 sm bo’lgan sovun pufagining hajmini ikki barobar ortirish uchun, uning sirt taranglik kuchiga qarshi qancha ish bajarish kerak? Sovun eritmasining sirt taranglik koeffitsiyentini $43\cdot10^{-3}$ N/m ga teng deb olinsin.

7.43. 4 sm diametrli sovun pufagini (α= 0,043 n/m) hosil qilish uchun, uning sirt taranglik kuchiga qarshi qancha ish bajarish kerak?

7.44. Suv sirtidan h=20 sm chuqurlikda bo’lgan d=0,01 mm diametri havo pufakchadagi havoning bosimi (mm. sim. ust. larida) aniqlansin. Tashqi bosim p_1=765 mm sim.ust. ga teng.

7.45. Sovun pufagining ichidagi havoning bosimi atmosfera bosimidan 1mm sim ust. ga katta. Pufakning diametri nimaga teng? Sovun eritmasining sirt taranglik koeffitsiyentini 0,043 N/m ga teng deb olinsin.

7.46. Havo pufagi suv sitridan qanday chuqurlikda bo’lganda, undagi havoning zichligi 2 kg/m^3 ga teng bo'ladi? Pufakning diametri 0,015 mm, harorati 20^0S va atmosfera bosimi 760 mm. sim.ust. ga teng.

7.47. Suv sirtidan 5 m chuqurlikda bo’lgan havo pufagidagi havoning zichligi atmosfera ostidagi zichligidan (birday haroratda) necha marta katta? Pufakning radiusi $5\cdot10^{-4}$ mm.

7.48. Simobli idishning ichiga ichki diametri d=3 mm bo’lgan ikki uchi ochiq kapillyar naycha tushirilgan. Idishdagi va kapillyar naychadagi simob

sathi balandliklarining farqi Δh=3,7mm. Kapillyar naychadagi simob meniskining egrilik radiusi nimaga teng?

7.49 Suvli idishga diametri d=1 mm bo'lgan, ikki uchi ochiq kapillyar naycha tushirilgan. Idishdagi va kapillyar naychadagi suv sathi balandliklarining farqi Δh=2,8 sm ga teng. 1) Kapillyar naychadagi suv meniskining egrilik radiusi nimaga teng? 2) Agar suv to'la ho'llovchi bo'lganda, idishdagi va kapillyar naychadagi suv suv sathi balandliklarining farqi nimaga teng bo'lardi?

7.50. Ichki diametri d=1mm bo'lgan kapillyar naychada benzol qanday balandlikka ko'tariladi? Benzol to'la ho'llovchi deb hisoblansin.

7.51. Suv to'la ho'llovchi bo'lganda kapillyarda 2sm ko'tarilishi uchun, kapillyar naychaning ichki diametri qanday bo'lishi kerak? Masala kapillyar naycha: 1) Yerda va 2) Oyda bo'lgan hollari uchun yechilsin.

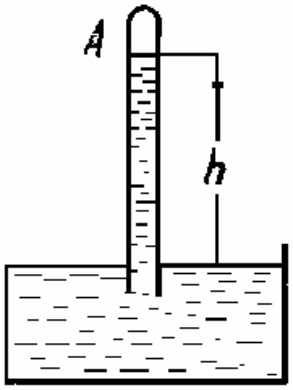
7.52. Diametrlari d_1=1 mm va d_2=2 mm bo'lgan tutash kapillyar naychadagi simob sathi balandliklarning farqi topilsin. Simob to'la ho'llamovchi deb hisoblansin.

7.53. Kerosinkada uning gorelkasiga kerosin ko'tarilishi uchun (h=10 sm ga) kerosinka piligidagi teshikchalarning diametri eng ko'pi bilan qanday bo'lishi kerak? Pilikdagi teshikchalarni tsilindrik naychalar va to'la ho'llanuvchi deb qaralsin.

7.54. Ichki diametri 2 mm bo'lgan kapillyar naycha suyuqlikka tushirilgan. Kapillyar naychada ko'tarilgan suyuqlikning og'irligi $9\cdot10^{-5}$ kG bo'lsa suyuqlikning sirt taranglik koeffitsiyenti topilsin.

7.55. Ichki radiusi r=0,16 mm bo'lgan kapillyar naycha suvli idishga vertikal ravishda tushirilgan. Kapillyar naychadagi va keng idishdagi suv sathi balandliklari bir xil bo'lishi uchun, kapillyar naychadagi suv ustidagi havoning bosimi qanday bo'lishi kerak? Tashgqi bosim p_0=760 mm sim. ust. ga teng. Suv to'la ho'llovchi deb hisoblansin.

7.56. Kapillyar naycha suvli idishga vertikal ravishda tushirilgan. Naychaning yuqori uchi kavsharlangan. Naychadagi va keng idishdagi suv sathi balandliklari bir xil bo'lishi uchun, naycha uzunligining 1,5 % inigina suvga tushirishga to'g'ri kelgan. Naychaning ichki radiusi nimaga teng? Tashqi bosim 750 mm.sim.ust. ga teng. Suvni to'la ho'llovchi deb hisoblansin.



13-rasm

7.57. Simob to'lg'izilgan (13-rasm) barometrik A nayning ichki diametri: a) 5mm; b) 1,5 sm ga teng. Simob ustunining balandligiga qarab atmosfera bosimini bevosita topish mumkinmi? Agar atmosfera bosimi p_0=758 mm sim.ust. bo'lsa bu hollarning har birida simob ustunining

balandliklari topilsin. Simobni to'la ho'llamovchi deb hisoblansin.

7.58. Barometrik naychaning ichki diametri 0,75 sm ga teng. Atmosfera bosimi simob ustunining balandligi orqali aniqlanganda qanday tuzatma kiritish kerak? Simobni to'la ho'llamovchi deb hisoblansin.

7.59. Barometrik naychaning ichki diametri; 1) 5mm, 2)10mm ga teng bo’lganda, atmosfera bosimi simob ustunining balandligi orqali hisoblaganda 760 mm sim.ust.ga teng bo’lsa, qanday nisbiy xatolikka yo'l qo'yilgan bo'ladi? Simobni to'la ho'llamovchi deb hisoblansin.

7.60. Suvning sirtiga moylangan (suvda to'la ho'llanmaydigan) po'lat igna qo'yilgan. Igna suvda cho'kmasdan suzib yurishi uchun, uning diametri eng ko'pi bilan qanday bo'lishi kerak?

7.61. Diametri 1 mm bo’lgan moylangan (suvda to'la ho'llanmaydigan) platina sim suvning sirtida cho'kmasdan so'zib yuradimi?

7.62. Simob solingan idishning tubida teshigi bo'lib, simob ustunining balandligi 3 sm ga teng bo’lganda idishdagi simob oqib ketmasligi uchun, teshikning diametri eng ko'pi bilan qanday bo'lishi kerak?

7.63. Kesim yuzi S=30 sm^2 bo’lgan shisha idishning tubida d=0,5mm diametrli teshik bo'lib, unga simob qo'yiladi. Idishda qancha miqdorda simob qoladi?

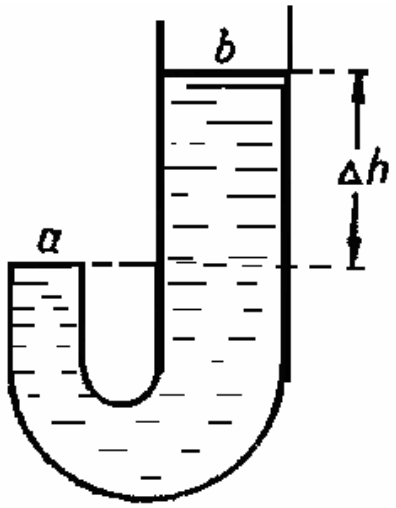
7.64. Suv o'rgimchagi suvning sirtida yugurib harakatlanmoqda. O'rgimchakning sakkizta oyog’idan har birining ostida radiusi 0,1mm ga teng yarim sferadan iborat chuqurcha hosil bo’lsa, o'rgimchakning og’irligi qanchaga teng?

7.65. Ulchamlari 9 x 12 sm bo’lgan ikkita ho'llangan fotoplastinkani bir-biridan (surmasdan) ajratish uchun qanday kuch qo'yish kerak? Plastinkalar orasidagi suv qatlamining qalinligi 0,05mm ga teng va to'la ho'llanish deb hisoblansin.

7.66. Bir-biridan 0,25 mm masofada joylashgan ikkita vertikal yassi-parallel shisha plastinkalarning orasiga suyuqlik quyilgan. Agar plastinkalar orasidagi suyuqlik 3,1 sm ga ko'tarilganligi ma'lum bo’lsa, suyuo'likning zichligi topilsin (α=30 dina/sm). Suyuqlik to'la ho'llovchi deb hisoblansin.

7.67. Ikkita gorizontal yassi-parallel shisha plastinkalar orasida 5 g simob joylashgan bo'lib, yuqorigi plastinkaning ustiga 5kG yuk qo'yilganda plastinkalarning oraligi 0,087 mm ga teng bo'lib qolgan. Yukka nisbatan simobning og’irligini nazarga olmasdan, simobning sirt taranglik koeffitsiyenti topilsin. Simobni to'la ho'llamovchi deb hisoblansin.

7.68. Ochiq kapillyar naychada bir tomchi suv bor. Kapillyar naycha vertikal holda turganda tomchi: 1) 2 sm, 2) 4 sm va 3) 2,98 sm uzunlikdagi suv ustun hosil qiladi. Kapillyar naychaning ichki diametri 1 mm ga teng. Bu hollarning har birida yuqorigi va pastki menisklarning egrilik radiuslari topilsin. Suv to'la ho'llovchi deb hisoblansin.



14-rasm

7.69. Diametri d=2 mm bo'lgan gorizontal kapillyar naychaga h=10 sm uzunlikdagi suv ustunchasi hosil bo'lguncha suv so'rilgan. Agar kapillyar naycha vertikal holda qo'yilsa, undan necha gramm suv oqib tushadi? Suvni to'la ho'llovchi deb hisoblansin.

Ko'rsatma: Pastki meniskning egrilik radiusi kapillyar naychaning radiusiga teng bo'lganda, kapillyarda turib qolgan suv ustuni uzunligining eng katta qiymati mos kelishligini nazarda tutish kerak. (Oldingi masalaning yechilishiga qarang).

7.70. Ichki radiusi r=0,6 mm ga teng bo'lgan ochiq vertikal kapillyar naychada spirt ustunchasi bor. Kapillyar naychanining pastki uchida spirt ustunchasining qavariq meniski hosil bo'ladi. Pastki meniskning R radiusi: 1) 3 r, 2) 2 r, va 3) r larga teng bo'lganda spirt ustunchasining h balandligi topilsin. Spirt to'la ho'llovchi deb hisoblansin.

7.71. 14-rasmda tasvirlangan, ikkala uchi ochiq nay kerosin bilan to'ldirilgan. Nay a va b uchlarining ichki radiusi mos ravishda r_1=0,5 mm va r_2=0,9 mm ga teng. Kerosin sathlarining Δh farqi qanday bo'lganda, nayning a uchidagi menisk: 1) $R_x = r_1$ egrilik radiusli botiq, 2) yassi, 3) $R_x = r_2$ egrilik radiusli qavariq, 4) $R_x = r_1$ egrilik radiusli qavariq bo'ladi? Kerosin to'la ho'llovchi deb hisoblansin.

7.72. Suvli keng idishga kapillyar naycha tushirilganda, undagi suvning sathi idishdagi suvning sathidan h=2 sm balandda bo'lgan. Kapillyar naychaning ichki radiusi r=0,5 mm ga teng. Kapillyar naychadagi meniskning R egrilik radiusi topilsin. Suv to'la ho'llovchi deb hisoblansin.

7.73. Devorlari to'la ho'llanuvchi areometr suvda suzib yuribdi. Areometrning silindrsimon vertikal naychasining diametri d=9 mm ga teng. Agar suvning yuziga bir necha spirt tomchisi tomizilsa, areometrning botish chuqurligi qanchaga o'zgaradi?

7.74. Areometr zichligi p=800 kg/m^3 va sirt taranglik koeffitsiyenti α=30 dina/sm bo'lgan suyuqlikda suzib yuribdi. Suyuqlik areometr devorlarini to'la ho'llaydi. Areometrning silindrsimon vertikal naychasining diametri d=9 mm ga teng. Agar areometr moylanganligi sababli bu suyuqlik bilan to'la ho'llanmovchi bo'lib qolsa, areometrning botish chuqurligi qanchaga o'zgaradi?

7.75. 10 g shakar ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 0,5 *l* suvda eritilganda, eritmaning osmotik bosimi $1{,}52\cdot10^5$ N/m^2 ga teng. Eritma qanday haroratda bo'lgan? Shakar molekullari dissotsiatsiyalanmaydi.

7.76. 87^0C haroratda bu eritmaning osmotik bosimi $1,65 \cdot 10^5$ n/m^2 ga teng. Suvning qancha molekulasi eritmada eritilgan moddaning bitta molekulasiga to'gri keladi? Dissotsiatsiyalanish bo'lmaydi.

7.77. 0,5 *l* suvda 2 g osh tuzi eritilgan. Osh tuzi molekullarining dissotsiatsiya darajasi 75% ga teng. 17^0C haroratda eritmaning osmotik bosimi topilsin.

7.78. Osh tuzi suvda eritilganda molekullarining dissotsiatsiya darajasi 40% ga teng bo'lgan. 27^0C haroratda bu eritmaning osmotik bosimi 1,21 kG /sm^2 ga teng, Osh tuzining qancha miqdori 1 *l* suvda eritilgan?

7.79. 18^0C haroratda 2,5 g osh tuzi 1 *l* suvda eritilgan. Eritmaning osmotik bosimi $1,6 \cdot 10^5$ N/m^2 ga teng. 1) Bu holda osh tuzi molekulalarning dissotsiatsiya darajasi qanday? 2) 1 sm^3 eritmada eritilgan moddaning qancha zarrachasi bo'ladi?

7.80. 40 g shakar ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 0,5 *l* suvda eritilgan. Eritmaning harorati 50^0C ga teng. Eritma ustidagi to'yingan suv bug'ining bosimi nimaga teng?

7.81. 30^0C haroratda eritma ustidagi to'yingan bug'ning bosimi 31,5 mm sim.ust.ga teng. 60^0C haroratda bu eritma ustidagi to'yingan bug'ning elastikligi topilsin.

7.82. Eritma ustidagi to'yingan bug'ning elastikligi sof suv to'yingan bug'ining elastikligidan 1,02 marta kichik. Erigan moddaning bitta molekulasiga suvning qancha molekulasi to'g'ri keladi?

7.83. Uchuvchan bo'lmagan moddadan 100 g olib 1 *l* suvda eritilgan. Eritmaning harorati 90^0C ga, eritma ustidagi to'yingan bug'ning bosimi 515,9 mm sim.ust. ga teng. Eritilgan moddaning bir kilomol masasasi aniqlansin.

7.84. Uchuvchvan bo'lmagan moddaning bir kilomol massasi μ=60 kg/kmol suvda eritilgan. Eritmaning harorati 80^0C ga, eritma ustidagi to'yingan bug'ning bosimi 353 mm sim. ust. ga teng. Eritmaning osmotik bosimi topilsin.

8-§.Qattiq jismlar

Bosim dp ga o'zgarganda erish haroratining dT ga o'zgarishi Klauzius-Klapeyron tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$dT = T\frac{V_C - V_K}{q_0}dp,$$

bunda q_0 -molekulyar erish issiqligi, V_C - bir kilomol suyuqlikning hajmi, $V_к$ - bir kilomol qatiq jismining hajmi va T-erish harorati.

Juda past bo'lmagan haroratlarda qattiq jismlar uchun Dyulong va Pti qonuni o'rinli bo'lib, unga asosan barcha ximiyaviy sodda kristall qattiq jismlarning atom issiqlik sig'imlari taxminan 3R=25x10^3 j/kg-atom· grad=6 kal/g-atom ·grad ga teng.

Issiqlik o'tkazuvchanlik natijasida Δt vaqtda ko'chirilgan issiqlik miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q = -\lambda \frac{\Delta T}{\Delta X} \cdot \Delta S \cdot \Delta t,$$

Bunda $\frac{\Delta T}{\Delta X}$ esa ΔS yuzga tik yo'nalishdagi haroratning gradienti, λ- issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.

Birinchi yaqinlashishda qattiq jismning harorati ortgan sari uning uzunligi ham haroratga nisbatan chiziqli ravishda ortadi, ya'ni

$$l_t = l_0(1 + a \cdot t),$$

bunda l_t - jismning t haroratdagi uzunligi, l_0 – uning 0^0C haroratdagi uzunligi va a -qattiq jismlarning issiqlikdan chiziqli uzayish koeffitsiyenti.

Qattiq izotrop jismlar uchun $a = \frac{1}{3}$b bo'lib, bunda b- qattiq jismining issiqlikdan hajm kengayish koeffitsiyenti.

Guk qonuniga asosan bo'yiga cho'zilish (yoki bir tomonlama siqilish) deformatsiyasida sterjen uzunligining nisbiy o'zgarishi

$$\frac{\Delta l}{l} = \alpha p_n = \frac{1}{E} p_{H,}$$

bunda p_n-solishtirma yuklanish, ya'ni $p_n = \frac{E}{S}$ bo'lib, bunda F - cho'zuvchi (siquvchi) kuch, S -sterjen ko'ndalang kesimining yuzi va α-elastiklik koeffitsiyenti. $E = \frac{1}{\alpha}$ kattalik elastiklik moduli (Yung moduli) deyiladi.

Bo'yiga uzayganda sterjen qalinligining nisbiy o'zgarishi

$$\frac{\Delta d}{d} = \beta p_{H,}$$

Bunda β- ko'ndalang siqilish koeffitsiyenti.

$$\sigma = \frac{\beta}{\alpha}$$

kattallik Puasson koeffitsiyenti deyiladi.

Sterjenni (simni) qandaydir φ burchakka burash uchun qo'yidagi juft kuch momenti qo'yilishi kerak:

$$M = \frac{\pi N r^4 \varphi}{2l},$$

bunda l- simning uzunligi, r - uning radiusi va N- sim materialining siljish moduli deyiladi.

8.1. 2 k/mol muz eriganda entropiyaning o'zgarishi 22,2 kJ/grad ga teng. Tashqi bosim $1 \cdot 10^5$ N/m^2 ga ko'tarilsa, muz erish haroratining qanchaga o'zgarishi topilsin.

8.2. 10^5 N/m^2 bosimda qalayning erish harorati 231,9 ^{0}C ga, 10^7 N/m^2 bosimda esa u 232,2 ^{0}C ga teng. Suyuq qalayning zichligi 7,0 g/sm^3. 1 kmol qalay eriganda entropiyaning o'zgarishi topilsin.

8.3. Bosim 1 kG/sm^2 ga o'zgarganda temirning erish harorati 0,012 ^{0}C ga o'zgarsa, temir eriganda bir kilomol hajmining o'zgarishi topilsin.

8.4. Dyulong va Pti qonunidan foydalanib: 1) misning, 2) temirning, 3) alyuminiyning solishtirma issiqlik sig'imi topilsin.

8.5. Agar 0,025 kG og'irlikdagi metall sharchani 10^0C dan 30^0C gacha isitish uchun 117 J issiqlik sarflangan bo'lsa, Dyulong va Pti qonunidan foydalanib, sharcha qanday materialdan yasalganligi topilsin.

8.6. Dyulong va Pti qonunidan foydalanib, alyuminiyning solishtirma issiqlik sig'imi platinaning solishtirma issiqlik sig'imidan necha marta ko'pligi topilsin.

8.7. 400 m/sek tezlik bilan qo'rg'oshin o'q devorga uriladi va unda tiqilib qoladi. O'q kinetik energiyasining 10 % uni isitishga sarf bo'ladi deb hisoblab, o'qning necha gradusga isiganligi topilsin. Qo'rg'oshining solishtirma issiqlik sig'imi Dyulong va Pti qonunidan topilsin.

8.8. Mis (qalinligi d_1= 9 mm) va temir (qalinligi d_2= 3 mm) plastinkalar ustma-ust taxlangan. Mis plastinkaning tashqi sirti $t_1=50^0$C o'zgarmas haroratda, temirning tashqi sirti esa $t_1=0^0$C haroratda saqlanadi. Plastinkalar bir-biriga tegib turgan sirtning t_X harorati topilsin. Plastinkalarning yuzi qalinligiga nisbatan juda katta.

8.9. Devor tashqi sirtining harorati t_1= -20 ^{0}C ichki sirtining harorati esa t_2=+ 20^0C va uning qalinligi 40 sm. Agar devorning har 1 m^2 yuzidan 1 soatda 110 kkal issiqlik o'tib tursa, devor materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti topilsin.

8.10. Polining yuzi 4 x 5 m va balandligi 3 m bo'lgan xona to'rtta g'isht devori orqali bir minutda qancha issiqlik yo'qotadi? Xonaning harorati $t_1=15^0$C tashqi harorat esa $t_2=-20^0$C. G'ishtning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti 0,002 kal/grad·sm·sek, devorning qalinligi 50 sm. Pol va ship orqali yo'qotilgan issiqlik hisobga olinmasin.

8.11. Temir sterjenning bir uchi 100 ^{0}C haroratda saqlanadi, ikkinchi uchi esa muzga tegib turadi. Sterjenning uzunligi 14 sm ko'ndalang kesimining yuzi esa 2 sm^2. Sterjen shunday izolyatsiyalanganki, uning aylanma sirti orqali yo'qolgan issiqlik miqdorini nazarga olinmasa ham bo'ladi. 1) Sterjen bo'ylab issiqlikning oqish tezligi , 2) 40 minutda erigan muzning miqdori topilsin.

8.12. Uzunligi 50 sm, ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2 bo'lgan mis sterjen uchlaridagi haroratlarning farqi 15^0C bo'lsa, 1 sek da undan o'tgan issiqlik miqdori topilsin. Issiqlikning isrofi nazarga olinmasin.

8.13. Suv to'ldirilgan 15 sm diametrli alyuminiy kastryulka plitaga qo'yilgan. Suv qaynab har minutda 300 g suv bug'i hosil bo'ladi . Agar kastryulka tubining qalinligi 2 mm bo'lsa, kastryulka tubi tashqi sirtining harorati topilsin. Issiqlikning isrofi nazarga olinmasin.

8.14. 9 sm radiusli metall silindrik idishga 0^0C haroratli muz to'ldirilgan. Bu idish 1 sm qalinlikdagi po'kak qatlami bilan issiqlikdan muhofazalangan. Agar tashqi havoning harorati 25^0C bo'lsa, idishdagi muz qancha vaqtda eriydi? Issiqlik faqat o'rtacha radiusi 9,5 sm bo'lgan idishning yon sirti orqali kirib turadi deb hisoblansin.

8.15. Ko'ndalang kesimining yuzi S=10 sm^2 bo'lgan sterjenni $t_1=0^0C$ dan $t_2 = 30^0C$ gacha isitganda cho'zilmasligi uchun, uning uchlariga qanday kuch qo'yilishi kerak?

8.16. 1mm radiusli po'lat simga yuk osilgan. Sim 20^0 C da qancha cho'zilgan bo'lsa bu yuk ta'sirida ham shuncha cho'ziladi. Yukning og'irligi topilsin.

8.17. 150^0C haroratli mis sim ikkita qo'zgalmas devor orasiga tarang qilib tortilgan. Soviganda sim qanday haroratda uziladi? Guk qonuni simning uzilishiga qadar o'rinli deb hisoblansin.

8.18. Biror metallni 0^0C dan 500^0C gacha isitilganda, uning zichligi 1,027 marta kamaygan. Haroratlarning berilgan intervalida bu metallning issiqligidan chiziqli uzayish koeffitsiyentini o'zgarmas hisoblab uning qiymati topilsin.

8.19. Har qanday haroratda po'lat sterjen mis sterjendan 5 sm uzun bo'lishi uchun po'lat va mis sterjenlarning 0^0C haroratdagi uzunliklari qanday bo'lishi kerak?

8.20. 0^0C haroratdagi og'irligi 1 kG bo'lgan mis bo'lagini isitish uchun 33 kal issiqlik sarf qilingan. Bunda uning hajmi necha marta kengaygan? Misning issiqlik sig'imi Dyulong va Pti qonunidan topilsin.

8.21. Ko'ndalang kesimining yuzi 1,5 mm^2 bo'lgan mis simga 4,5 kG kuch ta'sir qilgandagina qoldiq deformatsiyaning boshlanganligi kuzatilgan. Sim materialining elastiklik chegarasi qanday?

8.22. Po'lat tros 1 T yuk osilganda uzilib ketmasligi uchun diametri eng kami bilan qanday bo'lishi kerak?

8.23. Vertikal osilgan mis simning uzunligi qancha bo'lganda u o'z og'irligi ta'sirida uzila boshlaydi?

8.24. Oldingi masala qo'rg'oshin sim uchun yechilsin.

8.25. Dengiz chuqurligini o'lchash uchun paraxoddan po'lat trosga osilgan tosh tushirilgan. Tosh og'irligini trosning og'irligiga nisbatan hisobga olmasdan bu usulda eng ko'pi bilan qanday chuqurlikni o'lchash mumkinligi topilsin. Dengiz suvining zichligi 1 g/sm^3 ga teng deb olinsin.

8.26. Binoning tomidan uzunligi 40 m va diametri 2mm bo'lgan po'lat sim osilib turibdi. 1) Bu sim uzilib ketmasligi uchun unga eng ko'pi bilan qanday yuk osish kerak? 2) Bu simga massasi 70 kg bo'lgan odam osilsa, sim qanchaga cho'ziladi? 3) Odam simni qo'yib yuborsa, qoldiq deformatsiya yuz berdimi? Po'latning elastiklik chegarasi $2,94\cdot10^8$ N/m^2ga teng deb olinsin.

8.27. 1 mm diametrli po'lat simga og'irligi 981 N bo'lgan yuk osilgan. Yukli sim muvozanat vaziyatidan o'tishda uzilib ketmasligi uchun, uni eng ko'pi bilan qanday burchakka og'dirish kerak?

8.28. Uzunligi 50 sm va diametri 1 sm bo'lgan temir simga 1 kg massali tosh osilgan, Bu yukli sim uzilib ketmasligi uchun uni vertikal tekislikda eng ko'pi bilan sekundiga necha martadan tekis aylantirish mumkin?

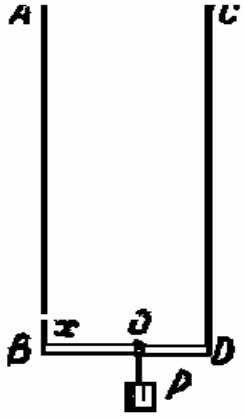
8.29. Uzunligi 1 m bo’lgan bir jinsli mis sterjen bir uchidan o'tuvchi vertikal o'q atrofida bir tekisda aylantiriladi. Qanday tezlik bilan aylaganda sterjen uzilib ketadi?

8.30. Bir jinsli sterjen o'rtasidan o'tuvchi vertikal o'q atrofida tekis aylanadi. Sterjen uchining tezligi 380 km/sek ga yetganda sterjen uzilib ketadi. Sterjen materiallining mustahkamlik chegarasi topilsin. Sterjen materialining zichligi 7900 kg/m^3 ga teng.

8.31. Uzunligi 1 m va radiusi 1mm bo’lgan po'lat simga 100 kG yuk osilgan. Simning cho'zilish ishi nimaga teng?

8.32. Uzunligi 42 sm va radiusi 3 mm bo’lgan rezinka shnurdan rogatka tayyorlangan. Rogatkadan otayotgan bola rezinka shnurni 20 sm ga cho'zgan. Agar rogatkadan 20 m/sek tezlik bilan otilib chiqqan toshning og’irligi 0,02 kG ekanligi ma'lum bo’lsa, bu rezinkaning Yung moduli topilsin. Rezinka cho'zilganda shnurning ko'ndalang kesimining o’zgarishi nazarga olinmasin.

8.33. Uzunligi 50 sm va diametri 1 mm bo’lgan rezinka shlang bor. Agar rezinka uchun Puasson koeffitsiyenti 0,5 ga teng bo’lsa, shlangni 10 sm ga cho'zgandagi uning ichki diametri topilsin.



15-rasm

8.34. 15-rasmda uzunligi va ko'ndalang kesimi bir xil bo’lgan AB temir va CD mis simlar vertikal osib qo'yilgan, BD sterjenning uzunligi 80 sm. BD sterjen gorizontal vaziyatda qolishi uchun, unga P=20 kG yukni B nuqtadan qanday x masofada osish kerak?

8.35. Uzunligi 10 sm va radiusi 0,1 mm bo’lgan simni 10' burchakka burish uchun kerak bo’lgan juft kuchning momenti topilsin. Sim materialining siljish moduli $5\cdot10^3$ kG /mm^2 ga teng.

8.36. Galvanometrning ko'zguchasi L=10 sm uzunlikdagi d=0,01 mm diametrli simga osilgan. Shu'la ko'zguchadan 1 m uzunlikdagi shkalada 1mm ga siljigan bo’lsa, simni burovchi moment topilsin. Sim materialining siljish moduli $4\cdot10^{11}$ dina /sm^2 ga teng.

8.37. 10 burchakka buralgan uzunligi 5 sm va diametri $4\cdot10^{-3}$ sm bo’lgan simning potensial energiyasi topilsin. Sim materialining siljish moduli $5{,}9\cdot10^{11}$ dina /sm^2 ga teng.

8.38. Galvanometr o'ramidan elektr toki o'tayotganda uning ramkasiga mahkamlangan ko'zguchaga $2\cdot10^{-6}$ dina/sm ga teng bo’lgan burovchi moment ta'sir qiladi: bunda ramka kichik φ burchakka buraladi. Ramkani burish uchun sarf bo’lgan ish $8.7\cdot10^{-16}$ j ga teng. Ko'zguchadan qaytgan shu'la galvanometrdan 1 m masofada joylashgan shkala bo'ylab qanday masofaga siljiydi?

8.39. Sim cho'zilganda hajmi o'zgarmasligi uchun Puasson koeffitsiyentining qiymati topilsin.

8.40. p=1000 kG/sm^2 bosim ostida siqilgan silindrik mis sterjen zichligining nisbiy o’zgarishi topilsin. Mis uchun Puasson koeffitsiyenti σ= 0,34 ga teng.

8.41. Uzunligi 5 m bo’lgan temir sim vertikal osilgan. Simga 10 kG yuk osilgan bo’lsa, uning hajmi qanchaga o'zgaradi? Temir uchun Puasson koeffitsiyenti 0,3 ga teng.

9 - §. ELEKTROSTATIKA

Kulon qonuni bo'yicha orasidagi masofaga nisbatan o'lchamlari kichik bo'lgan ikkita zaryadlangan jismning o'zaro ta'sir kuchi

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon r^2}$$

formula bilan aniqlanadi, bunda q_1 va q_2 – jismlarning elektr zaryadlari, r-ular orasidagi masofa, ε -muhitning nisbiy dielektrik kirituvchanligi va ε_0 -elektrik doimiylik.

Elektr maydoni kuchlanganligi

$$E = \frac{F}{q}$$

formula bilan aniqlanadi, bunda F-zaryad q- ga ta'sir etuvchi kuch.

Nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon r^2}$$

Bir qancha zaryadlar maydonining (masalan dipol maydonining) kuchlanganligi geometrik qo'shish qoidasi bo'yicha topiladi.

Gauss teoremasi bo'yicha ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan kuchlanganlik oqimi

$$N_E = \frac{\sum q}{\varepsilon_0 \varepsilon}$$

ga teng, bundan ∑q - shu sirt ichidagi zaryadlarning algebraik yig'indisi. Mos ravishda ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan elektr induksiyasining oqimi

$$N_D = \sum q$$

Gauss teoremasi yordamida zaryadlangan har xil jismlar hosil qilgan elektr maydonining kuchlanganligini topish mumkin.

Zaryadlangan cheksiz uzun ip maydonining kuchlanganligi

$$E = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon a}$$

ga teng, bunda τ-ipdagi zaryadning chiziqli zichligi va a-nuqtaning ipdan uzoqligi. Agar ip chekli uzunlikka ega bo'lsa, u holda ip o'rtasidan unga o'tkazilgan perpendikulyar chiziqda a uzolqikda yotgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi

$$E = \frac{\tau \sin\theta}{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon a}$$

ga teng bo'lib, bunda θ-ipga o'tikazilgan normal yo'nalishi bilan tekshirilayotgan nuqtadan ip uchiga tushirilgan radius-vektor orasidagi burchak.

Zaryadlangan chekisz tekislik maydonining kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon}$$

ga teng, bunda σ - tekislikdagi zaryadning sirt zichligi.

Agar tekislik R radiusli disk shaklida bo'lsa, u holda disk markazidan unga o'tkazilgan perpendikulyar chiziqda a uzoqlikda yotgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon}\left(1 - \frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}}\right)$$

ga teng.

Qarama-qarshi ishora bilan zaryadlangan ikkita parallel cheksiz tekislik maydonining (yassi kondensator maydonining) kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon}$$

ga teng.

Zaryadlangan shar maydonining kuchlanganligi

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}$$

ga teng, bunda q-radiusi R bo'lgan shar sirtidagi zaryad, r-shar markazidan zaryadgacha bo'lgan oraliq bo'lib, bunda r>R. Maydoning D elektrostatik induksiyasi $D = \varepsilon_0\varepsilon E = \sigma$ tenglikdan topiladi.

Elektr maydonning ikkita nuqtasi orasidagi potensialar ayirmasi musbat zaryad birligini bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chirishda bajarilgan ishdan topiladi.

$$U_1 - U_2 = \frac{A}{q}$$

Nuqtaviy zaryad maydonining potensiali

$$U = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r}$$

ga teng, bunda r-zaryaddan to potensiali aniqlanadigan nuqtagacha bo'lgan oraliq.

Elektr maydoni kuchlanganligi va potensialning o'zaro bog'lanishi

$$E = -\frac{dU}{dr}$$

formula bilan ifodalanadi.

Bir jinsli maydon – yassi kondensator maydoni bo'lganda

$$E = \frac{U}{d}$$

bunda U-yassi kondensator plastinkalari orasidagi potensiallar ayirmasi, d-plastinkalar oralig'i.

Yakkalangan o'tkazgichning potensiali uning zaryadi bilan

$$q = CU$$

tenglik orqali bog'lanadi, bunda C-o'tkazgichning sig'imi.

Yassi kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$$

Bunda S-kondensator har bir plastinkasining yuzi.

Sferik kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon r R}{R - r}$$

ga teng, bunda r-ichki sferaning radiusi va R – tashqi sefraning radiusi. Xususiy holda $R = \infty$ bo'lsa,

$$C = 4\pi\varepsilon_0 \varepsilon r R$$

YAkkalangan shar sig'imi bo'ladi.

Silindrik kondensatorning sig'imi

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon r L}{\ln R / r}$$

ga teng, bunda L-koaksial (o'qi umumiy bo'lgan) silindrlarning balandligi, r va R – mos ravishda ichki va tashqi silindrlarning radiuslari.

Kondensatorlar sistemasining sig'imi quyidagilarga teng: kondensatorlar parallel ulanganda

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots\ldots;$$

Ketma-ket ulanganda esa

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots.$$

Zaryadlangan yakka o'tkazgichning energiyasi quyidagi uch formuladan bittasi orqali topilishi mumkin:

$$W = \frac{1}{2} qU, W = \frac{1}{2} CU^2, \quad W = \frac{q^2}{2C}$$

Yassi kondensator bo'lgan xususiy holda

$$W = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S U^2}{2d} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2 S d}{2} = \frac{v^2 S d}{2}$$

Bunda S-har bir plastinkaning yuzi,- v – plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi, U-plastinkalar orasidagi potensiallar ayirmasi.

$$W_0 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} = \frac{ED}{2}$$

Kattalik elektr maydon energiyasining hajmiy zichligi deyiladi.

Yassi kondensator plastinkalarining tortishish kuchi

$$F = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2 S}{2} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S U^2}{2d^2} = \frac{v^2 S}{2\varepsilon_0 \varepsilon}$$

9.1. Vodorod atomning yadrosi bilan elektroni orasidagi tortishish kuchi topilsin. Vodorod atomining radiusi $0{,}50 \cdot 10^{-8}$ *sm*, yadro zaryadi elektron zaryadiga miqdor jihatidan teng va qarama-qarshi ishoralidir.

9.2. Havoda bir-biridan 20 *sm* uzoqlikda turgan ikkita nuqtaviy zaryad biror kuch bilan o'zaro ta'sir qiladi. Yog'da bu zaryadlar shunday kuch bilan o'zaro ta'sir qilishi uchun, ularni qanday uzoqliqda joylashtirish kerak?

9.3. Ikkita nuqtaviy zaryad o'zaro ta'sir kuchining ular orasidagi masofaga beglanish grafigi chizilsin. Grafik $2 \le r \le 10\,sm$ intervalda 2 *sm* oraliq bilan chizilsin. Zaryadlar miqdoriy mos ravishda $2 \cdot 10^8$ *Kl* va $3 \cdot 10^{-8}$ *Kl*.

9.4. Ikkita protonning Nyuton tortishish kuchi ularning kulon itarishish kuchidan necha marta kichik? Protonning zaryadi son jihatdan elektron zaryadiga teng.

9.5. Natriy atomini bombardimon qilayotgan proton uning yadrosiga $6 \cdot 10^{-12}$ *sm* gacha yaqin keldi deb hisoblab, proton bilan natriy yadrosining elektrostatik itarishish kuchi topilsin. Natriy yadrosining zaryadi proton zaryadidan 11 marta ko'p. Natriy atomi elektron kobig'ining ta'siri hisobga olinmasin.

9.6. Har birining og'irligi 0,2 *kG* bo'lgan ikkita zaryadlangan metall sharcha bir-biridan biror oraliqda turibdi. Agar shu oraliqda ularning elektrostatik energiyasi o'zaro gravitasion ta'sir energiyasidan million marta kattaligi ma'lum bo'lsa, sharchalarning zaryadi topilsin.

9.7. Zaryadi *q* va massasi *m* bo'lgan ikkita zarrachaning elektrostatik o'zaro ta'sir energiyasi ularning gravitasion o'zaro ta'sir energiyasidan necha marta katta? Masalani: I) elektronlar uchun, 2) protonlar uchun yechilsin.

9.8. Ikkita nuqtaviy zaryad potensial elektrostatik energiyasining ular oralig'iga bog'lanish grafigi $2 \le r \le 10$ *sm* intervalda har 2 *sm* oraliqda qilib chizilsin. Zaryadlar $q=10^{-9}$ *Kl* va $q_2=3 \cdot 10^{-9}$ *Kl*; $\varepsilon=1$. Grafik ikki hol uchun chizilsin: 1) zaryadlar bir xil ishorali, 2) zaryadlar turli xil ishorali.

9.9. Ikkita $q_1=8 \cdot 10^{-9}$ *Kl* va $q_2= -6 \cdot 10^{-9}$ *Kl* nuqtaviy zaryad o'rtasida yotgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi topilsin. Zaryadlar oralig'i r=10 *sm*; $\varepsilon=1$.

9.10. Har bir uchida 7 SGSq zaryad turgan kvadratning markaziga manfiy zaryad joylashtirilgan. Agar har zaryadga ta'sir etuvchi natijaviy kuch nolga teng bo'lsa, markazdagi zaryadning miqdori qancha?

9.11. Muntazam oltiburchakning uchlariga uchta musbat va uchta manfiy zaryad joylashtirilgan. Har bir zaryadning miqdori *q*=4,5 SGSq. Oltiburchakning tomoni 3 *sm*. Bu zaryadlarni turli kombinasiyalarda joylashtirib, oltiburchak markazidagi elektr maydoni kuchlanganligi topilsin.

9.12. Oldingi masala shartida oltiburchak uchlariga joylashtirilgan zaryadlarning hammasi musbat bo'lgan hol uchun echilsin.

9.13. q_1=22,5 SGSq va q_2= – 44,0 SGSq bo'lgan ikkita nuqtaviy zaryadning oralig'i 5 *sm*. Musbat zaryaddan 3 *sm* va manfiy zaryaddan 4 *sm* uzoqliqda joylashgan nuqtadagi maydonining kuchlanganligi topilsin.

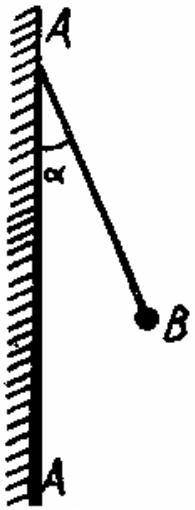
9.14. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan ikkita sharcha iplarga osilgan bo'lib, ularning sirtlari bir-biriga tegib turadi. Sharchalarga $q_0=4\cdot10^{-7}$ *Kl* zaryad berilgandan keyin sharchalar o'zaro itarishib, bir-biridan 60° burchakka uzoqlashadi. Osilish nuqtasidan to sharchaning markazigacha bo'lgan oraliq 20 *sm*. Sharchaning og'irligi topilsin.

9.15. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan ikkita sharcha iplarga osilgan bo'lib, ularning sirtlari bir-biriga tegib turadi. Osilish nuqtasidan sharchaning markazigacha bo'lgan oraliq 10 *sm*. Har bir sharchaning og'irligi $5\cdot10^{-13}$ *kG*. Iplarning tarangligi 0,098 *N* ga teng bo'lishi uchun sharchalarga qancha zaryad berish kerak?

9.16. 9.14- masaladagi sharchalar kerosinga tushirilganda iplar bir-biridan 54^0 ga uzoqlashadi deb hisoblab, sharchalar materialining zichligi topilsin.

9.17. Radiusi va og'irligi bir xil bo'lgan zaryadlangan ikkita sharchani bir xil uzunlikdagi iplarga osib, zichligi ρ_1 va dielektrik kirituvchanligi ε bo'lgan suyuq dielektrikka tushiriladi. Havoda va dielektrikda iplarning bir-biridan uzoqlashish burchagi bir xil bo'lishi uchun sharchalar materialining zichligi qancha bo'lishi kerak?

9.18. 16-rasmda *AA* — zaryadlangan cheksiz tekislik bo'lib, zaryadning sirt zichligi $4\cdot10^{-9}$ *Kl/sm*^{2} va B – massasi 1 *g* va zaryadi ZSGSq bo'lgan (bu zaryad bilan tekislik zaryadining ishorasi bir xil) zaryadlangan sharcha. Sharcha osilgan ip *AA* tekislik bilan qanday burchak tashkil qiladi?



16-rasm

9.19. 16-rasmdagi *AA* — zaryadlangan cheksiz tekislik va B — tekislik zaryadi bilan bir xil ishorada bo'lgan P=$4\cdot10^{-5}$ *kG* og'irliqdagi va *q*=$6{,}67\cdot10^{-10}$ *Kl* zaryadli sharcha. Sharcha osilgan ipning tarangligi F=$4{,}9\cdot10^{-4}$ N. AA tekislikdagi zaryadning sirt zichligi topilsin.

9.20. Quyidagi hollarda 2 SGSq zaryadga ta'sir etuvchi kuch topilsin. Bu zaryad: 1) zaryadining chiziqli zichligi $2\cdot10^{-9}$ *Kl/sm* bo'lgan ipdan 2 *sm* uzoqlikda joylashgan, 2) zaryadining sirt zichligi $2\cdot10^{-9}$ *Kl/sm*^{2} bo'lgan tekislik maydonida joylashgan, 3) zaryadining sirt zichligi $2\cdot10^{9}$ *Kl/sm*^{2} bo'lgan 2 *sm* radiusli sharning sirtidan 2 *sm* uzoqlikda joylashgan. Bu uch holning hammasida muhitning dielektrik kirituvchanligi 6 ga teng.

9.21. 1) 100 SGSq nuqtaviy zaryad, 2) zaryadining chiziqli zichligi $1{,}67\cdot10^{-3}$ *Kl/sm*^{2} bo'lgan cheksiz uzun ip va 3) zaryadining sirt zichligi $2{,}5\cdot10^{-9}$

Kl/sm^2 bo'lgan cheksiz tekislik hosil qilgan elektr maydonlari kuchlanganligining masofaga bog'lanish egri chizig'ini bitta grafikda chizilsin. Chiziqlar $1 \le r \le 5$ 5 *sm* intervalda, 1 *sm* oraliqda chizilsin.

9.22. Bir valentli iondan $2 \cdot 10^{-8}$ *sm* uzoqlikdagi elektr maydonining kuchlanganligi aniqlansin. Ionning zaryadi nuqtaviy deb hisoblansin.

9.23. Zaryadlangan cheksiz tekislikning elektr maydoni shu maydonga kiritilgan zaryadlangan ipning har metriga qanday kuch bilan ta'sir qiladi? Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi $3 \cdot 10^{-8}$ *Kl/sm* va tekislikdagi zaryadning sirt zichligi $2 \cdot 10^{-9}$ *Kl/sm*^{2} .

9.24. $3 \cdot 10^{-8}$ *Kl/sm* chiziqli zichligda bir xil ishorada zaryadlangan va bir-biridan 2 *sm* uzoqlikda bo'lgan ikkata cheksiz uzun iplar (uzunlik birligida) qanday kuch bilan itarishadi. Bu iplarni bir-biriga 1 *sm* gacha yaqinlashtirish uchun qanday ish bajarishi kerak?

9.25. Bir xil ishorada zaryadlangan ikkita ip bir-biridan a=10 *sm* uzoqlikda joylashtirilgan. Iplardagi zaryadning chiziqli zichligi $\tau_1 = \tau_2 = 10^{-7}$ *Kl/sm*. Har qaysi ipdan 10 *sm* uzoqlikda bo'lgan nuqtadagi natijaviy elektr maydoni kuchlanganligining miqdori va yo'nalishi topilsin.

9.26. Bir xil ishorada zaryadlangan va bir xil $3 \cdot 10^{-8}$ *Kl/sm*^{2} sirt zichlikka ega bo'lgan ikkita cheksiz tekislik (yuz birligida) qanday kuch bilan itarishadi?

9.27. Diametri 1 *sm* bo'lgan mis shar yog' ichiga joylashtirilgan. Yog'ning zichligi ρ=800 *kg/m*^{3}. Agar bir jinsli elektr maydonida shar yog' ichida muallaq bo'lsa, sharning zaryadi qancha bo'ladi? Elektr maydoni vertikal yuqoriga yo'nalgan bo'lib, uning kuchlanganligi E=36000 V/*sm*.

9.28. Gorizontal holatdagi yassi kondensator plastinkalari orasida zaryadlangan simob tomchisi muvozanat holatda turibdi. Elektr maydonining kuchlanganligi E=600 V/*sm*. Tomchi zaryadi $2{,}4 \cdot 10^{-9}$ SGSq ga teng. Tomchining radiusi topilsin.

9.29. Chekli uzunlikdagi zaryadlangan ipning hosil qilgan elektr maydoni oxirgi holda 1) cheksiz uzaytirilgan ip elektr maydoniga, 2) nuqtaviy zaryad elektr maydoniga aylanishi ko'rsatilsin.

9.30. Zaryadlangan ipning uzunligi 25 *sm* ga teng. Ipdan qanday eng qisqa oraliqda (ipning o'rtasiga tushirilgan perpendikulyarda yotgan nuqta uchun) elektr maydonini cheksiz zaryadlangan ip maydoni deb qarash mumkin? Bunday faraz qilishda xatolik 5% dan ortmasligi kerak? Ko'rsatma. Qilingan xato $\delta = \frac{E_2 - E_1}{E_2}$ bunda E_2 - cheksiz uzun ipning maydon kuchlanganligi va E_1 – chekli uzunlikdagi ipning maydon kuchlanganligi.

9.31. Zaryadlangan cheksiz uzun ipdan 5 *sm* uzoqlikda joylashgan *A* nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi 1500 V/*sm* ga teng. 1) Agar *A* nuqta ip o'rtasiga tushirilgan perpendikulyarda yotsa, ipning qanday chekli uzunligida kuchlanganlikning topilgan qiymati 2 % gacha aniqlikda to'g'ri bo'ladi? 2)

Ipning uzunligi 20 *sm* bo'lsa, *A* nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi qancha bo'ladi? Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi cheksiz uzun ipdagi zaryadning chiziqli zichligiga teng deb hisoblansin. 3) Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi topilsin.

9.32. Simdan qilingan R=10 *sm* radiusli halqaning zaryadi $q=5\cdot10^{-9}$ Kl. 1)Halqa o'qida va uning markazidan L=0, 5, 10 va 15 *sm* uzoqliqda turgan nuqtalardagi elektr maydonining kuchlanganligi topilsin. E=f(L) grafigi chizilsin. 2) Halqa markazidan qanday *d* uzoqlikda elektr maydoni kuchlanganligi maksimal bo'ladi?

9.33. Zaryadlangan halqa o'qidagi elektr maydon kuchlanganligi xalqa markazidan $L=L_{max}$ uzoqlikda bo'lganda maksimal qiymatga ega bo'ladi. Halqa markazidan $L=0,5L_{max}$ uzoqlikda joylashgan nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligi maksimal kuchlanganlikdan necha marta kichik bo'ladi?

9.34. Zaryadlangan diskning hosil qilgan elektr maydoni oxirgi holda 1) cheksiz katta tekislik elektr maydoniga va 2) nuqtaviy zaryad elektr maydoniga aylanishi ko'rsatilsin.

9.35. Zaryadlangan diskning diametri 25 *sm* ga teng. Diskdan uning markazidan normal bo'ylab qanday eng qisqa oraliqda elektr maydonini cheksiz katta tekislik maydoni deb qarash mumkin? Bunday faraz qilishda xatolik 5% dan ortmasligi kerak.

Ko'rsatma. Qilingan xato $\delta = \frac{E_2 - E_1}{E_2}$, bunda E_1 – diskning elektr maydon kuchlanganligi E_2- cheksiz tekislikning maydon kuchlanganligi.

9.36. Zaryadlangan diskdan (uning markazidan normal bo'yicha) a = 5 *sm* uzoqliqda joylashgan *A* nuqtadagi elektr maydon kuchlanganligini topish talab qilinadi. 1) *A* nuqtadagi elektr maydoni cheksiz katta tekislik elektr maydoniga nisbatan 2 % dan ortmasligi uchun diskning radiusni qanday chekli qiymatga ega bo'lishi mumkin? 2) Diskning *R* radiusi *a* masofadan 10 marta katta bo'lsa, *A* nuqtadagi maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi? 3) Bu nuqtadagi topilgan kuchlanganlik cheksiz katta tekislik maydon kuchlanganligidan necha marta kichik bo'ladi?

9.37. Turli xil ishorada zaryadlangan, zaryadining sirt zichligi bir xil bo'lgan ikkita parallel disk bir-biridan h=1 *sm* oraliqda joylashtirilgan. 1) Disklar markazlari orasidagi maydon yassi kondensator maydoniga nisbatan 5 % dan ortmasligi uchun disklarning radiusi qanday chekli qiymatga ega bo'lishi mumkin? 2) R/h=10 bo'lganda bu nuqtalar orasidagi maydonni yassi kondensator maydoniga teng deb olsak, qancha xato qilgan bo'lamiz?

9.38. 40 *mg* massali, 10^{-9} *Kl* musbat zaryadli sharcha 10 *sm/sek* tezlik bilan harakatlanadi. Bu sharcha 4 SGSq ga teng bo'lgan musbat nuqtaviy zaryadga qancha masofagacha yaqinlashishi mumkin?

9.39. 10^8 *sm/sek* nisbiy tezlik bilan qarama-qarshi xarakatlanayotgan ikkita elektron bir-biriga qancha masofagacha yaqinlashishi mumkin?

9.40. Proton (vodorod atomining yadrosi) $7{,}7\cdot10^8$ *sm/sek* tezlik bilan harakatlanmoqda. Bu proton alyuminiy atomining yadrosiga eng kami bilan qancha masofagacha yaqinlashishi mumkin? Alyuminiy atom yadrosining zaryadi $q = Ze_0$, bunda Z - Mendeleyev jadvali bo'yicha atomning tartib nomeri va e_0— son jihatdan elektron zaryadiga teng bo'lgan proton zaryadi. Protonning massasi vodorod atomining massasiga teng deb hisoblansin. Proton va alyuminiy atomining yadrosi nuqtaviy zaryadlar deb hisoblansin. Alyuminiy atomi elektron qobig'ining ta'siri hisobga olinmasin.

9.41. Qo'zg'almas natriy yadrosini α- zarracha yordamida parchalashda, ular orasidagi itarish kuchi 14 *kG* ga etdi. 1) α- zarrachasi natriy atomi yadrosiga qanday masofagacha yaqinlashadi? 2) α-zarrachaning tezligi qancha bo'lgan? Natriy atomi elektr qobig'ining ta'siri hisobga olinmasin.

9.42. Zaryadlari q=20 SGSq va q_2=40 SGSq bo'lgan ikkita sharcha bir-biridan r_1=40 *sm* uzoqlikda turibdi. Ularni bir-biriga r_2=25 *sm* gacha yaqinlashtirish uchun qancha ish bajarish kerak?

9.43. 1 *sm* radiusli, $4\cdot10^{-8}$ *Kl* zaryadli shar yog' ichiga joylashtirilgan. Shar sirtidan x=1, 2, 3, 4 va 5 *sm* uzoqlikdagi maydon nuqtalaridagi U=f(x) bog'lanish grafigi chizilsin.

9.44. 1 *sm* radiusli zaryadlangan shar markazidan 10 *sm* uzoqlikdagi maydon nuqtasining potensiali topilsin. Masalani quyidagi hollar uchun yechilsin: 1) shar zaryadining sirt znchligi 10^{-11} *Kl/sm*^{2}, 2) sharning potensiali 300 V ga teng.

9.45. Cheksizlikdagi $2\cdot10^{-8}$ *Kl* ga teng nuqtaviy zaryadni zaryadining sirt zichligi $\sigma=10^{-9}$ *Kl/sm*^{2} bo'lgan, 1 *sm* radiusli shar sirtidan 1 *sm* uzoqliqdagi nuqtaga keltirishda qanday ish bajariladi?

9.46. Massasi 1 *g* va zaryadi 10^{-8} *Kl* bo'lgan sharcha potensiali 600 Vga teng bo'lgan A nuqtadan potensiali nolga teng bo'lgan nuqtaga ko'chirildi. Agar sharcha B nuqtada 20 *sm/sek* tezlikka erishgan bo'lsa, uning A nuqtadagi tezligi qanday bo'lgan?

9.47. U potensiallar ayirmasi 1, 5, 10, 100, 1000 V ga teng bo'lgan oraliqdan o'tayotganda elektronning oladigan tezligi υ topilsin.

9.48. Radioaktiv yemirilishda poloniy atomining yadrosidan α-zarracha $1{,}6\cdot10^9$ *sm/sek* tezlik bilan uchib chiqadi. a-zarrachaning kinetik energiyasi va α-zarrachani xuddi shunday tezlikda haydab chiqarishdagi maydon potensiallarining ayirmasi topilsin.

9.49. Zaryadlangan cheksiz uzun ipdan r_1=4 *sm* oraliqda q=2SGS$_q$ nuqtaviy zaryad turibdi. Maydon ta'sirida zaryad r_2=2 *sm* oraliqqa siljiydi, bunda A=50 *erg* ish bajariladi. Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi topilsin.

9.50. Musbat zaryadlangan cheksiz uzun ip elektr maydoni hosil qilgan. Shu maydon ta'sirida α-zarracha ipdan x_1=1 *sm* uzoqlikdagi nuqtadan x_2=4 *sm* uzoqlikdagi nuqtaga qarab harakatlanib o'z tezligini $2\cdot10^5$ *m/sek* dan $3\cdot10^6$ *m/sek* ga o'zgartirdi. Ipdagi zaryadning chiziqli zichligi topilsin.

9.51. Zaryadining chiziqli zichligi $2\cdot10^{-9}$ *Kl/sm* bo'lgan musbat zaryadlangan cheksiz uzun ip elektr maydoni hosil qilgan. Maydonning ta'sirida elektron ipga 1 *sm* naridan 0,5 *sm* gacha yaqinlashganda qanday tezlikka erishadi?

9.52. Zaryadlangan cheksiz tekislik yaqinida q=2 SGSq nuqtaviy zaryad turibdi. Maydonning ta'siri natijasida zaryad kuch chiziqlari bo'ylab 2 *sm* siljiydi va bunda A=50 *erg* ish bajariladi. Tekislikdagi zaryadning sirt zichligi topilsin.

9.53. Yassi kondensator plastinkalari orasidagi potensiallar ayirmasi 90 *V*. Har bir plastinkaning yuzi 60 sm^2 va zaryadi 10^{-9} *Kl*. Plastinkalar bir-biridan qancha masofada turishi topilsin.

9.54. Yassi kondensatordan sezgir mikrotarozi sifatida foydalanish mumkin. Plastinkalarining oralig'i d=3,84 *mm* bo'lgan gorizontal o'rnatilgan yassi kondensator plastinkalari orasida $q=1,44\cdot10^{-9}$ SGS_q zaryadli zarracha turibdi. Zarrachaning muallaq turib qolishi uchun kondensator plastinkalari potensiallarining ayirmasi U=40 V bo'lishi kerak. Zarrachaning massasi topilsin.

9.55. Plastinkalarining oralig'i d=1 *sm* bo'lgan gorizontal o'rnatilgan yassi kondensator plastinkalari orasida $m=5\cdot10^{-11}$ *g* massali zaryadlangan tomchi turibdi. Elektr maydoni bo'lmaganda tomchi havoning qarshiligini yengib, biror o'zgarmas tezlik bilan tushadi. Agar kondensator plastinkalari orasida U=600 *V* potensiallar ayirmasi hosil qilinsa, tomchi ikki marta sekin tushadi. Tomchining zaryadi topilsin.

9.56. Ikkita vertikal plastinkalar orasida, ulardan bir xil uzoqlikda tushayotgan chang zarrachaspning tezligi havoning qarshiligi tufayli o'zgarmas bo'lib, υ=2 *sm/sek* ga teng. Plastinkalarga U=3000 V potensiallar ayirmasi berilgandan qancha vaqt o'tgach, chang plastinkalardan biriga tushadi? Chang zarrachasi plastinkaga tekkuncha vertikal bo'ylab qanday masofani o'tadi? Plastinkalar oralig'i d=2 *sm*, changning massasi $m=2\cdot10^{-9}$ *g* va uning zaryadi $q=6,5\cdot10^{-17}$ *Kl*.

9.57. Oldingi masalani ishqalanish bo'lmagan hol (vakuum kondensator) uchun yechilsin.

9.58. Plastinkalarining oralig'i d=1 *sm* bo'lgan gorizontal holda turgan yassi kondensator ichida zaryadlangan yog' tomchisi bor. Elektr maydon bo'lmaganda tomchi υ_1=0,011 *sm/sek* tezlik bilan pastga tushadi. Plastinkalarga U=150 V potensiallar ayirmasi berilsa, tomchi υ_2=0,043 *sm/sek* tezlik bilan tushadi. Tomchining radiusi va uning zaryadi topilsin. Havoning

yopishqoqlik koeffitsiyenti $\eta=1,82\cdot10^{-5}$ $N\cdot sek/m^2$; yog'ning zichligi tomchi tushayotgan gaz zichligidan $\Delta r=900$ kg/m^3 ga kattadir.

9.59. Bir-biridan 1 *sm* uzoqlikda turgan ikkita vertikal plastinka orasida 0,1 *g* massali marjon sharchasi ipga osilib turibdi. Plastinkalarga 1000 V potensiallar ayirmasi berilgandan keyin sharchali ip 10^0 burchakka burildi. Sharchaning zaryadi topilsin.

9.60. $2,22\cdot10$ *Kl* zaryadga ega bo'lgan sovun pufakchasi gorizontal yassi kondensatorning maydonida muallaq turibdi. Pufakchaning massasi 0,01 *g* va plastinkalar oralig'i 5 *sm*. Kondensator plastinkalari orasidagi potensiallar ayirmasi topilsin.

9.61. Yassi kondensator Plastinkalarining oralig'i 4 *sm*. Musbat plastinkadan proton va manfiy plastinkadan elektron bir vaqtda xarakatlana boshlasa, ular musbat plastinkadan qanday masofada to'qnashadi?

9.62. Yassi kondensator plastinkalarining oralig'i 1 *sm* ga teng. Plastinkalarning biridan bir vaqtda proton va α-zarracha harakatlana boshlaydi. Proton bir plastinkadan ikkinchisigacha bo'lgan yo'lni bosib o'tgan vaqt oralig'ida α-zarracha qanday masofani bosib o'tadi?

9.63. Elektron yassi kondensatorning bir plastinkasidan ikkinchisigacha bo'lgan oraliqni o'tganda 10^8 *sm/sek* tezlikka erishgan. Plastinkalarning oralig'i 5,3 *mm*. 1) Plastinkalar orasidagi potensiallar ayirmasi, 2) kondensator ichidagi elektr maydon kuchlanganligi, 3) plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi topilsin.

9.64. Bir-biridan 2 *sm* uzoqlikda turgan, potensiallari ayirmasi 120 V bo'lgan ikkita parallel plastinkalar orasida elektr maydoni hosil bo'ladi. Elektron bu maydon ta'sirida maydon kuch chiziqlari bo'ylab 3 *mm* masofani o'tganda qanday tezlikka erishadi?

9.65. Bir jinsli elektr maydonida elektron 10^{14} sm/sek^2 tezlanish oladi. 1) Elektr maydon kuchlanganligi, 2) boshlang'ich tezligi nolga teng bo'lgandagi elektroniing 10^{-6} *sek* da olgan tezligi, 3) bu vaqt ichida elektr maydon kuchining bajargan ishi hamda 4) bunda elektronning o'tgan potensiallar ayirmasi topilsin.

9.66. Elektron yassi kondensatorning bir plastinkasidan ikkinchisiga uchayotir. Plastinkalar orasidagi potensiallar ayirmasi 3 *kV*, plastinkalar oraligi 5 *mm*. 1) Elektronga ta'sir etuvchi kuch, 2) elektronning tezlanishi, 3) elektronning ikkinchi plastinkaga uchib kelish tezligi, 4) kondensator plastinkalaridagi zaryadlarning sirt zichligi topilsin.

9.67. Elektron yassi kondensator plastinkalari orasiga, ularga parallel ravishda va har biridan bir xil uzoqlikda qandaydir tezlik bilan uchib kiradi. Kondensator plastinkalari potensiallarining ayirmasi 300 V ga teng. Plastinkalar oralig'i d=2 *sm*; kondensatorning uzunligi L=10 *sm*. Elektron kondensatordan

uchib chiqib ketmasligi uchun maksimal boshlang'ich tezligi υ_o qanday bo'lishi kerak? Bu masala α-zarracha uchun ham yechilsin.

9.68. Elektron gorizontal holdagi yassi kondensator plastinkalari orasiga, ularga parallel ravishda va har biridan bir xil uzoqlikda uchib kiradi. Plastinkalar oralig'i d=4 *sm*, kondensatordagi elektr maydonining kuchlanganligi E=1 V/*sm* 1) Elektron plastnnkalar orasiga uchib kirgandan kancha vaqt keyin u plastinkalardan biriga tushadi? 2) Elektron 60 V potensiallar ayirmasi bilan tezlantirilsa, u kondensator boshidan qanday uzoqlikda plastinkaga tushadi?

9.69. Elektron gorizontal holdagi yassi kondensator plastinkalari orasiga parallel ravishda $9\cdot10^{-6}$ *m/sek* tezlik bilan uchib kiradi. Elektronning kondensator ichidagi harakat boshidan 10 *sek* o'tgandan keyingi to'la, normal va tangensial tezlanishlari topilsin. Plastinkalar orasidagi potensiallar ayirmasi 100 V, plastinkalar oraligi 1 *sm*.

9.70. Bir xil tezlik bilan harakatlanayotgan proton va α-zarracha yassi kondensator plastinkalari orasiga parallel ravishda uchib kiradi. Kondensator maydoni ta'sirida protonning chetlanishi α-zarracha chetlanishidan qancha ortiq bo'ladi?

9.71. Birday potensiallar ayirmasida tezlashtirilgan proton va α-zarracha yassi kondensator plastinkalari orasiga uchib kiradi. Kondensator maydoni ta'sirida protonning chetlanishi α-zarracha chetlanishdan qancha ortiq bo'ladi?

9.72. Elektron yassi gorizontal kondensator plastinkalari orasiga, ularga parallel ravishda $\upsilon_x=-10^7$ *m/sek* tezlik bilan uchib kiradi. Kondensatordagi maydon kuchlanganligi E=100 V/*sm*, kondensator uzunligi L=5 *sm*. Elektron kondensator ichidan uchib chiqayotgandagi tezligning kattaligi va yo'nalishi topilsin.

9.73. U=300 V potensiallar ayirmasida tezlashtirilgan elektronlar oqimi zaryadlanmagan gorizontal yassi kondensatorning plastinkalari orasidan parallel ravishda o'tayotganda, kondensator chetidan *l*=12 *sm* uzoqliqda o'rnashtirilgan fluoressensiyalanuvchi ekranda yorug' dog' hosil qiladi. Kondensator zaryadlanganda ekrandagi dog' y=3 *sm* ga siljiydi. Kondensator plastinkalariga berilgan U_1 potensiallari ayirmasi topilsin. Kondensatorning uzunligi *l*=6 *sm* va plastinkalarining oralig'i d=1,4 *sm*.

9.74. Elektron yassi gorizontal kondensator plastinkalari orasida ularga parallel ravishda $3{,}6\cdot10^4$ *km/sek* tezlik bilan harakatlanayotir. Kondensator ichidagi maydon kuchlanganligi 37 V/*sm*. Kondensator plastinkalarining uzunligi 20 *sm*. Elektron kondensator ichidagi xarakati vaqtida u elektr maydoni ta'sirida vertikal yo'nalishda qanchaga siljiydi?

9.75. Proton yassi gorizontal kondensator plastinkalari orasiga, ularga parallel ravishda $1{,}2\cdot10^5$ *m/sek* tezlik bilan uchib kiradi. Kondensator ichidagi

maydoi kuchlanganligi 30 V/*sm*; kondensator plastinkalarining uzunligi 10 *sm*. Kondensator ichidan chiqayotgan protonning tezligi uning boshlang'ich tezligidan necha marta katta bo'ladi?

9.76. Bir-biridan 5 *mm* uzoqlikda turgan kondensator plastinkalari orasiga 150 V potensiallar ayirmasi berilgan. Plastinkalardan biriga qalinligi 3 *mm* bo'lgan chinni yassi parallel plastinka yopishib turibdi. Havodagi va chinnidagi elektr maydon kuchlanganligi topilsin.

9.77. Yer sharining sig'imi topilsin. Yer sharining radiusini 6400 *km* deb olinsin. Yer shariga 1 *Kl* elektr miqdori berilsa, uning potensiali qanchaga o'zgaradi?

9.78. 2 *sm* radiusli sharcha 2000 V potensialgacha manfiy zaryadlanadi. Zaryadlashda sharchaga berilgan zaryadni tashkil qilgan hamma elektronlarning umumiy massasi topilsin.

9.79. Har birining zaryadi 10^{-10} *Kl* bo'lgan 1 *mm* radiusli sakkizta tomchi qo'shilib, bitta katta tomchi hosil qilgan. Katta tomchining potensiali topilsin.

9.80. Bir xil R=1 *sm* radiusli va bir xil $R=4\cdot10^{-5}$ *kG* og'irlikdagi ikkita sharcha sirtlari bir-biriga tegadigan qilib iplarga osib qo'yilgan. Sharchalar zaryadlanganda iplar qandaydir burchakka ajrab, iplarning taranglik kuchi $F=4{,}9\cdot10^{-4}$ N ga teng bo'lib qoldi. Sharchalarni osib qo'yilgan nuqtasidan har bir sharcha markazigacha bo'lgan oraliq 10 *sm* bo'lganda zaryadlangan sharchalarning potensiali topilsin.

9.81. 792 V potensialgacha zaryadlangan sharcha zaryadining sirt zichligi $3{,}33\cdot10^{-7}$ Kl/m^2. Sharchaning radiusi topilsin.

9.82. 1) Normal bosimda havoda razryad elektr maydonining kuchlanganligi E_0=30 *kV/sm* bo'lganda sodir bo'lsa, shar radiusi R bilan uning zavoda zaryadlanishi mumkin bo'lgan maksimal potensiali U orasidagi munosabat, 2) diametri 1 m bo'lgan sharning maksimal potensiali topilsin.

9.83. Bir xil R=1 *sm* radiusli va P=0,15 *kG* og'irlikdagi ikkita sharcha bir xil U=3 *kV* potensnalgacha zaryadlangan bo'lib, ular bir-biridan r_1 oraliqda turibdi. Shunda ularning tortishish (gravitatsion) energiyasi 10^{-11} J ga teng. Sharchalar ular oraligi r_2 ga teng bo'lguncha yaqinlasha boradi. Sharchalarni yaqinlashtirish uchun bajarilgan ish $2\cdot10^{-6}$ *J*. Sharchalar yaqinlashgandan keyingi ularning elektrostatik energiyasi topilsin.

9.84. Har bir plastinkasining yuzi 1 m^2 bo'lgan yassi havo oraliqli kondensator plastinkalarining oralig'i 1,5 *mm*. Shu kondensatorning sig'imi topilsin.

9.85. Oldingi masaladagi kondensator 300 V potensialgacha zaryadlangan. Kondensator plastinkalaridagi zaryadning sirt zichligi topilsin.

9.86. $2{,}5\cdot10^{-4}$ *mkF* sirimli kondensator yasash uchun 0,05 *mm* qalinlikdagi parafin shimdirilgan qog'ozning ikki tomoniga staniol doirachalari yopishtirilgan. Bu doirachalarning diametri topilsin.

9.87. Havo oraliqli yassi kondensator plastinkalarining yuzi 100 sm^2 va ularning oralig'i 5 *mm*. Plastinkalarga 300 V potensiallar ayirmasi berilgan. Kondensatorni elektr kuchlanishi manbaidan uzib qo'yib, plastinkalar orasiga ebonit to'ldiriladi. 1) Ebonit to'ldirilgandan keyin plastinkalar orasidagi potensiallar ayirmasi qanday bo'ladi? 2) Ebonit to'ldirilguncha va to'ldirilgandan keyin kondensatorning sig'imi qanday bo'ladi? 3) Ebonit to'ldirilguncha va to'ldirilgandan keyin kondensator plastinkalaridagi zaryadning sirt zichligi qanday bo'ladi?

9.88. Oldingi masala elektr kuchlanishi manbaini uzmasdan kondensator plastinkalarining orasiga izolyator to'ldirilgandagi hol uchun yechilsin.

9.89. Bir-biridan d=1 *sm* uzoqlikdagi yassi kondensator plastinkalari orasiga U=300 V potensiallar ayirmasi berilgan. Plastinkalar orasidagi bo'shliqqa har birining qalinligi d_1=0,5 *sm* bo'lgan shisha va parafin yassi-parallel plastinkalari joylashtirilgan. 1) Har bir qatlamdagi elektr maydonining kuchlanganligi, 2) har bir qatlamda potensialning tushishi, 3) plastinkalarning yuzi S=100 sm^2 bo'lgandagi kondensatorning sig'imi, 4) plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi topilsin.

9.90. Bir-biridan d 1 *sm* uzoqlikdagi yassi kondensator plastinkalari orasiga U=100 *V* potensiallar ayirmasi berilgan. Plastinkalarning biriga 9,5 *mm* qalinlikdagi kristall bromli talliy (ε=173) yassi-parallel plastinkasi yopishtirilgan kondensatorli kuchlanish manbaidan uzib qo'yib, kristall plastinkani olib tashlanadi. Shundan keyin kondensator plastinkalari orasidagi potensiallar ayirmasi qanday bo'ladi?

9.91. Koaksial elektr kabeli ingichka simlardan va unga nisbatan konsentrik ravishda o'ralgan silindrik qobiqdan iborat bo'lib, ularning orasida izolyator bo'ladi. Agar kabel ichidagi ingichka sim radiusi 1,3 *sm*, qobiqning radiusi 3,0 *sm* va izolyatorning dielektrik kirituvchanligi 3,2 bo'lsa, kabel uzunlik birligining sig'imi (mkF/m da) topilsin.

9.92. Koaksial kabel ingichka simlarining radiusi 1,5*sm*, qobig'ining radiusi 3,5 *sm*. Ingichka simlar va qobiq orasiga 2300 V potensiallar ayirmasi berilgan. Kabel uchidan 2 *sm* uzoqlikdagi elektr maydoni kuchlanganligi hisoblansin.

9.93. Havo oraliqli silindrik kondensator ichki silindrining radiusi r=1,5 *sm*, tashqi snlinrdrining radiusi esa R=3,5 *sm*. Silindrlar orasiga U=2300 V potensiallar ayirmasi berilgan. Bu kondensator maydonining ta'sirida harakatlanayotgan elektron silindr o'qidan *l*=2,5 *sm* uzoqlikdan l_2=2 *sm* uzoqlikkacha o'tishda qanday tezlikka erishadi?

9.94. Silindrik kondensator 3 *mm* radiusli ichki silindr, ikki qatlam izolyator va R=1 *sm* radiusli tashqi silindrdan iborat. *dl*=3 *mm* qalinlikdagi birinchi izolyator qatlami ichki silindrga tegib turadi. Qatlamlardagi potensiallar tushishining nisbati topilsin.

9.95. Fotografiya hodisalarni tekshirishda sferik kondensator ishlatiladi. Bu kondensator 1,5 *sm* diametrli metall shar markaziy katotdan va 11 *sm* diametrli ichki sirti kumushlangan sferik kolba – anoddan iborat. Kolbadan havo surib olinadi. Bu kondensatorning sig'imi topilsin.

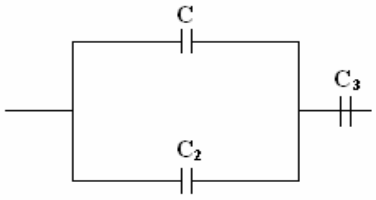
9.96. Quyidagi hollarda 3 *sm* radiusli sharning potensiali topilsin: 1) sharga 10^{-9} *Kl* zaryad berilgan, 2) bu sharni boshqa bir 4 *sm* radiusli va erga ulangan shar ichiga konsentrik ravishda joylashtirilgan.

9.97. R=10 *sm* va R_2=10,5 *sm* radiusli ikkita konsentrik sferadan iborat bo'lgan sferik kondensatorning sig'imi topilsin. Sferalar orasidagi bo'shliq yog' bilan to'ldirilgan. Yog'ga joylashtirilgan shar xuddi: shunday sig'imga ega bo'lishi uchun, uning radiusi qancha bo'lishi kerak?

9.98. Havo oraliqlini sferik kondensator ichki sharining radiusi R_1=1 *sm*, tashqi sharining radiusi esa R_2=4 *sm*. Sharlar orasiga U=3000 *V* potensiallar ayirmasi berilgan. Sharlar markazidan *x*=3 *sm* uzoqlikdagi elektr maydonining kuchlanganligi topilsin.

9.99. Havo oraliqini sferik kondensator ichki sharining radiusi R_1=1 *sm*, tashqi sharining radiusi esa R_2=4 *sm*. Sharlarga U=3000 V potensiallar ayirmasi berilgan. Sharlar markaziga r_1=3 *sm* uzoqlikdan r_2=2 *sm* uzoqlikkacha yaqinlashayotgan elektron qanday tezlikka erishadi?

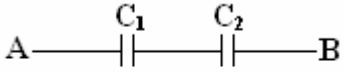
9.100. 17-rasmdagi kondensatorlar sistemasining sigimi topilsin. Har bir kondensatorning sig'imi 0,5 mkF.



17-rasm

9.101. Elektrometr yordamida ikki kondensatorning sig'imi solishtirilgan. Buning uchun kondensatorlar U_1=300 V va U_2=100 V potensialgacha zaryadlanib, o'zaro parallel ulangan. Bunda kondensator qoplamalari orasidagi potensiallar ayirmasi elektrometr bilan o'lchanganda 250 V ga teng bo'lgan. Sig'imlar nisbati topilsin.

9.102. *A* va *V* nuqtalar orasidagi potensiallar ayirmasi 0,02 SGS_U ga teng (18-rasm).Birinchi kondensatorning sig'imi 2 *mkF*, ikkinchisiniki esa 4 *mkF*. Har bir kondensator qoplamalaridagi zaryad va potensiyallar ayirmasi topilsin.



18-rasm

9.103. Bir kondensatorning sig'imi o'zgarmas bo'lib, u $3{,}33\cdot10^{-9}$ F ga teng, ikkinchisiniki 20 SGS_C dan 500 SGS_C gacha o'zgarib tursa, ulardan tuzilgan sistemaning sig'imi qanday chegarada o'zgara oladi?

9.104. Har birining sig'imi 10 *pF* dan 450 *pF* gacha o'zgara oladigan o'zgaruvchan sig'imli ikki kondensatordan tuzilgan sistemaning sig'imi qanday chegarada o'zgara oladi?

9.105. 20 *mkF* sig'imli kondensator 100 V potensialgacha zaryadlangan. Shu kondensatorning energiyasi topilsin.

9.106. 1 *m* radiusli shar 30000 V potensialgacha zaryadlangan. Zaryadlangan sharning energiyasi topilsin.

9.107. Kerosinga botirilgan sharning potepsiali 4500 V va zaryadining sirt zichligi 3,4 SGS_q/sm^2. Sharning 1) radiusi, 2) zaryadi, 3) sig'imi va 4) energiyasi topilsin.

9.108. 3000 V potensialgacha zaryadlangan 10 *sm* radiusli A sharni kuchlanish manbaidan uzib (sig'imi hisobga olinmaydigan) sim bilan oldin uzoqlashtirilgan zaryadsiz *B* sharga ulanadi, so'ngra *B* shardan uzilgandan so'ng uzoqlashtirilgan zaryadsiz *C* sharga ulanadi. *C* va *B* sharlarning radiusi 10 *sm*. 1) A sharning boshlang'ich energiyasi, 2) ulangandan keyin *A* va B sharlarning energiyasi va ulanishdagi razryad ishi, 3) ulangandan keyingi *A* va C sharlarning energiyasi va ulanishdagi razryad ishi topilsin.

9.109. Birining zaryadi 10^{-8} *Kl*, radiusi 3 *sm* bo'lgan va ikkinchisining radiusi 2 *sm*, potensiali 9000 V bo'lgan ikkita metall sharcha bir-biriga sim bilan ulangan (simning sig'imi juda kichik bo'lganligi uchun uni hisobga olmaslik mumkin). 1) Birinchi sharchaning razryaddan oldingi potensiali, 2) ikkinchi sharchaning razryaddan oldingi zaryadi, 3) Har bir sharchaning razryaddan oldingi energiyasi 4) birinchi sharchaning razryaddan keyingi potensiali va zaryadi, 5) ikkinchi sharchaning razryaddan keyingi potensiali va zaryadi, 6) sim bilan ulangan sharchalarning energiyasi, 7) razryad ishi topilsin.

9.110. 2 *sm* radiusli zaryadlangan *A* shar 3 *sm* radiusli zaryadlanmagan *B* sharga tekkiziladi. Keyin sharlarni bir-biridan ajratilganda *B* sharning energiyasi 0,4 J ga teng bo'lib qoladi. Tegizilguncha *A* sharda qancha zaryad bo'lgan?

9.111. Har birining yuzi 100 sm^2 bo'lgan kondensator plastinkalari o'zaro $3 \cdot 10^{-8}$ *kG* kuch bilan tortiladi. Plastinkalarning orasi slyuda bilan to'ldirilgan. 1) Plastinkalardagi zaryad, 2) plastinkalar orasidagi maydon kuchlanganligi, 3) maydonning hajm birligidagi energiyasi topilsin.

9.112. Yassi kondensator plastinkalari orasiga yupqa slyuda plastinkasi qo'yilgan. Elektr maydoni kuchlanganligi 10 *kV/sm* bo'lganda bu plastinkaga qanday bosim ta'sir qiladi?

9.113. Absolyut elektrometr pastki plastinkasi qo'zg'almas bo'lib, yuqorigi plastinkasi esa tarozning shayiniga osilgan yassi kondensatordir. Kondensator zaryadsiz bo'lganda plastinkalarniig oralig'i d=1 *sm*. Tarozining boshqa pallasiga $R=5,1 \cdot 10^{-3}$ *kG* yuk qo'yilganda ham plastinkalar oralig'i d=1

sm holda qolishi uchun plastinkalar orasidagi potensiallar ayirmasi qanday bo'lishi kerak? Plastinkalarning yuzi S=50 *sm*.

9.114. Har birining yuzi 100 sm^2 bo'lgan kondensator plastinkalari potensiallarining ayirmasi 280 V. Plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi $4{,}95 \cdot 10^{-11}$ Kl/sm^2. 1) Kondensator ichidagi maydonning kuchlanganligi, 2) plastinkalar oralig'i, 3) elektronning kondensatorning bir plastinkasidan to ikkichi plastinkasigacha bo'lgan masofani o'tishida olgan tezligi, 4) kondensatorning energiyasi, 5) kondensatorning sig'imi, 6) kondensator plastinkalarining o'zaro tortishish kuchi topilsin.

9.115. Yassi kondensator plastinkalarining yuzi 100 sm^2 va ularning oralig'i 5 *mm*. Kondensatorni razryadlaganda $4{,}19 \cdot 10^{-3}$ *J* issiqlik ajralib chiqqan bo'lsa, kondensator plastinkalariga qanday potensiallar ayirmasi berilganligi aniqlansin.

9.116. Plastinkalarining oralig'i 2 *sm* bo'lgan yassi havo oraliqli kondensator 3000 V potensialgacha zaryadlangan. Elektr quvvati manbaini uzmasdan turib plastinkalarni bir-biridan 5 *sm* gacha uzoqlashtirsak, kondensator maydonining kuchlanganligi qanday bo'ladi? Kondensatorning plastinkalari surilishidan oldingi va surilishidan keyingi energiyasi topilsin. Har bir plastinkaning yuzi 100 sm^2.

9.117. Oldingi masala oldin kuchlanish manbaini uzib, so'ng kondensator plastinkalarini bir-biridan uzoqlashtirish shartida yechilsin.

9.118. Plastinkalarining yuzi 100 sm^2 va ularning oralig'i 1 *mm* bo'lgan yassi kondensator 100 *V* gacha zaryadlangan, so'ng plastinkalar 25 *mm* gacha bir-biridan uzoqlashtirilgan. Plastinkalarni uzoqlashtirishdan oldin kuchlanish manbai: 1) uzilmagan, 2) uzilgan hollar uchun kondensatorning plastinkalarini uzoqlashtirishdan oldingi va uzoqlashtirilgandan keyingi energiyasi topilsin.

9.119. Yassi kondensator dielektrik bilan to'ldirilgan bo'lib, uning plastinkalariga biror potensiallar ayirmasi berilishi natijasida energiyasi $2 \cdot 10^{-5}$ J ga teng bo'ladi. So'ngra kondensatorni kuchlanish manbaidan uzib qo'yib dielektrikni kondensator ichidan olib tashlanadi. Dielektrikni olib tashlash uchun elektr maydon kuchini yengishda bajarilishi kerak bo'lgan ish $7\text{-}10^{-5}$ J ga teng. Dielektrikning dielektrik kirituvchanligi topilsin.

9.120. Plastinkalarining oralig'i 5 *mm* ga teng bo'lgan kondensator 6 *kV* potensialgacha zaryadlangan. Plastinkalarning yuzi 12,5 sm^2 ga teng. Plastinkalar quyidagi ikki xil usul bilan bir-biridan 1 *sm* gacha uzoqlashtiriladi: 1) kondensator kuchlanish manbai bilan ulanganicha qoladi va 2) plastinkalarni uzoqlashtirishdan oldin kuchlanish manbaidan uzib qo'yiladi. Ikkala holdagi: a) kondensator sig'imining o'zgarishi, b) elektrodlar yuzi bo'ylab o'tayotgan kuchlanganlik oqimining o'zgarishi va v) elektr maydoni energiyasi hajm zichligining o'zgarishi topilsin.

9.121. Quyidagi hollarda nuqtadagi elektr maydoni energiyasining hajm zichligi topilsin: 1) nuqta 1 *sm* radiusli zaryadlangan shar sirtidan 2 *sm* uzoqlikda, 2) cheksiz zaryadlangan tekislik yaqinida va 3) zaryadlangan cheksiz uzun ipdan 2 *sm* uzoqlikda joylashgan. Shar va tekislikdagi zaryadning sirt zichligi $1{,}67\cdot10^{5}$ Kl/m^2 va ipdagi zaryadning chiziqli zichligi $1{,}67\cdot10^{-7}$ Kl/m. Uchala hol uchun muhitning dielektrik kirituvchanligini 2 ga teng deb olinsin.

9.122. Oralig'i d=3 *sm* bo'lgan yassi kondensator plastinkalariga U=1000 V potensiallar ayirmasi berilgan. Plastinkalar orasi dielektrik (ε=7) bilan to'ldirilgan. a) Bog'langan (qutblangan) zaryadlarning sirt zichligi va b) dielektrik to'ldirilganda plastinkalardagi zaryad sirt zichligining qanchaga o'zgarishi topilsin. Masala quyidagi ikki sharoitda yechilsin: 1) plastinkalar orasi kondensator kuchlanish manbaiga ulangan vaqtida dielektrik bilan to'ldirilgan, 2) plastinkalar orasi kondensator kuchlanish manbaidan uzib qo'yilgandan keyin dielektrik bilan to'ldirilgan.

9.123. Yassi kondensator plastinkalarining orasi elektrlanish koeffitsiyenti (dielektrik singdiruvchanligi) 0,08 ga teng bo'lgan dielektrik bilan to'ldirilgan. Plastinkalarga 4 *kV* potensiallar ayirmasi berilgan. Plastinkalardagi va dielektrikdagi zaryadning sirt zichligi topilsin. Plastinkalar oralig'i 5 *mm* ga teng.

9.124. Yassi kondensator plastinkalarining orasiga shisha qo'yilgan. Plastinkalar oralig'i 4 *mm* ga teng. Plastinkalarga 1200 V kuchlanish berilgan. 1) Shishadagi maydon kuchlanganligi, 2) kondensator plastinkalaridagi zaryadning sirt zichligi, 3) shishadagi bog'langan zaryadning sirt zichligi va 4) shishaning elektrlanish koeffitsiyenti topilsin.

9.125. Yassi kondensator plastinkalarining orasi yog' bilan to'ldirilgan. Plastinkalar oralig'i 1 sm ga teng. Yog'dagi bog'langan (qutblangan) zaryadlarning sirt zichligi $6{,}2\cdot10^{-10}$ *Kl/sm* ga teng bo'lishi uchun, shu kondensator plastinkalariga qancha potensiallar ayirmasi berish kerak?

9.126. Yassi kondensator plastinkalari orasiga shisha plastinka kiritilgan. Kondensator plastinkalarining yuzi 100 sm^2 ga teng. Kondensator plastinkalari bir-biriga $4{,}9\cdot10^{-3}$ *N* ga teng kuch bilan tortilib, shisha plastinkani qisib turadi. Shisha sirtidagi bog'langan zaryadlarning sirt zichligi topilsin.

9.127. Yassi kondensator plastinkalari orasida parafin bor. Kondensatorni kuchlanish manbaiga ulaganda plastinkalarning parafinga bo'lgan bosimi 5 N/m^2 ga teng bo'lgan. 1) Parafindagi elektr maydonining kuchlanganligi va elektr induksiya, 2) parafindagi bog'langan zaryadlarning sirt zichligi, 3) kondensator plastinkalaridagi zaryadlarning sirt zichligi, 4) parafindagi elektr maydoni energiyasining hajm zichligi va 5) parafinning elektrlanish koeffitsiyenti topilsin.

9.128. Yassi kondensator plastinkalari bir-biridan 2 *mm* uzoqlikda joylashgan bo'lib, ular orasi butunlay dielektrik bilan to'ldirilgan.

Plastinkalarga 600 V potensiallar ayirmasi berilgan. Elektr manbaini uzib qo'yib, dielektrikni kondensator ichidan olib tashlanganda plastinkalardagi potensiallar ayirmasi 1800 V gacha ortadi. 1) Dielektrikdagi bog'langan zaryadlarping sirt zichligi va 2) dielektrikning elektrlanish koeffitsiyenti topilsin.

9.129. Yassi kondensator plastinkalari orasidagi 20 sm^3 hajmdagi fazo dielektrik bilan to'ldirilgan (ε=5). Kondensator plastinkalari kuchlanish manbaiga ulangan. Shunda dielektrikdagi bog'langan zaryadlarning sirt zichligi $8{,}35\cdot10^{-6}$ Kl/m^2 ga teng. Kondensatordan dielektrikni olib tashlash uchun elektr maydoni kuchini yengishda qancha ish bajariladi? Masalani quyidagi ikki hol uchun yechilsin: 1) dielektrik kondensator elektr manbaiga ulangan vaqtda olib tashlangan, 2) dielektrik kondensator kuchlanish manbaidan uzib qo'yilgandan keyin olib tashlangan.

10-§ ELEKTR TOKI

Tok kuchi I son jihatdan o'zkazgichning ko'ndalang kesimidan vaqt birligida o'tgan elektr miqdoriga teng:

$$I = \frac{dq}{dt}$$

Agar I=const bo'lsa, u holda

$$I = \frac{q}{t}$$

Elektr tokining zichligi

$$j = \frac{I}{S}$$

bunda S – o'tkazgich ko'ndalang kesimining yuzi.

Bir jinsli o'tkazgich qismidan o'tayotgan tok kuchi Om qonuniga bo'ysunadi:

$$I = \frac{U}{R}$$

bunda U – o'tkazgich qismining uchlaridagi potensiallar ayirmasi, R – shu qismning qarshiligi

O'tkazgich qarshiligi

$$R = \rho\frac{l}{S} = \frac{l}{\sigma S}$$

bunda ρ - o'tkazgichning solishtirma qarshiligi, σ – solishtirma o'tkazuvchanligi yoki elektr o'tkazuvchanligi, *l* – uzunligi, *S* – ko'ndalang kesimining yuzi.

Metallarning solishtirma qarshiligi temperaturaga quyidagicha bog'lanadi:

$$\rho_t = \rho_0(1+\alpha t)$$

bunda ρ_0 - temperatura 0^0C bo'lgandagi solishtirma qarshilik va α - qarshilikning temperatura koeffitsiyenti.

Zanjirning bir qismida elektr tokining bajargan ishi quyidagicha topiladi:

$$A = IUt = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t$$

Berk zanjir uchun Om qonuni quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

bunda – ε – generatorning e.yu.k. R – tashqi qarshilik va r – ichki qarshilik (generator qarshiligi).

Zanjirdagi to'la quvvat

$$P = \varepsilon I$$

Tarmoqlangan zanjir uchun Kirxgoffning ikkita qonuni mavjud. Birinchi qonun: "Tugunda uchrashuvchi tok kuchlarinig algebraik yig'indisi nolga teng":

$$\sum I = 0$$

Kirxgoffning ikkinchi qonunidan foydalangan quyidagi qoidalarga amal qilish kerak: sxemada tegishli qarshiliklardagi toklarning yo'nalishini ixtiyoriy ravishda strelkalar bilan ko'rsatiladi. Konturni ixtiyoriy yo'nalish bo'yicha aylanganda, yo'nalishi aylanish yo'nalishiga mos bo'lgan toklarni musbat, qarama-qarshi bo'lgan toklarni esa manfiy deb hisoblaymiz. Aylanish yo'nalishi bo'yicha potensiallarni orttiruvchi e.yu.k.ni musbat deb olamiz, ya'ni generator ichida minusdan plyusga tomon yurilsa, e.yu.k.musbat bo'ladi. Tuzilgan tenglamalarni echish natijasida aniqlangan miqdor manfiy chiqishi mumkin. Agar toklar aniqlansa uning manfiy qiymati zanjir bo'ylab haqiqiy yo'nalishga teskari yo'nalishda ekanligini ko'rsatadi. Qarshilik aniqlanganda esa uning manfiy qiymati noto'g'ri natija berishini ko'rsatadi (chunki Om qarshiligi har vaqt musbat bo'ladi). Bunday holda berilgan qarshilikda tokning yo'nalishini o'zgartirish va masalani shu shartga muvofiq yechish zarur.

Elektrolitlardagi elektr toki uchun Faradeyning qonunini qo'llash o'rinlidir.

Faradeyning birinchi qonuni bo'yicha elektroliz vaqtida ajralib chiqqan modda massasi

$$M = KIt = Kq$$

bunda q – elektrolitdan o'tgan elektr miqdori, K – moddaning elektroximiyaviy ekvivalenti.

Faradeyning ikkinchi qonuni bo'yicha elektroximiyaviy ekvivalent ximiyaviy ekvivalentga proporsionaldir, ya'ni

$$K = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{Z}$$

bunda A – bir kg – atom massasi, Z – valentlik, $\frac{A}{Z}$ kg – ekvivalent massasi va F – Faradey soni bulib, u son jihatidan $9{,}65 \cdot 10^7$ *Kl/kg·ekv*ga tengdir.
Elektrning solishtirma elektr utkazuvchanligi kuyidagi formuladan topiladi:

$$\sigma = \frac{1}{p} = \alpha \cdot C \cdot ZF(u_+ + u_-)$$

bunda α - dissotsiatsiya darajasi, C – konsentratsiya, ya'ni hajm birligidagi kg mollar soni, Z – valentnik, F – Faradey soni, u_+ va u_- - ionlarning harakatchanligi. Bunda $\alpha = \frac{nD}{n}$ hajm birligida dissotsiatsiyalangan molekulalar sonining shu hajm birligida eritilgan modda molekulalarining umumiy soniga bo'lgan nisbatidir. $\eta = CZ$ ekvivalent konsentratsiya deyiladi. U holda $\lambda = \frac{\sigma}{\eta}$ ekvivalent elektr o'zgaruvchanlik bo'ladi.

Gazdan o'tayotgan tok zichligi *j* uncha katta bo'lmaganda Om qonunini quyidagicha yozish mumkin.

$$j = qn(u_+ + u_-)E = \sigma E$$

Bunda *E* – maydonning kuchlanganligi, σ - gazning solishtirma o'tkazuvchanligi, *q* – ion zaryadi, u_+ va u_- - ionlarning harakatchanligi va *n*-gaz hajmi birligidagi har ikki ishorali ionlar soni (juft ionlar soni). Bunda $n = \sqrt{\frac{N}{\gamma}}$ bo'lib, *N* – ionlashturivchi moddaning vaqt birligi ichida hajm birligida hosil qilgan juft ionlar soni, γ - molizatsiya koeffisienti.

Gazda to'yinish toki mavjud bo'lsa, bu tokning zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$j_T = Nqd,$$

bunda *d* – elektrodlar oralig'i.

Elektron metalldan uzilib chiqishi uchun kinetik energiyasi quyidagicha bo'lishi kerak :

$$\frac{mv^2}{2} \geq A,$$

bunda A – elektronning metalldan chiqishda bajargan ishi.

Termoelektron emissiya (solishtirma emissiya) bo'lganda to'yinish tokining zichligi quyidagi formuladan topiladi:

$$j_T = BT^2 e^{-\frac{A}{kT}}$$

bunda *T* – katodning absolyut harorati, *A* – chiqish ishi, *k* – Bolsman doimiysi va *B* – har xil metallar uchun har xil bo'lgan o'zgarmas miqdor (emissiya doimiysi).

10.1. Tok kuchi I vaqt t ga qarab I=4+*2t* tenglama bo'yicha o'zgaradi, bunda I amperlarda va t sekundlarda ifodalangan. 1) O'tkazgichning ko'ndalang kesimidan t_1=2 *sek* dan t_2=6 *sek* gacha vaqt oralig'ida o'tadigan elektr miqdori va 2) shu vaqt oralig'ida o'tkazgich ko'ndalang kesimidan shuncha elektr miqdori o'tishi uchun o'zgarmas tokning kuchi qancha bo'lishi kerakligi aniqlansin.

10.2. Lampali reostat parallel ulangan beshta elektr lampochkadan iborat. 1) Hamma lampochka yongandagi, 2) a) bitta lampochka buralib o'chirilgandagi, b) ikkitasi o'chirilgandagi, v) uchtasi o'chirilgandagi, g) to'rttasi o'chirilgaidagi reostat qarshiligi topilsin. Har bir lampochkaning qarshiligi 350 Om.

10.3. Qarshiligi 40 *Om* bo'lgan pech yasash uchun, radiusi 2,5 s*m* li chinni silindrga diametri 1 *mm* li nixrom simdan necha qavat o'rash kerak?

10.4. Mis sim o'ralgan g'altakniig qarshiligi R=10,8 *Om*, mis simning og'irligi P=3,41 *kG*. G'altakka o'ralgan simning uzunligi va diametri *d* topilsin.

10.5. Diametri 1 *sm*, og'irligi 1 *kG* bo'lgan temir sterjenning qarshiligi topilsin.

10.6. Mis va alyuminiydan qilingan ikki silindrik o'tkazgichning uzunligi va qarshiligi bir xil bo'lsa, mis sim alyuminiy simdan necha marta og'ir bo'ladi?

10.7. Elektr lampochkasi volfram ipining qarshilign 20°C da 35,8 *Om* ga teng. 120 *V* kuchlanishli elektr tarmog'iga ulangan lampochka tolasidan 0,33 A tok o'tsa, uning temperaturasi qancha bo'ladi? Volfram qarshiligining temperatura koeffitsiyenti $4{,}6\cdot10^{-3}$ $grad^{-1}$ ga teng.

10.8. Temir simli reostat, milliampermetr va tok generatori ketma-ket ulangan. Reostatning qarshiligi 0°C da 120 *Om* ga, milliampermetrning qarshiligi esa 20 *Om* ga teng. Milliampermetr 22 *mA* ni ko'rsatib turibdi. Reostat 50°C gacha qiziganda milliampermetr qanchani ko'rsatadi? Temir qarshiligining temperatura koeffitsiyenti $6\cdot10^{-3}$ $grad^{-1}$ ga teng. Generatorning qarshiligi hisobga olinmasin.

10.9. Mis simli g'altak chulg'amining qarshiligi 14°C da 10 *Om* ga teng. Tokka ulangandan keyin cho'lg'amning qarshiligi 12,2 *Om* ga teng bo'lib qoladi. Cho'lg'am qancha temperaturagacha qiziydi? Mis qarshiligining temperatura koeffitsiyenti $4{,}15\cdot10^{-3}$ $grad^{-1}$ ga teng.

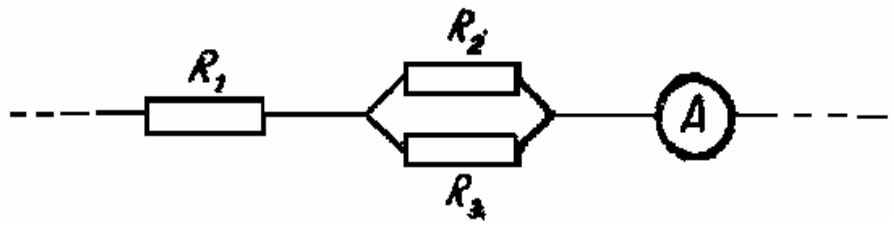
10.10. Uzunligi 500 *m* va diametri 2 *mm* bo'lgan mis simdan o'tayotgan tokning kuchi 2 *A* ga teng bo'lsa, undagi potensialiing tushishi topilsin.

10.11. Ampermetr 3 *A* ni ko'rsatadi; R_1=4 *Om*, R_2=2 *Om*, R_a= 4 *Om* (19-rasm); R_1 R_2 va R_3 qarshiliklarida potensialning tushishi hamda R_2 va R_3 qarshiliklardan o'tayotgan tokning kuchi topilsin. (19-rasm)

10.12. Elektr yurituvchi kuchi 1,1 V, ichki qarshiligi 1 *Om* bo'lgan element 9 *Om* li tashqi qarshilikka ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchi, 2) tashqi

zanjirdagi potensialning tushishi, 3) elementning ichidagi potensialning tuzilishi, 4) element qanday foydali ish koeffisient bilan ishlashi topilsin.

10.13. Oldingi masaladagi zanjir uchun tashqi zanjirdagi potensial tushishining tashqi qarshilikka bog'liqlik grafigi chizilsnn. Tashqi qarshilik $0 \le R \le 10$ *Om* intervalda har 2 *Om* dan olinsin.



19-rasm

10.14. Elektr yurituvchi kuchi 2 V bo'lgan elementning ichki qarshiligi 0,5 *Om*. Zanjirdagi tok kuchi 0.25 A bo'lganda element ichidagi potensialning tushishi va zanjirning tashqi qarshiligi topilsin.

10.15. Elementning elektr yurituvchi kuchi 1,6 V ta, ichki qarshigi 0,5 *Om* ga teng. Tok kuchi 2,4 A bo'lganda elementning f.i.k. qancha bo'ladi?

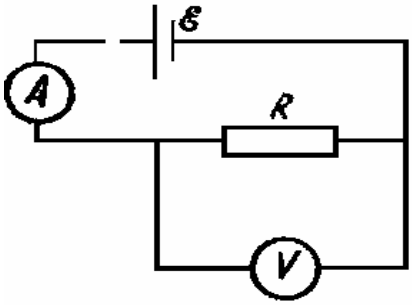
10.16. Elementning elektr yurituvchi kuchi 6 *V* ga teng, tashqi qarshilik 1,1 *Om* bo'lganda zanjirdagi tok kuchi 3 A ga teng. Element ichidagi potensialning tushishi va uning qarshiligi topilsin.

10.17. Elementning qarshiligi tashqi qarshilikdan n marta kichik bo'lsa, uning uchlaridagi potensialning tushishi element ε - yu.k. ning. qancha qismini tashkil qiladi?

Masala: I) n= 0,1, 2) n=1, 3) n= 10 shartlar uchun yechilsin,

10.18. Element, reostat va ampermetr ketma-ket ulangan. Elementning e.yu.k. 2 V va ichki qarshiligi 0,4 *Om*. Ampermetr 1 A ni ko'rsatadi, elementning f.i.k. topilsin.

10.19. Elektr yurituvchi kuchi 2 V, ichki qarshiligi 0,3 *Om* bo'lgan ikkita bir xil element bor. 1) Tashqi qarshilik 0,2 *Om*, 2) tashqi qarshilik 16 *Om* bo'lganda eng ko'p tok kuchi olish uchun elementlarni qanday ulash kerak. (ketma-ketmi yoki parallelmi)? Tok kuchi har bir hol uchun alohida topilsin.



20-rasm

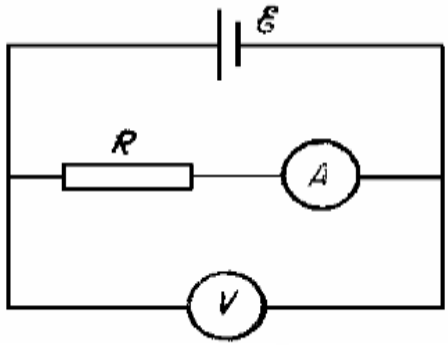
10.20. Voltmetrning qarshiligini cheksiz katta deb hisoblab, 20-rasmdagi sxemada ampermetr va voltmetrning ko'rsatishi bo'yicha reostat qarshiligi aniqlanadi. Haqiqatda voltmetr qarshiligi R_v ga teng bo'lganda topilgan qarshilikning nisbiy xatoligi aniqlansin. Masalani R_v=1000 *Om* va *R* quyidagilarga teng bo'lgandagi hol uchun yechilsin: 1) 10 *Om*, 2) 100 *Om*, 3) 1000 *Om*.

10.21. Ampermetrning qarshiligini cheksiz kichik deb hisoblab, 21-rasmdagi sxemada ampermetr va voltmetrning ko'rsatishlari bo'yicha reostat

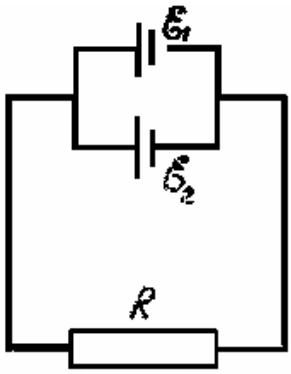
qarshiligi R aniqlanadi. Haqiqatda ampermetr qarshiligi R ga teng bo'lganda topilgan qarshilikning nisbiy xatoligi aniqlansin. Masalan R_A=0,2 *Om* va *R* quyidagilarga teng bo'lgandagi hol uchun yechilsin 1) 1 *Om*, 2) 10 *Om*, 3) 100 *Om*.

10.22. 22-rasmdagi qarshilik R=1,4 *Om*, ε_1 va ε_2 —ikkita element bo'lib, har birining e.yu.k. 2 *V* ga teng. Bu elementlarning ichki qarshiligi tegishlicha r_1=1 *Om* va r_2=1,5 *Om* ga teng. Har bir elementdagi va butun zanjirdagi tok kuchi topilsin.

10.23. 23-rasmdagi qarshilik R=0,5 *Om* ε_1 va ε_2 ikkita element bo'lib, har birining e.yu.k. 2 *V ga* teng. Bu elementlarning ichki qarshiligi tegishlicha r_1=1 *Om* va r_2=1,5 *Om*. Har bir element qisqichlaridagi potensiallar ayirmasi topilsin.

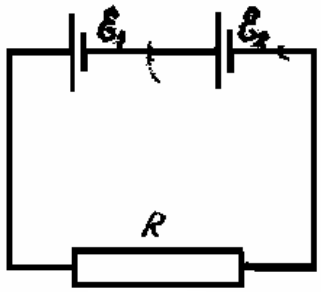


21-rasm

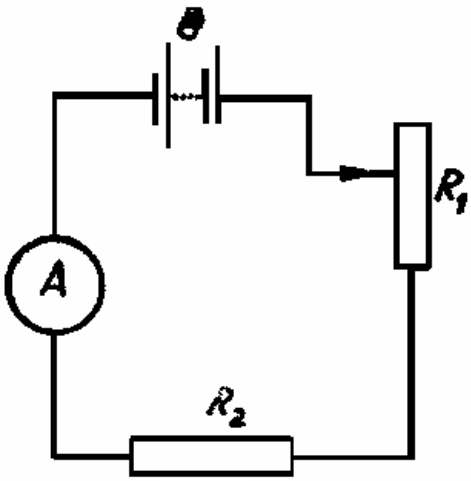


22-rasm

10.24. 24-rasmdagi sxemada e.yu.k. 20 *V* ga teng bo'lgan ε batareya hamda R_1 va R_2 reostatlar berilgan. R_1 reostat ulanmaganda ampermetr 8 *A* ni ko'rsatadi; R_1 ulanganda esa 5 *A* ni ko'rsatadi. Reostatlarning qarshiligi va R_1 reostat to'la ulanganda potensiallarning tushishi topilsin. Batareya va ampermetr qarshiligi hisobga olinmasin.



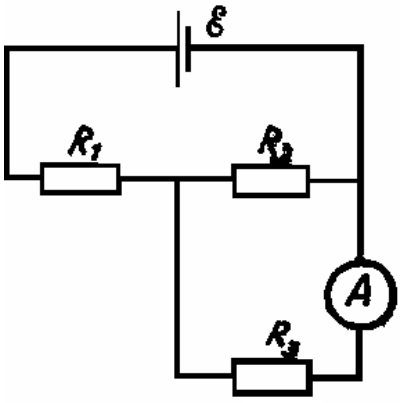
23-rasm



24-rasm

10.25. Element, ampermetr va qarshilik ketma-ket ulangan. Qarshilik uzunligi 100 *m* va ko'ndalang kesimi 2 mm^2 bo'lgan mis simdan yasalgan, ampermetr qarshiligi 0,05 *om*; ampermetr 1,43 *A* ni ko'rsatadi. Qarshilik

uzunligi 57,3 *m* va ko'ndalang kesimi 1 mm^2 bo'lgan alyuminiy simdan yasalganda esa ampermetr 1 *A* ni ko'rsatadi. Elementning e.yu.k. va ichki qarshiligi topilsin.

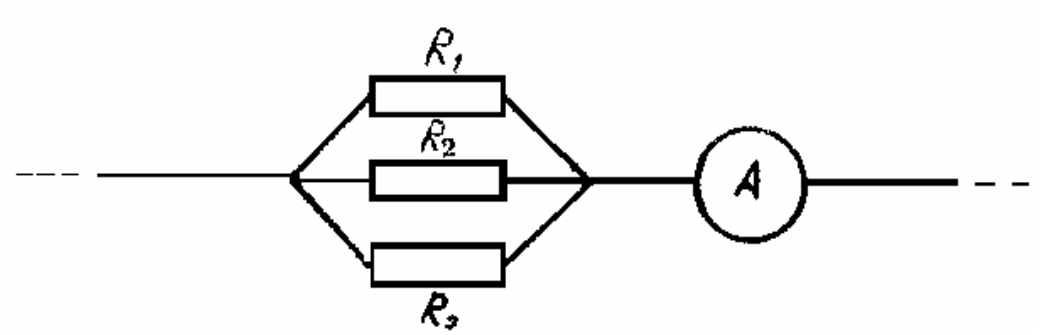


25-rasm

10.26. 25-rasmdagi sxemada ampermetr ko'rsatgan tok kuchi aniqlansin. Berk konturda element qisqichlaridagi kuchlanish 2,1 *V* ga teng: R_1=5 *Om*, R_2=6 *Om* va R_3=3 *Om*. Ampermetr qarshiligi hisobga olinmasin.

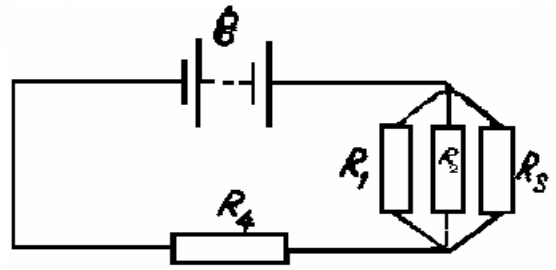
10.27. 26-rasmdagi sxemada R_2=20 *Om*, R_3=15 *Om* va qarshilikdan o'tayotgan tok kuchi 0,3 *A* ga teng. Ampermetr 0,8 *A* ni ko'rsatib turgan bo'lsa, R_1 qarshiligi qancha bo'ladi?.

10.28. 27-rasmda e.yu.k. 100 *V* bo'lgan ε batareya va R_1=R_3=40 *Om*,R_2 = 80 *Om* va R_4=34 *Om* bo'lgan qarshiliklar berilgan.

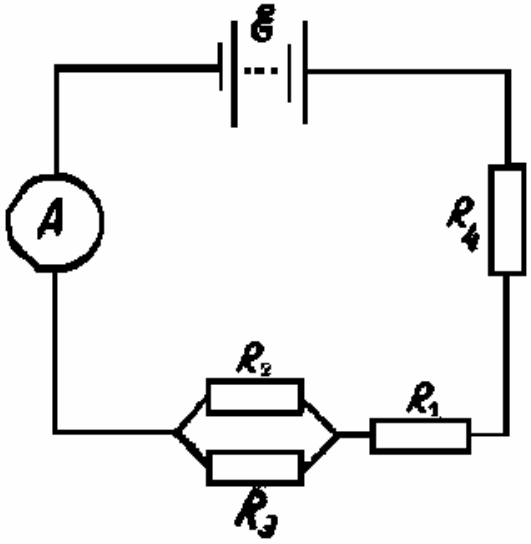


26-rasm

1) R_2 qarshilikdan o'tuvchi tok kuchi 2) shu qarshilikdagi potensialning tushishi topilsin. Batareyaning qarshiligi hisobga olinmasin.



27-rasm



28-rasm

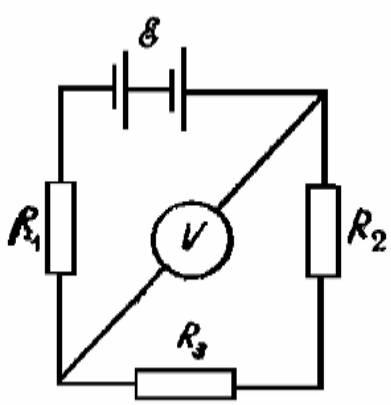
10.29. 28-rasmda e.yu.k. 120 *V* bo'lgan ε batareya va R_2=20 *Om*, R_4=25 *Om* qarshiliklar ko'rsatilgan. R_4

qarshilikdagi potensialning tushishi 40 *V* ga teng. Ampermetr 2 *A* ni ko'rsatadi. Batareya va ampermetr qarshiligi hisobga olinmasin.

10.30. 1) 28-rasmdagi sxemada ε=10*V*, *g*=1 *Om* va f.i.k. 0,8 bo'lsa, ampermetr qancha tok kuchini ko'rsatadi? 2) R_1 qarshilikdagi potensialning tushishi 4 *V* ga va R_4 qarshilikda 2 *V* ga teng bo'lganda R_2 qarshilikdagi potensialning tushishi qancha bo'ladi?

10.31. 29-rasmda e.yu.k. 100 *V* bo'lgan ε batareya hamda R_1=100 *Om*, R_2=200 *Om* va R_3=300 *Om* qarshiliklar berilgan. Voltmetr qarshiligi 2000 *Om* bo'lganda u qancha kuchlanishni ko'rsatadi? Batareya qarshiligi hisobga olinmasin.

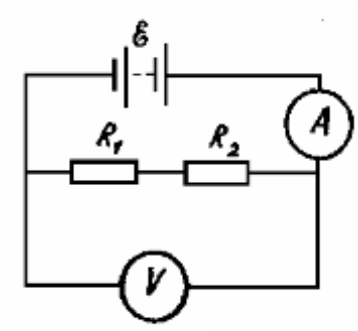
10.32. 29- rasmdagi sxemada R_1=R_2=R_3= 200 *Om*, voltmetrning ko'rsatishi 100 *V*. voltmetrning qarshiligi R=1000 *Om* bo'lgandagi batareyaning e.yu.k. topilsin. Batareya qarshiligi hisobga olinmasin.



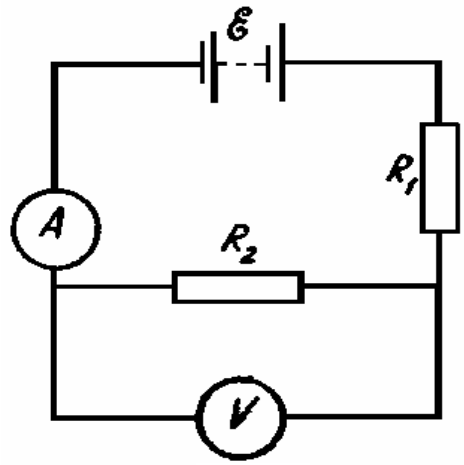
29-rasm

10.33. 30-33-rasmlarda tasvirlangan sxemalardagi ampermetr va voltmetr ko'rsatishlari topilsin. Voltmetrning qarshilik 1000 *Om*, batareyaning e.yu.k. 110 *V*, R_4= 400 *Om,* R_2=600 *om.* Batareya va ampermetr qarshiliklari hisobga olinmasin.

10.34. Qarshiligi 0,16 *Om* bo'lgan ampermetrga qarshiligi 0,04 *Om* bo'lgan shunt ulangan. Ampermetr 8 *A* ni ko'rsatadi, Magistraldagi tok kuchi topilsin.



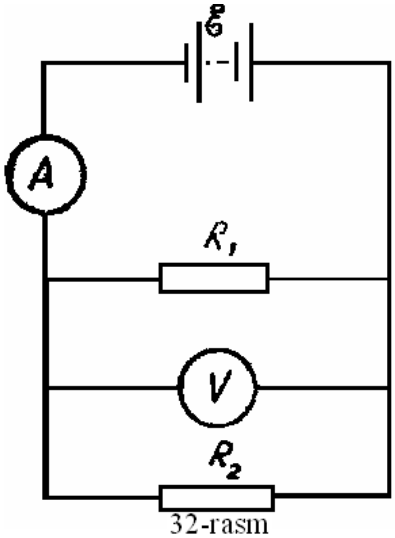
30-rasm



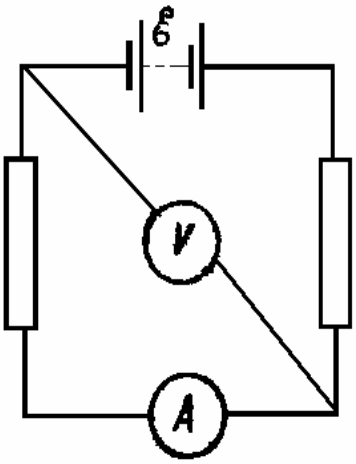
31-rasm

10.35. 10 *A* tokka mo'ljallangan, qarshiligi 0,18 *Om* va shkalasi 100 ga bo'lingan ampermetr berilgan. 1) Shu ampermetrda 100 *A* gacha bo'lgan tokni o'lchash uchun qanday qarshilik olish va uni qanday ulash kerak? 2) Bunda ampermetr shkalasi bo'linmalarining qiymati qanday o'zgaradi?

10.36. 30 *V* gacha bo'lgan potensiallar ayirmasini o'lchashga mo'ljallangan, shkalasi 150 ga bo'lingan va qarshiligi 2000 *Om* bo'lgan voltmetr berilgan. 1) Shu voltmetrda 75 *V* li potensiallar ayirmasini o'lchash uchun qanday qarshilik olish va uni qanday ulash kerak? 2) Bunda voltmetr shkalasi bo'linmalarining qiymati qanday bo'ladi?



32-rasm



33-rasm

10.37. 0 dan 15 *mA* gacha shkalali milliampermetr qarshiligi 5 *Om* ga teng. 1) 0 dan 0,15 *A* gacha bo'lgan tok kuchini va 2) 0 dan 150 *V* gacha bo'lgan potensiallar ayirmasini o'lchash uchun asbobga qancha qarshilik qanday kombinatsiyada ulanadi?

10.38. Quvvati 40 V*t* bo'lgan 120 *V* li lampochka berilgan. Lampochka 220 *V* kuchlanishli tarmoqda normal yonishi uchun unga ketma-ket qanday qo'shimcha qarshilik ulanishi kerak? Shunday qarshilikni yasash uchun diametri 0,3 *mm* bo'lgan nixrom simdan necha metr olish kerak?

10.39. 110 *V* kuchlanishga mo'ljallangan va quvvati mos ravishda 40, 40, va 80 *Vt* bo'lgan uchta lampochka berilgan. Shu lampochkalar normal yonishi uchun 220 *V* kuchlanishli tarmoqqa qanday ulanadi? Lampochkalar normal yonganda ulardan o'tayotgan tok kuchi topilsin. Lampochkalarning ulanish sxemasi chizilsin.

10.40. Generatordan 100 *m* uzoqlikdagi laboratoriyada 10 A tok qabul qiluvchi isituvchi elektr asbobi ulangan. Shu laboratoriyada yonib turgan elektr lampochkasi qisqichlaridagi kuchlanish qanchaga kamayishi aniqlansin. Ulovchi mis simlarning kesimi 5 mm^2 ga teng.

10.41. E.yu.k. 500 *V* bo'lgan batareyadan 2,5 *km* masofaga energiya uzatish kerak. Batareyaning quvvati 10 *kVt*. Ulovchi mis simning diametri 1,5 *sm* bo'lganda tarmoqdagi quvvatning minimal isrof bo'lishi topilsin.

10.42. E.yu.k. 110 *V* bo'lgan generatordan 2,5 *km* masofaga energiya uzatish kerak. Iste'mol quvvati 10 *kVt*. Tarmoqdagi isrof bo'lgan quvvat 1% dan ortmagandagi ulovchi simning minimal kesimi topilsin.

10.43. Uzunligi va diametri bir xil bo'lgan mis hamda po'lat simlar zanjirga ketma-ket ulangan. 1) Bu simlardan ajralgan issiqlik miqdorining nisbati va 2) Kuchlanishlar tushishining nisbati topilsin.

10.44. Oldingi masalani simlar parallel ulangan hol uchun yechilsin.

10.45. E. yu.k. 6 *V* ga teng bo'lgan element maksimal 3 *A* tok beradi. Tashqi qarshilikda 1 *min* da ajralib chiqqan eng ko'p issiqlik miqdori topilsin.

10.46. Batareyaning e.yu.k. *V*, qarshiligi 1 *Om*, tashqi qarshilik 23 *Om*. Batareyaning 1) umumiy quvvati, 2) foydali quvvati va 3) f.i.k. topilsin.

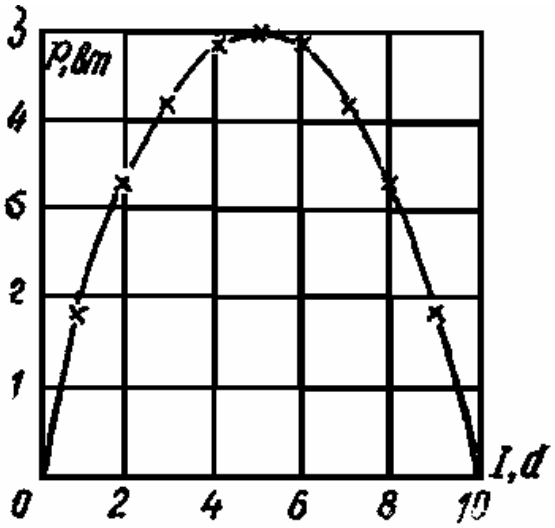
10.47. Tashqi qarshilikning ikki R_1=5 *Om* va R_2=0,2 *Om* qiymatida ajralib chiqqan quvvat bir xil bo'lgandagi generatorning ichki qarshiligi topilsin. Ikkala holning har birida generatorning f.i.k. topilsin.

10.48. 34-rasmda foydali quvvatning zanjirdagi tokka bog'lanishi ko'satilgan. Egri chiziqdagi nuqtalar bo'yicha 1) elementning ichki qarshiligi, 2) elementning e.yu.k. topilsin va 3) berilgan elementning f.i.k. va tashqi zanjir potensiali tushishining zanjirdagi tok kuchiga bog'lanish grafigi chizilsin.

10.49. 34- rasmda ko'rsatilgan egri chiziqdagi ma'lumotlarga asoslanib, 1) element f.i.k. ning, 2) to'la quvvati P_1 ning, 3) foydali quvvati P_2 ning tashqi zanjir qarshiligi R ga bog'lanish grafiklari chizilsin. Grafiklar R ning 0, r, 2r, 3r, 4r va 5r qiymatlari uchun chizilsin. Bunda *r* elementning ichki qarshiligi.

10.50. Elementni oldin R_1=2 *Om* li tashqi qarshilikka so'ng R_2=0,5 *Om* li tashqi qarshilikka ulanadi. Bu hollarning har birida tashqi zanjirda olinadigan quvvat bir xil va 2,54 *Vt* ga teng bo'lsa, elementning e.yu.k. va uning ichki qarshiligi topilsin.

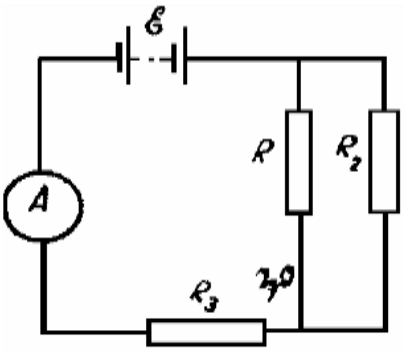
10.51. E.yu.k. 2 *V* va ichki qarshiligi 0,5 *Om* bo'gan element tashqi qarshilik R ga ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchining, 2) Tashqi zanjir uchlaridagi potensiallar ayirmasining, 3) tashqi zanjirdan ajralgan quvvatning va 4) to'la quvvatning R qarshilikka bog'lanishi grafiklari chizilsin. R qarshilik $0 \le R \le 4$ om intervalda 0,5 om dan olinsin.



34-rasm

10.52. E.yu.k. ε va ichki qarshiligi *r* bo'lgan element tashqi qarshilik R ga ulangan. Tashqi zanjirdagi eng ko'p quvvat 9 *Vt* ga teng. Bu holda zanjirdan o'tayotgan tok kuchi 3 *A* ga teng. ε va *r* ning qiymati topilsin.

10.53. 35-rasmdagi sxemada e.yu.k. 120 *V* bo'lgan ε batareya va R_3=30 *Om*, R_2=60 *Om*, R_2=60 *Om* qarshiliklar berilgan. Ampermetr 2 *A* ni ko'rsatadi. R_1 qarshilikda ajralgan quvvat topilsin. Batareya va ampermetr qarshiligi hisobga olinmasin.

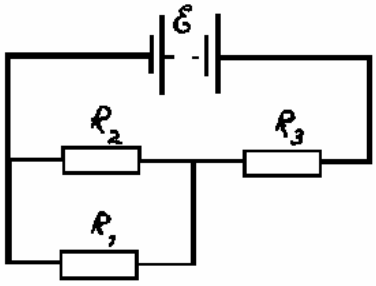


35-rasm

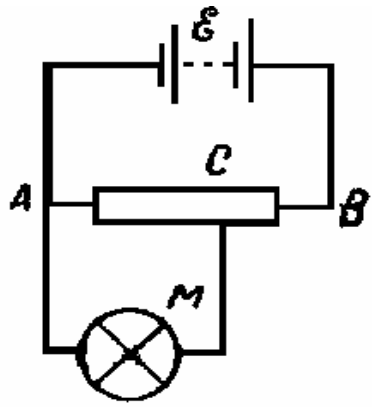
10.54. 35-rasmda ko'rsatilgan sxemadagi ampermetrning ko'rsatishi topilsin. Batareyaning e.yu.k 100 *V* ga, uning ichki qarshiligi 2 *Om* ga teng. R_1 va R_2 qarshiliklar mos ravishda 25 *Om* va 78 *Om* ga teng. R_1 qarshilikda ajralgan quvvat 16 *Vt* ga teng. Ampermetr qarshiligi hisobga olinmasin.

10.55. 36- rasmda e.yu.k. 120 *V* bo'lgan ε batareya hamda R_1=25 *Om*, R_2=R_3=100 *Om* bo'lgan qarshiliklar berilgan. R_1 qarshilikga ajralgan quvvat topilsin. Batareyaning qarshiligi hisobga olinmasin.

10.56. 36- rasmda qarshilik R_1=100 *Om*, shu qarshilikda ajralgan quvvat P=16 *Vt*. Generatorning f.i.k. 80%. R_3 qarshilikdagi potensialning tushishi 40 *V* ga teng bo'lsa, generatorning e.yu.k. topilsin.



36-rasm



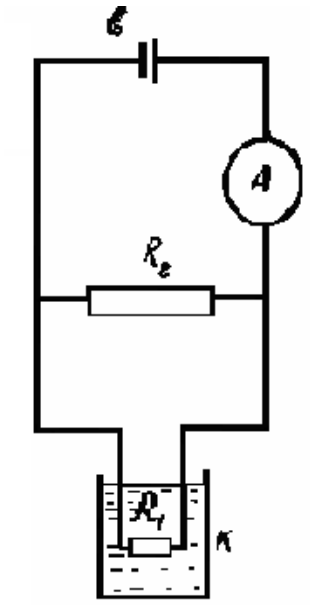
37-rasm

10.57. 37- rasmda E.Yu.K. 120 *V* bo'lgan batareya ε, AB- qarshiligi 120 *Om* bo'lgan potensiometr va M- lampochka berilgan. Lampochka yonganda qarshiligi 30 *Om* dan 300 *Om* gacha o'zgaradi. Sirpang'ich kontakt C potensiometr o'rtasida turganda lampochka uchlaridagi potensiallar ayirmasi qanchaga o'zgaradi? Bunda lampochkaning quvvati qanchaga o'zgaradi?

10.58. A va B nuqtalar orasidagi potensiallr ayirmasi 9 *V* ga teng. Qarshiliklari 5 va 3 *Om* bo'lgan ikkita o'tkazgich berilgan. O'tkazgichlar A va B nuqtalar orasiga 1) ketma-ket va 2) parallel ulanganda har bir o'tkazgichdan 1 sekundda ajraladigan issiqlik miqdori topilsin.

10.59. Birinig qarshiligi 360 *Om*, ikkinchisiniki *Om* bo'lgan ikkita lampochka tarmoqqa parallel ulangan. Qaysi lampochka ko'proq va necha marta ortiq quvvat oladi?

10.60. K kalorimetr qarshiligi R_1=60 *O*m li spiralga ega. R_1 qarshilik zanjirga 38- rasmda ko'rsatilgandek ulangan. Ampermetr 6 *A* ni ko'rsatsa, kalorimetrdagi 480 *g* suv 5 *min* davomida necha gradusga isiydi? Qarshilik R_2=30 *Om*. Generator va ampermetr qarshiliklari hamda issiqlik isrofi hisobga olinmasin.



38-rasm

10.61. 3 *kVt·soat* elektr energiyasi sarflab qancha suv qaynatish mumkin? Suvning boshlang'ich harorati 10^0 C. Issiqlikning isrofi hisobga olinmasin.

10.62. 1) 1 *l* suv 5 *minutda* qaynaydigan bo'lsa, elektr choynagining isitgichi necha vaqt iste'mol qiladi? 2) Tarmoq kuchlanishi 120 *V* bo'lsa, isitgichning qarshiligi qancha bo'ladi? Suvning boshlang'ich harorati $13{,}5^0$C. Issiqlikning isrofi hisobga olinmasin.

10.63. Quvvati 0,5 *kVt* bo'lgan plita ustida ichiga 16^0 C haroratli 1 *l* suv quyilgan choynak turibdi. Choynakdagi suv plita tokka ulangandan 20 min o'tgach qaynadi. Bunday choynakning isishi, nurlanish va hokazo uchun qancha issiqlik yo'qolgan bo'ladi?

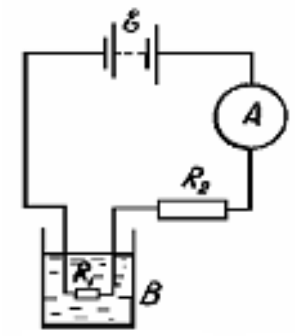
10.64. Elektr kastrulka har birining qarshiligi 20 *Om* bo'lgan ikkita isitgich seksiyadan tuzilgan. Boshlang'ich harorati 16^0 C bo'lgan 2,2 litr suv: 1) bitta seksiya ulanganda, 2) ikkala seksiya ketma-ket ulanganda va 3) ikkala seksiya parallel ulanganda qancha vaqtda qaynaydi? Tarmoq kuchlanishi 110 V, isitgichning f.i.k. 85%.

10.65. Elektr choynakning ikkita chulg'ami bor. Chulg'amlardan bittasi ulanganda choynakdagi suv 15 minutda, ikkinchisi ulanganda 30 minutda qaynaydi. Ikkala chulg'am ketma-ket ulanganda choynakdagi suv qancha vaqtda qaynaydi? Parallel ulanganda-chi?

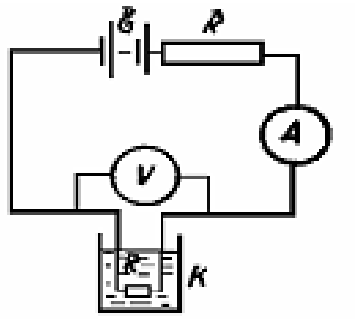
10.66. 39-rasmdagi sxemada E.Yu.K. 120 V bo'lgan ε batareya, R_2=10 *Om* qarshilik hamda B-elektr choynak berilgan. Ampermetr 2 A ni ko'rsatsa, harorati 4^0C bo'lgan 0,5 *l* suv qancha vaqtda qaynaydi? Batareya va ampermetrning qarshiliklari hisobga olinmasin. Choynakning f.i.k. 76%.

10.67. 40-rasmdagi sxemada E.Yu.K. 110 *V* bo'lgan ε batareya va 500 g kerosin solingan K kalorimetr berilgan. Ampermetr 2 A ni, voltmetr 10,8 *V* ni ko'rsatganda: 1) Spiralning qarshiligi qancha bo'ladi? 2) Agar R_1 spiraldan 5 min davomida tok o'tganida kerosin 5^0 C ga isisa, kerosinning solishtirma issiqlik sig'imi qanchaga teng?

Spiraldan ajralgan issiqlikning 80 %i kerosinni isitishga sarflangan deb hisoblansin. 3) Reostatning qarshigi R qanchaga teng? Batareya va ampermetrning qarshiligi hisobga olinmasin. Voltmetrning qarshiligi cheksiz katta deb hisoblansin.



39-rasm



40- rasm

10.68. Isitgich 23^0C haroratdagi 4,5 *l* suvni qaynatguncha 0,5 *kVt·soat* energiya sarflagan. Isitgichning f.i.k. topilsin.

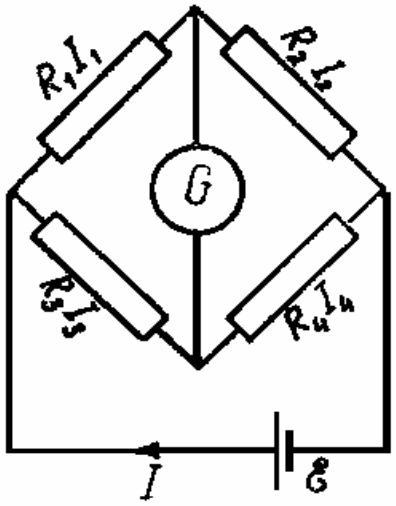
10.69. Uy 120 *V* kuchlanishli tarmoqqa ulangan elektr pechka bilan isitiladi. Uyni isitishda sutkasiga 20800 *kkal* issiqlik yo'qoladi. Uyning haroratini birday saqlash talab qilinadi. 1) pechkaning qarshiligi, 2) pechka isitgichini yasash uchun diametri 1 mm bo'lgan nixrom simidan qancha metr olish kerakligi va 3) pechkaning quvvati topilsun.

10.70. 1 *l* sig'imga ega bo'lgan suvli termostatning harorati 26 *Vt* quvvatli isitgich yordamida o'zgarmas holda saqlanadi, shu quvvatning 80 %i suvni isitishga sarf bo'ladi. Isitgichni uzub qo'yilsa, 10 minutda termostatdagi suvning harorati qanchaga pasayadi?

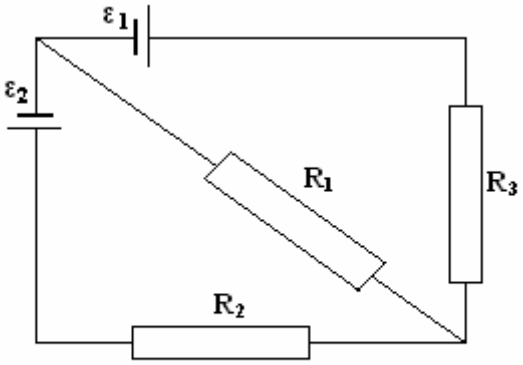
10.71. 120 *V* li ikkita lampochka 0,5 *A* tok iste'mol qilib, har kuni 6 soatdan yonadi. Bundan tashqari kunda f.i.k. 80% bo'lgan isitgich boshlang'ich harorati 10^0 C bo'lgan 3 *l* suvni qaynatadi. 1 *kVt·soat* energiya 4 tiyin turadi, bir oy (30 kun) da sarflangan energiya uchun to'lanadigan pul hisoblansin.

10.72. O'ramlarining qarshiligi 16 *Om* bo'lgan elektr choynakda 9^0 C li 600 sm^3 suv bo'lib, uni tokdan uzib qo'yish unitilgan. Qancha vaqtdan keyin suv bug'lanib ketadi? Tarmoqning kuchlanishi 120 *V*, choynakning f.i.k. 60%.

10.73. Simobli diffduzion nasosda har minutda 100 *g* simob bug'lanadi. Agar nasos isitgichi 127 *V* kuchlanishli tarmoqqa ulansa, isitgichning



41-rasm



42-rasm

qarshiligi qanchaga teng bo'lishi kerak? Simobning bug'ga aylanish issiqligini $2{,}96 \cdot 10^5$ J/kg ga teng deb olinsin.

10.74. Ko'ndalang kesimining yuzi S_1=3 mm^2 bo'lgan mis simdan iborat zanjirga ko'ndalang kesimining yuzi S_2=1 mm^2 bo'lgan qo'rg'oshin simdan saqlagich ulangan. Bu saqlagich zanjirda qisqa tutashuv bo'lganda o'tkazgichlarning harorati qancha ko'tarilishi uchun mo'ljallangan? Qisqa tutashuv tufayli kam vaqtli jarayonda ajralgan hamma issiqlik zanjirni isitishga ketadi deb hisoblansin. Saqlagichning boshlang'ich harorati $t_0=17^0$ C ga teng

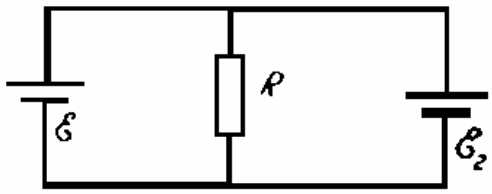
10.75. Tok zichligi 30 A/sm^2 bo'lganda birlik hajmdagi mis simdan har sekundda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori topilsin.

10.76. Uitston ko'prigidagi (41-rasm) generatorning E.Yu.K. 2 *V*, R_1=30 *Om*, R_2=45 *Om* va R_3=200 *Om*. Galvanometrdan o'tayotgan tok kuchi nolga teng. Har bir tarmoqdagi tok kuchi topilsin. Generatorning qarshiligi hisobga olinmasin.

10.77. 42- rasmdagi sxemada birining e.yu.k. 2,1 *V*, ikkinchisiniki 1,9 *V* bo'lgan ikkita element hamda R_1=45 *Om*, R_2=10 *Om* va R_3=10 *Om* qarshiliklar berilgan. Zanjirning hamma qismidagi tok kuchi topilsin. Elementlarning ichki qarshiliklari hisobga olinmasin.

10.78. e.yu.k. lari ε_1=1,4 *V* va ε_2=1,2 *V* hamda ichki qarshiliklari r_1 0,6 *Om* va r_2=0,4 *Om* bo'lgan ikkita element o'zaro parallel ulangan. Elementlarning qisqichlaridagi potensiallar ayirmasi topilsin.

10.79. 43- rasmdagi sxemada ichki qarshiliklari tegishlicha r_1=1 *Om* va r_2=2 *Om*, har birining E.Yu.K. lari 2 *V* dan bo'lgan ikkita element ε_1 va ε_2 berilgan. ε_1 dan o'tayotgan tok kuchi 1 A ga teng bo'lsa, tashqi R qarshilik qanchaga teng bo'ladi? ε_2 dan o'tayotgan I_2 tok kuchi topilsin. R qarshilikdan o'tayotgan I_R tok kuchi topilsin.

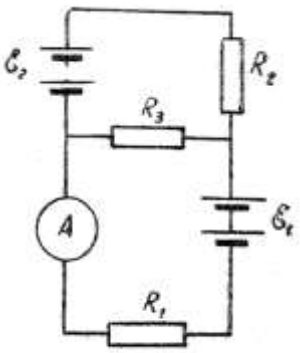


43-rasm

10.80. Oldingi masalani $\varepsilon_1=\varepsilon_2$=4 *V*, $r_1=r_2$=0,5 *Om* va I_1=2 *A* bo'lgan hol uchun yechilsin.

10.81. 44- rasmdagi sxemada ε_1 =110 *V*, ε_2=220 *V* hamda $R_1=R_2$=100 *Om*, R_3=500 *Om* qarshiliklar berilgan. Ampermtrning ko'rsatishi aniqlansin. Batareyaning va ampermetrning ichki qarshiligi hisobga olinmasin.

10.82. 44- rasmdagi sxemada ε_1=2 *V*, ε_2=4 *V* R_1=0,5 *Om* va R_2 qarshilikdagi potensialning tushishi 1 *V* ga teng. Ampermetrning ko'rsatishini toping. Elementlarning ichki va ampermetr qarshiliklari hisobga olinmasin.

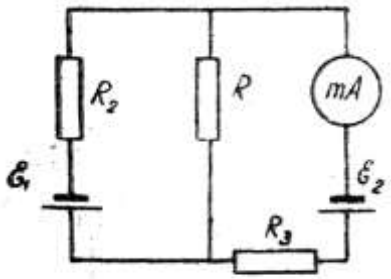


44- расм.

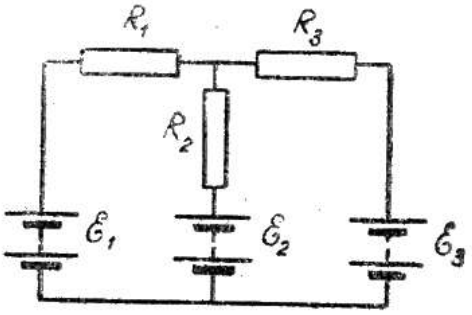
10.83. 44-rasmdagi sxemada ε_1=30 *V*, ε_2=10 *V*, R_2=20 *Om*, R_3=10 *Om*. Ampermetrdan 1 A tok o'tadi. R_1 qarshilik topilsin. Batareya va ampermetr qarshiliklari hisobga olinmasin.

10.84. 45- rasmdagi sxemadagi ε_1=2 *V*, ε_2=1 *V*, $R_1=10^3$ *Om*, R_2=500 *Om*, R_3=200 *Om* va milliampermetrning qarshiligi R_A=200 *Om* bo'lsa, milliampermetr qancha tok kuchini ko'rsatadi? Elementlarning ichki qarshiligi hisobga olinmasin.

10.85. 45- rasmdagi sxemada ε=1 *V*, ε_2=2 *V*, R_3=1500 *Om*, R_A=500 *Om* va R_2 qarshilikdagi potensialning tushishi 1 *V* ga teng bo'lsa, milliampermetr qancha tok kuchini ko'rsatadi? Elementlarning qarshiligi hisobga olinmasin.



45- расм.



46- расм.

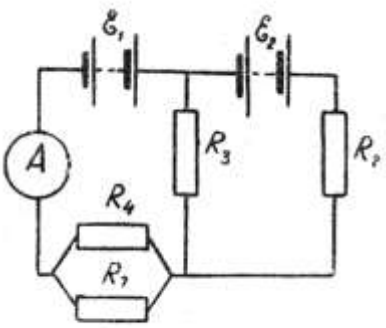
10.86. 46- rasmdagi sxemada ε_1=2 *V*, ε_2=4 *V*, ε_3=6 *V*, R_1=4 *Om*, R_2=6 *Om* va R_3=8 *Om*. Zanjirning hamma qismidagi tok kuchi topilsin. Elementlarning qarshiligi hisobga olinmasin.

10.87. 46- rasmdagi sxemada $\varepsilon_1=\varepsilon_2=\varepsilon_3$, R_1=20 *Om*, R_2=12 *Om* va R_2 qarshilikdagi potensialning tushishi 6 *V* ga teng. Zanjirning hamma qismidagi tok kuchi va R_3 qarshilik topilsin. Elementlarning ichki qarshiuligi hisobga olinmasin.

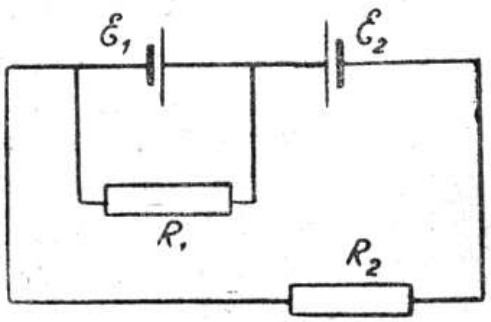
10.88. 46- rasmdagi sxemada ε_1=25 *V*, R_1 qarshilikdagi potensialning tushishi 10 *V* ga teng bo'lib, bu R_3 qarshilikdagi potensialning tushishiga teng va R_3 qarshilikdagi potensial tushishidan ikki marta ko'pdir. ε_2 va ε_3 larning qiymati topilsin. Batareyalarning qarshiligi hisobga olinmasin.

10.89. 47- rasmdagi sxemada $\varepsilon_1=\varepsilon_2$=100 *V*, R_1=20 *Om*, R_2=10 *Om*, R_3=40 *Om* va R_4=30 *Om*. Ampermetrning ko'rsatishi topilsin. Batareyalar va ampermetr qarshiliklari hisobga olinmasin.

10.90. 47- rasmdagi sxemada $\varepsilon_1=2\varepsilon_2$, $R_1=R_2$=20 *Om*, R_3=15 *Om*. Ampermetr 1,5 *A* ni ko'rsatadi. E_1 va ε_2 ning qiymati hamda R_2 va R_3 qarshilikdan o'tayotgan I_2 va I_3 tok kuchlari topilsin. Batareyalar va ampermetr qarshiliklari hisobbga olinmasin.



47- расм.



48- расм.

10.91. 48- rasmdagi sxemada e.yu.k. lari 2 *V* dan va ichki qarshiliklari 0,5 *Om* dan bo'lgan ikkita bir xil element ε_1 va ε_2 berilgan. 1) R_1=0,5 *Om* qarshilikdan va 2) R_2=1,5 *Om* qarshilikdan va 3) element ε_1 dan o'tayotgan tok kuchi topilsin.

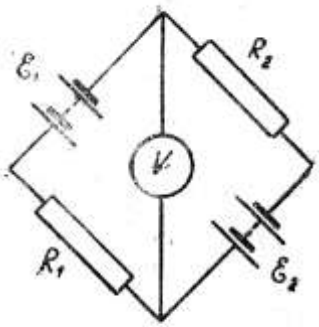
10.92. 48- rasmdagi sxemada e.yu.k. lari va ichki qarshiliklari bir xil bo'lgan ikkita element ε_1 va ε_2 hamda R_2 =1 *Om* qarshilik berilgan. ε_1 Element qisqichlaridagi potensiallarning tushishi 2 *V* bo'lib, u ε_2 element qisqichlaridagi potensiallar tushishidan ikki marta ko'p. R_2 qarshilikdagi potensiallar tushishi ε_2 elementdagi potensiallar tushishiga teng. Elementlarning e.yu.k. va ichki qarshiligi topilsin.

10.93. 49-rasmdagi sxemada ε_1= ε_2=110 *V* hamda R_1=R_2=200 *Om* qarshiliklar berilgan. Voltmetrning qarshiligi 1000 *Om*. Uning ko'rsatishi topilsin. Batareyalar qarshiligi hisobga olinmasin.

10.94. 49-rasmdagi sxemada ε_1= ε_2 va R_1=R_2=100 *Om*. Voltmetr 150 *V* ni ko'satadi. Voltmetr qarshiligi 150 *Om*. Batareyalarning e.yu.k. topilsin. Batareyalar qarshiligi hisobga olinmasin.

10.95. 50-rasmdagi sxemada ε_1= ε_2=1,5 *V*, r_1=r_2=0,5 *Om*, R_1=R_2=2 *Om* va R_3=1 *Om* berilgan. Milliampermetrning ko'rsatishi topilsin. Milliampermetrning qarshiligi 3 *Om* ga teng.

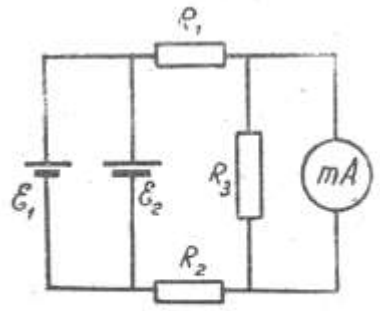
10.96. 51- rasmdagi sxemada qarshiliklari R_1=3000 *Om* va R_2=2000 *Om* bo'lgan ikkita voltmetr V_1 va V_2 berilgan; R_3=3000 *Om*, R_4= 2000 *Om*, ε=200 в.1) Kalit K ulanmagandagi va 2) kalut K ulangandagi voltmetrlarning ko'rsatishi topilsin. Batareyaning qarshiligi hisobga olinmasin. Masalani Kirxgof qonunlarini qo'llab yeching.



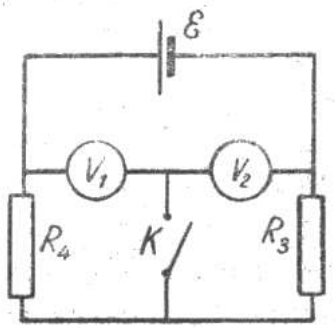
49- расм.

10.97. Mis xlorning suvdagi eritmasi ($CuCl_2$) ni elektroliz qilishda qancha vaqtdan keyin katodda 4,74 g mis ajraladi? Tok kuchi 2 *A* ga teng.

10.98. Yuzi 25 sm^2 bo'lgan mis plastinka mis kuporosini elektroliz qilishda katodlik vazifasini bajaradi. Bir oz vaqt zichligi 0,02 A/sm^2 bo'lgan tok o'tkazilgandan so'ng, plastinka massasi 99 *mg* ga ortadi. 1) Tokning qancha vaqt o'tganligi va 2) plastinkada hosil bo'lgan mis qatlamining qalinligi topilsin.



50- расм.



51- расм.

10.99. Mis kuporosini elektroliz qilinganda bir soatda 0,5 *g* mis ajraldi. Har bir elektrodning yuzi 75 sm^2 ga teng. Tok zichligi topilsin.

10.100. Vodorodning elektroximiyaviy ekvivalenti topilsin.

10.101. $AgNO_3$ eritmasi solingan elektrolitik vannaga ketma-ket ulangan ampermetr 0,90 *A* ni ko'rsatib turibdi. 5 minut tok o'tgandan so'ng 316 *mg* kumush ajralib chiqqan bo'lsa, ampermetrning ko'satishi to'g'rimi?

10.102. $AgNO_3$ va $CuSO_4$ eritmasi solingan ikkita elektrolitik vanna o'zaro ketma-ket ulangan. 180 *mg* kumush ajratishga ketgan vaqt ichida qancha mis ajraladi?

10.103. Al_2O_3 eritmasidan elektroliz usuli bilan alyuminiy olishda eritilgan kriolitdan, elektrodlardagi potensiallar ayirmasi 5 *V* bo'lganda, $2\cdot10^4$ *A* tok o'tgan. 1) 10^3 *kg* alyuminiy ajralishi uchun ketgan vaqt, 2) bunga qancha elekrt energiyasi sarflanganligi topilsin.

10.104. Elektroliz qilinganda $AgNO_3$ eritmasidan 500 mg kumush ajralishi uchun qancha elektr energiyasi sarflanshi kerak? Elektrodlardagi potensiallar ayirmasi 4 *V* ga teng.

10.105. Vodorod va kisloroddan suv hosil bo'lish reaksiyasiga vaqtida $2H_2+O_2=2H_2O+5{,}75\cdot10^5$ *J* Issiqlik ajraladi. Suv elektroliz qilinganda vodorod va kislorodga ajralishi uchun yetarli bo'lgan eng kam potensiallar ayirmasi topilsin.

10.106. Azot kislotasining juda kuchsiz eritmasi uchun ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik hisoblansin.

10.107. Azot kislotasi eritmasidan I=2 *A* tok o'tayapti. Har bir ishorali ion bir minutda qancha elektr miqdorini o'tkazadi?

10.108. Biror konsentratsiyasida KCl eritmasining ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini 122 $sm^2/Om\cdot g\cdot ekv$ va shu konsentratsiyada solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 0,00122 $Om^{-1}\ sm^{-1}$, har qancha suyultirlnganda han ekvivalent

elektr o'tkazuvchanligi 130 $sm^2/Om \cdot g \cdot ekv$ ga teng bo'ladi. 1) berilgan kontsentratsiyada KCl ning dissotsiatsiya darajasi, 2) eritmaning ekvivalent kontsentratsiyasi 3) K^+va Cl^- ionlarining harakatchanligi yig'indisi topilsin.

10.109. Uzunligi 84 *sm* va ko'ndalang kesmining yuzi 5 mm^2 bo'lgan naycha 0,1 *n* konsentratsiyali $AgNO_3$ eritmasi bilan to'ldirilgan. Agar $AgNO_3$ hamma molekulasining 81% dissotsiatsiyalansa, eritmaning qarshiligi topilsin.

10.110. Uzunligi *l*=2 *sm* va ko'ndalang kesimining yuzi S=7 sm^2 bo'lgan naycha 0,05 *n* konsentratsiyali KNO_3 eritmasi bilan to'ldirilgan. Agar shu eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi $1{,}1 \cdot 10^{-3}$ $m^2/Om \cdot kg\text{-}ekv$ bo'lsa, eritmaning qarshiligi topilsin.

10.111. Uzunligi 3 *sm* va ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2 bo'lgan naycha 1 m^3 dagi tarkibida 0,1 kmol $CuSO_4$ bo'lgan eritma bilan to'ldirilgan. Eritmaning qarshiligi 38 *Om*. Eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi topilsin.

10.112. Xlorid kislotasi detsinormal eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 0,035 $Om^{-1} \cdot sm^{-1}$ ga teng. Dissotsiatsiya darajasi topilsin.

10.113. Oldingi masaladagi eritmaning birlik hajmda har qaysi ishoradagi ionlar soni aniqlansi.

10.114. Gaz to'ldirilgan idish rentgen nuri bilan yoritilganda uning har bir millimetr hajmida sekundiga 10^{10} molekula ionlashdi. Rekombinatsiya natijasida idishning 1sm^3 hajmida 10^8 musbat va shuncha manfiy ion bo'lib muvozanatlashadi. Rekombinatsiya koeffitsiyenti topilsin.

10.115. Razryad trubkasining 10 *sm* oraliqdagi elektrodlariga 5 *V* potensiallar ayirmasi berilgan. Trubka ichidagi gaz ionlashib, unda 1 m^3 hajmidagi juft ionlar soni 10^8ga teng. Ionlar harakatchanligi $u_+=3 \cdot 10^{-2}$ $m^2/V \cdot sek$ va $u_-=3 \cdot 10^2$ $m^2/V \cdot sek$ 1) trubkadagi tok zichligi va 2) musbat ionlar orqali to'la tokning qancha qismi o'tishini toping.

10.116. Ionizatsion kamera elektrodlari har birining yuzi 100 sm^2 va ular oraligi 6,2 *sm*. Agar ionizator 1sm^3hajmda sekundiga har qaysi ishorali iondan 10^9 tadan hosil qilsa, kameradagi to'yinish toki qancha bo'ladi? ionlar bir valentli deb hisoblansin.

10.117. Oldingi masaladagi rekombinatsiya koeffitsiyenti 10^{-6} bo'lgan holda kameraning 1 sm^3 hajmida hosil bo'lishi mumkin bo'lgan juft ionlar soni topilsin.

10.118. Uzunligi 84 *sm* va ko'ndalang kesimining yuzi 5 mm^2 bo'lgan trubka, har bir sm^3muvozanat holda 10^7 juft ionli ionlashtirilgan havo bilan to'ldirilgan. Ionlarning harakatchanligi $u_+=1{,}3 \cdot 10^{-4}$ $m^2/V \cdot sek$ va $u_-=1{,}8 \cdot 10^{-4}$ $m^2/V \cdot sek$ bo'lgandagi trubkaning qarshiligi topilsin. Ionlar bir valentli deb hisoblansin.

10.119. 10.116-maslada ko'rsatilgan ionizatsion kameradagi elektrodlar potensiallarining ayirmasi 20 *V* bo'lsa, bu elektrodlar orasidan qancha tok

o'tadi? Ionlarning harakatchanligi $u_+=u_-=1$ $sm^2/v\cdot sek$ va rekombinatsiya koeffitsiyenti $\alpha=10^{-6}$. Topilgan tok to'yinishi tokning qancha qismini tashkil qiladi?

10.121. Qanday haroratda simob atomlari ionizasiyasi uchun yetarli darajada ilgarilanma harakat o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'ladi? Simob atomining ionizasiya potensiali 10,4 *V*.

10.122. Geliy atomining ionizasiya potensiali 24,5 *V*. Ionizasiya ishi topilsin.

10.123. 1) Seziy va 2) platinadan ajralib chiqish uchun bu metallardagi erkin elektronlar tezligi kami bilan qancha bo'lishi kerak?

10.124. 0 ^0K haroratdagi volfram haroratini yana 100 ^0K ga ortirganda solishtirma termoelektron emissiyasi necha marta ko'payadi?

10.125. Toriy aralashgan volframdan yasalgan katodning ish harorati 1800^0K bo'lgandagi solishtirma emissiyasi shu haroratdagi sof volframdan yasalgan katodning solishtirma emissiyasidan necha marta ko'p bo'ladi? Emissiya doimiysi *B* sof volfram uchun 60 $A/sm^2\cdot grad^2$, toriy aralashgan volfram uchun esa 3 $A/sm^2\cdot grad^2$ deb olinsin.

10.126. Sof volfram T=2500 ^0K haroratda beradigan miqdordagi solishtirma emessiyani toriy aralashgan volfram qanday haroratda berishi mumkin? Kerakli ma'lumotlar oldingi masaladan olinsin.

11- §. ELEKTROMAGNETIZM

Bio – Savar – Laplas qonuni bo'yicha, *I* tok o'tayotgan kontur ele`menti *dl* fazoning biror *A* nuqtasida kuchlanganligi

$$dH = \frac{I \sin \alpha \, dl}{4\pi r^2}$$

ga teng magnit maydoni hosil qiladi, bunda *r* – tok elementi *dl* dan *A* nuqtagacha bo'lgan masofa, α - radius-vektor *r* bilan tok elementi *dl* orasidagi burchak.

Bio - Savar - Laplas qonunini turli ko'rinishdagi konturlarga tatbiq qilib, quyidagilarni topish mumkin:

Doiraviy tok markazidagi magnit maydonning kuchlanganligi

$$H=\frac{I}{2R},$$

bunda *R* - tokli doiraviy konturning radiusi.

Cheksiz uzun to'g'ri o'tkazgich hosil qilgan magnit maydonning kuchlanganligi

$$H=\frac{I}{2\pi\alpha},$$

bunda a - kuchlanganlik aniqlanadigan nuqtadan tokli o'tkazgichgacha bo'lgan masofa.

Doiraviy tok o'qidagi magnit maydonning kuchlanganligi

$$H=\frac{R^2 I}{2(R^2+a^2)^{3/2}},$$

bunda R - tokli doiraviy konturning radiusi va a - kuchlanganlik aniqlanadigan nuqtadan kontur tekisligigacha bo'lgan masofa.

Cheksiz uzun solenoid va toroid ichidagi magnit maydonning kuchlanganligi

$$H = In,$$

bunda n - solenoidning (toroidning) uzunlik birligidagi o'ramlari soni.

Chekli uzunlikka ega solenoid o'qidagi magnit maydonning kuchlanganligi

$$H=\frac{In}{2}(\cos\beta_1-\cos\beta_2),$$

bunda β_1 va β_2 - solenoid o'qi bilan tekshirilayotgan nuqtadan solenoid uchlariga o'tkazilgan radius-vektorlar orasidagi burchaklar.

Magnit induksiyasi B magnit maydoni kuchlanganligi H bilan quyidagicha bog'langan:

$$B=\mu_0\mu H,$$

bunda μ - muhitning nisbiy magnit kirituvchanligi va μ_0 magnit doimiysi bo'lib, MKSA sistemada

$$4\beta\cdot10^{-7}\,gn/m=12{,}57\cdot10^{-7}\,gn/m$$

ga teng.

Ferromagnit jismlar uchun $\mu=\varphi(H)$, demak, B=*f(H)* bo'ladi. B=*f(H)* bog'lanishni bilish talab qilinadigan masalalarni echishda ilovada ko'rsatilgan grafikdan foydalanish zarur.

Magnit maydoni energiyasining hajm zichligi

$$W_0=\frac{HB}{2},$$

Konturdan o'tuvchi magnit induksiyasi oqimi

$$\Phi = BS\cos\varphi,$$

bunda S kontur ko'ndalang kesimining yuzi, φ - kontur tekisligiga tushirilgan normal bilan magnit maydoni yo'nalishi orasidagi burchak.

Toroiddan o'tuvchi magnit induksiyasi oqimi

$$\Phi=\frac{INS\mu_0\mu}{l},$$

bunda N – toroid o'ramlarining umumiy soni, l – toroidning uzunligi, S – toroid ko'ndalang kesimining yuzi, μ - o'zak materialining nisbiy magnit kirituvchanligi va μ_0 - magnit doimiysi.

Agar toroidda havoli bo'shliq bo'lsa,

$$\Phi = \frac{IN}{\frac{l_1}{S\mu_0\mu_1} + \frac{l_2}{S\mu_0\mu_2}},$$

bunda l_1-havoli bo'shliqning uzunligi, l_2 - temir o'zakning uzunligi, μ_2 - uning magnit kirituvchanligi va μ_1 -havoning magnit kirituvchanligi.

Magnit maydonida joylashgan tok o'tayotgan o'tkazgich elementi dl ga Amper kuchi

$$dF = BI \sin \alpha \, dl$$

ta'sir qiladi, bunda α - tok yo'nalishi bilan magnit maydoning yo'nalishi orasidagi burchak.

Tokli berk konturga (hamda magnit strelkasiga) magnit maydonida aylanish momenti

$$M = pB\sin\alpha$$

ga teng bo'lgan juft kuch ta'sir qiladi, bunda p tokli konturning (yoki magnit strelkasining) magnit momenti va α magnit maydonining yo'nalishi bilan kontur (yoki strelka o'qi) tekisligiga tushirilgan normal orasidagi burchak.

Tokli konturning magnit momenti

$$P = IS,$$

bunda S - kontur yuzi, shu sababli

$$M = BIS \sin\alpha$$

I_1 va I_2 tok o'tayotgan ikkita parallel to'g'ri o'tkazgichlar o'zaro

$$F = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

kuch bilan ta'sir qiladi, bunda l - o'tkazgichlar uzunligi, d- o'tkazgichlar oraligi.

Tokli o'tkazgichning magnit maydonida siljish ishi

$$dA = l d\Phi,$$

bunda $d\Phi$ - o'tkazgich harakatida u bilan kesishgan magnit induksiyasi oqimi.

Magnit maydonida V tezlik bilan harakat qilayotgan zaryadlangan zarrachaga ta'sir etuvchi kuch quyidagi Lorens formulasidan aniqlanadi:

$$F = qBV \sin \alpha$$

bunda q - zarracha zaryadi, α - zarracha harakati yo'nalishi bilan magnit maydoni yo'nalishi orasidagi burchak.

Magnit maydoniga tik joylashtirilgan plastinka bo'ylab tok o'tayotganda, unda

$$U = K\frac{IB}{a} = \frac{IB}{nea}$$

ko'ndalang potensiallar ayirmasi hosil bo'ladi, bunda a plastinka kalinligi, B-magnit maydoni induksiyasi va K=$\frac{1}{ne}$ Xoll doimiysi bo'lib, u tok o'tishiga yordam beruvchi zarrachalar konsentratsiyasi n va ular zaryadi e ning teskari qiymatidir.

K va materialning solishtirma o'tkazuvchanligi $\sigma = \frac{1}{\rho} = neu$ ni aniqlab, tok o'tishiga yordam beruvchi zarrachalar harakatchanligi u ni aniqlash mumkin.

Elektromagnit induksiya hodisasi kontur bilan o'ralgan yuzdan o'tuvchi magnit induksiyasi oqimi Φ ning har qanday o'zgarishida ham induktsion e. yu. k. hosil bo'lishidir. Induksion e. yu. k. ning qiymati quyidagi tenglamadan topiladi:

$$\varepsilon = -\frac{dF}{dt}.$$

Magnit induksiyasi oqimini, konturning o'zidagi tok kuchini kamaytirish yoki ko'paytirish (o'zinduksiya hodisasi) orqali o'zgartirish mumkin. Bunda o'zinduktsion e. yu. k. quyidagi formuladan topiladi:

$$\varepsilon = -L\frac{dI}{dt},$$

bunda L – kontur induktivligi (o'zinduksiya koeffitsiyenti).

Solenoidning induktivligi

$$L = \mu_0 \mu n^2 lS,$$

bunda l – solenoid uzunligi, S – solenoid ko'ndalang kesimining yuzi, n – solenoidning uzunlik birligiga to'g'ri keladigan o'ramlar soni.

O'zinduksiya hodisasi tufayli tok kuchi e. yu. k. uzilganda quyidagi qonun bo'yicha kamayib boradi:

$$I = I_0 e^{-\frac{R}{L}t},$$

e. yu. k. ulanganda esa, tok kuchi quyidagi qonun bo'yicha ortib boradi:

$$I = I_0 (I - e^{-\frac{R}{L}t}),$$

bunda R — zanjir qarshiligi.

Tokli konturning magnit maydon energiyasi

$$W = \frac{1}{2}LI^2.$$

Induksiya oqimini qo'shni konturdagi tok kuchini o'zgartirish (o'zaro. induksiya hodisasi) orqali ham o'zgartirish mumkin. Bunda induksiyalangan e.yu.k.

$$\varepsilon = L_{12}\frac{dI}{dt}$$

ga teng bo'ladi, bunda L_{12} — konturlarning o'zaro induktivligi.

Umumiy magnit oqimiga ega bo'lgan ikkita solenoidning o'zaro induktivligi

$$L_{12} = \mu_0 \mu n_1 n_2 Sl$$

ga teng bo'lib, bunda n_1, va n_2 — solenoidlarning uzunlik birligidagi o'ramlar soni.

Induksion tok hosil bo'lganda o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan *dt* vaqtda o'tadigan elektr miqdori

$$dq = \frac{1}{R}d\Phi$$

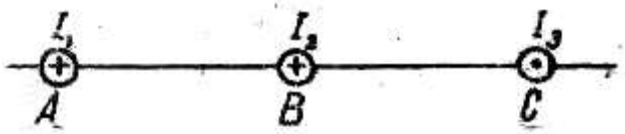
ga teng.

11.1. 5 *A* tok o'tayotgan cheksiz uzun o'tkazgichdan 2 sm uzoqlikdagi nuqtada magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.

11.2. 1 *A* tok o'tayotgan, radiusi 1 *sm* bo'lgan doiraviy sim o'rami markazidagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.

11.3. 52-rasmda tokli cheksiz uzunlikdagi ikkita to'g'ri o'tkazgichning kesimi tasvirlangan. O'tkazgichlar AB oralig'i 10 *sm*, I_1=20 *A*, I_2=30 *A*, M_1A=2 *sm*, M_2A= 4 *sm* va BM_3=3 *sm*. I_1 va I_2 toklarning M_1, M_2 va M_3 nuqtalarda hosil qilgan magnit maydoni kuchlanganligi topilsin.

52-rasm



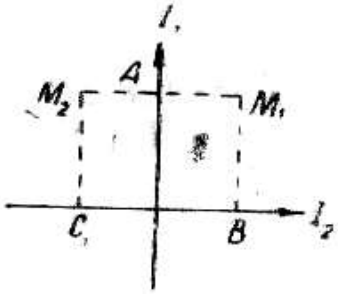
53-rasm.

11.4. Oldingi masala toklar bir tomonga yo'nalgan hol uchun yechilsin.

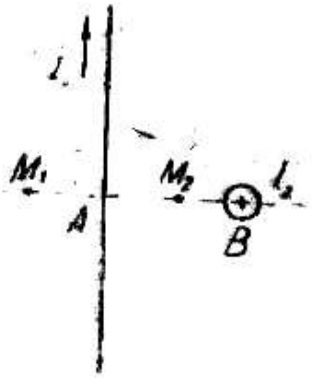
11.5. 53- rasmda tokli cheksiz uzunlikdagi uchta to'g'ri o'tkazgichning kesimi tasvirlangan. Oraliqlar AB = BC = 5 sm, I_1 = I_2 = I, I_3 = 21. AC chiziqdagi I_1, I_2 va I_3 toklarning hosil qilgan magnit maydon kuchlanganligi nolga teng bo'lgan nuqta topilsin.

11.6. Oldingi masala uchala tok bir tomonga yo'nalgan hol uchun yechilsin.

11.7. Cheksiz uzunlikdagi ikkita to'g'ri o'tkazgich bir-biriga tik ravishda bir tekislikda yotadi (54- rasm).



54-rasm



55-rasm

I_1=2 *A* va I_2= 3 *A* bo'lganda M_1 va M_2 nuqtalardagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.

$M_1A = M_2A$=1 sm, $BM_1=CM_2$=2 sm.

11.8. Cheksiz uzunlikdagi ikkita to'g'ri o'tkazgich bir-biriga tik bo'lib, o'zaro tik tekisliklarda yotadi (55- rasm). I_1=2 A va I_2= 3 A bo'lganda M_1 va M_2, nuqtalardagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.
$M_1A=M_2A$=1 *sm* va AB=2 *sm*.

11.9. Ikkita to'g'ri uzun o'tkazgich bir-biridai 10 *sm* uzoqlikda joylashgan. O'tkazgichlardan qarama-qarshi yo'nalishda $I_1=I_2$=5 *A* tok o'tmoqda. Har bir o'tkazgichdan 10 sm narida turgan nuqtadagi magnit maydoni kuchlanganligining qiymati va yo'nalishi topilsin.

11.10. Vertikal holatda joylashgan o'tkazgich bo'ylab yuqoridan pastga I= 8 *A* tok o'tadi. Yer va tok magnit maydonlari qo'shilishidan hosil bo'lgan maydonning kuchlanganligi o'tkazgichdan qanday *r* uzoqlikda yuqoriga vertikal yo'nalgan bo'ladi? Yer maydonining gorizontal tashkil etuvchisi H_e= 0,2 A/m.

11.11. Tokli to'g'ri o'tkazgichning *AB* kesmasi o'rtasiga o'tkazilgan perpendikulyarda *AB* kesmadan 5 *sm* uzoqlikda turgan C nuqtadagi tokli o'tkazgich hosil qilgan magnit maydonining kuchlanganligi hisoblansin. O'tkazgichdan 20 *A* tok o'tadi. AB kesma C nuqtadan 60° burchak ostida ko'rinadi.

11.12. Oldingi masala o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi 30 *A*, *AB* kesma C nuqtadan 90° burchak ostida ko'ringanda va C nuqta kesma o'rtasidan o'tkazilgan perpendikulyarda, *AB* kesmadan 6 *sm* uzoqlikda turgan hol uchun echilsin.

11.13. Tok o'tayotgan to'g'ri o'tkazgich kesmasining uzunligi 30 *sm*. Shu o'tkazgich o'rtasidan o'tkazilgan perpendikulyarda yotgan nuqtadagi magnit maydonini qanday uzoqlikda cheksiz uzunlikdagi to'g'ri tokning magnit

maydoni deb qarash mumkin? Bunday qarashda xatolik 5% dan ortmasligi lozim.

Ko'rsatma. Qilingan xato $\delta = \frac{H_2 - H_1}{H_2}$, bunda H_1 – tok o'tayotgan o'tkazgich kesmasidan uzoqlikdagi maydon, H_2— cheksiz uzunlikdagi to'g'ri o'tkazgichdan uzoqlikdagi maydon.

11.14. Tok o'tayotgan cheksiz uzunlikdagi to'g'ri o'tkazgichdan 5 sm uzoqlikda joylashgan C nuqtadagi magnit maydonining kuchlanganligi 400 A/*m* ga teng. 1) O'tkazgichning qanday chekli uzunligida kuchlanganlikning bu qiymati 2% gacha aniqlikda to'g'ri bo'ladi? 2) Tokli o'tkazgichning uzunligi 20 *sm* bo'lganda C nuqtadagi magnit maydon kuchlanganligi qanchaga teng bo'ladi? C nuqta shu o'tkazgich o'rtasidan o'tkazilgan perpendikulyarda joylashgan.

11.15. To'g'ri burchakli qilib egilgan o'tkazgichdan 20 *A* tok o'tadi. Burchak uchidan 10 *sm* narida, burchak bissektrisasida yotgan nuqtadagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.

11.16. Ko'ndalang kesimi C=1,0 mm^2 bo'lgan mis simdan qilingan halqa orqali o'tayotgan 20 A tok halqaning markazida kuchlanganligi H_e=2,24 *A/m* ga teng magnit maydoni hosil qiladi. O'tkazgichning uchlari qanday potensiallar ayirmasiga ulanganligi topilsin.

11.17. Doiraviy kontur o'qida kontur tekisligidan 3 *sm* naridagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. Kontur radiusi 4 sm va konturdagi tok 2 *A*.

11.18. Radiusi 11 sm bo'lgan doiraviy o'ram markazidagi magnit maydonining kuchlanganligi 0,8 *e*. Shu o'ram o'qida o'ram tekisligidan 10 *sm* naridagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.

11.19. Har birining radiusi 4 *sm* bo'lgan ikkita doiraviy o'ram bir-biridan 0,1 *m* uzoqlikdagi parallel tekisliklarda joylashgan. O'ramlardan I_1=I_2=2 A tok o'tayotir. O'ramlar o'qida va ulardan teng uzoqlikda turgan nuqtadagi magnit maydoniniig kuchlanganligi topilsin. Masalani quyidagi hollar uchun yechilsin: 1) o'ramlardagi toklar bir xil yo'nalishda o'tayotir, 2) toklar qarama-qarshi yo'nalishda o'tayotir.

11.20. Har birining radiusi 4 *sm* bo'lgan ikkita doiraviy o'ram bir-biridan 5 *sm* uzoqlikdagi parallel tekisliklarda joylashgan. O'ramlardan I_1=I_2=4 *A* tok o'tayotir. O'ramlardan birining markazidagi magnit maydoni kuchlanganligi topilsin. Masalani quyidagi hollar uchun yechilsin: 1) o'ramlardagi toklar bir xil yo'nalishda o'tayotir, 2) toklar qarama-qarshi yo'nalishda o'tayotir.

11.21. Diametri 10 *sm* bo'lgan doiraviy o'ramdan 10 *A* tok o'tganda, shu o'ram o'qi bo'ylab magnit maydoni kuchlanganligining taqsimlanishi

aniqlansin. x ning $0 \le x \le 10$ sm intervaldagi har 2 *sm* qiymatida H qiymatining jadvali tuzilsin va tegishli masshtabda grafik chizilsin.

11.22. Ikkita doiraviy o'ram bir-biriga tik bo'lgai ikkita o'zaro perpendikulyar tekisliklarda joylashib, o'ramlarning markazlari bir-biriga mos keladi. Har bir o'ramning radiusi 2 *sm* va ulardan o'tayotgan tok $I_1=I_2=5$ *A*. Shu o'ramlar markazidagi magnit maydon kuchlanganligi topilsin.

11.23. 1 *m* simdan kvadrat ramka yasalgan. Bu ramkadan 10 *A* tok o'tayotir. Shu ramka markazidagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.

11.24. Doiraviy sim o'ram markazida, o'ram uchlaridagi potensiallar ayirmasi *U* bo'lganda, H magnit maydoni hosil bo'ladi. Shu simdan radiusi ikki marta katta qilib yasalgan o'ram markazida xuddi shunday magnit maydoni kuchlanganligini olish uchun, potensiallar ayirmasini qanday o'zgartirish kerak?

11.25. Muntazam ko'pburchak shaklidagi sim ramkadan I=2 *A* tok o'tayotir. Shunda ramka markazida kuchlanganligi H=33 A/*m* bo'lgan magnit maydoni hosil bo'ladi. Ramka yasalgan simning uzunligi *L* topilsin.

11.26. Cheksiz uzun o'tkazgich o'ziga urinma holda doiraviy sirtmoq hosil qiladi. O'tkazgich bo'ylab 5 *A* tok o'tmoqda. Sirtmoq markazida magnit maydoni kuchlanganligi 41 *A/m* bo'lganda sirtmoq radiusi qancha bo'ladi?

11.27. 30 *sm* uzunlikdagi g'altak 1000 o'ramdan iborat. G'altakdan o'tayotgan tok 2 *A* ga teng bo'lsa, g'altak ichidagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin. G'altak diametrini uning uzunligiga nisbatan kichik deb hisoblansin.

11.28. G'altakka o'ralgan sim diametri 0,8 *mm*. O'ramlar bir-biriga zich joylashgan. G'altakni yetarli uzun deb hisoblab, tok kuchi 1 *A* bo'lganda g'altak ichidagi magnit maydonining kuchlanganligi topilsin.

11.29. Diametri 1 *mm* ga teng simdan ichki magnit maydonining kuchlangailigi 300 *e* bo'lgan solenoid o'rash kerak. Simdan ko'pi bilan 6 *A* tok o'tadi. O'ramlar bir-biriga zich qilib joylashtirilsa, solenoid necha qatlamdan iborat bo'ladi? G'altak diametrini uzunligiga nisbatan kichik deb hisoblansin.

11.30. O'zunligi 20 *sm* va diametri 5 *sm* bo'lgan solenoidda 12,6 *e* ga teng bo'lgan magnit maydon kuchlanganligi olish kerak. 1) Shu solenoidning amper-o'ramlar soni, 2) o'ramlari 0,5 *mm* diametrli mis simdan qilingan bo'lsa, o'ramlar uchlariga qo'yilgan potensiallar ayirmasi topilsin. Solenoid maydonini bir jinsli deb hisoblansin.

11.31. G'altak markazidagi magnit maydoni kuchlanganligini cheksiz uzun solenoidning maydon kuchlanganligi formulasi bo'yicha topish mumkin bo'lishi uchun, g'altak uzunligining uning diametriga bo'lgan nisbati qanchaga teng bo'lishi kerak? Hisoblashda qilingan xato 5% dan ortmasligi kerak.

K o' r s a t m a. Qilingan xato $\delta = \frac{H_2 - H_1}{H_2}$, bunda H_2 – cheksiz uzun g'altak ichidagi magnit maydonining kuchlanganligi va H_1 – chekli uzunlikdagi g'altak ichidagi maydon kuchlanganligi.

11.32. 11.30-masaladagi solenoidni cheksiz uzun deb qabul qilsak, solenoid markazidagi magnit maydonining kuchlanganligini topishda qancha xato qilgan bo'lamiz?

11.33. Uzunligi 3 *sm* va diametri 2 *sm* bo'lgan solenoid o'qi bo'ylab magnit maydoni kuchlanganligining taqsimlanishi topilsin. Solenoiddan o'tayotgan tok kuchi 2 *A*, g'algak 100 o'ramga ega. x ning $0 \le x \le 3$ *sm* intervaldagi har 0,5 *sm* qiymatida H qiymatining jadvali tuzilsin va tegishli masshtabda grafik chizilsin.

11.34. 10^{-5} *F* sig'imli kondensator e.yu.k. 100 V bo'lgan batareyadan davriy ravishda zaryadlanadi va g'altak orqali razryadlanadi. G'altak halqa shaklida bo'lib, o'ramlar soni 32 va diametri 20 *sm*, shu bilan birga, halqa tekisligi magnit meridiani tekisligida yotadi. G'altakning markaziga gorizontal joylashtirilgan magnit strelkasi 45^0 burchakka burilgan. Kondensator sekundiga 100 marta uzilib-ulanadi. Tajribaning shu berilganlari orqali yer magnit maydoni kuchlanganligining gorizontal tashkil etuvchisi topilsin.

11.35. Sig'imi 10 *mkF* bo'lgan kondensator 120 V potensiallar ayirmasi beruvchi batareyadan davriy ravishda zaryadlanadi va 10 *sm* uzunlikdagi 200 o'ramli solenoid orqali razryadlanadi. Solenoid ichki magnit maydoni kuchlanganligining o'rtacha qiymati 3,02 *e*. Kondensator sekundiga necha marta uzilib ulanadi? Solenoid diametrini uning uzunligiga nisbatan kichik deb hisoblansin.

11.36. Kuchlanganligi 1000 *e* bo'lgan bir jinsli magnit maydonida kvadrat ramka joylashgan. Ramka tekisligi maydon yo'nalishi bilan 45^0 burchak hosil qiladi. Ramkaning tomonlari 4 *sm*. Ramkadan o'tuvchi magnit oqimi topilsin.

11.37. Induksiyasi 0,05 *Tl* bo'lgan magnit maydonida 1 *m* uzunlikdagi sterjen aylanmoqda. Aylanish o'qi sterjenning bir uchidan o'tgan bo'lib, u magnit maydonining kuch chiziqlariga parallel. Sterjenning har bir aylanishida u bilan kesishuvchi magnit induksiyasining oqimi topilsin.

11.38. Yuzi 16 sm^2 bo'lgan ramka bir jinsli magnit maydonida 2 *ayl/sek* tezlik bilan aylanmoqda. Aylanish o'qi ramka tekisligida bo'lib, magnit maydonining kuch chiziqlariga tik joylashgan. Magnit maydonining kuchlanganligi $7{,}96 \cdot 10^4$ A/*m*. 1) Ramkadan o'tuvchi magnit oqimining vaqtga bog'lanishi, 2) magnit oqimining eng katta qiymati topilsin.

11.39. Temirdan qilingan namuna kuchlanganligi 10 *e* bo'lgai magnit maydoniga qo'yilgan. Temirning magnit kirituvchanligi topilsin.

11.40. Kichik diametrli va 30 *sm* uzunlikdagi salenoid ichida magnit maydon eiergiyasining hajm zichligi 1,75 J/m^3 ga teng bo'lishi uchun amper-o'ramlar soni qancha bo'lishi kerak?

11.41. Uzunligi 120 *sm* va ko'ndalang kesimining yuzi 3 sm^2 bo'lgan temir o'zakli solenoidda 42000 *mks* magnit oqimi hosil qilish uchun undagi amper-o'ramlar soni qancha bo'lishi kerak?

11.42. Toroid temir o'zagining uzunligi 2,5 *m*, havo bo'shlig'ining uzunligi 1 *sm*. Toroid o'ramlarining soni 1000 ga teng. Cho'lg'amdan 20 *A* tok o'tganda havo bo'shlig'idagi magnit maydon induksiyasi 1,6 *Tl* ga teng. Shu sharoitda temir o'zakning magnit kirituvchanligi aniqlansin. (Temirning bu navi uchui B ning H ga bog'lanishi ma'lum emas.)

11.43. Toroid temir o'zagining uzunligi 1 *m*, havo bo'shlig'ining uzunligi 1 *sm*. O'zak ko'ndalang kesimining yuzi 25 sm^2. Shu sharoitda o'zak materialining magnit kirituvchanligi 800 ga teng bo'lganda $1{,}4 \cdot 10^5$ *mks* magnit oqimi hosil qilish uchun qancha amper-o'ram kerakligi topilsin (temirning bu navi uchun B ning H ga bog'lanish ma'lum emas).

11.44. Amper-o'ramlar soni 1500 ga teng bo'lgan 20,9 *sm* uzunlikdagi toroidga o'rnatilgan temir o'zakning magnit induksiyasi aniqlansin. Shu sharoitdagi o'zak materialining magnit kirituvchanligi topilsin.

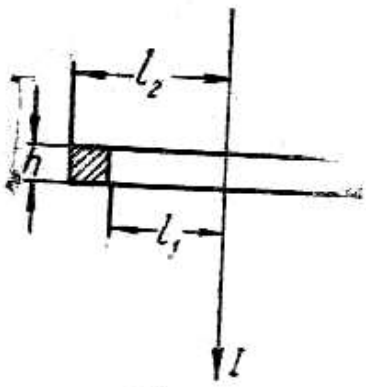
11.45. Toroid temir o'zagining uzunligi l_2=1 m, havo bo'shlig'ining uzunligi l_1= 3 *mm*. Toroid o'ramlarining soni N = 2000. Cho'lg'amlardan I=1 *A* tok o'tganda havo bo'shlig'idagi magnit maydoniiing kuchlanganligi topilsin.

11.46. Toroid temir o'zagining uzuiligi 50 *sm*, havo bo'shlig'ining uzunligi 2 *mm*. Toroid cho'lg'amlarining amper-o'ramlar soni 2000. Shu amper-o'ram miqdorida havo bo'shlig'ining uzunligini ikki marta orttirilganda, havo bo'shlig'ining magnit maydoni kuchlanganligi qancha marta kamayadi?

11.47. Uzunligi 25,1 *sm* va diametri 2 *sm* bo'lgan solenoid ichiga temir o'zak joylashtirilgan. Solenoid o'ramlarining soni 200. O'zakli soleioid uchun magnit oqimi Φ ning tok kuchi I ga bog'lanish grafigi chizilsin. Tok kuchi har 1 *A* oraliqda $0 \le I \le 5$ *A* intervalda olinsin. Ordinata o'qi bo'yicha $\Phi \cdot 10^4$ *Vb* qo'yilsin.

11.48. O'zaksiz solenoiddagi magnit induksiyasining oqimi $5 \cdot 10^{-6}$ *Vb*. Solenoidning uzunligi 25 *sm* bo'lganda shu solenoidning magnit momenti topilsin.

11.49. Temir halqa markazidan uning tekisligiga tik ravishda uzun to'g'ri sim o'tkazilgan bo'lib, simdan 25 *A* tok o'tadi. Halqa kesimi to'rtburchak shaklida bo'lib, o'lchamlari l_1=18 *mm*, l_2=22 *mm* va *h*=5 mm (56-rasm). Halqa kesimining istalgan nuqtasidagi induksiyani taxminan bir xil va o'rta chiziqdagi induksiyaga teng deb



56-rasm

hisoblab, halqa yuzidan o'tuvchi Φ magnit oqimi topilsin.

11.50. Oldingi masaladagi temir halqa kesimining turli nuqtasida magnit maydoni turli xil bo'ladi deb hisoblab, shu halqa kesimidan o'tuvchi Φ magnit oqimi topilsin. μ ning qiymatini o'zgarmas deb hisoblab, uni halqaning o'rta chizig'idagi H qiymati B=*f(H)* egri chiziq grafigidan topilsin.

11.51. 50 *sm* uzunlikdagi berk temir o'zakning cho'lg'ami 1000 o'ramdan iborat. Chulg'amdan 1 *A* tok o'tadi. O'zak olib tashlangandan keyin induksiya o'zgarmay qolishi uchun chulg'amga qancha tok berilishi kerak?

11.52. 50,2 *sm* uzunlikdagi temir chulg'ami 20 o'ramga ega. Havo bo'shlig'ining uzunligi 0,1 sm. Bo'shliqda 1,2 *Tl* induksiya olish uchun chulg'amdan qancha tok o'tishi kerak?

11.53. O'rtacha diametri 11,4 *sm* bo'lgan temir halkada 200 o'ram bo'lib, undan 5 *A* tok o'tadi. 1) Agar halqadan 1 *mm* kenglikdagi qismi qirqib olinsa, o'zakda induksiya avvalgidek, ya'ni o'zgarmay qolishi uchun chulg'amdan qancha tok o'tkazish kerak? 2) Shu sharoitdagi o'zak materialining magnit kirituvchanligi topilsin.

11.54. Qutblar orasidagi bo'shliqda magnit maydon induksiyasi 1,4 *Tl* ga teng bo'lgan elektromagnit yasash kerak. Temir o'zakning uzunligi 40 *sm*, qutblar orasidagi bo'shliq uzunligi 1 *sm*, o'zakning diametri 5 *sm*. 1) Agar o'ramlar ko'ndalang kesimi 1 mm^2 bo'lgan mis simdan qilingan bo'lsa, kerakli magnit maydonini hosil qilish uchun chulg'amdagi e.yu.k. qancha bo'lishi kerak? 2) O'tishi mumkin bo'lgan tok zichligi 3 A/mm^2 bo'lsa, o'ram qalinligi kami bilan qanday bo'ladi?

11.55. Elektromagnit qutblari orasida induksiyasi 0,1 *Tl* bo'lgan bir jinsli magnit maydoni hosil bo'ladi. Maydon kuch chiziqlariga tik o'rnatilgan 70 *sm* uzunlikdagi simdan 70 *A* tok o'tadi. Simga ta'sir qiluvchi kuch topilsin.

11.56. Ikkita to'g'ri uzun o'tkazgich bir-biridan 10 *sm* uzoqlikda joylashgan. O'tkazgichlardan bir xil yo'nalishda I_1= 20 *A* va I_2= 30 *A* tok o'tadi. O'tkazgichlarni 20 *sm* uzoqlikkacha siljitishda (o'tkazgichning uzunlik birligi uchun) qancha ish bajariladi?

11.57. Ikkita to'g'ri uzun o'tkazgich bir-biridan biror uzoqlikda joylashgan. O'tkazgichlardan miqdor va yo'nalishlari bir xil bo'lgan toklar o'tadi. Agar o'tkazgichlar oraligini ikki marta orttirishda (o'tkazgichning uzunlik birligi uchun) bajarilgan ish 5,5 *erg/sm* ga teng bo'lsa, har bir o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchi topilsin.

11.58. 20 *sm* uzunlikdagi simdan 1) kvadrat, 2) doira shaklida kontur yasalgan. Induksiyasi 0,1 *Tl* bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga joylashtirilgan konturlarning har biriga ta'sir etuvchi kuchlarning aylantirish momenti topilsin. Konturlardan 2 *A* tok o'tadi. Har bir kontur tekisligi magnit maydoni yo'nalishi bilan 45^0 burchak tashkil qiladi.

11.59. Ko'ndalang kesimining yuzi 1 mm^2 bo'lgan alyuminiy sim magnit meridianiga tik bo'lgan gorizontal tekislikka osilgan va u orqali (g'arbdan sharqqa) 1,6 *A* tok o'tmoqda. 1) Yer magnit maydonining simga ta'sir qiluvchi kuchi sim og'irligining qancha qismini tashkil qiladi?. 2) Shu kuch ta'sirida 1 *m* simning og'irligi qancha kamayadi? Yer magnit maydonining gorizontal tashkil etuvchisi 0,2 *e*.

11.60. Bo'yi 3 *sm* va eni 2 *sm* bo'lgan to'g'ri burchakli karkasga o'ralgan ingichka simdan iborat (400 o'ramli) galvanometr g'altagi induksiyasi 0,1 *Tl* bo'lgan magnit mandoniga osilgan. G'altakdan 10^{-7} *A* tok o'tadi. G'altak tekisligi: 1) magnit maydoni yo'nalishiga parallel va 2) magnit maydoni yo'nalishiga 60^0 burchak ostida turganda galvanometr g'altagiga ta'sir etadigan aylantiruvchi moment topilsin.

11.61. Vertikal holatda turgan uzun to'g'ri simdan 10 *sm* narida uzunligi 10^2 *sm* va diametri 0,1 *mm* bo'lgan ingichka ipga magnit momenti 10^{-2} $A{\cdot}m^2$ ga teng bo'lgan qisqa magnit strelkasi osilgan. Strelka sim va ipdan o'tgan tekislikda yotadi. Simdan 30 *A* tok o'tganda strelka qanday burchakka buriladi? Ip materialining siljish moduli 600 kG/mm^2. Sistema Yer magnit maydonidan to'siq orqali ajratilgan.

11.62. 600 o'ramli galvanometr g'altagi uzunligi 10 *sm* va diametri 0,1 *mm* bo'lgan ip bilan kuchlanganligi $16{\cdot}10^4$ A/*m* bo'lgan magnit maydoniga osilgan. Chulg'am tekisligi magnit maydonining yo'nalishiga parallel. G'altak ramkasining bo'yi *a*=2,2 *sm*, eni *b*=1,9 *sm*. Agar g'altak $0{,}5^0$ ga burilgan bo'lsa, chulg'amdan qancha tok o'tadi? Ip materialining siljish moduli 600 kG/mm^2.

11.63. Kvadrat ramka simga shunday osilganki, maglit maydonining kuch chiziklari ramka tekisligiga o'tkazilgan normal bilan 90^0 burchak tashkil qiladi. Ramkaning tomonlari 1 *sm*. Maydonning magnit induksiyasi $1{,}37{\cdot}10^{-2}$ *Tl*. Ramka bo'ylab *I*=1 *A* tok o'tganda, u 1^0 burchakka buriladi. Simning siljish moduli topilsin. Simning uzunligi 10 sm, ipning radiusi 0,1 *mm*.

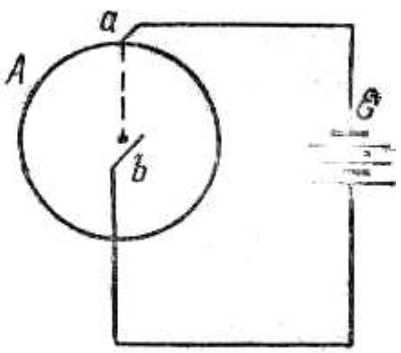
11.64. Doiraviy kontur tekisligi magnit maydoniga, maydon kuch chiziqlari bilan 90^0 burchak tashkil etadigan qilib o'rnatilgan. Magnit maydonining kuchlanganligi 2000 *e*. Konturning radiusi 2 s*m* bo'lib, undan 2 *A* tok o'tadi. Konturni kontur diametriga mos keluvchi o'q atrofida 90^0 ga burish uchun qancha ish bajarish kerak?

11.65. Induksiyasi 0,5 Vb/m^2 bo'lgan magnit maydonida 10 *sm* uzunlikdagi o'tkazgich tekis harakat qiladi. O'tkazgichdan 2 *A* tok o'tadi. O'tkazgichning harakat tezligi 20 *sm/sek* va magnit maydoni yo'nalishiga tik yo'nalgan. 1) O'tkazgich 10 *sekund* davomida harakat qilgandagi bajargan ishi va 2) shu harakatga sarflangan quvvat topilsin.

11.66. 57-rasmda radiusi *r*=5 *sm* bo'lgan mis disk *A* tasvirlangan. Disk tekisligi magnit maydoni yo'nalishiga tik holda turadi. Magnit maydonining induksiyasi B=0,2 *Tl*. Diskning *ab* radiusi orqali (a va b sirpanuvchan

kontaktlar) I=5 A tok o'tadi. Disk ν=3 *ayl/sek* chastota bilan aylanadi. 1) Shunday dvigatelning quvvati, 2) magnit maydoni rasm tekisligidan biz tomonga yo'nalgan sharoitda diskning aylanishi yo'nalishi, 3) diskka ta'sir etadigan aylantiruvchi moment topilsin.

11.67. 0,35 *kg* massali bir jinsli mis disk *A* (57-rasmga qarang) tekisligi maydon kuch chiziqlariga tik holda ikduksiyasi $2{,}4\cdot10^{-2}$ *Tl* bo'lgan magnit maydonida joylashgan. *ABa* zanjirni tokka ulanganda disk aylana boshlaydi va 30 *sek* o'tgandan so'ng 5 *ayl/sek* tezlikka erishadi. Zanjirdagi tok-kuchi topilsin.



57-rasm

11.68. *A* diskning *ab* radiusi bilan bir minut aylanish davomida kesishgan magnit induksiyasining oqimi topilsin. Diskning radiusi *r*=10 *sm*. Magnit maydon induksiyasi B=0,1 *Tl*. Disk 5,3 *ayl/sek* tezlik bilan aylanadi.

11.69. 1000 *V* potensiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron harakati yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga uchib kiradi. Magnit maydonining induksiyasi $1{,}19\text{-}10^{-3}$ *Tl*. 1) Elektron trayektoriyasining egrilik radiusi, 2) elektronning aylana bo'ylab aylanish davri, 3) elektron harakat miqdorining momenti topilsin.

11.70. 300 *V* potensiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron 4 *mm* uzoqlikdagi to'g'ri uzun simga parallel ravishda harakatlanadi. Simdan 5 *A* tok o'tsa, elektronga qanday kuch ta'sir etadi?

11.71. 1 *MV* potensiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan α-zarrachalar (geliy atomi yadrolari) oqimi kuchlanganligi 15000 *e* bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga uchib kiradi. Har bir zarrachaning tezligi magnit maydon yo'nalishiga tik yo'nalgan. Har bir zarrachaga ta'sir etuvchi kuch topilsin.

11.72. Elektron magnit maydoniga uning kuch chiziqlariga tik uchib kiradi. Elektronning tezligi $V=4\cdot10^{7}$ *m/sek*. Magnit maydonining induksiyasi 10^{-3} *Tl*. Magnit maydonidagi elektronning tangensial va normal tezlanishi qanchaga teng bo'ladi?

11.73. Indukyasi 1 *Tl* bo'lgan magnit maydonida 60 *sm* radiusli aylana yoyi bo'ylab harakatlanayotgan protonning kinetik energiyasi topilsin.

11.74. Bir xil tezlik bilan harakatlangan proton va elektron bir jinsli magnit maydoniga uchib kiradi. Proton trayektoriyasining egrilik radiusi R_1 elektron trayektoriyasining egrilik radiusi R_2 dan qancha katta bo'ladi?

11.75. Bir xil potensiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan proton va elektron bir jinsli magnit maydoniga uchib kiradi. Proton trayektoriyasining egrilik radiusi R_1 elektron trayektoriyasining egrilik radiusi R_2 dan qancha katta bo'ladi?

11.76. Magnit maydoniga joylashgan Vilson kamerasida olingan fotografiyada elektronning trayektoriyasi 10 *sm* radiusli aylana yoyini ko'rsatadi. Magnit maydonining induksiyasi 10^{-2} *Tl*. Elektron energiyasini elektron voltda chiqarilsin.

11.77. Zaryadli zarracha aylana bo'yicha 10^6 *m/sek* tezlik bilan magnit maydonida harakat qiladi. Magnit maydonining induksiyasi 0,3 *Tl*. Aylananing radiusi 4 *sm*. Zarrachaning energiyasi 12 *keV* ga teng bo'lganda uning zaryadi topilsin.

11.78. Proton va α-zarracha bir jinsli magnit maydoniga uchib kiradi. Zarrachalar tezligi maydon kuch chiziqlariga tik yo'nalgan. Magnit maydonida protonning aylanish davri α-zarrachaning aylanish davridan qancha marta katta?

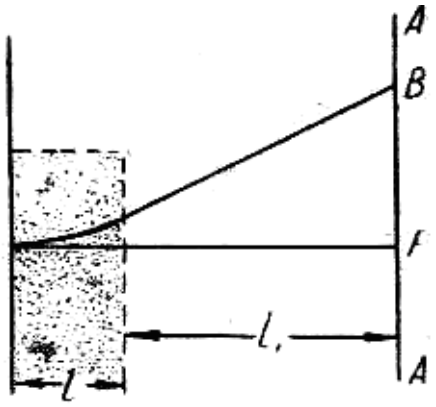
11.79. Kinetik energiyasi 500 *eV* bo'lgan α-zarracha uning harakat tezligiga tik bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga uchib kiradi. Magnit maydonining induksiyasi 0,1 *Tl*. 1) Zarrachaga ta'sir qiluvchi kuch, 2) zarracha harakat qilayotgan aylananing radiusi va 3) zarrachaning aylanish davri topilsin.

11.80. Harakat miqdorining momenti $1{,}33 \cdot 10^{-22}$ $kg \cdot m^2/sek$ bo'lgan α-zarracha uning harakat tezligiga tik bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga uchib kiradi. Magnit maydonining induksiyasi $2{,}5 \cdot 10^{-2}$ *Tl*. α-zarrachaning kinetik energiyasi topilsin.

11.81. Atom og'irliklari 39 va 41 bo'lgan kaliy izotoplarining bir zaryadli ionlari 300 V potensiallar ayirmasi bilan tezlashtirilib, harakat yo'nalishiga tik bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga uchib kiradi. Magnit maydoni induksiyasi 0,08 *Tl*. Ionlar trayektoriyasining egrilik radiusi topilsin.

11.82. Kuchlanganligi 2500 *e* bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga 10^8 *sm/sek* tezlik bilan uchib kirib, 8,3 *sm* radiusli aylana yoyi bo'ylab harakatlanuvchi zaryadli zarracha uchun *q/m* nisbat topilsin. Zarracha harakat tezligining yo'nalishi magnit maydoni yo'nalishiga tik deb olinsin. Topilgan qiymatni elektron, proton va α- zarracha uchun topilgan *q/m* qiymat bilan solishtiring.

11.83. U=300 *V* potensiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektronlar dastasi chizma tekisligidan biz tomonga yo'nalgan bir jinsli magnit maydoniga uchib kiradi (58-rasm). Maydonning kengligi *l*=2,5 sm. Magnit maydoni bo'lmagan taqdirda elektronlar dastasi magnit qutblarining chetidan l_1=5 sm masofada turgan *AA* fluoressensiyalovchi ekranning *F* nuqtasida dog' hosil qiladi. Magnit maydoni bo'lganda dog' B nuqtaga



58-rasm

siljiydi. Magnit maydoni induksiyasi $14{,}6\cdot10^{-6}$ *Tl* bo'lganda elektronlar dastasining $x=FB$ siljishi topilsin.

11.84. Kuchlanganligi $H=8\cdot10^{3}$ A/*m* bo'lgan magnit maydoni bilan kuchlanganligi $E=10$ V/*m* bo'lgan elektr maydoni bir xil yo'nalgan. Elektron $\upsilon=10^{5}$ *m/sek* tezlik bilan shu elektromagnit maydoniga uchib kiradi. Quyidagi hollar uchun elektronning normal a_n, tangensial a_t va to'la a tezlanishlari topilcin: 1) elektronning tezligi maydon kuch chiziqlariga parallel yo'nalgan va 2) elektronning tezligi kuch chiziqlariga tik yo'nalgan.

11.85. Induksiyasi B=0,5 *mTl* bo'lgan magnit maydoni, kuchlanganligi E=10 *V/sm* bo'lgan elektr maydoniga tik yo'nalgan. Biror υ tezlikdagi elektronlar dastasi shu maydonlar joylangan fazoga uchib kiradi, elektronlarning tezligi E va B vektorlar yotgan tekislikka tik. 1) Ikkala maydon bir vaqtda ta'sir qilganda elektronlar dastasi burilmaydi, shu paytdagi elektronlar tezligi hamda 2) bitta maydon ta'sir qilganda elektron trayektoriyasining egrilik radiusi topilsin.

11.86. U=6 *kV* potensiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron bir jinsli magnit maydoniga, maydon yo'nalishiga nisbatan $\alpha=30^{0}$ burchak ostida uchib kiradi va spiral bo'ylab harakat qila boshlaydi. Magnit maydoni induksiyasi $B=13\cdot10^{-3}$ *Tl*. 1) Spiral o'ramining radiusi va 2) spiral qadami topilsin.

11.87. Proton bir jinsli magnit maydoniga, maydon yo'nalishiga nisbatan $\alpha=30^{0}$ burchak ostida uchib kiradi va 1,5 *sm* radiusli spiral bo'ylab harakat qiladi. Magnit maydoni induksiyasi 0,1 *mTl*. Protonning kinetik energiyasi topilsin.

11.88. Elektron $\upsilon_0=10^{7}$ *m/sek* tezlik bilan gorizontal vaziyatdagi yassi kondensator plastinkalariga parallel yo'nalishda uning ichiga uchib kiradi. Kondensator uzunligi l=5 *sm*. Kondensator elektr maydonining kuchlanganligi E=100 V/*sm*. Elektron kondensator ichidan uchib chiqayotganda kuch chiziqlari elektr maydoni kuch chiziqlariga tik bo'lgan magnit maydoniga uchib kiradi. Magnit maydoni induksiyasi $B=10^{-2}$ *Tl*. 1) Magnit maydonidagi elektronning vintsimon trayektoriyasining radiusi va 2) vintsimon trayektoriyaning qadami topilsin.

11.89. U=3000 *V* potensiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan elektron solenoid magnit maydoni ichiga uning o'qiga nisbatan $\alpha=30^{0}$ burchak ostida uchib kiradi. Solenoidning amper-o'ramlari soni 5000. Solenoid uzunligi 25 *sm*. Solenoid magnit maydonidagi elektron vintsimon trayektoriyasining qadami topilsin.

11.90. Qalinligi a=0,5 *mm* va balandligi b=10 *mm* bo'lgan mis plastinkaning S=ab kesimidan I=20 *A* tok o'tadi. Plastinkani b qirrasiga va tok yo'nalishiga tik bo'lgan magnit maydoniga joylashtirilsa, ko'ndalang potensiallar ayirmasi $U=3{,}1\cdot10^{-6}$ *V* hosil bo'ladi. Magnit maydoni induksiyasi

B=1 *Tl*. 1) Misdagi o'tkazuvchanlikning elektronlar konsentratsiyasi, 2) shu sharoitda ularning o'rtacha tezligi topilsin.

11.91. Alyuminiy plastinkaning S=*ab* kesimidan (*a* – plastinkaning qalinligi, *b*–uning balandligi) *I*=5 *A* tok o'tmoqda. Plastinka *b* qirrasiga va tok yo'nalishiga tik bo'lgan magnit maydoniga joylashgan. Magnit induksiyasi B=0,5 *Tl* va plastinka qalinligi *a*=0,1 *mm* bo'lganda, hosil bo'lgan ko'ndalang potensiallar ayirmasi topilsin. O'tkazuvchanlikning elektronlar konsentratsiyasini atomlar konsentratsiyasiga teng deb hisoblansin.

11.92. α=0,2 *mm* qalinlikdagi yarim o'tkazgich plastinka bo'ylab yo'nalgan magnit maydoniga joylashgan. Yarim o'tkazgichning solishtirma qarshiligi $\rho=10^5$ *Om·m* va magnit maydoni induksiyasi B=1 *Tl*. Maydonga tik ravishda plastinka bo'ylab *I*= 0,1 *A* tok berilgan. Natijada $U=3{,}25\cdot10^{-3}$ V ko'ndalang potensiallar ayirmasn hosil bo'ladi. Yarim o'tkazgichdagi zarrachalarning harakatchanligi aniqlansin.

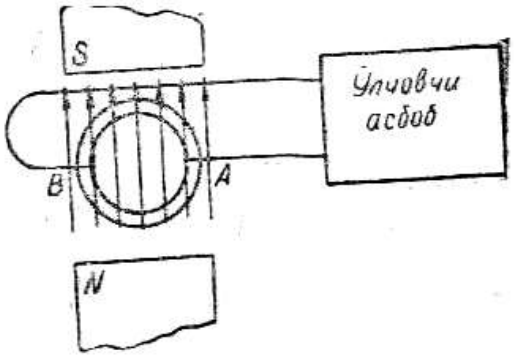
11.93. Induksiyasi 0,1 *Tl*. bo'lgan bir jinsli magnit maydonida 10 *sm* uzunlikdagi o'tkazgich maydonga tik yo'nalishda 15 *m/sek* tezlik bilan harakat qiladi. O'tkazgichdagi induksiyalangan e.yu.k. topilsin.

11.94. Diametri 10 *sm* bo'lgan 500 o'ramli g'altak magnit maydonida turibdi. Magnit maydonining induksiyasi 0,1 *sek* davomida 0 dan 2 *Tl* gacha ko'payganda g'altakdagi induksiya e.yu.k. ning o'rtacha qiymati qancha bo'ladi?

11.95. Reaktiv divigatelli samolyotning tezligi 950 *km/soat*. Agar yer magnit maydoni kuchlanganligining vertikal tashkil etuvchisi 0,5 *e* va samolyot qanotining qulochi 12,5 *m* bo'lsa, samolyot qanotlarining uchida hosil bo'luvchi induksiya e.yu.k. topilsin.

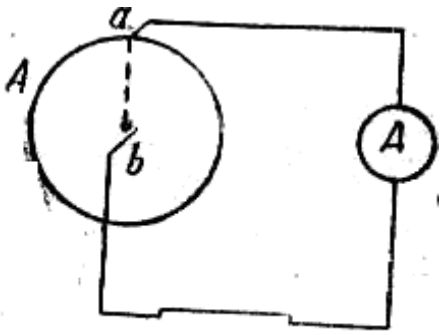
11.96. Induksiyasi 0,05 *Tl* bo'lgan magnit maydonida 1 *m* uzunlikdagi sterjen 20 *rad/sek* ga teng o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanmoqda. Aylanish o'qi sterjen uchidan o'tadi va magnit maydoni kuch chiziqlariga parallel holda turadi. Sterjen uchlarida hosil bo'lgan induksiya e.yu.k. topilsin.

11.97. 59-rasmda suyuqlikning elektromagnit rasxodomeri ish prinsipini tasvirlovchi sxema berilgan. Suyuqlik oqayotgan truboprovod magnit maydoniga joylashgan. *A* va B elektrodlarda induksiya e.yu.k. hosil bo'ladi. Magnit maydoni induksiyasi 0,01 *Tl* elektrodlar oralig'i (truboprovodning ichki diametri) 50 *mm* va bunda hosil bo'lgai e.yu.k. 0,25 *mV*. Truboprovoddagi suyuqlikning oqish tezligi topilsin.



59-rasm

11.98. Induksiyasi 1 *Tl* bo'lgan magnit maydoniga yuzi 100 sm^2 bo'lgan doiraviy sim o'rami joylashtirilgan. O'ram tekisligi magnit maydoni yo'nalishiga tik. Maydon 0,01 sekund davomida uzib qo'yilsa, o'ramda hosil bo'lgan induksiya e.yu.k ning o'rtacha qiymati qancha bo'ladi?



60-rasm

11.99. Induksiyasi 0,1 *Tl* bo'lgan bir jinsli magnit maydonida 100 o'ramdan iborat g'altak 5 *ayl/sek* tezlik bilan tekis aylanadi. Uning ko'ndalang kesimi 100 sm^2. Aylanish o'qi g'altak o'qiga va magnit maydoni yo'nalishiga tik. Aylanayotgan g'altakdagi maksimal induksiya e.yu.k topilsin.

11.100. Ramka induksiyasi 0,8 *Tl* bo'lgan bir jinsli magnit maydonida 15 *rad/sek* burchak tezlik bilan aylanadi. Ramkaning yuzi 150 sm^2. Aylanish o'qi ramka tekisligida bo'lib, magnit maydoni kuch chiziqlari yo'nalishi bilan 30^0 burchak hosil qiladi. Aylanayotgan ramkadagi maksimal induksiya e.yu.k. topilsin.

11.101. 60-rasmda radiusi 5 *sm* bo'lgan mis disk *A* tasvirlangan. Uning tekisligi magnit maydoni yo'nalishga tik, *a* va *b* sirpanuvchi kontaktlar bo'lib, *aba* zanjirdan tok o'tishi mumkin. Magnit maydoni induksiyasi 0,2 *Tl*. Disk 3 *ayl/sek* tezlik bilan harakatlanadi. Shunday generatorning e.yu.k. topilsin. Magnit maydoni bizdan chizmaga tomon yo'nalgandagi va disk soat strelkasiga teskari aylangandagi elektr tokining yo'nalishi ko'rsatilsin.

11.102. 1 *m* uzunlikdagi gorizontal sterjen uning bir uchidan o'tgan o'q atrofida aylanayotir. Aylanish o'qi induksiyasi $5 \cdot 10^{-5}$ *Tl* bo'lgan magnit maydoni kuch chiziqlariga parallel. Sterjen sekundiga necha marta aylanganda uning uchlaridagi potensiallar ayirmasi 1 *mV* ga teng bo'ladi?

11.103. Uzunligi 20 *sm* va ko'ndalang kesimining yuzi 30 sm^2 bo'lgan solenoidga sim o'rami kiygizilgan. Solenoid 320 o'ramga ega, undan 3 *A* tok o'tadi. Solenoiddagi tok 0,001 *sek* davomida uzilsa, kiygizilgan o'ramda o'rtacha qancha e.yu.k. induksiyalanadi?

11.104. Oldingi masalada ko'rilgan solenoidda temir o'zak bo'lsa, simdagi induksiyalangan o'rtacha e.yu.k. qanchaga teng bo'ladi?

11.105. Uzunligi 144 *sm* va diametri 5 *sm* bo'lgan solenoidga sim o'rami kiygizilgan. Solenoid chulg'ami 2000 o'ramga ega, undan 2 *A* tok o'tadi. Solenoidga temir o'zak qo'yilgan. Solenoiddagi tok 0,002 sekund davomida uzilsa, kiygizilgan o'ramda o'rtacha qancha e.yu.k. induksiyalanadi?

11.106. Iiduksiyasi 0,1 *Tl* bo'lgan magnit maydonida 200 o'ramli g'altak aylanmoqda. G'altakning aylanish o'qi uning o'qiga perpendikulyar va magnit maydon yo'nalishida yo'nalgan. G'altakning aylanish davri 0,2 sekund, g'altak ko'ndalang kesimining yuzi 4 sm^2. Aylanuvchi g'altakdagi maksimal induksiya e.yu.k. topilsin.

11.107. O'ramlarining soni 400 bo'lgan g'altakning uzunligi 20 *sm* va ko'ndalang kesimining yuzi 9 sm^2. 1) G'altakning induktivligi va 2) shu g'altak ichiga temir o'zak kiritilgandagi uning induktivligi topilsin. Shu sharoitdagi o'zak materialning magnit kirituvchanligi 400 ga teng.

11.108. Solenoid chulg'ami ko'ndalang kesimi S=1 mm^3 bo'lgan *N* ta sim o'ramidan iborat. Solenoidning uzunligi *l*=25 *sm* va uning qarshiligi R= 0,2 *Om*. Solenoidning induktivligi topilsin.

11.109. Uzunligi 20 *sm* va diametri 3 *sm* bo'lgan g'altak 400 o'ramga ega. G'altakdan 2 *A* tok o'tadi. 1) G'altakning induktivligi va 2) g'altakning ko'ndalang kesimidan o'tayotgan magnit oqimi topilsin.

11.110. Induktivligi 0,001 *Gn* bo'lgan bir qavatli g'altakdagi sim chulg'amining o'ramlari soni qancha? G'altakning diametri 4 *sm*, simning diametri 0,6 *mm*, o'ramlar zich joylashgan.

11.111. Temir o'zakli g'altakning ko'ndalang kesimi 20 sm^2 bo'lib, uning 500 o'rami bor. O'zakli g'altak chulg'amidan 5 *A* tok o'tganda g'altakning induktivligi 0,28 *Gn* ga teng bo'ladi. Shu sharoitda temir o'zakning magnit kirituvchanligi topilsin.

11.112. Uzunligi 50 *sm* va ko'ndalang kesimining yuzi 2 sm^2 bo'lgan solenoid $2\cdot10^{-7}$ *Gn* induktivlikka ega. Solenoid ichidagi magnit maydonining energiyasining hajm zichligi 10^{-3} J/m^3 bo'lishi uchun solenoiddan qancha tok o'tishi kerak?

11.113. *I*=1 *A* tok o'tganda induktivligi *L*= 0,001 *Gn* bo'lgan g'altakni kesib o'tuvchi magnit oqimi Φ=200 *mks* bo'lsa, g'altakdagi o'ramlar soni qancha bo'ladi?

11.114. Temir o'zakli solenoid ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2. 1) Shu kesim yuzini kesib o'tuvchi magnit oqimi $1{,}4\cdot10^{-3}$ V*b* ga teng bo'lgan holda o'zak materialining magnit kirituvchanligi topilsin. 2) Shu holda solenoidning induktivligi 0,44 *Gn* ga teng bo'lsa, berilgan magnit oqimi solenoiddan o'tuvchi qanday tok kuchiga mos kelishi topilsin. Solenoid uzunligi 1 *m*.

11.115. Uzunligi 50 *sm* bo'lgan solenoid ichiga *B=f(H)* bog'lanishi noma'lum bo'lgan temir navidan o'zak qo'yilgan. Solenoidning uzunlik birligidagi o'ramlar soni 400 ga teng, solenoid ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2. 1) Solenoid chulg'amidan 5 *A* tok o'tgandagi o'zakning magnit kirituvchailigi topilsin. Shu sharoitda o'zakli solenoid ko'ndalang kesimining yuzidan kesib o'tuvchi magnit oqimi $1{,}6\cdot10^{-3}$ V*b* ga tengligi ma'lum. 2) Shu sharoitda solenoid induktivligi topilsin.

11.116. Temir o'zakli, uzunligi 50 *sm*, ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2 va o'ramlar soni 1000 bo'lgan solenoid berilgan.Solenoid chulg'amidan 1) I_1=0,1 A, 2) I_2=0,2 A va 3) I_3=2 A tok o'tgandagi uning induktivligi topilsin.

11.117. Ikkita g'altak bitta umumiy o'zakka o'ralgan. Birinchi g'altakning induktivligi 0,2 *Gn*, ikkinchisiniki esa 0,8 *Gn*. Ikkinchi g'altakning qarshiligi 600 *Om*. Birinchi g'altakdan o'tayotgan 0,3 *A* tokni 0,001 sekund davomida uzib qo'yilsa, ikkinchi g'altakdan qancha tok o'tadi?

11.118. Mis simdan qilingan kvadrat ramka induksiyasi 0,1 *Tl* bo'lgan magnit maydoniga joylashtirilgan. Sim ko'ndalang kesimining yuzi 1 mm^2, ramka yuzi 25 sm^2, ramka tekisligiga tushgan normal maydon kuch chiziqlari bo'ylab yo'nalgan. Magnit maydoni yo'qolishida ramka konturidan qancha elektr miqdori o'tadi?

11.119. Induksiyasi 0,05 *Tl* bo'lgan magnit maydonida 200 o'ramli g'altak joylashgan. G'altakning qarshiligi 40 *Om*, ko'ndalang kesimining yuzi 12 sm^2 o'qi magnit maydoni yo'nalishi bilan 60^0 burchak hosil qiladi. Magnit maydoni yo'qolishida g'altak bo'ylab qancha elektr miqdori o'tadi?

11.120. Induksiyasi 0,2 *Tl* bo'lgan bir jinsli magnit maydoniga radiusi 2 *sm* bo'lgan doiraviy kontur joylashtirilgan. Kontur tekisligi magnit maydoniga tik bo'lib, qarshiligi 1 *Om*. G'altak 90^0 ga burilganda undan qancha elektr miqdori o'tadi?

11.121. Uzunligi 21 *sm* va ko'ndalang kesimining yuzi 10 sm^2 bo'lgan solenoidga 50 o'ramli g'altak kiygizilgan. G'altak qarshiligi 10^3 *Om* bo'lgan ballistik galvanometrga ulangan. Uramlari soni 200 bo'lgan solenoid chulg'amidai 5 *A* tok o'tadi. Solenoiddan tok uzilganda galvanometr strelkasi shkala bo'yicha 30 darajaga og'ishi ma'lum bo'lsa, galvanometrning ballistik doimiysi topilsin. G'altak qarshiligi ballistik galvanometr qarshiligidan kichik deb olib, uni hisobga olinmasin. Galvanometrning strelkasini shkala bo'ylab bir darajaga og'diradigan elektr miqdoriga teng bo'lgan kattalik ballistik doimiy deb aytiladi.

11.122. Magnit maydonining induksiyasini o'lchash uchun elektromagnit qutblari orasiga ballistik galvanometrga ulangan 50 o'ramli g'altak joylashtirilgan. G'altak o'qi magnit maydoni yo'nalishiga parallel turadi. G'altak ko'ndalang kesimining yuzi 2 sm^2, uning qarshiligi galvanometr qarshiligiga nisbatan kichik bo'lgani uchun, uni hisobga olinmaydi. Galvanometr qarshiligi $2\cdot10^3$ *Om*, uning ballistik doimiysi $2\cdot10^{-8}$ *Kl/bo'l*. G'altak magnit maydonidan tez chiqarib olinganda galvanometr strelkasi 50 darajaga og'adi. Magnit maydonining induksiyasi qanchaga teng?

11.123. Magnit kirituvchanligi μ bilan magnit maydoni kuchlanganlik *H* orasidagi bog'lanishni birinchi marta A.G.Stoletov «Yumshoq temirning magnitlanish funksiyasini tekshirish»ga doir (1872 y.) ishida tekshirgan. A.G.Stoletov tekshirilayotgan temir namunasiga toroid shaklini berib, uni toroidga o'ralgan g'altakdan *I* tok o'tkazish orqali magnitlaydi. Bu birlamchi g'altak bo'lib, undagi tok yo'nalishi o'zgartirilganda, shu toroidga o'ralgan

ikkilamchi g'altakka ulangan ballistik galvonometr strelkasi α darajaga og'ishgan.

A.G. Stoletov foydalangan toroidning parametrlari quyidagicha edi: ko'ndalang kesimning yuzi S=1,45 sm^2 uzunligi l=60 *sm*, birlamchi g'altak o'ramlarining soni N_1=800, ikkilamchi g'altak o'ramlarining soni N_2=100. Galvanometrning ballistik doimiysi $S=1{,}2\cdot10^{-5}$ *Kl/bo'l*, va ikkinchi zanjir qarshiligi 12 *Om*.

Stoletov tajribalaridan birining natijasi quyidagi jadvalda ko'rsatilgan:

I, a	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
α (shkala darajalarida)	48,7	148	208	241	256

Shu ma'lumotlarga asoslanib, A.G.Stoletov ishlatgan temir uchun jadval tuzilsin va shunga tegishli magnit kirituvchanlik μ ning magnit maydoni kuchlanganligi H bilan bog'lanish grafigi chizilsin.

11.224. Temirning magnit kirituvchanligini o'lchash uchun undan uzunligi l=50 *sm* va ko'ndalang kesimining yuzi S=4 sm^2 bo'lgan toroid tayyorlangan. Toroidning chulg'amidan birining soni N_1=500 bo'lib, u tok manbaiga ulangan, ikkinchisiniki N_2=1000 bo'lib, u galvonometrga ulangan. Birlamchi chulgamda tokning yo'nalishini teskariga o'zgartirib, ikkilamchi chulg'amda induksion tok hosil qilinadi. Birlamchi chulg'amdagi yo'nalishi o'zgartirilgan tokning kuchi 1 *A* bo'lganda galvanometrdan 0,06 *Kl* elektr miqdori o'tishi ma'lum bo'lsa, temirning magnit kirituvchanligi topilsin.

11.125. Issiq holatdagi qarshiligi 10 *Om* bo'lgan elektr lampochka drossel orqali 112 *V* li akkumulyatorga ulangan. Drosselning induktivligi 2 *Gn*, qarshiligi 1 *Om*. Agar lampochka 6 *V* kuchlanishda sezilarli darajada yorisha boshlasa, qancha vaqtdan keyin ravshan yonadi?

11.126. Uzunligi 20 *sm* va diametri 2 *sm* bo'lgan g'altak berilgan. G'altakka ko'ndalang kesimi 1 mm^2 bo'lgan mis sim o'ralgan. O'ramlar soni 200. G'altak ma'lum e.yu.k. li zanjirga ulangan. Pereklyuchatel yordamida e.yu.k. ni uzib, g'altak qisqa tutashtiriladi. E.yu.k. uzilgandan keyin qancha vaqt o'tgach, zanjirdagi tok kuchi ikki marta kamayadi.

11.127. Induktivligi 0,2 *Gn* va qarshiligi 1,64 *Om* ga teng g'altak berilgan. E.yu.k. ni uzib, g'altak qisqa tutashtirilgandan 0,05 *sek* o'tgach g'altakdagi tok kuchi necha marta kamayadi?

11.128. G'altakning qarshiligi R=10 *Om* va induktivligi L=0,144 *Gn*. G'altak ulangandan qancha vaqt o'tgach, undagi tok oldingi belgilangan tokning yarmiga teng bo'ladi?

11.129. Konturning qarshiligi 2 *Om* va induktivligi 0,2 *Gn*. Zanjirga e.yu.k. ulangan paytdan boshlab konturdagi tok kuchi ortishining vaqtga bog'lanish grafigi chizilsin. Ordinata bo'yicha ortib boruvchi tok kuchi *I* ning

oxirgi tok kuchi I_0 ga nisbati qo'yilsin. Grafik $0 \le t \le 0{,}5$ *sek* intervalda 0,1 *sek* oraliq bilan chizilsin.

11.130. Ko'ndalang kesimning yuzi 1 mm^2 bo'lgan mis simdan qilingan kvadrat ramka induksiyasi $B = B_0 \sin \omega t$ qonuni bo'yicha o'zgaradigan magnit maydoniga joylashtirilgan, bunda $B_0 = 0{,}01\,Tl$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ va T=0,02 *sek*. Ramkaning yuzi 25 sm^2. Ramka tekisligi magnit maydoni yo'nalishiga tik qo'yilgan. 1) Ramkadan o'tuvchi magnit oqimining, 2) ramkada hosil bo'lgan induksiya e.yu.k. ning va 3) ramka bo'ylab o'tayotgan tok kuchining vaqtga bog'lanishi hamda ularning eng katta qiymati aniqlansin.

11.131. Induktivligi 0,021 *Gn* bo'lgan g'altak orqali $I = I_0 \sin \omega t$ qonuni bo'yicha vaqtga bog'liq holda o'zgaradigan tok o'tadi, bunda I_0=5 *A*, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ va T=0,02 *sek*. 1) G'altakda hosil bo'ladigan o'zinduksiya e.yu.k. ning va 2) g'altak magnit maydoni energiyasining vaqtga bog'lanishi topilsin.

11.132. Ikkita g'altakning o'zaro induktivligi 0,005 *Gn* ga teng. Birinchi g'altakdagi tok $I = I_0 \sin \omega t$ qonuni bo'yicha o'zgaradi, bunda I_0=10 *A*, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ va T=0,02 *sek*. 1) Ikkinchi g'altakdagi induksiyalangan e.yu.k. ning vaqtga bog'lanish tenglamasi tuzilsin. 2) Bu e.yu.k. ning eng katta qiymati topilsin.

12-§ GARMONIK TEBRANMA HARAKATLAR VA TO'LQINLAR

Garmonik tebranma harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$x = A\sin(\frac{2\pi t}{T} + \varphi) = A\sin(2\pi\nu t + \varphi) = A\sin(\omega t + \varphi),$$

bunda x - nuqtaning muvozanatlik vaziyatidan siljishi (u turli vakt paytlari uchun turlicha buladi), A - amplituda, T - davr, φ - boshlangich faza, $\nu = \frac{1}{T}$ - tebranishlar chastotasi, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ burchak chastota.

Tebranayotgan nuqtaning tezligi

$$\upsilon = \frac{dx}{dt} = \frac{2\pi A}{T}\cos(2\pi\frac{t}{T} + \varphi)$$

va tezlanishi

$$a = \frac{d\upsilon}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{4\pi^2 A}{T^2}\sin(2\pi\frac{t}{T} + \varphi)$$

ga teng.

M massali nuqtani garmonik tebrantirayotgan kuch

$$F = ma = -\frac{4\pi^2 A}{T^2}\ \text{m}\sin\ (2\ \pi\frac{t}{t} + \varphi) = -\frac{4\pi^2 m}{T^2}x = -Rx,$$

bunda $R = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$, bundan $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{R}}$.

Bu yerda T esa $F = -Rx$ kuch ta'sirida tebranayotgan nuqtaning tebranish davri; bunda *R*-deformasiya koeffitsiyenti bo'lib, son jihatdan 1 ga teng siljishni vujudga keltiruvchi kuchga teng.

Tebranayotgan nuqtaning kinitik energiyasi

$$W_k = \frac{m\upsilon^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2}\cos^2(\frac{2\pi t}{T} + \varphi)$$

va potensial energiyasi

$$W_n = \frac{rx^2}{2} = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2}\sin^2(\frac{2\pi t}{T} + \varphi)$$

to'la energiyasi

$$W = \frac{2\pi^2 A^2 m}{T^2}$$

ko'rinishda bo'ladi.

Mayatnikning kichik tebranishlari garmonik tebranma harakatlarga misol bo'lishi mumkin. Matematik mayatnikning tebranishlar davri

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

ga teng, bunda *l* – mayatnikning uzunligi va *g* – og'irlik kuchining tezlanishi.

Bir xil davrga ega, bir tomonga yo'nalgan ikki garmonik tebranishlar qo'shilganida, davri o'zgarmagan

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

amplitudali va boshlang'ich fazasi $tg\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$ tenglamadan aniqlanadigan garmonik tebranish hosil bo'ladi. A_1 va A_2 – qo'shiluvchi tebranishlar amplitudalari, φ_1 va φ_2 - ularning boshlang'ich fazalari.

Birday davrli o'zaro perpendikulyar ikki tebranishlar qo'shilganda natijaviy harakat trayektoriyasining tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1A_2}\cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1).$$

m massali moddiy nuqtaga elastik kuch $F = -kx$ dan tashqari ishqalanish kuchi $F_{ишк} = -r\vartheta$ ham (bunda *r* – ishqalanish koeffitsiyenti va υ – tebranayotgan nuqta tezliga) ta'sir etayotgan bo'lsa, nuqtaning tebranishi so'na boradi.

So'nuvchi tebranma harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi

$$x = Ae^{-\delta t}\sin(\omega t + \varphi),$$

bunda δ - so'nish koeffitsiyenti. Bunda $\delta = \frac{r}{2m}$ va $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ formuladagi ω_0 - xususiy tebranishning burchak chastotasi. $н = \delta T$ kattalik so'nishning logarifmik dekrementi deb ataladi.

Tebranishi $x_1=Ae^{-\delta t}sin\omega_0 t$ ko'rinishida berilgan m massali moddiy nuqtaga tashqi davriy $F=F_0 sin\omega t$ kuch ta'sir etayotgan bo'lsa, u holda nuqtaning tebranishi majburiy bo'ladi va uning harakat tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$X_2=A\sin(\omega t+\varphi),$$

Bunda

$$A = \frac{F_0}{m\sqrt{(\omega_0^2 - \omega)^2 + 4\delta^2\omega^2}}$$

va

$$tg\varphi = \frac{2\delta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2}$$

Majburiy tebranishlar chastotasi ω xususiy tebranishlar chastotasi ω_0 va so'nish koeffitsiyenti δ bilan quyidagi munosabatda bog'langanda rezonans vujudga keladi:

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}\ .$$

So'nmaydigan tebranishlar nur dtb ataluvchi muayan yo'nalish bo'ylab c tezlikda tarqalayotganida shu nur yotuvchi va tebranishlar manbaidan l masofada turgan har qanday nuqtaning siljishi quyidagi tenglama bilan beriladi:

$$x = A\sin(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi t}{\lambda}),$$

bunda A- tebranayotgan nuqtalarning amplitudasi, $\lambda -$to'lqin uzunligi. Chunonchi $\lambda = cT$. Nurda tebranishlar manbaidan l_1 va l_2 masofada yotuvchi ikki nuqtaning fazalar ayirmasi quyidagicha

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 2\pi\frac{l_2 - l_1}{\lambda}.$$

To'lqinlar interferensiyasida quyidagi shartda maksimum amplituda hosil bo'ladi.

$$l_2 - l_1 = 2n\frac{\lambda}{2}(n = 0,1,2,...),$$

Bunda $l_2 - l_1$ – nurlar yurish yo'lining farqi.

$$l_2 - l_1 = 2n + 1)\frac{\lambda}{2}(n = 0,1,2,....)$$

Shartda amplituda minimum bo'ladi.

12.1 Agar 1 min.da 50 tebranish bo'lib, tebranishlarning boshlang'ich fazasi 45^0 ga teng va amplitudasi 5 sm bo'lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing. Shu harakat grafigini chizing.

12.2. Amplitudasi 0,1 m, davri 4 sek. va boshlang'ich fazasi nolga teng bo'lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing.

12.3. Garmonik tebranishlar amplitudasi 50 mm, davri 4 sek. va boshlang'ich fazasi $\frac{\Pi}{4}$. 1) Mazkur tebranishning tenglamasini yozing. 2) t=0 va t=1,5sek bo'ganda tebranayotgan nuqtaning muvozanat vaziyatdan siljishini toping. 3) Bu harakat grafigini chizing.

12.4. Tebranishlarning boshlang'ish fazasi: 1) 0, 2) $\frac{\pi}{2}$ 3) π 4) $\frac{3}{4}\pi$ 5) 2π bo'lgan garmonik tebranma harakat tenglamasini yozing. Tebranishlar amplitudasi 5 sm va tebranishlar davri 8 sek. Bu hollarning hammasi uchun tebranishlar grafigini chizing.

12.5. Birday amplitudada (A_1=A_2=2sm) va birday davrga (T_1=T_2=8 sek) ega bo'lgan, lekin fazalarning farqi: 1) $\frac{\pi}{4}$, 2) $\frac{\pi}{2}$ 3) π, 4) 2π bo'lgan ikki garmonik tebranishni bitta grafikda chizing.

12.6. Garmonik tebranayotgan nuqta harakat boshlanishidan qancha vaqt o'tgach muvozanat vaziyatdan yarim amplitudaga teng siljiydi? Tebranish davri 24 sek, boshlang'ich faza nolga teng.

12.7. Garmonik tebranishlarning bosglang'ich fazasi nolga teng. Davrning qanday qismini o'tgach nuqtaning tezligi maksimal tezligining yarmiga teng bo'ladi?

12.8. x=7sin0,5t tenglama bo'yicha tebranma harakat qilinayotgan nuqta harakat boshlanganidan qancha vaqt o'tgach muvozanat vaziyatdan maksimal siljishga qadar yo'lni o'tadi.

12.9. Garmonik tebranish amplitudasi 5 sm, davri 4 sekundga teng. Tebranayotgan nuqtaning maksimal tezligini toping.

12.10. Nuqtaning harakat tenglamasi x=2sin($\frac{\pi}{2}t+\frac{\pi}{4}$)sm ko'rinishda berilgan. 1) Tebranishlar davrini, 2) nuqtaning maksimal tezligini, 3) uning maksimal tezlanishini toping.

12.11. Nuqtaning harakat tenglamasi x=sin$\frac{\pi}{6}t$ ko'rinishda berilgan. Maksimal tezlik va maksimal tezlanishlarga erishiladigan vaqt paytlarini toping.

12.12. Nuqta garmonik tebranadi. Tebranishlar davri 2 sek, amplitudasi 50 mm, boshlang'ich fazasi nolga teng. Nuqtaning muvozanat vaziyatidan 25mm ga siljigan paytdagi tezligini toping.

12.13. Nuqtaning maksimal tezlanishi 49,3 sm/sek^2, tebranishlar davri 2 sek va nuqtaning muvozanat vaziyatidan 25 mm ga siljigan boshlang'ich vaqt paytidagi garmonik tebranishlarning harakat tenglamasini yozing.

12.14. Garmonik tebranishlarning bosglang'ich fazasi nolga teng. Nuqta muvozanat vaziyatidan 2,4 sm siljiganda nuqtaning tezligi 3 sm/sek bo'ladi, 2,8 sm ga siljiganida esa tezligi 2 sm/sek bo'ladi. Shu tebranishlar amplitudasi va davrini toping.

12.15. m=1,6·10^{-2} kg massali moddiy nuqtaning tebranish tenglamasi x=0,1sin ($\frac{\pi}{8}t\frac{\pi}{4}$) ko'rinishga ega. Nuqtaga ta'sir etuvchi F kuchning (bitta davr chegarasida) t vaqtga bog'liqlik grafigini chizing. Maksimal kuch qiymatini topning.

12.16. Massasi 10 g bo'lgan moddiy nuqta x=5sin($\frac{\pi t}{5}+\frac{\pi}{4}$)sm tenglama bo'yicha tebranadi. Nuqtaga ta'sir etuvchi maksimal kuchni va tebranayotgan nuqtaning to'la energiyasini toping.

12.17. Massasi 16 g bo'lgan moddiy nuqtaning tebranish tenglamasi x=2sin($\frac{\pi t}{5}+\frac{\pi}{4}$)sm ko'rinishga ega. Nuqtaning kinetik, potensial va to'la energiyasining bitta davr chegarasida vaqtga bog'liqlik grafigini chizing.

12.18. Vaqtning 1) t=$\frac{T}{12}sek$, 2) t=$\frac{T}{8}sek$ 3) t=$\frac{T}{6}sek$ paytlari uchun garmonik tebranayotgan nuqta kinetik energiyasining uning potensial energiyasiga bo'lgan nisbati nimaga teng? Tebranishning boshlang'ich fazasi nolga teng.

12.19. Nuqtaning muvozanat vaziyatidan siljishi: 1) x=$\frac{A}{4}$, x=$\frac{A}{2}$, 3) x=A ni tashkil qiladigan (A-tebranish amplitudasi) paytlar uchun garmonik tebranayotgan nuqta kinetik energiyasining uning potensial energiyasiga bo'lgan nisbati nimaga teng?

12.20. Garmonik tebranma harakatda bo'lgan jismning to'la energiyasi 3·10^{-5} J, jismga ta'sir etuvchi maksimal kuch 1,5·10^{-3} N ga teng. Tebranish davri 2 sek va boshlang'ich fazasi 60^0 bo'lsa, shu jismning harakat tenglamasini yozing.

12.21. Moddiy nuqtaning garmonik tebranishlar amplitudasi A=2 sm, tebranishlarning to'la energiyasi W=3·10^{-7}J. Muvozanat vaziyatidan qancha siljiganda tebranayotgan nuqtaga F=2,25 ·10^{-5} N kuch ta'sir etadi?

12.22. Uzunligi 2 m bo'lgan ipga osilgan sharchani 4^0 burchakka og'dirilib, tebranishi kuzatiladi. Tebranishni so'nmaydigan garmonik tebranish deb faraz qilib, sharcha muvozanat vaziyatidan o'tayotgandagi tezligini toping. Mexanika tenglamalaridan sharchaning muvozanatlik vaziyatidan o'tish tezligini topib, olingan yechimni tekshirib ko'ring.

12.23. Prujinaga 10 kg yuk osilgan. Prujina 1 kg kuch ta'sirida 1,5 sm cho'zilishi mumkin bo'lsa, yukning vertikal tebranish davrini aniqlang.

12.24. Prujinaga yuk osilgan. Yuk tebranishinining maksimal kinetik energiyasi 1 J ekanligi ma'lum bo'lsa, prujinaninning deformatsiya koeffitsiyentini toping. Tebranish amplitudasi 5 sm.

12.25. Ikkita birday prujinalarga osilgan yukning prujinalarni ketma-ket ulashdan parallel ulashga o'tkazilgandagi vertikal tebranish davri qanday o'zgargan?

12.26. Prujinaga osilgan mis sharcha vertikal tebranyapti. Prujinaga mis sharcha o'rniga shunday radiusdagi alyuminiy sharcha osilsa, tebranish davri qanday o'zgaradi?

12.27. Prujinaga toshlar qo'yilgan tarozi pallasi osilgan. Bunda vertikal tebranishlar davri 0,5 sek ga teng. Pallaga qo'shimcha toshlar qo'yilganidan keyin vertikal tebranishlar davri 0,6 sek bo'ldi. Shu qo'shimcha yuk tufayli prujina qanchaga cho'zilgan?

12.28. Uzunligi 40 sm va radiusi 1 mm bo'lgan rezina shnurga og'irligi 0,5 kG tosh osilgan. Shu rezinkaning yung moduli 0,3 kG/mm^2 ekanligi ma'lum bo'lsa, toshning vertikal tebranish davrini toping.

Ko'rsatma: Rezinkaning defofmatsiya koeffitsiyentini k rezinkaning yung moduli E bilan k=$\frac{SE}{l}$ nisbatda bog'langanligini e'tiborga oling; bundagi-S rezinka ko'ndalang kesimining yuzi va λ- uning uzunligi.

12.29. Og'irligi P=0,2 kG bo'lgan areometr suyuqlikda qalqimoqda. Areometrni suyuqlikka bir oz botirib.so'ngra qo'yib yuborisa, T=3,4 sek davr bilan tebrana boshlaydi. Tebranishni so'nmaydigan deb hisoblab, shu tajriba ma'lumotlariga asoslanib, areometr qalqib yurgan suyuqlikning zichligi ρ ni toping. Areometr vertikal silindrik naychasining diametri d=1sm.

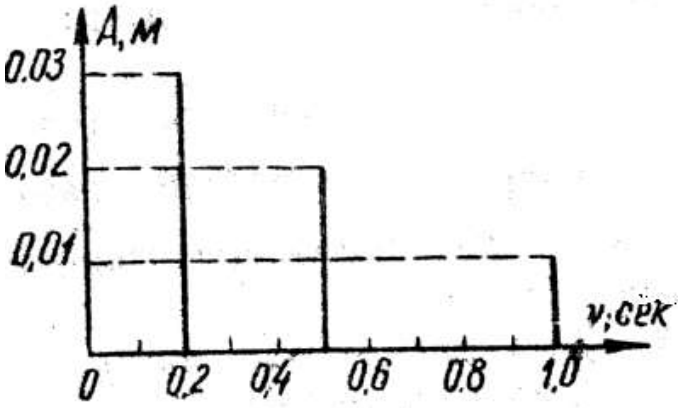
12.30. 8 sek birday davr va 0,02 m birday amplitudali bir tomonga yo'nalgan ikki garmonik tebranma harakatlarni qo'shish natijasida olingan harakat tenglamasini yozing. Bu tebranishlar fazalarining farqi $\frac{\pi}{4}$ ga teng, birining boshlang'ich fazasi nolga teng.

12.31. $x_1=0{,}02\sin(5\pi t+\frac{\pi}{2})$ m va $x_2=0{,}03\sin(5\pi t+\frac{\pi}{4})$ m tenglamalar bilan berilgan, bir tomonga yo'nilgan tebranishlarni qo'shishdan hosil bo'lgan garmonik tebranish amplitudasi va boshlang'ich fazasini toping.

12.32. Bir tomonga yo'nalgan birday amplituda va davrli ikki garmonik tebranishlarni qo'shish natijasida xuddi shunday davr va amplitudali natijaviy tebranish hosil bo'ladi. Qo'shiluvchi tebranishlar fazalarining farqini toping.

12.33. 1) $x_1=4\sin\pi t$ sm va $x_2=3\sin(\pi t+\frac{\pi}{2})$ sm tenglamalar bilan berilgan bir tomonga yo'nalgan tebranishlarni qo'shishdan hosil bo'lgan garmonik

tebranish amplitudasi va boshlang'ich fazasini toping. 2) Natijaviy tebranish tenglamasini yozing. 3) Amplitudalarni qo'shishning vektor diagrammasini chizing.



61-rasm

12.34. 61-rasmda murakkab tebranish spektri berilgan. 1)Bu rasm ma'lumotlaridan foydalanib, murakkab tebranishni tashkil etuvchi tebranishlar tenglamasini yozing. 2) Shu tebranishlar grafigini chizing. (t=0 paytda bu tebranishlar fazalarining farqi nolga teng deb qabul qilinadi) 3) Natijaviy murakkab tebranish grafigini chizing.

12.35. x_1= 3sin4π sm va x_2=6sin10π sm ikki garmonik tebranish berilgan u tebranishlar grafigini chizing. Bu tebranishlarni grafik ravishda qo'shib, natijaviy tebranish grafigini chizing. Olingan murakkab tebranish spektrini chizing.

12.36. Tebranish x=Asin2πυ_1t tenglama ko'rinishda berilgan, A-vaqtga qarab, A=A_0(1+cos2πυ_2t) qonun bo'yicha o'zgaradi. Bunda A_0=const. (1) tebranish qanday garmonik tebranishlardan tashkil topishini aniqlang. A_0=4sm, υ_1=2 sek^{-1}, υ_2=1sek^{-1} bo'lgan hol uchun tashkil etuvchilar grafigi va natijaviy tebranish grafigini chizing. Murakkab tebranish spektrini chizing.

12.37. ν_1=ν_2=5 *Hz* birday chastota va φ_1= φ_2=60^0 birday boshlang'ich fazali o'zaro perpendikulyar ikki tebranishlarni qo'shish natijasida olinadigan natijaviy tebranish tenglamasini yozing.Tebranishlardan birining amplitudasi A_1=0,10 m, ikkinchisining amplitudasi A_2=0,05 m ga teng.

12.38. Nuqta birday boshlang'ich fazaga va davrga ega ikki tebranishda qatnashadi. Tebranishlar amplitudasi A_1 =3sm va A_2=4sm. 1) Tebranishlar bir tomonlama yo'nalgan, 2) tebranish o'zaro perpenikulyar bo'lgan hollar uchun natijaviy tebranish amplitudasini toping.

12.39 Nuqta bir vaqtda ikki x=2sinωt m va y=2cosωt m o'zaro perpendikulyar bo'lgan tebranishlarda qatnashadi. Nuqtaning harakati traektoriyasini toping

12.40. Nuqta bir vaqtda ikki x=cosπt va y=cos$\frac{\pi t}{2}$ o'zaro perpendukulyar bo'lgan tebranishlarda qatnashadi. Nuqtaning harakati trayektoriyasini toping .

12.41. Nuqta bir vaqtda ikki x=sinπt va y=2sin(π+$\frac{\pi}{2}$) o'zaro perpendikulyar bo'lgan tebranishlarda qatnashadi. Nuqtaning harakati traektoriyasini toping va uni mashtab bilan chizing.

12.42. Nuqta bir vaqtda ikki x=sinπt va y=4sin(πt+π) o'zaro perpendikulyar bo'lgan tebranishlarda qatnashadi. Nuqtaning harakati traektoriyasini toping va uni masshtab bilan chizing.

12.43. So'nuvchi tebranishlar davri 4 sek, so'nish logarifmik dekrementi 1,6 ga, boshlang'ich faza nolga teng. Nuqta t=$\frac{T}{4}$ da 4,5 sm ga siljiydi. 1)Bu tebranishning harakat tenglamasini yozing. 2) Ikki davr chegarasida bu tebranma harakat grafigini chizing.

12.44. Tenglamasi $x = e^{-0,1t}\sin\frac{\pi}{4}t$ m ko'rinishda berilgan so'nuvchi tebranish grafigini chizing.

12.45. So'nuvchi tebranish x=5e$^{-0,25t}$sin$\frac{\pi}{2}t$ tenglama ko'rinishda berilgan. 0, T, 2T, 3T va 4T vaqt paytlari uchun tebranuvchi nuqta tezligini toping.

12.46. Matematik mayatnikning so'nish logarifmik dekrementi 0,2 ga teng. Mayatnikning bir marta to'la tebranishida amplitudasi necha marta kamayishini toping.

12.47. 1 min da tebranish amplitudasi ikki marta kamaysa, matematik mayatnikning so'nish logarifmik dekrementi qanchaga teng bo'ladi? Mayatnikning uzunligi 1m.

12.48. 24,7 sm uzunlikdagi matematik mayatnikning tebranishi so'nuvchi tebranish. Mayatnikning tebranish energiyasi qancha vaqtdan keyin 9,4 marta kamayadi? Masalani so'nish logarifmik dekrementining 1) χ=0,01 va 2) χ=1 qiymatlari uchun hal qiling.

12.49. So'nish logarifmik dekrementi 0,2 bo'lgan matematik mayatnikning tebranishi so'nuvchi tebranish. Mayatnikning to'la tezlanishi bitta tebranishning chekka vaziyatida necha marta kamayadi?

12.50. 1 minutda matematik mayatnikning so'nuvchi tebranishi amplitudasi ikki marta kamaygan. 3 minda u necha marta kamayadi?

12.51. Muvozanat vaziyatidan chiqarilgan uzunligi 0,5 m bo'lgan matematik mayatnik birinchi tebranishda 5 sm, ikkinchi tebranishda esa (o'sha tomonga) 4 sm og'gan. Relaksatsiya vaqtini, ya'ni tebranishlar amplitudasi e - marta kamayadigan vaqtini toping: bunda e- natural logarifmlar asosi.

12.52. Vertikal osilib turgan prujinaga yuk osilgan. Bu prujina 9,8 sm ga cho'ziladi. Yukni pastga tortib, so'ng qo'yib yuborib uni tebranishga majbur etiladi. 1) Tebranishlar oradan 10 sek o'tgach to'xtashi (shartli ravishda tebranishlar amplitudasi boshlang'ich qiymatining 1% iga qadar pasayganda tebranishlar so'nadi deb) uchun, 2) yuk muvozanat vaziyatiga aperiodik ravishda qaytishi uchun, 3) so'nish logarifmik dekrementi 6 bo'lishi uchun so'nish koeffitsiyenti nimaga teng bo'lishi kerak?

12.53. m=10 g massali jismning tebranishi so'nuvchi; amplitudasining maksimal qiymati 7 sm, boshlang'ich fazasi nol, so'nish koeffisenti 1,6 sek^{-1} ga teng. Bu jism tashqi davriy kuch ta'siri natijasida majburiy tebrana boshlaydi. Majburiy tebranish $x=5\sin(10\pi t-0,75\pi)$sm tenglama ko'rinishda. 1)Xususiy tebranish tenglamasini (son koeffitsiyentlari bilan), 2) tashqi davriy kuch tenglamasini (son koeffitsiyentlari bilan) chiqaring.

12.54. Vertikal prujinaga osilgan og'irligi 0,2 kG tosh 0,75 sek^{-1} so'nish koeffitsiyenti bilan so'nuvchi tebranishda. Prujinaning deformatsiya koeffitsiyenti 0,5 kG/sm. Tashqi kuchning eng katta qiymati 0,98 N bo'lsa toshning majburiy tebranish A amplitudasining tashqi davriy kush ω chastotasiga bog'liqlik grafigini chizing. Grafik chizishda quyidagi: $\omega=0$, $\omega=0,5\omega_0$, $\omega=0,75\ \omega_0$, $\omega=\omega_0$, $\omega=1,5\ \omega_0$ va $\omega=2\ \omega_0$ chastotar uchun A ning qiymatlarini toping. Bunda ω_0 –osilgan toshning xususiy tebranish chastotasi.

12.55. Tuproq yo'ldan traktor o'tgach, bir-biridan 30 sm masofada qator chuqurchalar shaklida iz qolgan. Bu yo'ldan birday ikkita ressorali bolalar kolyaskasi ham g'ildiratib o'tilgan. Ressoralardan har biri 1 kG yuk ta'sirida 2 sm ga egiladi. Kolyaska chuqurchalarga tushganda silkinishdan resonansga kelib, kuchli chayqala boshlagan bo'lsa, uni qanday tezlikda tortilgan? Kolyaskaning og'irligi 10 kG.

12.56. Davri 10^{-11}sek ga teng tebranishning to'lqin uzunligini toping. Tebranishning tarqalish tezligi $3\cdot10^8$m/sek

12.57. Chastotasi $\nu=500$ *Hz* va amplitudasi A=0,25mm bo'lgan tovush tebranishi haboda tarqalyapti. To'lqin uzunligi $\lambda=70$ sm. 1) Tebranishning tarqalish tezligi 2) havo zarrachalarning maksimal tezligini toping.

12.58. So'nmaydigan tebranish $x=10\sin0,5\pi t$ sm tenglama ko'rinishda berilgan. 1) Tebranishning tarqalish tezligi 300 m/sek bo'lsa, to'lqin tenglamasini toping. 2) Tebranish manbaidan 600 m masofada turuvchi nuqta uchun tebranish tenglamasini yozing va grafik ravishda tasvir qiling. 3)Tebranish boshlanganidan t=4 sek o'tgandan keyin to'lqin nuqtalari uchun tebranish tenglamasini yozing va grafik ravishda tasvirlang.

12.59. So'nmaydigan tebranish $x=4\sin600\pi t$ sm tenglama ko'rinishda berilgan. Tebranish boshlanganidan 0,01 sek o'tgandan keyin tebranishlar manbaidan 75 sm masofada turuvchi nuqtaning muvozanat vaziyatidan siljishini toping. Tebranishning tarqalish tezligi 300 m/sek.

12.60. So'nmaydigan tebranish $x=\sin2,5\pi t$ sm tenglama ko'rinishida berilgan. Tebranish boshlanganidan t=1sek o'tgandan keyin tebranishlar manbaidan 20 m masofadagi nuqtaning muvozanat vaziyatidan siljishini, tezligi va tezlanishini toping. Tebranishning tarqalish tezligi 100 m/sek

12.61. Tebranish manbaidan 10 m va 16 m masofadagi ikki nuqtaning tebranishning fazalar farqi qanchaga teng. Tebranish davri 0,04 sek va tarqalish tezligi 300 m/sek.

12.62. To'lqin uzunligi 1 m bo'lgan nurda yotib, bir-biridan 2 m masofada turuvchi ikki nuqta berilishi fazalarning farqi topilsin.

12.63. $t=\frac{T}{6}$ payt uchun tebranish manbaidan $\lambda=\frac{\lambda}{12}$ masofadagi nuqtaning muvozanat vaziyatidan qanchaga siljishi aniqlansin. Tebranish amplitudasi A=0,05sm.

12.64. Tebranish manbaidan 4sm masofadagi nuqta $t=\frac{T}{6}$ paytda muvozanat vaziyatidan yarim amplitudaga teng siljiydi. Yuguruvchi to'lqin uzunligi topilsin.

12.65. Turg'un to'lqinning 1) uncha zich bo'lmagan muhitdan qaytarilayotgan 2) ancha zich muhitdan qaytarilayotgan hollardagi tugun va qovariqlik holati topilsin va grafigi chizilsin. Yuguruvchi to'lqin uzunligi 12sm.

12.66. Turg'un to'lqinning birinchi va to'rtinchi qovariqlari orasidagi masofa 15 sm bo'lsa, tebranish to'lqin uzunligi topilsin.

13-§ A K U S T I K A

Muayyan muhitdagi akustik tebrani`shlarning tarqalish tezligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\vartheta=\sqrt{\frac{E}{p}}$$

bunda E — muhitning Yung moduli va ρ — muhitning zichligi.

Gazlardagi tarqalish tezligi

$$\vartheta=\sqrt{\frac{\chi RT}{\mu}},$$

bunda μ — bir kilomol gazning massasi, T—gazning absolyut temperaturasi, R — gaz doimiysi, $\chi=\frac{C_p}{C_v}$ (C_p— o'zgarmas bosimdagi gazning issiqlik sig'imi va C_V— o'zgarmas hajmdagi gazning issiqlik sig'imi.

Tovush bosimi darajasi L_1 (detsibell hisobida) tovush bosimi amplitudasi Δp bilan

$$L_1=20\lg\frac{\Delta p}{\Delta p_0}$$

munosabatda bog'langan; bunda Δp_0 – tovush qattiqligining nol darajasidagi tovush bosimi amplitudasi. Tovush qattiqlik darajasi L_2 (fon hisobida) tovush intensivligi bilan

$$L_2=10\lg\frac{I}{I_0}$$

munosabatda bog'langan; bunda I_0 – tovush qattiqligining nol darajasi.

$$I_0 = 10^{-12}\ \text{Vt/m}^2 \ \text{ va } \ \Delta p_0 = 2\cdot 10^{-5}\ \text{N/m}^2$$

deb qabul qilingan.

Dopler prinsipiga ko'ra, kuzatuvchi qabul qilayotgan tovush chastotasi

$$\vartheta' = \frac{c+\upsilon}{c-u}\upsilon$$

formula bilan aniqlanadi, bunda ν – manbadan yuborilayotgan tovush chastotasi, *u* – tovush manbaining harakat tezligi, υ – kuzatuvchining harakat tezligi va c – tovushning tarqalish tezligi. Kuzatuvchi tovush manbaiga qarab harakat qilayotgan bo'lsa, tezlik $\vartheta > 0$; tovush manbai kuzatuvchiga qarab harakat qilayotgan bo'lsa $u > 0$.

Torning asosiy ton chastotasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\nu = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{F}{\rho S}}$$

bunda *l* – torning uzunligi, F – uning taranglik kuchi, S–ko'ndalang kesimining yuzi va ρ – muhit materialining zichligi.

13.1. 435 *Hz* chastotali asosiy ton *lya* ning to'lqin uzunligi topilsin. Tovush tezligi 340 *m/sek* deb qabul qilinsin.

13.2. Odam qulog'i chastotasi taxminan 20 *Hz* dan 20000 *Hz* gacha bo'lgan tovushlarni qabul qila oladi. Tovush tebranishlarining eshitilish intervali qanday to'lqin uzunliklari o'rtasida yotadi? Tovushning havodagi tezligi 340 *m/sek* deb qabul qilinsin.

13.3. Tovushning po'latdagi tarqalish tezligi topilsin.

13.4. Tovushning misdagi tarqalish tezligi topilsin.

13.5. Tovushshshg kerosindagi tarqalish tezligi 1330 m/sek. Kerosinning siqilish koeffitsiyenti topilsin.

13.6. Dengizning chuqurligi exolot yordami bilan o'lchangan. Tovush paydo bo'lgan paytdan uni qabul qilib olgunga qadar 2,5 *sek* o'tgan bo'lsa, dengizning chuqurligi qancha bo'lgan? Suvning siqilish koeffitsiyenti $4{,}6\cdot 10^{-10}$ m^2/sek va dengiz suvining zichligi 1030 kg/m^3.

13.7. 1) — 20°C, 2) 0°C; 3) + 20°C temperaturalarda tovushning havoda tarqalish tezligi topilsin.

13.8. Yozda havodagi (temperatura +27°C) tovushning tarqalish tezligi qishdagi (temperatura — 33°C) tarqalish tezligidan necha marta ko'p?

13.9. Tajriba sharoitida ikki atomli gaz molekulalarining o'rtacha kvadratik tezligi 461 *m/sek* ekanligi ma'lum bo'lsa, shunday sharoitda tovushning gazdagi tarqalish tezligi topilsin.

13.10. Ikki atomli gazning zichligi 760 *mm* simob ustunida $1{,}29\cdot 10^{-3}$ g/sm^3 bo'lsa, tovushning shu gazda tarqalish tezligi topilsin.

13.11. Bir kilomol azot molekulasining ilgarilanma harakatining o'rtacha kinetik energiyasi $3{,}4 \cdot 10^3$ *kJ* ga baravar ekanligi ma'lum bo'lsa, shunday sharoitda tovushni azotdagi tarqalish tezligi topilsin.

13.12. Atmosfera yuqori qatlamlarining temperaturasini aniqlash uchun termometrdan foydalanib bo'lmaydi, chunki gaz zichligi kam bo'lganligidan termometr atrofdagi muhit bilan issiqlik muvozanatiga kelolmaydi. Shu maqsadda granatli raketa uchirilib, muayyan balandlikka chiqqanida granat portlatiladi. Yer yuzidan 21 *km* balandlikdagi portlashdan chiqqan tovush 19 *km* balandlikdagi portlashdan chiqqan tovushdan 6,75 *sek* kechikib kelsa, 20 km balandlikdagi temperaturani aniqlang.

13.13. Havo – shisha chegarasidagi tovush to'lqinlarining sindirish ko'rsatkichi nimaga teng? Shisha uchun Yung moduli $6{,}9 \cdot 10^{10}$ N/m^2 ga teng, shishaning zichligi 2,6 g/sm^3 havoning temperaturasi 20°C.

13.14. Havo – shisha chegarasida tovush to'lqinlarining to'la ichki limit burchagi topilsin. Oldingi masaladagi kerakli ma'lumotlardan foydalanilsin.

13.15. Ikki tovushning qattiqlik darajasi 1 *fon* ga farq qiladi. Bu tovushlar intensivliklarining nisbati topilsin.

13.16. Ikki tovushning bosim darajasi 1db ga farq qiladi. Amplitudalarining tovush bosimiga nisbati topilsin.

13.17. Ko'chadagi 70 *fon* kattiklikdagi shovqin xonada 40 *fon* qattiqlikdagi shovqin bo'lib eshitiladi. Ko'chadagi va xonadagi tovush intensivliklarining nisbati topilsin.

13.18. Tovush intensivligi 1000 baravar kuchaygan. 1) Tovush bosimining darajasi necha detsibell kuchaygan? 2) Tovush bosimining amplitudasi necha marta kattalashgan?

13.19. Tovush iitensivligl 10^{-2} Vt/m^2. 1) Qattiqlik darajasini, 2) tovush bosimi amplitudasini toping.

13.20. Tovush intensivligi: 1) 3000 marta va 2) 30000 marta ortgan bo'lsa, tovushning qattiqlik darajasi qancha fonga kuchaygan?

13.21. Patefon plastinkasida *lya* toni uchun (435 *Hz*): 1) yozuv boshida markazdan 12 *sm* masofadagi, 2) yozuv oxirida markazdan 4 *sm* masofadagi tovush ariqchalarining qo'shni tishlari orasidagi masofa topilsin. Plastinkaning aylanish tezligi 78 *ayl/min*.

13.22. 1) ν=100 *Hz* va 2) ν=2000 *Hz* uchun grammofon plastinkasidagi tovush ariqchalarining qo'shni tishlari orasidagi masofa topilsin. Plastinka markazigacha bo'lgan o'rtacha masofa 10 *sm* deb hisoblansin. Plastinkaning aylanish tezligi 78 *ayl/min*.

13.23. Qundt trubkasida turg'un to'lqin hosil bo'lganida havo ustunida 6 qavariklik kuzatilgan. Agar po'lat sterjen havo ustunining: 1) o'rtasiga, 2) bir uchiga mahkamlangan bo'lsa, havo ustunining uzunligi qancha bo'lgan?

Sterjenning uzunligi 1 *m*. Tovushning po'latdagi tezligi 5250 *m/sek* va havodagi tezligi 343 *m/sek*.

13.24. Shisha sterjen o'rtasidan mahkamlanganida havo ustunida 5 kavariqlik kuzatilgan bo'lsa, Kundt trubkasidagi bu sterjenning uzunligi qancha? Havo ustunining uzunligi 0,25 *m*. Shisha uchun Yung moduli $6{,}9\cdot10^{10}$ N/m^2 va shishaning zichligi 2,5 g/sm^3. Tovushning havodagi tezligi 340 *m/sek* deb olinsin.

13.25. Qavariqliklarni bir-biridan ajratishning eng kichik masofasi $l \cong 4$ *mm* deb olinsa, tovush tezligini aniqlashda qanday eng katta chastotalar uchun Kundt metodi yaroqli bo'ladi? Tovushning havodagi tezligi 340 *m/sek* deb olinsin.

13.26. Ikki poyezd 72 *km/soat* va 54 *km/soat* tezlik bilan bir-biriga qarama-qarshi kelmoqda. Birinchi poyezd 600 *Hz* chastota bilan hushtak chaladi. Ikkinchi poyezddagi yo'lovchi eshitadigan tovushning: 1) poyezdlar uchrashishidan avval, 2) poyezdlar uchrashganidan keyin qanday tebranish chastotada bo'lishini toping. Tovush tezligi 340 *m/sek* deb olinsin.

13.27. Poyezd qo'zg'almas kuzatuvchi oldidan o'tayotganda parovoz gudogi tovushining ton balandligi birdan o'zgaradi. Poyezd 60 *km/soat* tezlikda yurayotgan bo'lsa, tovush tonining birdan o'zgarish miqdori ton haqiqiy chastotasining necha prosentini tashkil qiladi?

13.28. Dengiz qirg'og'idagi kuzatuvchi paroxod gudogining tovushini eshitadi. Kuzatuvchi va paroxod tinch turgan paytda kuzatuvchi qabul qiladigan tovush 420 *Hz* chastotaga to'g'ri keladi. Paroxod kuzatuvchiga tomon harakat qilayotganida qabul qilinadigan tovush chastotasi 430 *Hz* ga teng. Paroxod kuzatuvchidan nariga harakat qilayotganida chastota 415 *Hz* ga teng bo'ladi. Agar tajriba sharoitidagi tovush tezligi 338 *m/sek* bo'lsa, birinchi va ikkinchi hollardagi paroxodning tezligi aniqlansin.

13.29. Miltiq o'qi 200 *m/sek* tezlik bilan uchadi. Qo'zg'almay turgan kuzatuvchi uchun uning oldidan uchib ketayotgan o'q tonining balandligi necha marta o'zgarishi topilsin. Tovush tezligi 333 *m/sek* deb qabul qilinsin.

13.30. Birday tezlik bilan qarama-qarshi borayotgan ikki poyezddan birining hushtak toni ikkinchisiga eshitilayotganda $^9/_8$ marta o'zgarishi uchun ularning tezliklar qanday bo'lishi kerak? Tovush tezligi 335 *m/sek* de olinsin.

13.31. Ko'rshapalak devorga perpendikulyar yo'nalishda $\upsilon=6{,}0$ *m/sek* tezlik bilan $\nu=4{,}5\cdot10^4$ *Hz* chastotali ultratovush chiqarib uchmoqda. Ko'rshapalak qanday chastotali ikki xil tovushni eshitadi? Tovush tezligini 340 *m/s* deb oling.

13.32. Radiusi 0,05 *sm* bo'lgan po'lat tor 100 *kG* kuch bilan tarang tortilganida 320 chastotali ton berishi uchun uning uzunligi qanday bo'lishi kerak?

13.33. Uzunligi 20 *sm* va diametri 0,2 *mm* bo'lgan po'lat tor notada lya ni (chastotasi 435 *Hz*) chiqarishi uchun uni qanday kuch bilan tarang tortish kerak?

13.34. Po'lat uchun mustahkamlik chegarasi ma'lum bo'lsa, uzunligi 1 *m* bo'lgan torni sozlash uchun eng katta chastota topilsin.

13.35. 15 *kG* kuch bilan tarang tortilgan tor kamertonda sekundiga 8 urilish beradi. Bu tor 16 *kG* kuch bigan tarang tortilgandan keyin u kamerton bilan unisonga sozlangan. Kamertonning tebranish soni aniqlansin.

13.36. Oldingi masaladagi kamerton ikkinchi kameronda 5 sekundiga 10 urilish beradi. Ikkinchi kamertonning tebranish chastotasi topilsin.

13.37. $F=6\cdot10^3$ *N* kuch bilan tarang tortilgan torning asosiy toni chastotasi topilsin. Torning uzunligi *l*=0,8 *m* va og'irligi P=0,03 *kG*.

13.38. 1) Ochiq truba, 2) berk truba asosiy tonining chastotasi topilsin.

13.39. Berk truba 130,5 *Hz* chastotaga to'g'ri keladigan asosiy ton beradi. Truba ochilgan. Endi u qanday asosiy ton chiqaradi? Trubaning uzunligi qancha? Tovushning havodagi tezligi 340 *m/sek* deb olinsin.

14- § ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLAR VA TO'LQINLAR

Sig'imi C, induktivligi L va qarshiligi R bo'lgan konturdagi elektromagnit tebranishlarning davri T quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$T=\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC}-\left(\frac{R}{2L}\right)^2}}.$$

Agar konturning qarshiligi juda kichik deb $\left(\frac{R}{2L}\right)^2 << \frac{1}{LC}$ olinsa, unda tebranish davri quyidagicha bo'ladi: $T=2\pi\sqrt{LC}$

Agar konturning qarshiligi R nolga teng bo'lmasa, tebranish so'nuvchan bo'ladi. Bunda kondensator qoplamalaridagi potensiallar ayirmasi (agar vaqt kondensator qoplamalaridagi eng katta potensiallar ayirmasiga mos keluvchi paytdan boshlab hisoblansa) quyidagi qonun bo'yicha o'zgaradi: $U=U_0e^{-\delta t}\cos\omega t$

Bunda $\delta=\frac{R}{2L}$ - so'nish koeffitsiyenti. $x=\delta T$ so'nish logorifmik dekrementi deb ataladi.

Agar $\delta=0$ bo'lsa, tebranish so'nmas bo'lib, shunday yozish mumkin:

$$U=U_0\cos\omega t$$

Agar vaqt kondensator qoplamalaridagi potensiallar ayirmasi nolga teng bo'ladigan paytdan boshlab hisoblanadigan bo'lsa,

$$U=U_0\sin\omega t$$

Munosabat to'g'ri bo'ladi.

O'zgaruvchan tok uchun Om qonuni $I_{эф} = \frac{U_{эф}}{Z}$ ko'rinishida yoziladi; bunda $I_{эф}$ tok kuchi va $U_{эф}$ kuchlanishning effektiv qiymatlari bo'lib, ularning amplituda qiymatlari I_0 va U_0 bilan quyidagi munosabatda bog'langan:

$$I_{эф} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \text{ va } U_{эф} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

Z – zanjirning to'la qarshiligidir. Agar zanjir ketma-ket ulangan R – aktiv qarshilik, C – sig'im va L induktivlik bo'lsa,

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Kuchlanish bilan tok orasidagi fazalar siljishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$tg\varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

R, C va L larni turlicha ulash usullari uchun zanjirning to'la qarshiligi Z va fazalar siljishi φ formulalari 426-betdagi jadvalda berilgan.

O'zgaruvchan tok zanjirida R aktiv qarshilik va L induktivlikka ega bo'lgan g'altak ketma-ket ulangan R va L ga muvofiq keladi. C sig'im va R aktiv qarshilikka ega bo'lgan kondensator parallel ulangan R va C ga muvofiq keladi. O'zgaruvchan tok quvvati: $P = I_{эф}U_{эф}\cos\varphi$

14.1. Tebranish konturi 800 SGS_s sig'imli kondensator hamda $2\cdot10^{-3}$ *gn*, induktivlikka ega g'altakdan iborat. Kontur qanday to'lqin uzunlikka sozlangan? Kontur qarshiligi hisobga olinmasin.

14.2. Induktivligi $2\cdot10^{-3}$ *Gn*, sig'imi 62 dan 480 SGS_s gacha o'zgara oladigan tebranish konturini qanday to'lqin diapozonga sozlash mumkin? Konturning qarshiligi nihoyatda oz.

14.3. 2 *mkF* sig'imda 1000 *Hz* tovush chastotasini olish uchun tebranish konturiga qanday induktivlik ulash kerak? Kontur qarshiligi hisobga olinmasin.

14.4. Induktivligi $L = 3\cdot10^{-5}gn$ bo'lgan g'altak plastinkalarining sathi S=10sm^2 va ular oraliqlari *d=0,1 mm* bo'lgan yassi kondensatorga ulangan. Agar kontur 750 m uzunlikdagi to'lqinga rezonanslashsa, plastinkalar oralig'ini to'ldiruvchi muhitning dielektirik singdiruvchanligi nimaga teng?

14.5. Tebranish konturi 0.025 *mkF* sig'imli konturdan hamda 1.025 *Gn* induktivlikka ega g'altakdan iborat. Zanjirning om qarshiligini hisobga olmaymiz. Kondensator $2{,}5\cdot10^{-6}$ *Kl* elektr miqdori bilan zaryadlangan. 1) Bu tebranma kontur uchun kondensator qoplamalaridagi potensiallar ayirmasining

(sonli koeffitsiyentlar bilan) va zanjirdagi tok kuchining vaqtga bog'liq ravishda o'zgarish tenglamasi yozilsin. 2) $\frac{T}{8},\frac{T}{2}$ va $\frac{T}{2}$ *sek* ga teng vaqtdagi kondensator qoplamalarida potensiallar ayirmasining qiymati va zanjirdagi tok kuchi topilsin. 3) Bir davr chegarasida bu bog'lanishlarinng grafiklari chizilsin.

14.6. Oldingi masaladagi tebranish konturi uchun:

1) elektr maydonning energiyasi, magnit maydoni energiyasi va to'la energiyaning vaqtga qarab o'zgarish tenglamalari (son koeffisientlari bilan yozilsin). 2) $\frac{T}{8},\frac{T}{2}$ va $\frac{T}{2}$ *sek* ga teng vaqtdagi elektr mayldoni energiyasi, magnit maydoni energiyasi, magnit maydoni energiyasi va to'la energiya qiymatalri topilsin. 3) bir davr chegarasida bu bog'lanishlarning grafiklari chizilsin.

14.7. Tebranish konturi kondensatori qoplamalaridagi potensiallar ayirmasining vaqtga qarab o'zgarish tenglamasi $U=50\cos 10^4\pi t$ ko'rinishida berilgan. Kondensatorning sig'imi 10^{-7} *F* ga teng. 1) Tebranish davri, 2) kontur induktivligi, 3) vaqt bo'yicha zanjirdagi tok kuchining o'zgarish qonuni. 4) shu konturga muvofiq keluvchi to'lqin uzunligi topilsin.

14.8. Tebranish konturidagi tok kuchining vaqt bo'yicha o'zgarish tenglamasi quyidagi ko'rinishda berilgan: $I=-0{,}02\sin 400\pi t$. Konturning induktivligi 1 *gn*. 1) tebranish davri, 2) kontur sig'imi, 3) kondensator qoplamalaridagi maksimal potensiallar ayirmasi, 4) magnit maydoinining maksimal energiyasi, 5) elektr maydonining maksimal energiyasi topilsin.

14.9. $\frac{T}{8}$ *sek* vaqt payti uchun tebranish konturi magnit maydoni energiyasining elektr maydoni energiyasiga nisbati nimaga teng?

14.10. Tebranish konturi 7 *mkF* sig'imli kondensator hamda induktivligi 0,23 *Gn* va qarshiligi 40 *Om* bo'lgan g'altakdan iborat.Kondensator $5{,}6\cdot 10^{-4}$ *Kl* elektr miqdori bilan zaryadlangan. 1) konturning tebranish davri topilsin. 2) tebranishning so'nish logarifmik dekrementi aniqlansin. 3) Kondensator qoplamalaridagi potensiallar ayirmasining o'zgarishini vaqtga bog'lanish tenglamasi yozilsin. 4) $\frac{T}{2},T\frac{3}{2}T$ va 2T *sek* ga teng vaqt paytida potensiallar ayirmasining qiymati topilsin. Ikki davr chegarasida $U=f(t)$ grafigi chizilsin.

14.11. Tebranish konturi 0,2 *mkF* sig'imli kondensator va $5{,}07\cdot 10^{-3}$ *Gn* induktivlikli g'altakdan iborat. 1) Kondensator qoplamalaridagi potensiallar ayirmasi qanday so'nish logarifmik dekrementida 10^{-3} *sek* ichida 3 baravar kamayib ketadi. 2) Bunda kontur qarshiligi qanchaga teng?

14.12. Tebranish konturi 10^{-2} *Gn* induktivlik, 0,405 *mkF* sig'im va 2 *Om* qarshilikdan iborat. Bir davrda kondensator qoplamalaridagi potensiallar ayirmasi necha marta kamayishi topilsin.

14.13. Tebranish konturi C=2,22·10^{-9} *F* sig'imli kondensator va 0,5 *mm* diametrli mis simdan o'ralgan g'altakdan iborat. G'altakning uzunligi 20 *sm.* Tebranishning so'nish logarifmik dekrementi topilsin.

14.14. Tebranish konturi 1,11·10^{-9} *F* sig'imga va 5·10^{-3} *Gn* induktivlikka ega. So'nish logarifmik dekrementi 0,005 ga teng. So'nish tufayli konturning 99% energiyasi qancha vaqtda yo'qoladi?

14.15. Tebranish konturi kondensator va ko'ndalang kesimining yuzi $S = 0{,}1$ mm^2 bo'lgan mis simdan o'ralgan uzun g'altakdan iborat. G'altakning uzunligi $l = 40$ sm. Konturning tebranish davrini $T = 2\pi\sqrt{LC}$ taxminiy formula bo'yicha hisoblab chiqishda yo'l qo'yiladigan xatolik $\varepsilon = 1\%$ ga teng bo'lsa, kondensatorning sig'imi C nimaga teng bo'ladi?

K o' r s a t m a . Xatolik $\varepsilon = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$, bunda T_1 - taqribiy formula bo'yicha topilgan tebranish davri va T_2 - aniq formula bo'yicha topilgan tebranish davri.

14.16. Uzunligi $l = 50$ sm va ko'ndalang kesimining yuzi $S = 10sm^2$ bo'lgan g'altak ν=50 *Hz* chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. G'altakning o'ramlar soni N= 3000. Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60º bo'lsa, g'altakning aktiv qarshiligini toping.

14.17. G'altakning cho'lg'ami ko'ndalang kesim yuzi 1 mm^2 bo'lgan 500 o'ram mis simdan iborat. G'altakning uzunligi 50 sm va uning diametri 5 sm. Qanday chastotali o'zgaruvchan tokda g'altakning to'la qarshiligi aktiv qarshligidan ikki baravar katta bo'ladi?

14.18. C_1=0,2 *mkF* va C_2=0,1 *mkF* sig'imli ikki kondensator 220 *V* kuchlanishli 50 *Hz* chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ketma-ket ulangan. 1) Zanjirdagi tok kuchini, 2) birinchi va ikkinchi kondensatordagi potensialining tushishini toping.

14.19. Uzunligi 25 *sm* va 2 *sm* radiusli g'altak cho'lg'ami ko'ndalang kesimning yuzi 1 mm^2 bo'lgan 1000 o'ram mis simdan iborat. G'altak 50 *Hz* chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. 1) Aktiv qarshilik va 2) induktiv qarshilik g'altakning to'la qarshiligini qancha qismini tashkil qiladi?

14.20. 20 *mkF* sig'imli kondensator va 130 *Om* aktiv qarshilkka ega reostat 50 *Hz* chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ketma-ket ulangan. 1) Kondensatordagi va 2) reostatdagi kuchlanishning tushishi zanjirga berilgan kuchlanishning qancha qismini tashkil qiladi?

14.21. Kondensator bilan elektr lampochka 440 *V* kuchlanishli va 50 *Hz* chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ketma-ket ulangan. Lampochkadan 0,5 *A* tok o'tishi va lampochkadagi potensialning tushishi 110 *V* ga teng bo'lishi uchun kondensatorning sig'imi qanday bo'lishi kerak?

14.22. 10 *Om* aktiv qarshilikka va L induktivlikli g'altak 127 *V* kuchlanishli va 50 *Hz* chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. G'altak

400 *Vt* quvvatni iste'mol qiladi, kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60^0, g'altakning induktivligini toping.

14.23. R – aktiv qarshilik, C - sig'im va L – induktivlik turlicha usullar bilan ulanganidagi zanjirning Z – to'la qarshiligi hamda kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi $tg\varphi$ uchun formulalar jadvalini tuzing. 1) R va C ketma-ket ulangan, 2) R va C parallel ulangan, 3) R va L ketma-ket ulangan, 4) R va L parallel ulangan R, L va C ketma-ket ulangan hollar uchun formulalar jadvalini tuzing.

14.24. 1 *mkF* sig'imli kondensator va 3000 *Om* aktiv qarshilikli reostat 50 *Hz* chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan. Reostatning induktivligi juda oz. Kondensator bilan reostat: 1) ketma-ket va 2) parallel ulangan bo'lsa, zanjirning to'la qarshiligini toping.

14.25. 200 *V* kuchlanishli va 50 *Hz* chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga 35,4 *mkF* sig'im, 100 *Om* aktiv qarshilik va 0,7 *Gn* induktivlik ketma-ket ulangan. Zanjirdagi tok kuchini hamda sig'im, qarshilik va induktivlikdagi kuchlanishning tushishini toping.

14.26. ν=50 *Hz* chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga $L=2{,}12\cdot10^2$ *Gn* induktivlik va R aktiv qarshilik parallel ulangan. Kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60^0, R ning kattaligini toping.

14.27. R aktiv qarshilik va L induktivlik 127 *V* kuchlanishli va 50 *Hz* chastotali o'zgaruvchan tok zanjiriga parallel ulangan. Zanjir 404 *Vt* quvvatni iste'mol qiladi hamda kuchlanish bilan tok o'rtasidagi fazalar siljishi 60^0, R aktiv qarshilik bilan L induktivlikni toping.

14.28. 220 *V* kuchlanishli o'zgaruvchan tok zanjiriga C sig'im, R aktiv qarshilik va L induktivlik ketma-ket ulangan. Kondensatordagi kuchlanishning tushishi $U_C = 2U_R$ va induktivlikdagi kuchlanishning tushishi $U_L = 2U_R$ bo'lsa, om qarshilikdagi kuchlanishning tushishi U_R topilsin.

15-§. GEOMETRIK OPTIKA VA FOTOMETRIYA

Sferik ko'zgu uchun optik kuch D quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi

$$\frac{1}{a_1}+\frac{1}{a_2}=\frac{2}{R}=\frac{1}{F}=D$$

bunda a_1, a_2 – buyumdan va tasvirdan ko'zgugacha bo'lgan masofa, R – ko'zguning egrilik radiusi va F-ko'zguning fokus masofasi.

Ko'zgudan chiqqan nur bo`yicha hisoblanadigan masofa musbat, nurga teskari – manfiy hisoblanadi. Agar F metrda ifodalansa, unda D dioptriyda ifodalanadi.

Nur bir muhitdan ikkinchi muhitga o`tayotganda yorug'likning sinish qonuni ro'y beradi:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2},$$

bunda i – tushish burchagi, r-sinish burchagi, n-ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi, υ_1 va υ_2 –yorug'likning birinchi va ikkinchi muhitlardagi tarqalish tezligi.

Bir jinsli muhitga joylashtirilgan yupqa linza uchun optik kuch D quyidagi formula bo`yicha aniqlanadi.

$$-\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = \frac{1}{F} = D$$

bunda a_1, a_2 – buyumdan va tasvirdan linzagacha bo'lgan masofa, n - linza, materialining nisbiy sindirish ko'rsatgichi, R_1 va R_2 –linzalarning egrilik radiuslar. Linzalar uchun ishoralar qoiydasi ko'zgularniki singaridir. Bitta qilib qo'shilgan ikki yupqa linzaning optik kuchi quydagiga teng:

$$D=D_1+D_2,$$

bunda D_1va D_2 – lizalarning optik kuchlari.

Ko'zgular va linzalardagi ko`ndalang kattalashtiriah

$$k = \frac{y'}{y} = \frac{a_2}{a_1}$$

formula bilan aniqlanadi; bunda y-buyumning balandligi va y`-tasvirning balanligi.

Lupaning kattalashtirishi

$$k = \frac{L}{F},$$

bunda L-eng yaxshi ko'rish masofasi va F-lupaning bosh fokus masofasi.

Mikroskopning kattalashtirishi

$$k = LdD_1D_2$$

bunda L-eng yaxshi ko`rish mosofasi, d-ob`yektiv bilan okulyar fokuslari o`rtasidagi masofa, $D_1$va $D_2$ – ob`yektiv bilan okulyarning optik kuchlari.

Teleskopning kattalashtirishi

$$k = \frac{F_1}{F_2}$$

bunda F_1-ob`yektivning fokus masofasi va F_2 –okulyarning fokus masofasi.

Yorug'lik oqimi Φ yorug'lik to'lqinlarining mazkur yuzdan vaqt birligida olib o'tgan energiyasi bilan aniqlanadi:

$$\Phi = \frac{dW}{dt}$$

Yorug'lik kuchi *I* son jihatidan fazoviy burchak birligiga to'g'ri keladigan yorug'lik oqimi kattaligiga teng:

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

Yoritilganlik E yuz birligiga to'g'ri keladigan yorug'lik oqimi kattaligi bilan xaraterlanadi:

$$I = \frac{d\Phi}{dS}$$

I yorug'lik kuchiga ega bo'lgan nuqtaviy manba undan r masofasidagi yuzda

$$E = I\cos\frac{a}{r^2}$$

yoritilganlik vujudga keltiradi; bunda α-nurning tushish burchagi.

R yorqinlik son jihatidan yoritilyotgan jism yuz birligidan chiqayotgan yorug'lik oqimiga teng:

$$R = \frac{d\Phi}{dS}$$

Agar jismning yorqinligi uning yoritilganligi bilan ifodalansa, R=ρE, bundagi ρ- sochilish (qaytish) koeffitsiyenti.

Yoritiluvchi yuzning ravshanligi B deb nur tushadigan yuz elementi yorug'lik kuchining bu elementning kuzatish yo'nalishiga (ya'ni elementning ko'z ko'rinadigan sirtiga) perpendikulyar tekislikka tushgan proeksiyasi yuziga bo'lgan nisbatiga son jihatdan baravar bo'lgan kattaliklar aytiladi:

$$B = \frac{dI}{dS\cos\theta},$$

bunda θ-sirt elementiga o'tkazilgan normal bilan kuzatish yo'nalishi o'rtasidagi burchak.

Agar jism Lambert qonuni bo'yicha nur sochsa, yani ravshalik yo'nalishga bog'liq bo`lmasa, yorqinlik R bilan ravshanlik B

$$R=\pi B$$

munosabatda bo'ladi.

15.1. Gorizontal yorug'lik nuri vertikal joylashgan ko'zguga tushadi. Ko'zgu o'z o'qi atrofida α burchakka buriladi. Qaytgan nur qancha burchakka buriladi?

15.2. Botiq sferik ko'zguning egrilik radiusi 20 *sm*. Ko'zgudan 30 *sm* uzoqlikda balandligi 1 *sm* bo'lgan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasi berilsin.

15.3. Agar buyum egrilik radiusi 40 *sm* bo'lgan qavariq sferik ko'zgudan 30 *sm* uzoqlikka joylashtirilgan bo'lsa, ko'gudagi buyumning tasviri qanday

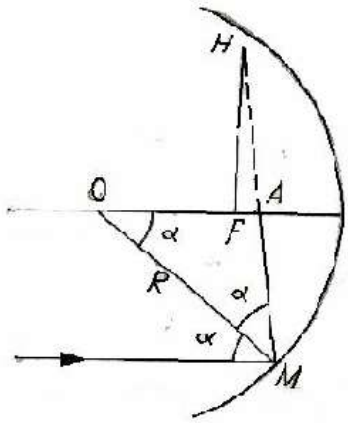
masofada hosil bo'ladi? Buyum 2 *sm* kattalikda bo'lsa, tasvirning kattaligi qanday bo'ladi? Hisoblash millimetrli qog'ozda grafik yo'l bilan tekshirilsin.

15.4. Qavariq sferik ko'zguning egrilik radiusi 60 *sm*. Ko'zgudan 10 *sm* uzoqlikda balandligi 2 *sm* keladigan buyum qo'yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasi berilsin.

15.5. Egrilik radiusi 40 *sm* bo'lgan botiq sferik ko'zguda natural kattaligining yarmicha keladigan haqiqiy tasvir olinmoqchi. Buyumni qayerga qo'yish kerak va tasvir qayerda olinadi?

15.6. Buyumning botiq sferik ko'zgudagi tasviri uning o'z kattaligidan ikki marta katta. Buyum bilan tasvir o'rtasidagi masofa 15 *sm*. Ko'zguning: 1) fokus masofasi va 2) optik kuchi aniqlansin.

15.7. Botiq sferik ko'zgu oldiga uning bosh optik o'qiga bu o'qqa tik holda yonib turgan sham o'rnatilgan. Sham bilan ko'zgu cho'qqisi orasidagi masofa $\frac{4}{3}$ F ga teng. Botiq ko'zgudagi shamning tasviri fokus masofasi F_1=2F bo'lgan qavariq ko'zguga tushadi. Ko'zgular o'rtasidagi masofa 3F ga teng bo'lib, ularning o'qlari bir to'g'ri chiziqda yotadi. Birinchi ko'zgudagi shamning tasviri ikkinchi ko'zguga nisbatini mavhum buyum rolini o'ynab, ikkala ko'zgu o`rtasida joylashgan haqiqiy tasvirni beradi. Shu tasvir chizilsin va sistemaning umumiy chiziqli kattalashtirilishi hisoblab chiqarilsin.



62-rasm

15.8. Egrilik radiusi 16 *m* ga teng sfepik reflektorda olinadigan Quyoshning tasviri qaepda va qanday kattalikda bo'ladi?

15.9. Agar sferik ko'zguga keng yorug'lik dastasi (dasta eni α burchagi bilan belgilanadi, 62-rasm) tushayotgan bo'lsa, optik o'qqa parallel keluvchi va ko'zguning chetiga tushuvchi nur ko'zgudan qaytganidan keyin optik o'qni fokusda emas, balki fokusdan muayyan AF masofada kesib o'tadi. AF masofa bo'ylama sferik aberrasiya deb ataladi. FH masofa ko'ndalang sferik aberratsiya deyiladi. Bo'ylama va ko'ndalang aberratsiya kattaliklarini α kattaligi bilan va sferik ko'zguning radiusi bilan bog'lovchi formula keltirilib chiqilsin.

15.10. Teshigining diametri 40 *sm* bo'lgan botiq sferik ko'zguning egrilik radiusi 60 *sm*. Bosh o'qqa parallel bo'lgan chetki nurlarning bo'ylama va ko'ndalang sferik aberratsiyalari topilsin.

15.11. Fokus masofasi 20 *sm* botiq sferik ko'zgu berilgan. Bo'ylama sferik aberratsiya fokus masofaning ko'pi bilan 2 % ini tashkil etishi uchun buyum optik o'qdan qanday *h* eng uzoq masofada turishi kerak?

15.12. Yorug'lik nuri yassi-parallel shisha plasntinkaga 30^0 burchak bilan tushib, undan dastlabki nurga parallel holda chiqadi. Shishaning sindirish

ko’rsatkichi 1,5. Agar nurlar o’rtasidagi masofa 1,94 *sm* bo’lsa, plastinkaning d qalinligi qancha?

15.13. Yassi-parallel sirtli qalinligi 1 *sm* shisha plastinkaga (shishaning sindirish ko’rsatkichi 1,73) 60^0 burchak bilan nur tushib, uning bir qismi qaytadi, ikkinchi qismi esa sinib, shisha orasiga o’tadi; bu qism plastinkaning ostki sirtidan qaytadi va ikkinchi marta sinib, yana havoga birinchi qaytgan nurga parallel holda chiqadi. Nurlar o’rtasidagi *l* masofa topilsin.

15.14. Yorug’lik nuri sindirish ko’rsatikichi n bo’lgan jismga *i* burchak bilan tushadi. Qaytgan nur singan nurga perpendikulyar bo’lishi uchun *i* va *n* o`zaro qanday bog’lanishi kerak?

15.15. Shishaning sindirish ko’rsatkichi 1,52. 1) shisha-havo, 2) suv-havo, 3) shisha-suv, bo’linish sirtlari uchun to’liq ichki qaytishning limit burchaklari topilsin.

15.16. Suvga sho’ng’igan kishi botib borayotgan Quyoshni qaysi yo’nalishida ko’radi?

15.17. Yorug’lik nuri skipidardan havoga chiqmoqda. Bu nur uchun to’la ichki qaytishning limit burchagi 42^0 23’.Skipidardagi yorug’likning tarqalish tezligi qancha?

15.18. Suv to’ldirilgan stakan ustiga qalin shisha plastinka qo’yilgan. Suv bilan shishaning bo’linish sirtidan to’la ichki qaytish ro’y berishi uchun yorug’lik nuri plastinkaga qanday burchak bilan tushishi kerak? Shishaning sindirish ko’rsatkichi 1,5.

15.19. 10 *sm* balandlikka qadar suv bilan to’ldirilgan idishnig tubiga nuqtaviy yorug’lik manbai joylashtirilgan. Suv ustida tiniq bo’lmagan doiraviy plastinka markazi yorug’lik manbai ustida turadigan holda suzib yuribdi. Bironta ham nur suv sirtidan chiqmasligi uchun mazkur plastinka qanday eng kichik radiusga ega bo’lishi kerak?

15.20. Oq yorug’lik shisha plastinkaga 45^0 burchak bilan tushganida turlicha to’lqin uzunliklarda bo’lgan nurlar uchun sinish burchagi quyidagicha bo’lib chiqqan:

$\lambda_1 A^o$ $(1\cdot 10^{-10})$	7590	6870	5890	4860	3970
r	2`	$23^0 57$`	$23^o 47$`	$23^0 27$	$22^0 57$`

Plastinka materiali sindirish ko’rsatkichining to’lqin uzunligiga bog’lanish grafigi chizilsin.

15.21. Ba’zi bir shisha navlarining qizil va binafsha nurlar uchun sindirish ko’rsatkichi 1,51 va 1,53 ga teng. Bu nurlar shisha –havo chegarasiga tushganida to’la ichki qaytish limit burchaklari topilsin.

15.22. Agar oldingi masaladagi shisha olinib, shisha-havo bo'linishi sirtiga 41^0 burchak bilan oq nur tushirilisa, nima ro'y beradi? (Yuqoridagi masalaning yechimidan foydalanilsin.)

15.23. Monoxromatik nur sindirish burchagi 40^0 bo'lgan prizmaning yon sirtiga normal tushmoqda. Bu nur uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,5. Prizmadan chiqayotgan nurning dastlabki yo'nalshidan og'ishi topilsin.

15.24. Monoxromatik nur prizmaning yon sirtiga normal tushadi va undan 25^0 ga og'ib chiqadi. Bu nur uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,7. Prizmaning sindirish burchagi topilsin.

15.25. Teng yonli prizmaning sindirish burchagi 10^0. Monoxromatik yorug'lik nuri prizma yon sirtiga 10^0 burchak ostida tushadi. Agar prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,6 bo'lsa, nurning dastlabki yo'nalishidan og'ish burchagi topilsin.

15.26. Ba'zi bir monoxromatik nur uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,6 ga teng. Nur prizmadan chiqayotganida to'la ichki qaytish ro'y bermasligi uchun bu nurning prizmaga eng katta tushish burchagi qanday bo'lishi kerak? Prizmaning sindirish burchagi 45^0 ga teng.

15.27. Yorug'lik dastasi teng yonli prizmaning yon sirti bo'ylab sirpanadi. Prizmaning chegara sindirish burchagi qancha bo'lganida singan nurlar ikkinchi yon sirtida to'la ichki qaytadi? Mazkur nurlar uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,6.

15.28. Monoxromatik yorug'lik nuri tog'ri burchakli teng yonli prizmaga uning yon sirtidan kirmoqda. Nur prizmaga kirgach, gipotenuza chetidan to'la ichki qaytib, ikkinchi katet orqali chiqadi. Bu nur uchun prizma materialining sindirish ko'rsatkichi 1,5 bo'lsa, yana ichki qaytish ro'y berishi uchun nurning prizmaga tushadigan eng kichik burchagi qanday bo'lishi kerak?

15.29. Monoxromatik nur teng yonli prizmaning yon sirtiga tushib, prizmada singanidan keyin uning asosiga parallel ketadi. U prizmadan chiqishida, o'zining dastlabki yo'nalishidan δ burchakka og'adi. Bu holda prizmaning sindirish burchagi γ, nurning og'ishi δ hamda bu nur uchun sindirish ko'rsatkichi *n* o'rtasidagi bog'lanish topilsin.

15.30. Oq yorig'lik nuri teng yonli prizmaning yon sirtida shunday burchak bilan tushadiki, qizil nur undan ikkinchi yon sirtiga perpendikulyar ravishda chiqadi. Agar prizmaning sindirish burchagi 45^0 bo'lsa, qizil va binafsha nurlarning dastlabki yo'nalishdan og'ishi topilsin. Qizil va binafsha nurlar uchun pirizma materialining sindirish ko`rsatkichi mos holda 1,37 va 1,42.

15.31. Natriyning sariq chizig'i uchun ($\lambda=5{,}89\cdot10^{-7}$ m) kvars linzaning bosh fokus masofasi 16 *sm* bo'lsa, simob spektiri ultrabinafsha chizig'i uchun ($\lambda=2{,}59\cdot10^{-7}$ m) kvars linzaning bosh fokus masofasi topilsin. Ko'rsatilgan

to’lqin uzunliklari uchun kvarsning sindirish ko`rsatkichi mos holda 1,504 va 1,458.

15.32 Quyidagi linzalarning fokus masofasini toping: 1) ikki yoqlama qavariq linza R_1= 15 *sm* va R_2=-25 *sm* ; 2) yassi-qavariq linza R_1=15 *sm* va R_2=∞; 3) botiq-qavariq linza (musbat menisk) R_1=15 *sm* va R_2=25 *sm* ; 4) ikki yoqlama botiq linza R_1=-15 *sm* va R_2 =25 *sm* ; 5) yassi-botiq linza R_1=∞, R_2=-15*sm*; 6) qavariq-botiq linza (manfiy menisk) R_1=25*sm*, R_2=15*sm*. Linza materialining sindirish ko`rsatkichi n=1,5.

15.33. Bir shishaning sindirish ko’rsatkichi 1,5, ikkinchisiniki 1,7. Ikkala shishadan shakli bir xilda bo’lgan ikkita bir xil ikki yoqlama qavariq linza yasalgan. 1) Bu linzalar fokus masofalarining nisbati topilsin. 2) Agar linzalar sindirsh ko’rsatkichi 1,6 bo’lgan tiniq suyuqlikka botirilsa, ularning har biri optik o’qqa parallel bo’lgan nurlarga qanday ta’sir ko’rsatadi?

15.34. Ikki yoqlama qavariq linza yuzlarining egrilik radiuslari R_1=R_2=50 *sm*. Linza materialining sindirish ko’rsatkichi n=1,5. Linzaning optik kichini toping.

15.35. Optik kuchi 10 *dioptriya* bo’lgan ikki yoqlama qavariq linzadan 15 *sm* masofada, optik o’qqa perpendikulyar qilib balandligi 2 *sm* keladigan buyum qo’yilgan. Tasvirning vaziyati va balandligi topilsin. Chizmasi chizilsin.

15.36. Egrilik radiuslari bir xil va sindirish ko’rsatkichi n=1,5 bo’lgan ikki yoqlama qavariq linzaning bosh fokuslari egrilik markazlarida yotishi isbot qilinsin.

15.37. Fokus masofasi 16 *sm* bo’lgan linza buyumning oralari 60 *sm* bo’lgan ikki vaziyatida aniq tasvir beradi. Buyumdan ekrangacha bo’lgan masofa topilsin.

15.38. Sferik sirtlar bilan chegaralangan egrilik radiuslari 12 *sm* dan bo’lgan ikki yoqlama qavariq linza buyum bilan ekran o’rtasida shunday masofaga qo’yiladiki ekrandagi tasvir buyumdan *k* marta katta chiqqan. Agar 1)k=1, 2) k=20 va 3) k=0,2 bo’lsa, buyumdan ekrangacha bo’lgan masofa aniqlansin. Linza materialining sindirish ko`rsatkichi 1,5.

15.39. Bundan oldingi masaladagi linza suvga botirilgan. Uning fokus masofasi topilsin.

15.40. Oldingi masala linza uglerod sulfidga botirilgan hol uchun yechilsin.

15.41. Linzaning havodagi fokus masofasi 20 *sm* bo’lsa, linza suvga botirilgandagi fokus masofasini toping. Linza yasalgan shishaning sindirish ko’rsatkichi 1,6.

15.42. Egrilik radiusi 30 *sm* va sindirish ko’rsatkichi 1,5 bo’lgan yassi-qavariq linza buyum tasvirini ikki barobar kattalashtiradi. Buyum va tasvirdan linzagacha bo’lgan masofa topilsin. Chizmasi chizilsin.

15.43. Egrilik radiuslari birday, $|R_1|=|R_2|=8$ *sm* bo'lgan flintglasdan qilingan ikki yoqlama qavariq linzaning bo'ylama xromatik aberratsiyasi topilsin. Flintglasning qizil nur ($\lambda_1=7{,}6\cdot10^5$ *sm*) uchun sindirish ko'rsatkichi 1,5 va binafsha nur ($\lambda_2=4{,}3\cdot10^{-5}$ *sm*) uchun sindirish ko'rsatkichi 1,8.

15.44. Oldingi masaladagi linzaning optik o'qida, linzadan 40 *sm* masofada nur chiqadigan nuqta bor. Agar bu nuqtadan to'lqin uzunligi 1) $\lambda_1=7{,}6\cdot10^{-5}$ *sm* va 2) $\lambda_2=4{,}3\cdot10^{-5}$ *sm* bo'lgan monoxromatik yorug'lik chiqayotgan bo'lsa, mazkur nuqtaning tasvir vaziyati topilsin.

15.45. Ikki yoqlama qavariq linzaning fokal tekisligida yassi ko'zgu joylashtirilgan. Buyum linza oldida, fokus bilan ikkilangan fokus masofasi o'rtasida turadi. Buyum tasviri chizilsin.

15.46. Fokus masofasi 2 *sm* ga teng lupaning: 1) eng aniq ko'rish uzoqligi 25 *sm* bo'lgan normal ko'z uchun va 2) eng aniq ko'rish uzoqligi 15 *sm* bo'lgan yaqinni ko'rar ko'z uchun kattalashtirishi topilsin.

15.47. Lupa normal ko'z uchun k=10 marta kattalashtirishi uchun lupani chegaralovchi sirtlarining egrilik radiuslari ($|R_1|=|R_2|$) qanchaga teng bo'lishi kerak? Lupa yasalgan shishaning sindirsh ko'rsatikichi n=1,5.

15.48. Fokus masofasi 50 *sm* bo'lgan uzoqni ko'rish trubasi cheksizlikni ko'radigan qilib qo'yilgan. Truba okulyari birmuncha surilgandan keyin ob'yektivdan 50 *m* uzoqlashtirilgan buyumlar ravshan ko'rina boshlangan. To'g'rilash paytida okulyar qancha masofaga surilgan?

15.49. Mikroskop ob'yektivning fokus masofasi 2 *mm,* okulyarning fokusi esa 40 *mm*. Ob'yektiv fokusi bilan okulyar fokusi o'rtasidagi masofa 18 *sm*. Mikroskopning kattalashtirishi topilsin.

15.50. Yuzi 2x2*m* bo'lgan surat undan 4,5 *m* uzoqlikka qo'yilgan fotoapparat bilan suratga olinmoqda. Tasvir 5x5 *sm* o'lchamga hosil bo'lgan, apparat ob'yektivining fokusi masofasi qancha bo'lgan? Suratdan ob'yektivgacha bo'lgan masofani ob'yektivning fokus masofasiga nisbatan katta deb hisoblansin.

15.51. Teleskop fokus masofasi 150 *sm* bo'lgan ob`yektiv va fokus masofasi 10 *sm* bo'lgan okulyarga ega. Agar to`lin Oy qurollanmagan ko'zga 31` burchak bilan ko'rinsa, mazkur teleskopdan qanday ko'rish burchagi bilan ko'rinadi?

15.52. Diametri D=9 *sm* va fokus masofasi F=50 *sm* bo'lgan ikki yoqlama qavariq linza yordami bilan Quyoshning tasviri ekranga tushiriladi. 1) Agar quyoshning burchak diametri 32′ bo'lsa, uning tasviri qanday kattalikda olinadi? 2) Quyosh tasviri hosil qilingan yoritilish bevosita Quyoshning o'zi beradigan yoritilishdan necha baravar ko'p bo'ladi?

15.53. 200 shamli elktr lampochkasining yorug'ligi ish joyiga 45^0 burchak bilan tushib, 141 *Lk* yoritadi. 1) Lampochka ish joyidan qancha

masofada turganligi va 2) lampochka ish joyidan qancha balanlikda osilib turilganligi topilsin.

15.54. Shipga osib qo'yilgan lampochka gorizontal yo'nalishda 60 sham yorug'lik kuchi beradi. Agar lampochkadan 2 *m* masofada devorda katta ko'zgu turgan bo'lsa, qarama-qarshi tomoniga va lampochkadan 2 *m* masofada devorga vertikal osib qo`yilgan yuzi 0,5 m^2 bo'lgan suratga qanday yorug'lik oqimi tushadi?

15.55. Katta chizma dastlab butunligicha, so'ngra uning ayrim detallari natural kattalikda suratga olingan. Detallarni suratga olishda ekspozitsiya vaqtini necha barobar orttirish kerak?

15.56. 21 mart bahorgi teng kunlikda Quyosh Shimoliy Yer sharida tushda gorizontga nisbatan 10^0 burchak bilan turadi. Vertikal qo'yilgan maydonchaning yoritilganligi gorizantal maydonchaning yoritilganligidan necha baravar katta bo'ladi?

15.57. Bahorgi va kuzgi teng kunlikda tushda Quyosh ekvatorda zenitda turadi. Bu vaqt ekvatorda yer sirtining yoritilganligi Leningraddagi Yer sirtining yoritilganligidan necha marta ko'p bo'ladi? Leningradning kengligi 60^0.

15.58 Yuzi 25 m^2 keladigan kvadrat xonaning markazida lampochka osilgan. Lampochkani nuqtaviy yorug'lik manbai deb hisoblab, xona buchaklaridagi yoritilganlik eng ko'p bo'lishi uchun lampochka poldan qancha balandlikda turishi kerak?

15.59. Diametri 2 m keladigan dumaloq stol markazi ustida yorug'lik kuchi 100 *sham* ga teng lampochka osilgan. Lampochkani nuqtaviy yorug'lik manbai deb, uni sekin-asta ko'taroytganda stol chetlari yoritilganligining o'zgarishi hisoblab chiqilsin. Yoritilganlikni 10 *sm* oraliqda $0{,}5 \le h \le 0{,}9$ m interval uchun hosoblang. $E=f(h)$ grafigini chizing.

15.60. Diametri 1,2 m bo'lgan dumaloq stolning markaziga, uning sirtidan 40 *sm* balanlikda bir lampochkali stol lampasi qo'yilgan. Stol markazining ustida, uning srtidan 2 m balanlikda to`rtga shunday lampochkalardan iborat lyustra osilgan. Qaysi holda stol qirralarining yoritilganligi ortadi (va necha baravar): stol lampasi yonganidami yoki lyustra yongandami?

15.61. Buyumning fotosurati oliniyotganda u o'zidan 2 *m* masofada joylashgan elaektr lampasi bilan yoritildi. Shu lampani buyumdan 3 *m* masofaga surilsa, ekspozitsiya vaqtini necha marta orttirish kerak bo'ladi?

15.62. Normal tushayotgan quyosh nurlaridan yer sirtining yoritilganligi topilsin. Quyoshning ravshanligi $1{,}2 \cdot 10^9$ *nt*.

15.63. Yorug'lik kuchi 100 *sham* keladigan elektr lampochkasining spiral simi, diametri: 1) 5 *sm* va 2) 10 *sm* bo'lgan xira sferik kolba ichiga

joylshtirilgan. Ikkala holda ham lampochkaning yorqinlgi va ravshanligi topilsin. Kolba qobig`idagi yorug'lik isrofi hisobga olinmasin.

15.64. Nur sochuvchi jism sifatida xizmat qiluvchi diametri 3 mm cho'g'langan sharchali lampa 85 *sham* yorug'lik kuchi beradi. Agar lampaning sferik kolbasi: 1) tiniq shishadan, 2) xira shishadan yasalgan bo'lsa, shu lampaning ravshanligi topilsin. Kolbaning diametri 6 *sm*.

15.65. Yorug'lik normal tushayotganida oldingi masladagi lampa 5 m masofada qanday yoritilganlik beradi?

15.66. Kattalik 20x30 *sm* oq qog'oz sirtiga normal holda 120 *Lk* yorug'lik oqimi tushadi. Agar sochilish koeffitsiyenti ρ=0,75 bo'lsa, qog'oz varag'ining yoritilganligi, ravshanligi va yorqinligi topilsin.

15.67. Qog'oz varag'ining ravshanligi 10^4 *nt* ga teng bo'lishi uchun oldingi masaladagi qog'oz varag'ining yoritilganligi qanday bo'lishi kerak?

15.68. O'lchami 10x30 sm qog'oz varag'i 100 *sham* yorug'lik kuchiga ega bo'lgan lampochka bilan yoritilganda, chunonchi unga lampochkadan butun yorug'likning 0,5 %i tushadi. Shu qog'oz varagining yoritilganligi topilsin.

15.69. 100 *sham* elektr lampochkasi hamma tomonga har minutda 122 J yorug'lik energiyasi tarqatadi. Agar lampochka 100 *Vt* quvvat iste'mol qilsa, 1) yorug'likning mexanik ekvivalenti 2) yorug'lik berish foydali ish keffitsiyenti topilsin.

16-§. To'lqin optikasi

Doppler prinsipiga ko'ra qayd qiluvchi asbob qabul qilinadigan yorug'lik chasotasi υ' yorug'lik manbai yuboradigan υ chastota bilan quyidagi munosabatda bog'langan:

$$\upsilon' = \upsilon\sqrt{\frac{1-\frac{\vartheta}{c}}{1+\frac{\vartheta}{c}}}$$

bunda υ-qayd qiluvchi asbobning manbaga nisbatan nisbiy tezligi, c-yorug'lik tarqalishi tezligi. υ ning musbat qiymati yorug'lik manbaining uzoqlashishiga tog'ri keladi. υ « c da oldingi formulani taxminan quyadagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\upsilon' \cong \upsilon\frac{1}{1+\frac{\vartheta}{c}}$$

Ekrandagi ikki kogerent yorug'lik manbalariga parallel joylashgan interferensiya yo`llari o`rtasidagi masofa

$$\Delta y = \frac{L}{d}\lambda$$

bu yerda λ-yorug'likning toliq uzunligi, L-bir-biridan d masofada turgan yorug'lik manbalaridan ekrangacha bo'lgan masofa; bunda L»d deb hisoblanadi.

Yassi-parallel plastinkalardagi (o'tuvchi yorug'likda) yorug'lik interferensiyasining natijasi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:
yorug'likning kuchayishi

$$2hn \cos r = 2k\frac{\lambda}{2} \qquad (k=0,1,2,\ldots..),$$

yorug'likning susayishi

$$2hn \cos r = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \qquad (k=0,1,2,\ldots..),$$

bunda h-plastinkaning qalinligi, n-sindirish ko'rsatkichi, r-nurning sinish burchagi, λ-yorug'likning to'lqin uzunligi.

Qaytgan yorug'likda yorug'likning kuchayish yoki susayish sharti o'tuvchi yorug'likdagi shartlarga teskari.

Nuyutonning yorug' halqalari radiuslari (o'tuvchi yorug'likda)

$$r_к = \sqrt{kR\lambda} \qquad (k=0,1,2,\ldots\ldots..)$$

va qorong'i halqalari radiuslari

$$r_к = \sqrt{(2k-1)R\frac{\lambda}{2}} \qquad (k=0,1,2,\ldots\ldots\ldots.)$$

formulalari bilan aniqlanadi, bunda R-linzaning energilik radiusi.

Qaytgan yorug'likda yorug' va qorong'i halqalarining joylashuvi ularning o'tuvchi yorug'likdagisiga qaraganda teskari bo'ladi.

Parallel nurlar dastasi normal tushganda tirqish difraksiyasida yoritilganlik minimumlarining vaziyati quyidagi shart bilan aniqlanadi:

$$\alpha \sin \varphi = \pm k\lambda \qquad (k=1,2,3,\ldots\ldots.),$$

bunda α-tirqishning eni, φ-difraksiya burchagi va λ-tushayotgan yorug'lik to'lqinining uzunligi.

Difraksion pajarada yorug'lik maksimumlari panjaraga tushirilgan normal bilan tashkil etuvchi orasidagi burchak φ quyidagi munosabatni qanoatlantiradigan yo'nalishlarda(yorug'lik panjaraga tik tushganida) kuzatiladi:

$$d \sin\varphi = \pm k\lambda \qquad (k= 0,1,2,\ldots\ldots\ldots..),$$

bunda d-panjara doimisi, φ-difraksiya burchagi, λ-to'lqin uzunligi va k-spektr tartibi.

Panjara doimiysi yoki davri $d=1/N_o$, bunda N_o-panjaraning uzunlik birligiga to'g'ri keladigan panjara tirqishlari soni.

Difraksion panjaraning ajrata olish qobiliyati

$$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = kN$$

formula bilan aniqlaniladi, bunda N-panjara tirqishlarining umimiy soni, k-spektr tartibi, λ va λ+Δλ-panjaraga ajratiladigan bir-biriga yaqin ikki spektral chiziqlarning to'lqin uzunliklari.

$$D = \frac{d\varphi}{d\lambda}$$

kattalik difraksion panjaraning burchak dispersiyasi deb ataladi.
Son jihatidan

$$D_1=FD$$

ga teng kattalik difraksion panjaraning chiziqli dispersiya deb ataladi: bunda F-ekranga spektr proeksiyasini tushirayotgan linzaning fokus masofasi.

Tabiiy yorug'lik dielektrik ko'zgudan qaytganda Frenel formulasi o'rinli bo'ladi:

$$I_{\perp}=0,5I_o[\sin (i-r)/\sin(i+r)]^2,$$

va

$$I_{\parallel}=0,5I_o[tg(i-r)/tg(i+r)]^2.$$

Bunda $I_{\perp}$--qaytgan nurlarning yorug'lik tushish tekisligiga perpendikulyar yo'nalishdagi tebranishining intensivligi; $I_{\parallel}$--qaytgan nurlarning yorug'lik tushish tekisligiga parallel yo'nalishdagi tebranishining intensivligi; I_o-tushaytgan tabiiy yorug'lik intensivligi; i-tushish burchagi va r-sinish burchagi.

Agar $i+r=90^0$ bo'lsa, $I_{\parallel}=0$ bo'ladi. Bu holda dielektrik ko'zguning *i* tushish burchagi *n* sindirish ko`rsatkichi bilan tgi=n munosabatda bog'langan (Bryuster qonuni).

Polyarizator va analizator orqali o'tuvchi yorug'lik intensivligi quyidagiga teng (Malyos qonuni):

$$I=I_o \cos^2\varphi,$$

bunda φ-polyarlizator bilan analizator bosh tekisliklari o'rtasidagi burchak, I_o-polyarizator orqali o'tgan yorug'lik intensivligi.

16.1. Quyosh spektri fotosuratga olinganida uning chap va o'ng chetlarida olingan spektrlardagi (λ=5890Å) sariq spektral chiziq 0,08 Å ga siljiganligi topilgan. Quyosh diskining chiziqli aylanish tezligi topilsin.

16.2. Agar α-zarrachalar dastasi bo'ylab kuzatilganida geliy chizig'ining (λ=4922 Å) maksimal doppler siljishi 8Å ga teng bo'lsa, geliyli razryad trubkasining elektrodlari orasiga qanday potensiallar ayirmasi qo`yilgan bo'ladi?

16.3. Andromeda «ε» yulduzning spektri fotosuratiga olinganda titan chizig'i ($\lambda=4,954\cdot10^{-5}$ *sm*) spektrning binafsha uchi tomon 1,7Å ga siljiganligi topilgan. Yulduz Yerga nisbatan qanday harakat qiladi?

16.4. Agar yashil yorug'lik filtrini ($\lambda=5\cdot10^{-5}$ *sm*) qizil yorug'lik filtriga ($\lambda=6,5\cdot10^{-5}$ *sm*) almashtirilsa, Yung tajribasida ekrandagi qo'shni interferensiya yo'llari o'rtasidagi masofa necha marta oshadi?

16.5. Yung tajribasida to'lqin uzunligi $\lambda=6\cdot10^{-5}$ *sm* bo'lgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilgan teshiklar o'rtasidagi masofa 1 mm va teshikdan ekrangacha bo'lgan masofa 3 m. Uchta birinchi yorug' yo'llarning vaziyati topilsin.

16.6. Freneli ko'zgulari bilan qilingan tajribada yorug'lik manbaining mavhum tasvirlari o'rtasidagi masofa 0,5 *mm* ga, ekrangacha bo'lgan masofa 5 *m* ga teng bo'lgan. Yashil yorug'likda bir-birlaridan 5 *mm* masofada interferensiya yo'llari hosil bo'lgan. Yashil yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin.

16.7. Yung tajribasida yupqa shisha plastinka interferensiyalanayotgan nurlardan birining yo'liga joylashtirilgan, shu sababli markaziy yorug' yo'l (markaziy yo'l hisobga olinmagan) dastlabki beshinchi yorug' yo'l egallagan vaziyatga siljigan. Nur plastinkaga perpendikulyar tushadi. Plastinkaning sindirish ko'rsatkichi 1,5. To'lqin uzunligi $6\cdot10^{-7}$ *sm*. Plastinkaning qalinligi qancha?

16.8. Yung tajribasida qalinligi 2 *sm* shisha plastinka interferensiyalanayotgan nurlardan birinchi yo'liga perpendikulyar joylashtirilgan. Bunday turli jinslilik tufayli yurish farqining o'zgarishi 1mkm dan oshib ketmasligi uchun plastinkaning turli joylarida sindirish ko'rsatkichining qiymati bir-birlaridan qanchalik farq qilishi mumkin?

16.9. Sovun pufagiga (n=1,33) 45^0 burchak bilan oq yorug'lik tushmoqda. Pufak pardasi qanchalik yupqa bo'lganida qaytgan nurlar sariq rangga ($\lambda=6\cdot10^{-5}$*sm*) bo'yaladi?

16.10. Vertikal joylashgan sovun pardasi syuqlikning oqishi tufayli pona hosil qiladi. Simob yonining (λ=5461Å) qaytgan yorug'likdagi interferensiya yo'larini kuzatar ekanmiz, beshta yo'l o`rtasidagi masofa 2 *sm* ga baravar ekanligini topamiz. Pona burchagi sekund hisobida topilsin. Yorug'lik parda sirtiga perpendikulyar tushadi. Sovunli suvning sindirish ko'rsatkichi 1,33.

16.11. Vertikal joylashgan sovun pardasi pona hosil qiladi. Interferensiya qaytgan yorug'likda qizil shisha ($\lambda=6{,}31\cdot10^{-5}$ *sm*) orqali kuzatilmoqda. Bunda qo'yshni qizil yo'llar o'rtasidagi masofa 3 mm ga teng. So'ngra shu parda ko'k shisha ($\lambda=4\cdot10^{-5}$) orqali kuzatiladi. Qo'shni ko'k yo'llar o'rtasidagi masofa topilsin. O'lcham vaqtida pardaning qalinligi o'zgarmaydi va yorug'lik pardaga normal tushadi deb hisoblansin.

16.12. Shisha ponaga yorug'lik dastasi ($\lambda=5{,}82\cdot10^{-7}$ m) normal tushadi. Pona burchagi 20″. Pona uzunlik birligiga nechta qora interferensiya yo'llari to'g'ri keladi? Shishaning sindirish ko'rsatkichi 1,5.

16.13. Nyuton halqalarini hosil qiladigan qurilma monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Kuzatish qaytgan yorug'likda olib borilmoqda. Ikki qo'shni qora halqalarning radiuslar mos holda 4,0 *mm* va 4,38 *mm*.

Linzaning egrilik radiusi 6,4 *m*. Halqalarning tartib nomerlari va tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin.

16.14. Nyuton halqasi yassi shisha bilan egrilik radiusi 8,6 *m* bo'lgan linza o'rtasida hosil qilingan. Monoxromatik yorug'lik normal tushadi. Markaziy qorong'i halqani nolinchi deb hisoblanib, to'rtinchi qorong'i halqaning diametri 9 *mm* ga tengligi aniqlanadi. Tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin.

16.15. Nuyuton halqasi hosil qilinadigan qurilma normal tushayotgan oq yorug'lik bilan yoritilmoqda. 1) To`rtunchi ko`k halqa ($\lambda_1=4\cdot10^{-5}$ *sm*) va 2) uchinchi qizil halqa ($\lambda_2=6{,}3\cdot10^{-5}$ *sm*) radiuslari topilsin. Kuzatish o'tuvchi yorug'likda olib boriladi. Linzaning egrilik radiusi 5 *m*.

16.16. Beshinchi va yigirma beshinchi yorug' Nyuton halqalari o'rtasidagi masofa 9 *mm* ga teng. Linzaning egrilik radiusi 15 *m*. Qurilmaga tushayotgan monoxromatik yorug'likning to'lqin uzunligi topilsin. Kuzatish qaytgan yorug'likda olib boriladi.

16.17. Agar ikkinchi va yigirmanchi qorong'i Nyuton halqalari o'rtasidagi masofa 4,8 *mm* bo'lsa, uchinchi va o'n oltinchi qorong'i halqalar o'rtasidagi masofa qanchaga teng? Kuzatish qaytgan yorug'likda olib boriladi.

16.18. Nyuton halqalarini hosil qiladigan qurilma simob yoyining normal tushayotgan yorug`ligi bilan yoritiladi. Kuzatish o'tuvchi yorug'likda olib boriladi. λ_1=5791Å ga muvofiq keluvchi qaysi navbatdagi yorug' halqa λ_2=5770 Å chizig'iga muvofiq keluvchi keyingi yorug' halqa bilan mos keladi?

16.19. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilmada linza bilan shisha plastinka o'rtasidagi bo'shliq suyuqlik bilan to'ldirilgan. Agar uchinchi yorug' halqa radiusi 3,65 *mm* ga teng bo'lib chiqsa, suyuqlikning sindirish ko'rsatikichi aniqlansin. Kuzatish o`tuvchi yorug'likda olib boriladi. Linzaning egrilik radiusi 10 *m*. Yorug'likning to'lqin uzunligi $5{,}89\cdot10^{-5}$ *sm*.

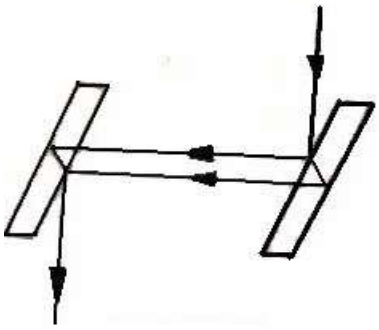
16.20. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilma to'lqin uzunligi 0,6 mkm bo'lgan normal tushayotgan monoxromatik yorug'lik bilan yoritilmoqda. Qaytgan yorug'likda to`rtinchi qorong'i halqa kuzatiladigan joydagi linza bilan shisha plastinka o'rtasidagi havo qatlamining qalinligi topilsin.

16.21. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilma qaytgan yorug'likda normal tushuvchi monoxromatik yorug'lik $\lambda= 5\cdot10^3$ Å bilan yoritladi. Linza bilan shisha plastinka o'rtasi suvga to'lg'azilgan. Uchinchi yorug' halqa kuzatiladigan joydagi linza bilan plastinka o'rtasidagi suv qatlami qalinligi topilsin.

16.22. Nyuton halqalari kuzatiladigan qurilma qaytgan yorug'likda normal tushuvchi monoxromatik yorug'lik bilan yoritiladi. Linza bilan shisha plastinka o'rtasiga suyuqlik to'lg'azilganidan keyin qora halqalarning radiuslari 1,25 marta qisqargan. Suyuqlikning sindirish ko'rsatikichi topilsin.

16.23. Maykelson interferometri bilan qilingan tajribada interferensiya manzarasini 500 yo'lga siljitishi uchun ko'zguni 0,161 *mm* masofaga siljitish kerak bo'ldi. Tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligini toping.

16.24. Ammiakning sindirish ko'rsatkichini o'lchash uchun Maykelson interferometri elkalaridan biriga havosi so'rib olingan, uzunligi l=14 *sm* naycha joylashtirilgan. Naycha og'izlari yassi-parallel shishalar bilan berkitilgan. Naycha ammiakka to'lg'azilyotganida λ=0,59 *mkm* to'lqin uzunligi uchun interferensiya manzarasi 180 yo'lga siljigan; ammiakning sindirish ko'ratikichi topilsin.



63-rasm

16.25. Jamen interferometri nurlaridan birining yo'liga havosi so'rib olingan 10 *sm* uzunlikdagi naycha joylashtirilgan (63 rasm). Naycha xlor bilan to'ldirilganda interferensiya manzarasi 131 yo'lga siljiygan. Bu tajribada monoxromatik yorug'lik to'lqin uzunligi $5{,}9x10^{-5}$ *sm* ga teng. Xlorning sindirish ko'rsatkichi topilsin.

16.26. Oq yorug'lik dastasi d=0,40 *mkm* qalinlikdagi shisha plastinkaga normal holda tushayotir. Shishaning sindirish ko'rsatkichi n=1,5. Qaytgan dastada ko'zga ko'rinadigan spektr ($4\cdot10^{-4}$ *mm* dan $7\cdot19^{-4}$ *mm* gacha) chegarasida yotuvchi qaysi to'lqin uzunliklari kuchayadi?

16.27. Shisha ob'yektiv yuziga (n_1=1,5) sindirish ko`rsatkichi n_2=1,2 bo'lgan yupqa parda («sirlangan» parda) qoplangan. Ko'rinadigan spektr o'rta qismida shu parda qanchalik yupqa bo'lganida qaytgan yorug'likning maksimal xiralanish sodir bo'ladi?

16.28. Monoxromatik manbadan (λ=0,6 *mkm*) yorug'lik dumaloq teshikli diafragmaga normal tushadi. Teshik diametiri 6 *mm*. Diafragma orqasida 3 *m* masofada ekran joylashgan. 1) Diafragma teshigiga Frenelning necha zonasi sig'adi? 2) Ekranda difraksiya manzarasining markazi qanday bo'ladi: qorong'imi yoki yorug'mi?

16.29. Agar yorug'lik manbaidan to'lqin sirtgacha bo'lgan masofa 1 *m*, to'lqin sirtdan kuzatish nuqtasigacha ham 1 *m* va $\lambda=5\cdot10^{-7}$ *m* bo'lsa, Frenelning birinchi besh zonasi raduslari hisoblansin.

16.30. Yassi to'lqin uchun Frenelning birinchi besh zonasi raduslari hisoblanilsin. To'lqin sirtdan kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa 1*m*. To'lqin uzunligi $\lambda=5\cdot10^{-7}$ *m*.

16.31. Monoxromatik yorug'lik ($\lambda=6\cdot10^{-5}$*sm*) manbaidan *l* masofada difraksion manzara kuzatiladi. Manbadan 0,5 masofada diametri 1 *sm* li xira to'siq joylashtirilgan. Agar to'siq faqat Frenel markaziy zonasini to'ssa, *l* masofa qanchaga teng bo'ladi?

16.32. Monoxromatik yorug'lik manbaidan ($\lambda=6\cdot10^{-7}$ *sm*) 4 *m* masofada difraksiya manzarasi kuzatiladi. Ekran bilan yorug'lik manbai o'rtasiga

dumaloq teshikli diafragma joylashtirilgan. Teshikning radiusi qanday bo'lganida ekranda kuzatilyotgan difraksion halqalarning markazi eng qorong'i bo'ladi?

16.33 Dumaloq teshikli diafragmaga monoxromatik yorug'likning ($\lambda=6\cdot10^{-7}$ m) parallel dastasi normal tushadi. Ekranda difraksion manzara kuzatiladi. Diafragma bilan ekran o'rtasidagi masofa qanday kattalikda bo'lganida difraksion manzaraning markazida qorong'iroq dog' kuzatiladi? Teshik diametri 1,96 *mm*.

16.34. Eni 2 mkm tirqishdan to'lqin uzunligi λ=5890 Å monoxromatik yorug'lik normal tushadi. Yo`nalishlari bo`yicha yorug'lik minimumlari kuzatiladigan burchaklar topilsin.

16.35. Eni $2\cdot10^{-3}$ *sm* li tirqishga to'lqin uzunligi $\lambda=5\cdot10^{-5}$ *sm* monoxromatik yorug'likning parallel dastasi normal tushadi. Tirqishdan l=1 *m* uzoqlashtirilgan ekrandagi tirqish tasvirining eni topilsin. Yoritilganlik bosh maksimumining ikkala tomani bo`ylab joylashgan birinchi difraksion minimumlar o'rtasidagi masofa tasvir eni deb hisoblansin.

16.36. Tirqishga to'lqin uzunligi λ monoxromatik yorug'likning parallel dastasi normal tushadi. Tirqish eni 6 λ. Yorug'likning uchinchi difrasion minimumi qanday burchak ostida kuzatiladi?

16.37. Ikkinchi tartibli spektrdagi qizil chiziqni ($\lambda= 7\cdot10^{-7}$m) ko'rmoq uchun ko'rish trubasini kollimator o`qiga 30^0 burchak bilan o'rnatishga to'g'ri kelsa, difraksion panjara doimiysi nimaga teng? Mazkur panjara uzunligining 1 *sm* iga qancha shtrix chizilgan? Panjaraga yorug'lik tik tushadi.

16.38. Birinchi tartibli spektrdagi simobning yashil chizig'i (λ= 5461Å) 19^08` burchak bilan kuzatilyotgan bo'lsa, difraksion panjaraning 1mm uzunligida necha shtrix bo'ladi?

16.39. Difraksion panjaraga yorug'lik dastasi normal tushadi. Birinchi tartibli spektrdagi natriy chizig'ining (λ=5890Å) difraktsiya burchagi 17^08` ga teng ekanligi topilgan. Biror chiziq ikkinchi tartibli spektrda 12` ga teng difraktsiya burchagini beradi. Mazkur chiziqning to'lqin uzunligi va panjaraning 1 *mm* dagi shtrixlar soni topilsin.

16.40. Difraksion panjarga razryad trubkasidan yorug'lik dastasi normal tushadi. $\varphi=41^0$ yo`nalishida λ_1=6563Å va λ_2=4102Å ikki spektr chizig'i bir to'g'ri chiziqda yotishi uchun difraksion panjara doimiysi nimaga teng bo'lishi kerak?

16.41. Difraksion panjaraga yorug'lik dastasi normal tushadi. Goniometrni biror φ burchakka burganda $\lambda=4{,}4\cdot10^{-4}$ *mm* chizig'i uchinchi tartibli spektrda ko'zga chalinadi. Ko'rinadigan spektr sohasida ($4\cdot10^{-4}$ dan $7\cdot10^{-4}$ *mm* gacha) yotuvchi to'lqin uzunliklariga mos keluvchi biron boshqa xil spektral chiziqlari shu φ burchak bilan ko'rinadimi?

16.42. Geliy bilan to'ldirilgan razryad turubkasidan yorug'lik dastasi difraksion panjaraga normal tushadi. Ikkinchi tartibli spektrdagi geliy chizig'i ($\lambda=6,7\cdot10^{-5}$ *sm*) uchinchi tartibli spektrdagi qaysi chiziq ustiga tushadi?

16.43. Geliy bilan to'lidirilgan razryad trubkasidan chiqqan yorug'lik difraksion panjaraga normal tushadi. Dastlab ko'rish trubasi birinchi tartibli spektrdagi markaziy yo'lining ikkala tomonidagi binafsha chizqlarga ($\lambda=3,89\cdot10^{-5}$ *sm*) qaratib o'rnatilganda, nol chizg'idan o'ngga tomon limb bo'yicha hisoblash $27^0 33`$ va $36^0 27`$ ni berdi. Shunday so'ng ko'rish trubasi birinchi tartibli spektrdagi markaziy yo'lning ikkala tomonidagi qizil chiziqlarga qaratilib, nol chizig'idan o`ngga tomon limb bo'yicha hisoblash $23^0 45`$ va $40^0 6`$ ni berdi. Geliy spektrining qizil chizig'i to'lqin uzunligi topilsin.

16.44. Agar difraksion panjara doiymiysi 2 mkm ga teng bo'lsa, natriy sariq chizig'ining ($\lambda=5890$Å) eng katta spektr tartibli topilsin.

16.45. Difraksion panjaraga monoxromatik yorug'lik dastasi normal tushadi. Uchinchi tartibli maksimum normalga $30^0 48`$ burchak bilan kuzatiladi. Tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunliklaridan ifodalangan panjara doimiysini toping.

16.46. Oldingi masaladagi difratsion panjara qancha maksimum beradi?

16.47. Difraksion panjarali goniometrning ko'rish trubasi kollimator o'qiga 20^0 burchak bilan qo'yilgan. Bunda trubaning ko'rish sohasida geliy spektrining qizil chizig'i ($\lambda_1=6680$ Å) ko'rinadi. Shu burchak bilan undan yuqori tartibdagi ko'k geliy chizig'i ($\lambda_2=4470$Å) ham ko'rinishi payqalgan bo'lsa, difraksion panjara doimiysi nimaga teng? Mazkur panjara yordami bilan kuzatish mumkin bo'lgan eng katta spektr tartibi 5 ga teng. Yorug'lik panjaraga normal tushadi.

16.48. Panjara birinchi tartibli kaliy spektri chiziqlarini ($\lambda_1=4044$ Å va $\lambda_2=4047$Å) ajrata oladigan bo'lsa, difraksion panjara doimiysi nimaga teng? Panjara eni 3 *sm*.

16.49. Birinchi tartibli natriy dubleti $\lambda_1=5890$Å va $\lambda_2=5896$ Å ni ajratish uchun eni 2,5 *sm* difraksion panjara doimiysi qanchaga teng bo`lishi kerak?

16.50. Eni 2,5 *sm* difraksion panjara doimiysi 2 *mkm* ga teng. Mazkur panjara ikkinchi tartibli spektrning sariq nurlar ($\lambda=6\cdot10^{-5}$ *sm*) sohasida qanday to'lqin uzunliklari farqini ajrata oladi?

16.51. Birinchi tartibli spektrda $\lambda=5890$ Å uchun difraksion panjara burchak dispersiyasi aniqlansin. Difraksion panjara doimiysi $2,5\cdot10^{-5}$ *sm* ga teng.

16.52. Birinchi tartibli spektrdagi $\lambda=6680$ Å uchun difraksion panjara burchak dispersiyasi $2,02\cdot10^5$ *rad/m*. Difraksion panjara davrini toping.

16.53. Agar spektrni ekranga proeksiyalovchi linzaning fokus masofasi 40 *sm* bo'lsa, oldingi masaladagi difraksion panjaraning chiziqli dispersiyasi (*mm*/Å larda) topilsin.

16.54. Davri $2\cdot10^{-4}$ *sm* difraksion panjara yordami bilan olingan birinchi tartibli spektrdagi simob yoyining ikki chizig'i (λ_1=5778Å va λ_2=5791Å) ekranga bir-biridan qanday masofada turadi? Spektrni ekranga proeksiyalovchi linzaning fokus masofasi 0,6 m.

16.55. Difraksion panjaraga yorug'lik dastasi normal tushadi. Qizil chiziq (λ=6300Å) uchinchi tartibli spektrda $\varphi=60^0$ burchak bilan ko`rinadi. 1)To`rtinchi tartibli spektrda shu burchak ostida qanday spektrlar chiziq ko`rinadi? 2) Difraksion panjaraning 1 *mm* da necha shtrixi bo'ladi? 3) Uchinchi tartibli spektrda λ=6300Å chizig'i uchun shu panjara burchak dispersiyasi nimaga teng bo'ladi?

16.56. Doimiysi d=5 *mkm* difraksion panjara qaysi to'lqin uzunligi uchun uchunchi tartibli spektrda $D=6{,}3\cdot10^5$ *rad/m* burchak dispersiyasiga ega bo'ladi?

16.57. Birinchi tartibli spektrda kaliyning ikkita chiziqlari 4044Å va 4047 Å o`rtasida masofa 0,1 mm bo`lishi uchun difraksion panjara yordamida olingan spektrni ekranga tushiruvchi linzaning fokus masofasi qancha bo`lishi kerak? Difraksion panjara doimiysi 2 mkm.

16.58. Sindirish ko`rsatkichi 1,57 bo'lgan shishadan qaytgan yorug'likning to`la qutblanish burchagi aniqlansin.

16.59. Biror modda uchun to`la ichki qaytish limit burchagi $45^0$ ga teng. Bu modda uchun to`la qutblanish burchagi nimaga teng?

16.60. Ko`l sirtidan qaytgan Quyosh nurlari eng to`la qutblanish uchun u gorizontga nisbatan qanday burchak ostida turishi kerak?

16.61. Shishadan qaytgan nurning 30^0 sindirish burchagida to`la qutblanishi uchun shishaning sindirish ko`rsatkichi nimaga teng bo`lishi kerak?

16.62. Yorug'lik nuri shisha (n=1,5) idishga quyilgan suyuqlikdan o`tib, uning tubidan qaytadi. Qaytgan nur idish tubiga $42^0 37$` burchak bilan tushayotganida batamom qutblanadi. 1) Suyuqlikning sindirish ko`rsatkichi toping, 2) to`la ichki qaytish sodir bo`lishi uchun mazkur suyuqlikdan o`tuvchi yorug'lik nuri idish tubiga qanday burchak bilan tushushi kerak?

16.63. Bo`shliqdagi to'lqin uzunligi 5890Å bo'lgan yassi qutblangan yorug'lik dastasi island shpati plastinkasining optik o`qiga perpendikulyar ravishda tushadi. Agar oddiy va murakkab nurlar uchun island shpatining sindirish ko`rsatkichi n_0=1,66 va n_e=1,49 bo'lsa, kristalldagi oddiy va murakkab nurlarning to'lqin uzunliklari topilsin.

16.64. Polyarizator va analizator orqali o'tgan tabiiy yorug'likning intensivligi to`rt marta kamayishi uchun poliyarizator bilan analizatorning bosh tekisliklari o`rtasidagi burchak nimaga teng? Yorug'likning yutilishi hisobiga olinmasin.

16.65. Tabiiy yorug'lik polyarizator va analizator orqali o`tadi. Polyarizator bilan analizator shunday qo`yilganki, ularning bosh tekisliklari orasidagi burchak α ga teng. Polyarizator shuningdek analizator ham o'zlariga tushayotgan yorug'lik intersivligining 8 foizini yutadi va qaytaradi. Ma`lum bo`lishicha, analizatordan chiqqan nur polyarizatorga tushgan tabiiy yorug'likning 9 foiz intensivligiga teng ekan. α burchagi topilsin.

16.66. Shishaga (n=1,54) to`la qutblanish burchagi bilan tushuvchi tabiiy yorug'likning qaytish koeffitsiyenti aniqlansin. Shisha ichiga o'tgan nurlarning qutblanish darajasi topilsin. Shishadan yorug'likning yutilishi hisobiga olinmasin.

16.67. To'la qutblanish burchagi bilan tushayotgan tabiiy yorug'lik nuri yassi-parallel shisha plastinkadan o'tgan. Shishaning sindirish ko'rsatkichi n=1,54. Plastinkadan o'tgan nurlarning qytblanish darajasi topilsin.

16.68. Tabiiy yorug'lik shishaga (n=1,54) 45^0 burchak bilan tushayotganda 1) qaytish koeffitsiyenti va qaytgan nurlarning qutblanish darajasi, 2) singan nurlarning qutblanish darajasi aniqlansin.

17-§ Nisbiylik nazariyasining elementlari

Muayyan sanoq sistemasiga nisbatan v tezlik bilan harakat qilayotgan jismning λ_0 uzunligi, mazkur sistemada qo'zg'almas jismning l_0 uzunligi bilan

$$\lambda = \lambda_0 \sqrt{1-\beta^2}$$

munosabatda bog'langan; bunda $\beta = \frac{v}{c}$; c – yorug'likning tarqalish tezligi.

Kuzatuvchiga nisbatan v tezlikda harakat qilayotgan sistemadagi vaqt oralig'i kuzatuvchi uchun qo'zg'almas hisoblangan sistemadagi $\Delta\tau_0$ vaqt oralig'i bilan quyidagi nisbatda bog'langan.

$$\Delta\tau = \frac{\Delta\tau_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

Jism m massasining uning harakat tezligiga bog'liqligi

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

tenglama bilan beriladi; bundan m_0 - mazkur jismning tinch holdagi massasi.

Jism kinetik energiyasining tezlikka bog'liqligi quyidagi tenglama bilan beriladi:

$$W_k = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1 \right)$$

Sistema massasining ΔW miqdor o'zgarishi sistema energiyasi kattaligining $\Delta W = c^2 \Delta m$ o'zgarishiga muvofiq keladi.

17.1 Harakatdagi jism uzunligining relyativistik qisqarishi harakatning qaysi nisbiy tezligida 25% ni tashkil qiladii?

17.2. Harakatdagi jismning bo'ylama o'lchami ikki baravar kichrayishi uchun u qanday tezlikka erishuvi kerak?

17.3. Kosmik nurlarning mezonlari yer yuziga nihoyatda xilma-xil tezliklarda yetib keladi.Yorug'lik tezligining 95% ni tezligida bo'lgan mezon o'lchamining relyativistik qisqarishini toping.

17.4. Beqaror zarracha yorug'lik tezligining 99% ni tashkil etuvchi tezlik bilan harakat qilsa (qo'zg'almas kuzatuzchining soati bo'yicha), uning yashash vaqti necha marta uzayadi?

17.5. Kosmik nurlar tarkibidagi mezon yorug'lik tezligining 95% ni tashkil qiluvchi tezlikda harakat qilmoqda. Mezon "xususiy vaqti" ning bir sekundiga yer dagi kuzatuvchi soatining qancha vaqt oralig'i mos keladi?

17.6. α- zarracha massasi nolga teng boshlaig'ich tezlikdan yorug'lik tezligining 0,9 iga baravar tezlikka qadar tezlashganida qanchaga ortadi?

17.7. Quyidagi tezliklar: 1)$\upsilon << c$; 2) $2\cdot10^{10}$ *sm/sek*; 3) $2{,}2\cdot10^{10}$ *sm/sek*; 4) $2{,}4\cdot10^{10}$ *sm/sek;* 5) $2{,}6\cdot10^{10}$ *sm/sek*; 6) $2{,}8\cdot10^{10}$ *sm/sek*; uchun elektron zaryadining uning massasiga bo'lgan nisbati topilsin. Ko'rsatilgan tezliklar uchun m va $\frac{e}{m}$ larning $\frac{\upsilon}{c}$ nisbatiga bog'liq grafigini chizing va jadvalini tuzing.

17.8. Harakatdagi elektronning massasi qanday tezlikda uning tinch holatdagi massasidan ikki marta katta bo'ladi.

17.9. Zarracha massasining nisbiy kattalashuvi 5% dan ortmasligi uchun, siklotrondagi zarrachalarni qanday energiyaga qadar tezlashtirish mumkin. Masalani: 1) elektronlar, 2) protonlar, 3) neytonlar uchun hal qiling.

17.10. Elektron tezligi yorug'lik tezligining 95% ni tashkil qilishi uchun u shunday tezlashtiruvchi potensiallar ayirmasidan o'tishi lozim?

17.11. Protonning bo'ylama o'lchamlari ikki baravar kichik bo'lishi uchun u qanday tezlashtiruvchi potensiallar ayirmasidan o'tishi kerak?

17.12. Mezonning to'la energiyasi tinch holatidagi energiyasidan 10 marta katta bo'lsa, uning tezligini toping.

17.13. Zarracha kinetik energiyasi uning tinch holatidagi energiyasiga teng bo'lishi uchun zarracha tezligi yorug'lik tezligining qancha ulushini tashkil qilishi kerak?

17.14. Sinxrofazotron kinetik energiyasi 10000 *MeV* protonlar dastasini beradi. Bu dastadagi protonlar tezligi yorug'lik tezligining qancha ulushini tashkil qiladi?

17.15. Oldingi masala shartlarida proton o'lchamlarining relyativistik qisqarishi nimaga teng?

17.16. Siklotrondan uchib chiquvchi elektronlar 0,67 *MeV* kinetik energiyaga ega. Shu elektronlarning tezligi yorug'lik tezligining qancha ulushini tashkil qiladi?

17.17. Elektronlar va protonlar uchun ularning W_k kinetik energiyasining tezlikka (yorug'lik tezligining ulushlarida) bog'liqlik jadvalini tuzing. Jadvalni β ning quyidagi qiymatlari uchun tuzing: 1) 0,1; 2) 0,5; 3) 0,6; 4) 0,7; 5) 0,8; 6) 0,9; 7) 0,95 va 8) 0,999.

17.18. Harakatdagi elektron massasi uning tinch holatdagi massasidan ikki baravar katta. Bu elektronniig kinetik energiyasini topiig.

17.19. Energiyaning bir kaloriya o'zgarishi massaning qanday o'zgarishiga muvofiq keladi?

17.20. Massaning bir atom birlik o'zgarishiga muvofiq keluvchi energiya o'zgarishini toping.

17.21. Massaning elektronning tinch holatdagi massasi kattaligicha o'zgarishiga muvofiq keluvchi energiya o'zgarishini topiig.

17.22. Agar suvning hosil bo'lish reaksiyasi

$$2H_2 + O_2 = H_2O + 5{,}75\cdot10^5\ kJ$$

bo'lsa, bir kilomol suvning hosil bo'lishiga to'g'ri keladingan massaning kamayishini toping.

17.23. Uran $_{92}U^{235}$ yadrosi parchalanganida taxminan 200 *MeV* energiya ajraladi. Bir kilomol uran parchalanganidagi massaning o'zgarishini aniqlang.

17.24. Quyosh har minutda $6.5\cdot10^{21}$ *kVt·soat* ga teng energiya chiqaradi. Quyosh nurlanishi o'zgarmas deb hisoblansa, quyosh massasi qancha vaqtda ikki baravar kamayishini toping.

18-§. Issiqlikning nurlanishi

Absolyut qora jismning sirt birligidan 1 sekundda nurlanadigan energiya, yani absolyut qora jismning energetik yorqinligi Stefan-Boltsman formulasi bilan aniqlanadi:

$$R_э=\sigma T^4.$$

Bundan T-Kelvin graduslaridagi harorat va σ-Stefan –Bolsman doiymiysi.

$$\sigma=5{,}67\cdot10^{-5}\ Vt/m^2\cdot grad^4.$$

Agar nur sochayotgan jism absolyut qora bo'lmasa, u holda

$$R_э=k\sigma T^4$$

bilan aniqlanadi, bunda k-koeffitsiyenti doim birdan kichik bo'ladi. Energetik yorqinlik $R_э$ absolyut qora jism energetik yorqinligining spektral zichligi r_λ bilan quyudagi munosabatdan bog'langan:

$$R'_э = \int_0^\infty r_\lambda d\lambda .$$

Vin siljish qonuniga ko'ra absolyut qora jism absolyut haroratining to'lqin uzunligi ko'paytmasi (bunda mazkur jism energetik yorqinligining spektral zichligi maksimaldir) doimiy kattalikka teng, yani

$$\lambda_m T = C_1 = 0{,}29 \cdot 10^{-3}\ m \cdot grad.$$

Absolyut qora jism energetik yorqinligining maksimal spektral zichligi absolyut haroratning beshinchi darajasiga (Vinning ikkinchi qonuni) proporsional ravishda ortib boradi:

$$(r_\lambda)_{max} = C_2 T^5,$$

bunda $C_2 = 1{,}29 \cdot 10^{-5}\ Vt/m^3 \cdot grad^5$.

18.1. Pechdagi 6,1 sm^2 o'lchamli teshikdan 1 *sek* da 8,28 *kal* issiqlik nurlanadigan bo'lsa, pechning harorati qancha? Nurlanish absolyut qora lism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin.

18.2. Quyosh 1 minutda qancha miqdor energiya chiqaradi? Quyosh nurlanish absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin. Quyosh sirtining haroratini 5800 ^{0}K deb qabul qiling.

18.3. Qotib qolgan bir kvadrat metr qo'rg'oshin sirtidan 1 *sek* da qancha energiya nurlanadi? Mazkur harorat uchun qo'rg'oshin sirti energetik yorqinligining absolyut qora jism yorqinligiga nisbatan 0,6 ga teng deb olinsin.

18.4. Absolyut qora jismning nurlanish quvvati 34 *kVt*. Jism sirti 0,6 m^2 bo'lsa, uning haroratini aniqlang.

18.5. Maydoni 10 sm^2 cho'g'langan metall sitrdan bir minutda $4 \cdot 10^4$ *J* issiqlik nurlanadi. Sirt harorati 2500 ^{0}K. 1) Bu sirt absolyut qora bo'lsa, uning nurlanishi qanday bo'lishi, 2) mazkur haroratda bu sirt energetik yorqinligining absalyut qora jism yorqinligiga nisbati topilsin.

18.6. Elektr lampochkasidagi volfram spiralining diametri 0,3 *mm*, uzunligi 5 *sm*. Lampochka 127 *V* kuchlanish elektr zanjiriga ulanganidan u orqali 0,31 *A* tok o'tadi. Lampochkaning harorati qancha? Muvozanatli nurlanishda, toladan ajraladigan barcha issiqlik nur sochish bilan yo'qoladi deb, volfram energetik yorqunligining absalyut qora jism yorqinligiga nisbatan mazkur harorat uchun 0,31 ga teng hisoblansin.

18.7. 25 Vattli elektr lampochkasi volfram spiralining harorati 2450^{0}K. Shu haroratda uning energetik yorqinligining absalyut qora jism energetik yorqinligiga nisbati 0,3. Spiralning nur sochadigan sirti kattaligini toping.

18.8. Quyosh doimiysi kattaligi, ya'ni Quyoshning o'z nurlari perpendikulyar holda va o'zidan yergacha bo'lgan masofaga barovar uzoqlikda

turgan 1 sm^2 yuz orqali har minutda yuborilayotgan nur energiyasining miqdori topilsin. Quyosh sirti harorati 5800^0 K deb olinsin. Quyoshning nurlanishi absoyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblansin.

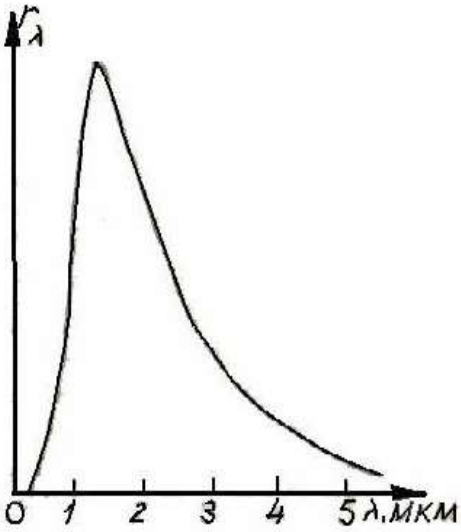
18.9. Atmosfera Quyosh yuborgan nur energiyasining 10 foizini yutadi deb hisoblab, maydoni 0,5 ga keladigan yerning gorizontal sahni oladigan quvvatni toping. Quyoshning gorizontdan balandligi 30^0. Quyosh nurlanishini absolyut qora jism nurlanishiga yaqin deb hisoblang.

18.10. Yer uchun quyosh doimiysi kattaligi ma'lum bo'lgani holda (18.8-masalaga qarang) Mars uchun quyosh doimiysini toping.

18.11. Agar absolyut qora jism yorqinligining maksimal spektral zichligi 4840 Å to'lqin uzunligiga to'g'ri keladigan bo'lsa, absolyut qora jism 1 sek da 1sm^2 sirtidan qancha energiya chiqadi?

18.12. Absolyut qora jismning nurlanish quvvati 10^5 *kVt*. Agar jismning yorqinligining maksimal spektral zichligiga to'gri keladigan to'lqin yzunligi $7\cdot10^{-5}$ *sm* ga teng bo'lgan jismning nur sochovchi sirtining kattaligi topilsin.

18.13. Agar yorug'lik manbai sifatida 1) elektr lampochkasining spiral (T=3000^0) 2) Quyosh sirti (T=6000^0 K) va 3) portlaganda harorati qariyb 10mln gradusga yetadigan atom bombasi olingan bo'lsa, energetik yorqinligini maksimal spekral zichligiga mos keluvchi to'lqin uzunliklari spektrning qaysi sohasida yotadi? Nurlanishni absolyut qora jismning nurlanishiga yaqin deb hisoblansin.



64-rasm

18.14. 64-rasmda muayyan haroratda absalyut qora jism yorqinligini taqsimlanish egri chizig'i berilgan. Egri chiziq qanday harorat uchun chizilgan? 64- rasmdan bu haroratdagi ko'zga ko'rinadigan spektr hissasiga tarqalayotgan energiyaning necha protsenti to'g'ri kelishini qanday topish mumkin?

18.15. Absolyut qora jism qizdirilganida yorqinlikning maksimal spektral zichligiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunligi 0,69 dan 0,5 *mkm* gacha o'zgargan. Bunda jism yorqinligining spektral zichligiga necha baravar ko'paygan?

18.16. Odam tanasining haroratiga, ya'ni t=37 ^{0}C ga teng bo'lgan haroratli absolyut qora jism energetik yorqinligining spektiral zichligi maksimumi qanday to'lqin uzunligiga to'g'ri keladi?

18.17. Absolyut qora jism qizdirilganda uning harorati 1000^0K dan 3000^0K gacha o'zgargan. 1) Bunda yning energetik yorqinligi necha barovar ortgan? 2)Energitik yorqinligining spektral zichligi maksimumiga to'g'ri

keladigan to'lqin uzunligi qanchaga o'zgargan? 3)Energetik yorqinligining spektral zichligi maksimumi necha barovar ko'paygan?

18.18. Absolyut qora jism $T_1=2900^0K$ haroratda. Shu jismning sovushi natijasida energetik yorqinlikning spektral zichligi maksimumiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunlik $\Delta\lambda = 9$ mkm ga o'zgargan. Jism qanday T_2 haroratga qadar sovigan.

18.19. Jism sirti 1000^0K haroratga qadar qizdirilgan. So'ngra bu sirtning yarmi 100^0 K ga qizdirilgan, ikkinchi yarmi esa 100^0 K ga sovitilgan. Bu jism sirtining energetik yorqinligi necha barovar o'zgaradi?

18.20. Radiusi 2 *sm* qoraygan metal sharning haroratini atrofdagi muhitga nisbatan 27^0 dan ortiq tutish uchun unga qanday quvvat keltirmoq kerak? Atrofdagi muhit harorati 20^0C. Bunda issiqlik faqat nurlanish hisobigagina yo'qoladi deb hisoblansin.

18.21. Qoraygan shar 27^0C haroratdan 20^0C haroratga qadar sovuydi. Uning energetik yorqinligining spektral zichligi maksimumiga tegishli to'lqin uzunligi qancha o'zgargan?

18.22. 1) Bir yilda nurlanganida Quyosh massasi qancha kamayishini toping.2) Quyosh nurlanishini o'zgarmas deb Quyosh massasining qancha vaqtda ikki barovar kamayishini toping. Quyosh sirtining temperaturasini 5800^0K ga teng deb olish mumkin.

19-§ Yorug'likning kvant tabiati va zarrachalarning to'lqin xossalari

Yorug'lik kvanti (fotoni) ning energiyasi quydagi formula bilan aniqlanadi:

$$\varepsilon = h\nu.$$

bunda $h=6{,}625\cdot10^{-34}$ *J·s* – Plank domiysi va ν- tebranish chastotasi.

Fotonning harakat miqdori

$$P_{\Phi} = \frac{h\nu}{c}$$

foton massasi

$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

bunda c- yorug'likning bo'shliqdagi tezligi.

Tashqi fotoeffektni vujudga keltiruvchi foton energiyasi bilan uchib chiqayotgan elektronlarning maksimal kinentik energiyasi o'rtasidagi bog'lanish Eynshteyn formulasi bilan beriladi:

$$h\nu = A + \frac{m\upsilon^2}{2}$$

bunda A- metalldan elektronning chiqish ishi m – elektron massasi. Agar $\upsilon=0$ bo'lsa, $h\nu_0=A$, bu yerda ν_0- fotoeffektning qizil chegarasiga muvofiq keluvchi chastota.

Yorug'lik bosimining miqdori

$$\rho = \frac{E}{c}(1+\rho),$$

bunda E–birlik sirtga vaqt birligida tushuvchi energiya miqdori, ρ- yorug'likning qaytish koyeffitsiyenti.

Kompton hodisasidagi rentgen nurlari to'lqin uzunliklarining o'zarishi quidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta\lambda = \frac{h}{mc}(1-\cos\varphi)$$

bunda φ- sochilish burchagi va *m*- elektron massasi.

Elementar zarrachalar dastasi zarracha siljishi yo'nalishida tarqaluvchi yassi to'lqin xossasiga ega. Bu dastaning λ to'lqin uzunligi de Broyl nisbati bilan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{h}{m\upsilon} = \frac{h}{\sqrt{2W_k m}}$$

bunda υ- zarrachalar tezligi, *m*- zarrachalar massasi va W_k – ularning kinetik energiyasi. Agar zarrachalarning υ tezligi yorug'lik tezligi *c* bilan o'lchovdosh bo'lsa, u holda yoqoridagi formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\lambda = \frac{h}{m_0 v}\sqrt{1-\beta^2} = \frac{h}{\sqrt{2W_k m_0 + \frac{W_k^2}{c^2}}}$$

bunda $\beta = \frac{\upsilon}{c}$ va m_0- zarrachaning tinch holatidagi massasi.

19.1. 1) Qizil yorug'lik nurlari ($\lambda=7\cdot10^{-5}$ *sm*), 2) rentgen nurlari (λ=0,25 Å) va 3) gamma – nurlari (($\lambda=1{,}24\cdot10^{-2}$ Å) fotonining massasini toping.

19.2. Fotonga muvofiq keladigan to'lqin uzunlik 0,016 Å bo'lsa, uning energiyasi, massasi va harakat miqdorini toping.

19.3. Simob yoyining quvvat 125 *Vt*. Quyidagi to'lqin uzunlikka ega nurlanishdan har sekundda necha kvant yorug'lik chiqadi: 1) λ=6123Å, 2) λ=5791Å, 3) λ=5461Å, 4) λ=4047Å 5) λ=3655 Å 6) λ=2537Å? Bu chiziqlarning intensivligi mos holda 1) 2%, 2) 4%, 3) 4%, 4) 2,9%, 5) 2,5% va 6) 4% ga teng. 80 % quvvat nurlanishga ketadi deb hisoblansin.

19.4. Elektronning kinetik energiyasi to'lqin uzunligi λ=5200Å bo'lgan foton energiyasiga teng bo'lishi uchun elektron qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?

19.5. Elektronning harakat miqdori to'lqin uzunligi λ=5200Å bo'lgan fotonning harakat miqdoriga teng bo'lishi uchun u qanday tezlik bilan harakat qilishi kerak?

19.6. Foton massasi tinch turgan elektron massasiga teng bo'lishi uchun uning energiyasi qancha bo'lishi kerak?

19.7. Monoxromatik fotonlar dastasini t=0,5 *min* vaqt ichida S=2 sm^2 maydonchadan olib o'tadigan harakat miqdori $P_ф=3\cdot10^{-4}$ *g·sm/sek*. Bu dasta uchun maydon birligiga vaqt birligida tushadigan energiyani toping.

19.8. Ikki atomli gaz molekulasining kinetik energiyasi qanday haroratda to'lqin uzunligi $\lambda=5{,}89\cdot10^{-4}$ *mm* bo'lgan foton energiyasiga baravar bo'ladi?

19.9. Yuqori energiyalarda rentgen va gamma – nurlanish dozalarini rentgen bilan o'lchash uchun sharoit vujudga keltirish qiyin bo'lganligidan, GOST 8848-63 da kvantlar energiyasi 3 *MeV* gacha bo'lgan nurlanishlar uchun rentgendan doza birligi sifatida foydalanishga yo'l qo'yadi. Rentgen nurlanishining qanday chegaradagi to'lqin uzunligiga rentgen o'lchov birligini qo'llash mumkinligini aniqlang.

19.10. Harakat miqdori 20^0C haroratdagi vodorod molekulasining harakat miqdoriga teng bo'lgan foton massasini toping. Molekula tezligini o'rtacha kvadrat tezlikka baravar deb hisoblang.

19.11. A.G.Stoletovning "Aktino–elektrik tekshirishlar" (1888 yil) asarida birinchi marta fotoeffektning asosiy qonunlari belgilangan edi. Uning tajribasining natijalaridan biri bunday ifodalangan: "To'lqin uzunliklari $295\cdot10^{-6}$ *mm* dan kam va sindirish ko'rsatkichi eng yuqori bo'lgan nurlar razryadlovchi ta'sirga ega bo'ladi". A.G.Stoletov ishlagan metalldan elektron chiqayotganda bajarilgan ish aniqlansin.

19.12. Litiy, natriy, kaliy va seziy uchun fotoeffektning qizil chegarasini toping.

19.13. Muayyan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi 2750Å. Fotoeffektni vujudga keltiruvchi foton energiyasining minimal qiymati nimaga teng?

19.14. Muayyan metall uchun fotoeffektning qizil chegarasi 2750Å ga teng. 1) Shu metalldan elektron chiqayotganda bajarilgan ish, 2) to'lqin uzunligi 1800Å bo'lgan yorg'lik bilan shu metalldan ajratib olinadigan elektronlarning maksimal tezligi, 3) mazkur elektronlarning maksimal enegiyasi topilsin.

19.15. Metall sirtidan 3 *V* teskari potensial bilan butunlay ushlanadigan elektronlarni ajratuvchi yorug'likning chastotasi topilsin. Mazkur metakkning fotoeffekti tushayotgan yorug'lik chastotasi $60\cdot10^{14}$ sek^{-1} bo'lganda boshlanadi. Bu metalldan elekton chiqayotganda bajariladigan ish topilsin.

19.16. Kaliy to'lqin uzunligi 3300Å bo'lgan yorug'lik bilan yoritilganida chiqadigan fotoelektronlar uchun tutuvchi potensial kattaligini toping.

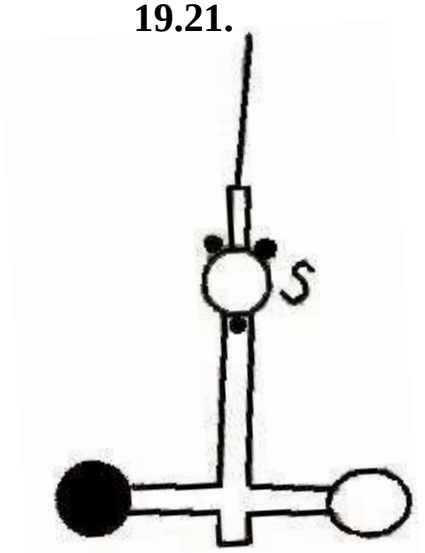
19.17. Platina sirtidan fotoeffektda tutuvchi potensial kattaligi 0,8 *V* ga teng. 1) Qo'llanilgan nurlanish to'lqin uzunligi, 2) fotoeffekt po'y bergan maksimal to'lqin uzunlik topilsin.

19.18. ε=4,9 *eV* energiyali yorug'lik kvantlar A=4,5 *eV* ish bajargan holda metalldan fotoelektronlarni uzib chiqaradi. Har bir elektron uchib chiqayonganda metall sirtiga berilgan maksimal impulsni toping.

19.19. Agar biror metall sirtidan $2{,}2\cdot10^{15}$ sek^{-1} chastotali yorug'lik bilan ajralib chiqadigan fotoelektronlar 6,6 *V* teskari potensial bilan, $4{,}6\cdot10^{15}$ sek^{-1} chastotali yorug'lik bilan ajralib chiqadigan fotoelektronlar 16,5 *V* teskari potensial bilan butunlay tutilsa, Plank doimiysi *h* aniqlansin.

19.20. Vakuum fotoelement markaziy katod – volfram shar bilan anod – ichki sirtiga kumush yogurtirilgan kolbadan iborat. Elektrodlar orasidagi kontakt potensiallar ayirmasi son jihatidan U_0=0,6 *V* ga teng bo'lib, uchib chiqayotgan elektronlarni tezlashtiradi. Fotoelement to'lqin uzunligi $\lambda=2{,}3\cdot10^{-7}$ *m* ga teng bo'lgan yorug'lik bilan yoritiladi. 1) Fototok nolga qadar tushishi uchun elektrodlar orasiga qanday tutuvchi potensiallar ayirmasi berilishi kerak? 2) Katod bilan anod orasiga tashqi potensiallar ayirmasi berilmasa fotoelektronlar anodga qadar uchib borganida qanday tezlikka erishadi?

19.21. Oldingi masalada fotoelement elektrodlari orasiga 1*V* tutuvchi potensiallar ayirmasi berilgan. Katodga tushayotgan yorug'lik λ to'lqin uzunligining qanday chegara qiymatida fotoeffekt hodisasi boshlanadi?



65-rasm

19.22. 65-rasmda P.N.Lebedevning yorug'lik bosimini o'lchashda o'tkazgan tajribalarida ishlatgan asbobining bir qismi ko'rsatilgan. Ingichka ipga osilgan shisha krestovina havosi so'rib olingan idishga tushirilgan. Krestovinaning uchlariga platina zaridan yasalgan ikkita engil doiracha yopishtirilgan. Doirachaning biri qoraga bo'yalgan, ikkinchisi yaltiroqliligicha qoldirilgan. Yorug'likni doirachalardan biriga yo'naltirib va ipning burilish burchagini o'lchab (hisob boshi uchun S ko'zgucha xizmat qiladi), yorug'lik bosimi kattaligini aniqlash mumkin. 1) Yorug'lik bosimining kattaligi, 2) yoy lampa bilan yaltiroq doiracha yoritilganda ko'zguchadan 1200 *mm* uzoqlashtirilgan shkalada shulaning og'ishi 76 *mm* bo'lsa, lampadan 1 sek da doirachaning 1sm^2 sirtiga tushayotgan energiya miqdori topilsin. Doirachalarning diametri 5 *mm*. Doiracha markazidan aylanish o'qigasha bo'lgan masofa 9,2 *mm*. Yorug'likning yaltiroq doirachadan qaytish koeffitsiyenti 0,5. Ip buralishi momentining ($M=k\alpha$) doimiysi $k=2{,}2\cdot10^{-4}$ dn·sm/rad.

19.23. P.N. Lebedev tajribalaridan birida qoraga bo'yalgan doirachaga yorug'lik tushganida ($\rho=0$) ipning burilish burchagi 10′ bo'lgan. 1) Yorug'lik bosimi kattaligini, 2) tushayotgan yorug'lik quvvatini toping. Asbobga tegishli ma'lumotlarni bundan avvalgi masala shartlaridan oling.

19.24. P.N. Lebedev tajribalaridan birida doirachaga tushayotgan monoxromatik yorug'likning ($\lambda=5{,}6\cdot10^{-5}$ *cm*) quvvati 0,5 *j/min* ga teng bo'lgan. 1) Parrakchaning 1 cm^2 sirtiga 1 *sek* da tushgan fotonlar sonini; 2) 1 *sek* da doirachaning 1 sm^2 sirtiga berilgan kuch impulsini toping. a) $\rho=0$, b) $\rho=0{,}5$ va v) $\rho=1$ hollar uchun impuls kattaligini toping. Asbobga tegishli ma'lumotlarni 19.22. masala shartlaridan olasiz.

19.25. Rus astronomi F.A. Bredixin kometa dumlarining shakli Quyosh nurlarining bosimidan vujudga keladi deb tushuntirdi. 1) Quyoshdan Yergacha bo'lgan masofaga teng uzoqlikka joylashtirilgan absolyut qora jismga tushgan Quyosh nurlarining bosimi topilsin. 2) Agar shunday masofadagi kometa dumidagi zarrachani Quyosh nurlarining bosim kuchi Quyoshning tortish kuchi bilan muvozanatlashtiradigan bo'lsa, mazkur zarracha massasi qanday bo'lishi kerak? O'ziga tushayotgan barcha nurlarni qaytaruvchi zarracha yuzini $0{,}5\cdot10^{-8}cm^2$ ga va Quyosh doimiysining kattaligini 8,21 $j/min\cdot sm^2$ga teng deb hisoblansin.

19.26. Yuz vattli yelektr lampochka devoriga beradigan yorug'lik bosimi topilsin. Lampochka kolbasi radiusi 5 *sm* cferik idishdan iborat. Lampochka devori o'ziga tushgan yorug'likning 10% ini qaytaradi. Iste'mol qilingan barcha quvvat nurlanishga sarflanadi deb hisoblansin.

19.27. $100cm^2$ sirtga har minutda 63*j* yorug'lik energiyasi tushadi. 1) Sirt hamma nurlarni batamom qaytaradigan va 2)o'ziga tushuvchi hamma nurlarni batamom yutadigan hollar uchun yorug'lik bosimi kattaligini toping.

19.28. Monoxromatik yorug'lik dastasi ($\lambda=4900$ A^0) sirtga normal tushib, unga $5\cdot10^{-7}kG/m^2$ teng bosim beradi. Shu sirt birligiga har sekundda qancha kvant yorug'lik tushadi? Yorug'likning qaytish koeffitsiyenti $\rho=0{,}25$.

19.29. $\lambda_0=0{,}708$Å to'lqin uzunlikli rentgen nurlari parafinda kompton hodisasi bo'yicha sochiladi. 1) $\frac{\pi}{2}$ 2)π yo'nalishlarda sochilgan rentgen nurlarining to'lqin uzunligi topilsin.

19.30. Grafit rentgen nurlarini 60^0 burchak bilan sochsa (to'lqin uzunligi $2{,}54\cdot10^{-9}$ sm,) kompton sochilishda rentgen nurlarining to'lqin uzunligi qanday bo'lgan?

19.31. To'lqin uzunligi $\lambda=0{,}2$Å bo'lgan rentgen nurlari 90^0 burchak bilan kompton hodisasi bo'yicha sochiladi. 1)Rentgen nurlari sochilganda to'lqin uzunligining o'zgarishini, 2)tepkili elktron energiyasini, 3)tepkili elektron harakat miqdorini toping.

19.32. Kompton hodisasida tushayotgan foton energiyasi sochilgan foton bilan tepkili elektron o'rtasida baravar taqsimlanadi. Sochilish burchagi $\frac{\pi}{2}$. Sochilgan foton energiyasini va harakat miqdorini toping.

19.33. Rentgen nurlari energiyasi 0,6 *Mev*. Kompton sochilishidan keyin rentgen nurlarining to'lqin uzunligi 20% ga o'zgargan bo'lsa, tepkili elektron energiyasini toping.

19.34. 1)1v va 2) 100v potensiallar ayirmasidan o'tgan elektronlar uchun de Broyl to'lqin uzunligi topilsin.

19.35. Yoqoridagi masalani protonlar dastasi uchun hal qiling.

19.36. 1) 10^8 *sm/sek* tezlikda uchayotgan elektron uchun; 2) 300^0K haroratda o'rtacha kvadrat tezlikka baravar tezlikda harakatlanayotgan vodorod atomi uchun; 3) 1 *sm/sek* tezlikda harakatlanayotgan 1 *g* massali shar uchun de Broyl to'lqin uzunligini toping.

19.37. Kinetik yergiyasi: 1) 10*kev*, 2) 1*Mev* bo'lgan elektron uchun de Broyl to'lqin uzunligini toping.

19.38. 200v potensiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan zaryadli zarracha 0,0202Å ga teng de Broyl to'lqin uzunligiga ega. Zarracha zaryadi son jihatdan elektron zaryadiga teng bo'lsa, shu zarrachaning massasini toping.

19.39. Quyidagi tezliklar: 1) $2\cdot10^8$ *m/sek*, 2) $2{,}2\cdot10^8$ *m/sek*, 3) $2{,}4\cdot10^8$ *m/sek*,
4)$2{,}6\cdot10^8$ *m/sek*, 5) $2{,}8\cdot10$ *m/sek* uchun (υ tezlikka bog'liq) elektronning de Broyl to'lqin uzunligi qiymatlari jadvalini tuzing.

19.40. α – zarracha kuchlanganligi 250 e bo'lgan bir jinsli magnit maydonida 0,83 *sm* radiusli aylana bo'yicha harakat qiladi. Shu α – zarracha uchun de Broyl to'lqin uzunligini toping.

19.41. 20^0C tempuraturada ko'proq ehtimol tezlikda harakat qilayotgan vodorod atomi uchun de Broyl to'lqin uzunligini toping.

20-§ Bor atomi. Rentgen nurlari

Borning birinchi postulatiga ko'ra elektron yadro atrofida radiuslari quyidagi munosabatni qanoatlantiradigan muayyan orbitalar bo'yichagina harakat qilishi mumkin:

$$m\vartheta_k r_k = k\frac{h}{2\pi},$$

bunda m – elektron massasi, υ_k – yning k – orbitadagi tezligi, r_k – shu orbitaning radiusi, h – Plank doiymiysi va k – ixtiyoriy butun son (kvant soni).

Borning ikkinchi postulatiga ko'ra elektroning bir opbitadan ikkinchi orbitaga o'tishiga muvofiq keluvchi nurlanish chastotasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$h\vartheta = W_n - W_k.$$

bunda k va n – orbita nomerlar (n>k), W_k va W_n – shularga muvofiq keluvchi elektron energiyasining qiymatlar.

Vodorod spektri chiziqlariga muvofiq keluvchi chastota υ yok to'lqin uzunligi λ ni topishga imkon beruvchi formula quydagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\upsilon = \frac{c}{\lambda} = Rc\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

bunda k va n – orbitalarning nomerlari c – yorug'likning bo'shliqdagi tezligi R – Ridberg doimiysi

$$R = \frac{e^4 m}{8\varepsilon_0{}^2 h^2 c} = 1{,}097 \cdot 10^7\, m^{-1}$$

bunda e – elektron zaryadi, m – uning massasi, h – Plank doimiysi va ε_0 – elektr doiymiysi. Vodorodsimon ionlarning υ chastotasi yoki λ to'lqin uzunligini topishga imkon beruvchi formula quyidagi ko'rinishda:

$$\upsilon = \frac{c}{\lambda} = RcZ^2\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

bunda Z – elementning tartib nomeri.

Rentgen nurlari difraktsiyasida Vulf – Bregg tenglamasi o'rinli bo'ladi:

$$2d \sin\varphi = m\lambda \quad (m=0,1,2,\ldots..)$$

bunda d – kristallning atom tekisliklari o'rtasidagi masofa va φ- rentgen nurlari dastasi bilan kristall sirti orasidagi burchak.

Tutash rentgen spektrining qisqa to'lqinli chegarasi υ_0 quyidagi munosabatdan topilishi mumkin:

$$h\upsilon_0 = eU$$

bunda U- rentgen trubkasiga berilgan potensiallar ayirmasi.

Rentgen xarakteristik (qattiq yoki yumshoq) nurlarining to'lqin uzunliklari Mozli formulasi bilan topilishi mumkin:

$$\upsilon = \frac{c}{\lambda} = Rc(Z-b)^2\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right),$$

bunda Z – antikatod yasalgan elementning tartib nomeri va b-«ekranlash doimiysi». So'nggi formula bunday yozilishi ham mumkin:

$$\sqrt{\upsilon} = a(Z-b),$$

bunda

$$a = \sqrt{Rc\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right)}.$$

Qalinlingi x plastinkadan o'tgan rentgen nurlari dastasining intensivligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$I=I_0e^{-\mu x},$$

bunda, I_0-plastinkaga tushuvchi dastaning intensivligi va μ – yutilishning chiziqli koeffitsiyenti. Yutilish koeffitsiyenti μ rentgen nurlari to'lqin uzunligiga va modda zichligiga bog'liq. Yutilishning massa koeffitsiyenti μ_M chiziqli koeffitsiyent μ ga $\mu_M = \frac{\mu}{p}$ munosabatda bo'g'langan, bunda ρ – material zichligi.

Turli moddalar bilan rentgen nurlarining yutilishini "yarim kuchsizlanish qatlami" bilan, ya'ni tushayotgan nurlar intensivligini ikki baravar kamaytiruvchi plastinka qalinligi bilan xarakterlash mumkin.

20.1. 1)Vodorod atomidagi birinchi uchta bor elektron orbitalarining radiuslarini, 2) ulardagi elektron tezligini toping.

20.2. Birinchi bor opbitasidagi elektronning kinetik, potensial va to'la energiyasi son qiymatini toping.

20.3. Vodorod atomidagi *n*–orbitasida turgan elektronning kinetik energiyasini hisoblab chiqaring. Masalani n=1,2,3, va ∞ uchun hal qiling.

20.4. 1) Birinchi bor orbitasidagi vodorod atomi elektronining aylanish davrini; 2) uning burchak tezligini toping.

20.5. Spektrning ko'rinadigan sohasidagi vodorod spectral chiziqlarining eng kichik va eng katta to'lqin uzunliklarini toping.

20.6. 1) Vodorod spektrining ultrabinafsha seriyasidagi eng katta to'lqin uzunligini toping, 2)elektron urilishidan vodorod atomlari g'alayonlanishida chiziq paydo bo'lishi uchun elektronlar qanday eng kichik tezlikka ega bo'lishi kerak?

20.7. Vodorod atomining ionlanish potensialini aniqlang.

20.8. Vodorod atomining dastlabki g'alayonlanish potensialini aniqlang.

20.9. 1) Vodorod atomlari elektronlar urilishidan g'alayonlanishda vodorod spektri seriyalarining barcha chiziqlari paydo bo'lishi uchun bu elektronlar qancha eng kichik energiyaga (elektron–volt hisobida) ega bo'lishi kerak? 2) bu elektronlar qanday eng kichik tezlikka ega bo'lishi kerak?

20.10. Vodorod atomlari elektronlar urilishidan g'alayonlanishida vodorod spektri faqat bitta spektral chiziqqa ega bo'lishi uchun bombardimon qiluvchi elektronlarning energiyasi qanday chegarada bo'lishi kerak?

20.11. Vodorod atomlari elktronlar urilishidan g'alayonlanichida vodorod spektri uchta spektral chiziqlarga ega bo'lishi uchun bu elektronlar (elektron – volt hisobida) qanday eng kichik energiyaga ega bo'lishi kerak? Bu liniyalarning to'lqin uzunligini toping.

20.12. Vodorod atomlari monoxromatik yorug'lik kvantlardan g'alayonlanishida uchta spektral chiziq kuzatilgan bo'lsa, bu yorug'likning to'lqin uzunliklari qanday chegarada yotishi kerak?

20.13. To'lqin uzunligi λ=4860Å bo'lgan foton atomni nurlantirganida vodorod atomida elektronning kinetik energiyasi qanchaga o'zgargan?

20.14. Vodorod atomlari monoxromatik yorug'lik kvantlari bilan g'alayonlanishida elektronnig orbita radiusi 9 marta kattalashish uchun bu yorug'lik to'lqin uzunligi qanday chegarada yotishi kerak?

20.15. Difraksion panjaraga atomlar vodorod to'lg'azilgan pazryad trubasidan yorug'lik dastasi normal tushib turibdi. Panjara doimiysi $5\cdot10^{-4}cm$. Bu panjara yordamida beshinchi tartib spektrda 41^0 burchak bilan kuzatiladigan spektral chiziq elektronning qanday o'tishiga muvofiq keladi?

20.16. Vodorod atomida birinchi bor orbitasida harakatlanadigan elektron uchun de Broyl to'lqin uzunligini toping.

20.17. 1) Bir karra ionlashgan geliy uchun birinchi bor elektron orbitasi radiysini, 2) undagi elektron tezligini toping.

20.18. 1) Bir karra ionlashgan geliy, 2)ikki karra ionlashgan litiyning birinchi g'alayonlanish potensialini toping.

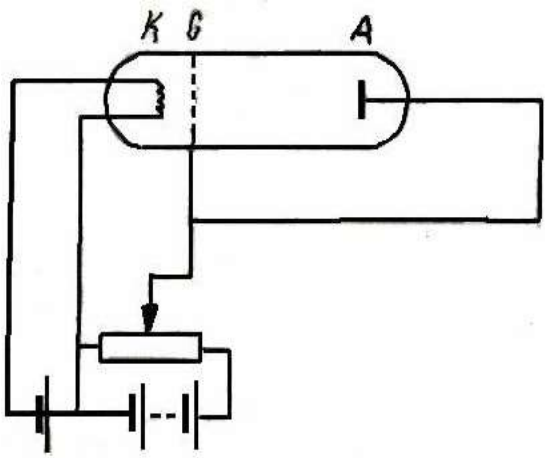
20.19. 1) Bir karra ionlashgan geliy va 2) ikki karra ionlashgan litiyning ionlanish potensialini toping.

20.20. Bir karra ionlashgan geliy atomida elektronning ikkinchi bor orbitasidan birinchi bor orbitasiga o'tishiga muvofiq keluvchi fotonning to'lqin uzunligini toping.

20.21. Oldingi masala litiyning ikki karra ionlashgan atom uchun hal qilinsin.

20.22. Elektrpon atomning bir orbitasidan ikkinchi orbitasiga o'tganda natriyning D–chizig'i nurlanadi. Bunda atom energiyasi $3{,}37\cdot10^{-19}$ *J* ga kamayadi. Natriy D – chizig'ining to'lqin uzunligi aniqlansin.

20.23. 66-rasm Natriyning rezonans potensialini aniqlaydigan asbob sxemasi tasvirlangan. Trubkada natriy bug'i bor. Elektrodlar G va A birday potensialga ega. To'lqin uzunligi 5890Å li spektral chiziq K katod bilan G to'r o'rtasida potensiallar ayirmasi qanday bo'lganda kuzatiladi?

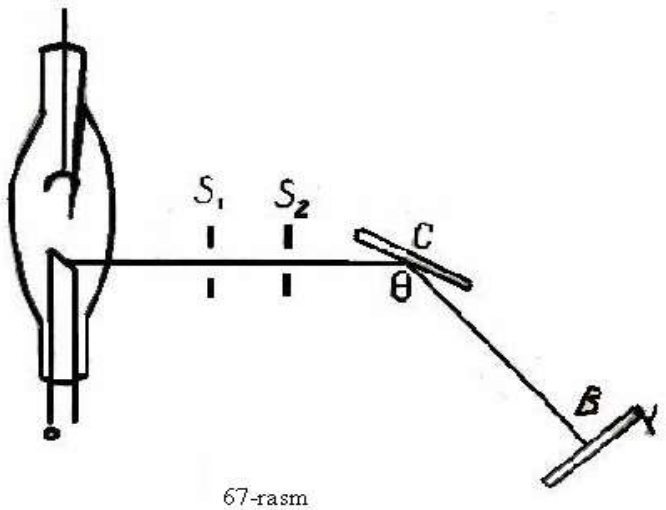


66-rasm

20.24. Elektron 4,9 *V* potensiallar ayirmasidan o'tgach, simob atomi bilan to'qnashib,uni birinchi g'alayonlangan holatga o'tkazadi. Simob atomining normal holatga o'tishiga muvofiq keluvchi foton qanday to'lqin uzunlikka ega bo'ladi?

20.25. 67-rasm Rentgen nurlarining difraktsiyasini kuzatadigan eksperimental qurilma tasvirlangan. C kristall aylanganida to'lqin uzunligi Vulf – Breg tenglamasini qanoatlantiradigan nurgina fotografiya plastinkasi B da qayd qilinadi. Rentgen nurlari dastasi bilan kristall tekisligi o'rtasidagi burchak qanchalik kichik bo'lganda 0,2Å to'lqin uzunlikli rentgen nurlari qaytgan? Kristall panjarasining doimiysi 3,03 Å ga teng.

20.26. Tosh tuzining bir kilomol og'iriligi va zichligi (ρ=2,2*g/sm*^{3}) ma'lum bo'lsa, panjarasining doimiysi topilsin. Tosh tuzi kristallari oddiy kub strukturaga ega.



67-rasm

20.27. Plank doimiysi h ni rentgen nurlari yordamida eksperimental yo'l bilan aniqlashda kristall ma'lum θ burchak ostida o'rnatiladi. Rentngen trukasiga berilgan potensiallar ayirmasi esa mazkur burchakka mos chiziqlar paydo bo'lguncha orttiriladi. Quyidagi ma'lumotlar bo'yicha Plank doimiysi topilsin: tosh tuz kristali 14^0 burchak ostida o'rnatilgan; mana shu burchakka mos keluvchi chiziq birinchi marta paydo bo'lganda potensiallar ayirmasi 9100 *V* bo'lgan. Krisstall panjarasining doimiysi 2,81Å.

20.28. Rentngen trubkasi elektrodlariga 60 *kV* potensiallar ayirmasi berilgan. Bu trubkadan olingan pentgen nurlarining eng kichik tolqin uzunligi 0,194Å ga teng. Bu ma'lumotlardan Plank doiymiysi topilsin.

20.29. Rentgen trubkasiga 1)30 *kV*, 2)40 *kV* va 3)50 *kV* potensiallar ayrimasi berilgan. Uzluksiz retgen spektrining qisqa to'lqin chegarasi topilsin.

20.30. Rentgen trubkasiga berilgan kuchlanishning 23 *kV* ga kamayishi izlanayotgan to'lqin uzunlikni 2 marta orttirishi ma'lum bo'lsa, uzluksiz rentgen spektrining qisqa to'lin chegarasi topilsin.

20.31. Radiy C chiqargan γ-nurlanish to'lqin uzunligi 0,016Å. Shunday to'lqin uzunlikl rentgen nurlarini olish uchun rentgen trubkasiga qanday ponentsiallar ayirmasi berilishi kerak?

20.32. Antikatod materiali sifatida 1)mis, 2)kumush, 3)volfram va 4) platina olingan bo'lsa, K- seriyadagi barcha chiziqlarni olish uchun rentgen trubkasiga eng kichik qancha kuchlanish berilishi kerak?

20.33. Mozli formulasi xarakteristik rentgen nurlari chastotasi bilan antikaod yasalgan elementning tartib nomeri o'rtasidagi bog'lanishini etarlicha aniqlik bilan beradi deb hisoblab, 1)temir, 2)mis, 3)molibden, 4)kumush, 5)tantal, 6)volfram va 7)platinadan qilingan antikatodli trubka beradigan K-

seriya rentgen nurlarining eng katta to'lqin uzunligi topilsin. K- seriya uchun ekranlash doimiysi birga teng.

20.34. Agar volfram atomidagi elektron M-qatlamdan L-qatlamga o'tayotganida λ=1,43Å to'lqin uzunlikli rentgen nurlari chiqarsa, L–seriya rentgen nurlari uchun ekranlash doimiysini toping.

20.35. Atomdagi elektron L–qatlamdan K–qatlamga o'tayotganida 0,788Å to'lqin uzunlikli rentgen nurlarini chiqaradi. Bu qanday atom? K–seriya uchun ekranlash doimiysi birga teng.

20.36. Muayan *V* hajmdagi havoni rentgen nurlari bilan nurlantirilgan. Nurlanish dozasi 4,5 *r*. Mazkur hajmdagi atomlarning qancha ulushi bu nurlanish bilan ionlashganligini toping.

20.37. Rentgen trubkasi muayyan masofada quvvati $2{,}58 \times 10^{-5}$ *a/kg* bo'lgan dozani hosil qiladi. Shu masofada mazkur trubka bir gramm havoda bir sekunddan qancha juft ion hosil qiladi?

20.38. 6 sm^3 hajmli ionizatsiya kamerasidagi normal sharoitdagi havoni rentgen nurlari bilan nurlantirilgan. Rentgen nurlari dozasining quvvati 0,48 *mr/soat*. Ionlashishning to'yinish tokini toping.

20.39. Muayyan to'lqin uzunlikdagi rentgen nurlarining yarim kuchsizlanishi uchun alyuminiyning qalinligini toping. Bu to'lqin uzunlik uchun alyuminiyning massali yutilish koeffitsiyenti 5,3m^2/kg.

20.40. 0,2Å to'lqin uzunlikli rentgen nurklari 0,15*mm* qalinlikdagi temir qatlamidan o'tganida intensivligi necha baravar kamayadi? Bu to'lqin uzunlik uchun temirning massali yutilish koeffitsiyenti 1,1m^2/kg.

20.41. Bundan avvalgi masala shartlaridan temirning rentgen nurlarining yarmi kuchsizlanishi uchun temir qatlam qalinliginu toping.

20.42. Quyidagi jadvalda 1 *MeV* energiyali rentgen nurlarini yarm kuchsizlantiruvchi ba'zi materiallarning qalinligi qiymatlari berilgan. 1) Rentgen nurlarining mazkur ergiyasi uchun bu materiallarning chiziqli va massali yutilishi koeffitsiyentlarini toping. 2) Mazkur ma'lumotlar qanday to'lqin uzunlikli rentgen nurlari uchun olinganligini ko'rsating.

Modda	Suv	Alyuminiy	Temir	Qo'rg'oshin
x,sm	10,2	4,5	1,56	0,87

20.43. Rentgen nurlari intensivligini 80 marta kamaytirish uchun yarim kuchsizlantiruvchi qatlam qancha bo'ladi?

21 –§ Radioaktivlik

dt vaqt ichida parchalanuvchi radioaktiv moddalarning atomlar miqdori mavjud atomlar miqdoriga proportsional bo'lib, quyidagi nisbat bilan aniqlanad:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N,$$

bunda λ – radioaktiv parchalanish doimiysi. Tenglamani integrallasak,

$$N=N_1e^{-\lambda t}$$

bunda N_1, t=0 vaqtda mavjud atomlar soni, N–t vaqt o'tgandan keyingi ularning soni.

Yarim emirilish davri T va parchalanish doimiysi quyidagi nisbatda bog'langan:

$$T = \frac{In2}{\lambda}$$

Parchalanish doimiysiga teskari miqdor $\tau = \frac{1}{\lambda}$ radioaktiv atomning o'rtacha yashash vaqti deb ataladi.

Agar A radioktiv preparatning biror miqdori berk idishga joylashtirilgan bo'lsa, A modda parchalanganida yana radioktiv B preparat hosil bo'ladi, *t* vaqt o'tgandan kiyin idishda B modda miqdori quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N_B = N_{1A}\frac{\lambda_A}{\lambda_B - \lambda_A}(e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t}).$$

bunda N_{1A}, t=0 vaqtdagi A preparatning miqdori, $\lambda_A$va λ_B – A va B preparatlarning tegishlicha parchalanish doimiysi. Agar A preparatning yarim emirilish davri B preparatning yarim emirilish davridan ancha katta bo'lsa, oxirgi formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$N_B = N_{1A}\frac{\lambda_A}{\lambda_B}(1 - e^{-\lambda_A t})$$

Radioaktiv muvozanatda $\frac{N_A}{N_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$.

Radioaktiv preparatning solishtirma aktivligi parchalanayotgan modda massa biriligida bir sekunddagi parchalanish akti sonlari bilan aniqlanadi.

21.1. 1 Million poloniy atomidan bir sutkada qanchasi parchalanadi?

21.2. 1 Million radiy (radon)ning emanatsiyasi atomidan bir sutkada qanchasi parchalanadi?

21.3. 1g radiyning 1 *sek* dagi parchalanish soni topilsin.

21.4. Aktivligi 1 *kyuri* radonning massasi topilsin.

21.5. Aktivligi $3{,}7\cdot10^{10}$ *parcha /sek* ga teng $_{84}Po^{210}$ poloniy miqdori topilsin.

21.6. Radon atom soni 1 sutkada 18,2% kamaysa, radonning parchalanish doimiysini toping.

21.7. 1) Uran $_{92}U^{235}$ va 2) radon $_{86}Rn^{222}$ larning solishtirma aktivligini toping.

21.8. Geyger – Myuller ionizatsiya schyotchiklarida radioaktiv preparat bo'lmaganda ham ma'lum "fon" bo'ladi. Shu fon kosmik nurlanishlardan yoki radioaktiv ifloslikdan vujudga kelgan bo'lishi mumkin. 5 *sek* da schyotchikda bir marta impuls beruvchi fon qancha radon miqdoriga muvofiq keladi?

21.9. Muayyan radioaktiv preparatning parchalanish tezligi ionizatsiya schyotchigi yordamida tadqiq etilmoqda. Boshlang'ich paytda schyotchik 10 *sek* da 75 marta impuls beradi. $\frac{T}{2}$*sek* vaqt o'tganidan so'ng schyochik 10 *sek* ichida necha marta impuls beradi? T>>10 *sek* deb hisoblansin.

20.10. Muayyan radioktiv preparatning parchalanish soni $\lambda=1{,}44\cdot10^{-3}c^{-1}$. Oradan qancha vaqt o'tgandan so'ng dastlabki atom miqdorining 75% i parchalanadi?

20.11. Tabiiy uran uch xil izotoplarning $_{92}U^{234}$, $_{92}U^{235}$, $_{92}U^{238}$ aralashmasidan iborat. $_{92}U^{234}$ uranning miqdori nihoyatda oz (0,006%), $_{92}U^{235}$ hissasiga 0,71% to'g'ri keladi, qolgan massani (99,28%) $_{92}U^{238}$ uran tashkil qiladi. Mazkur izotoplarning yarim emirilish davrlari tegishlicha $2{,}5\cdot10^5$ yil $7{,}1\cdot10^8$ yil va $4{,}5\cdot10^9$ yil. Har bir izotopning tabiiy uran umumiy radioaktivligiga kirituvchi radioaktivlik protsent ulushini hisoblab chiqaring.

21.12. Radioaktiv parachanishda radiy atomi yadrosidan uchib chuquvchi α–zarrachaning kinetik energiyasi 4,78*Mev*. 1) α – zarracha tezligi, 2) α – zarracha uchib chiqayotganda ajraluvchi to'la energiyani toping.

21.13. 1 *kyuri* dozali radon: 1) bir soatda va 2) o'rtacha yashash vaqtida qancha issiqlik miqdori ajratadi? Radondan uchib chiquvchi α–zarrachaning kinetik energiyasi 5,5 *Mev*.

21.14. 1g $_{92}U^{238}$ uran parchalanish mahsulotlari bilan muvozanatda $1{,}07\cdot10^{-7}$ *vt* quvvat chiqaradi. Uran atomlarining o'rtacha yashash vaqtida bir gram atom uran chiqargan issiqlikning to'la miqdori topilsin.

21.15. Bir soatda 1g radiydan hosil bo'lgan radonning aktivligi nimaga teng?

21.16. Bir yilda 1g radiyning parchalanishidan hosil bo'lgan geliy miqdori normal sharoitda 0,043 cm^3 hajimni egallaydi. Bulardan Avogadro sonini toping.

21.17. Berk idish (ampula)ga 1,5g radiyli preparat joylashtirilgan. $t=\frac{T}{2}$ vaqtdan keyin bu ampulada qancha miqdorda radon to'planadi? Bunda T – radoning yarim emirilish davri.

21.18. Berk idishga biror miqdor radiy joylashtirilgan. 1) Bu idishdagi N radon atomlarining soni qancha vaqtdan so'ng radiyning bu idishdagi radon bilan radioaktiv muvozanatiga muvofiq keladigan N′ radon atomlari sonidan 10% ga farq qiladi? 2) $0 \le t \le 6T$ intervalda vaqtga nisbatan $\frac{N}{N'}$ bog'lanishni beruvchi egri chiziqni chizing. Abstsissa o'qi deb vaqt birligi uchun radonning yarim emirilish davri *T* ni qabul qiling.

21.19. Bo'sh idishga biror miqdor N' radon joylashtirilgan. 1) $0 \le t \le 20$ sutka intervalda har ikki sutkada idishdagi radon miqdorining $\frac{N}{N'}$ vaqtga bog'lanish egri chizig'ni chizing. Radon uchun λ=0,181 sutka^{-1}. 2) Bu egri chiziq $\frac{N}{N'} = f(t)$ dan radoning yarim emirilish davrini toping.

21.20. Quyidagi jadvalda biror radioaktiv element *a* aktivligining *t* vaqtga bog'liqligining o'lchash natijalari keltirilgan:

t.c	0	3	6	9	12	15
A, mkyuri	21,6	12,6	7,6	4,2	2,4	1,8

Bu elementning yarim emirilish davrini toping.

21.21. 400*mkyuri* aktivlikli radon ampulaga joylashtirilgan. Ampula to'ldirilgandan keyin qancha vaqt o'tgach radon $2{,}22 \cdot 10^9$ *parch / sek* ni beradi.

21.22. Uran rudasidagi qo'rg'oshin uranning qator emirilishining so'nggi mahsuloti bo'lganligidan rudadagi uran miqdorining qo'rg'oshin miqdoriga nisbatidan rudaning yoshini aniqlash mumkin. Bu rudada 1kg $_{92}U^{238}$ uranga 320*g* qo'rg'oshin to'g'ri kelsa, uran rudasining yoshini aniqlang.

21.23. Radiy va uranning yarim emirilish davrlari ma'lum bo'lsa, tabiiy uran rudasidagi bitta radiy atomiga nechta uran atomi to'g'ri kelishini toping.

K o' r s a t m a. Tabiiy uran radioaktivligi asosan $_{92}U^{238}$ izotopiga bog'liq ekanligi nazarda tutilsin.

21.24. Tarkibida 42% sof uran bo'lgan qancha rudadan 1g radiy olish mumkin?

21.25. Radiy preperatidan α–zarrachalar $1{,}5 \cdot 10^4$*km/sek* tezlikda uchib chiqib, fluorestsentsiyanuvchi ekranga borib uriladi. Ekran 1*sham* ga 0,25 V*t* iste'mol qiladi deb, 1*mkg* radiy chiqargan barcha α–zarrachalar ekranga tushsa, ekranning yorug'lik kuchini toping.

21.26. Bu izotopning yashash vaqtida radioaktiv izotop dastlabki miqdorining qancha ulushi parchalandi?

21.27. 1*mkg* poloniy $_{64}P^{210}$ aktivligini toping.

21.28. Sun'iy yo'l bilan olingan strontsiy $_{38}Sr^{90}$ radioktiv izotopining solishtirma aktivligini toping.

21.29. 10*mg* radioaktiv izotop $_{20}Ca^{45}$ ga 30*mg* radioaktivmas izotop $_{20}Ca^{40}$ aralashtirilgan. Preparatning solishtirma aktivligi qanchaga kamaygan?

21.30. 10 sutkadan so'ng parchalangan atomlar sonining parchalanmagan atomlar soniga nisbati 50% bo'lishi uchun 5*mg* radioaktivmas izotop $_{83}Bi^{209}$ ga qancha radioaktiv izotop $_{83}Bi^{210}$ aralashtirish kerak? $_{83}Bi^{210}$ parachalanish doimiysi λ=0,14 sutka^{-1}.

21.31. To'rtta α–parchalanishdan va ikkita β–parchalanishdan so'ng $_{90}Th^{232}$ dan qancha izotop hosil bo'ladi?

21.32. Uchta α–parchalanish va ikkita β–parchalanishdan so'ng $_{92}U^{238}$ dan qanday izotop hosil bo'ladi?

21.33. Ikkita β–parchalanish va bitta α–parchalanishdan so'ng $_{92}U^{239}$ dan qanday izotop hosil bo'ladi?

21.34. Bitta β–parchalanish va bitta α–parchalanishdan so'ng $_{3}Li^{8}$ radioaktiv izotopdan qanday izotop hosil bo'ladi?

21.35. To'rtta β–parchalanishdan so'ng $_{51}Sb^{133}$ surma radioaktiv izotopidan qanday izotop hosil bo'ladi?

21.36. Radioaktiv parchalanish $_{84}Po^{214}$ poloniy atomi yadrosidan uchib chiqqan α–zarracha kinetik energiyasi 7,68 *Mev*. 1) α–zarrachaning tezligini, 2) α–zarracha uchib chiqayotganda ajralgan to'la energiyani, 3) havoda bir juft ion hosil bo'lishi uchun W_0=34 *eV* energiya talab qilinadi deb α–zarracha hosil qilgan juft ionlar sonini, 4) 1*mkkyori* dozali poloniy chiqargan barcha zarrachalarning ionizatsiya kamerasida hosil qilingan toyinish tokini toping.

22- §Yadro reaksiyalari

Har qanday izotop yadrosining bog'lanish energiyasi quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$\Delta W=c^2\Delta M,$$

bunda ΔM–yadroni tashil etuvchi zarrachalar massalari bilan yadroning o'z massasi o'rtasidagi farq. Demak,

$$\Delta M=ZM_p+(M-Z)M_n-M_{ya} \qquad (1)$$

bunda Z–izotopning tartib nomeri, M–massa soni, M_p–proton massasi, M_n–neytron massasi va M_{ya}–izotop yadrosining massasi.M_{ya}= M_A – Zm bo'lganligidan (bunda M_A–izotop massasi va m–elektron massasi) bundan avvalgi tenglamani quyidagiga almashtirsa bo'ladi:

$$\Delta M = ZM_{_1H^1} + (M - Z)M_H - M_A \qquad (2)$$

Bunda $M_{1H}{}^1$ - $_1H^1$ vodorod izotopi massasi va M_A maskur izotop massasi.

Yadro reaktsiyasidagi energiya o'zgarishi quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$\Delta W=c^2(\sum M_1 - \sum M_2) \quad (3)$$

bunda $\sum M_1$ -reaktsiyaga qadar bo'lgan zarrachalar massalarining yig'ndisi va $\sum M_2$ -reaktsiyadan keyin zarraqchalar massalarining yig'indisi.

$\sum M_1 > \sum M_2$ bo'lsa, reaktsiya energiya ajratish bilan boradi, $\sum M_1 < \sum M_2$ bo'lsa, reaktsiya energiya yutish bilan boradi. So'nggi formulaga yadro bog'lanish energiyasini hisoblab chiqarishdagi singari yadro massasini emas, balki izotop massasini qo'yishni qayd qilamiz, chunki qobiq elektronlari massasiga berilgan tuzatishlar turli ishorali bo'lib, ular chiqarib tashlangan.

22.1. Magniyning uchta izotopi: $_{12}Mg^{24}$, 2) $_{12}Mg^{25}$ va 3) $_{12}Mg^{26}$ yadrolari tarkibidagi proton va neytronlar sonini toping.

22.2. Litiy izotopi $_3Li^7$ yadrosining bog'lanish energiyasini toping.

22.3. Geliy $_2He^4$ atom yadrosining bog'lanish energiyasini toping.

22.4. Alyuminiy atom $_{13}Al^{27}$ yadrosining bog'lanish energiyasini toping.

22.5.1) $_1H^3$ va 2) $_2He^3$ yadrolarining bog'lanish energiyasini toping. Bu yadrolardan qaysi biri eng barqaror?

22.6. Kislorod atomi yadrosidagi $_8O^{16}$ bitta nuklonga to'g'ri keluvchi bog'lanish energiyasini toping.

22.7. Deyteriy yadrosining $_1H^2$ bog'lanish energiyasini toping.

22.8. 1) $_3Li^7$ 2) $_7N^{14}$ 3) $_{13}Al^{27}$ 4) $_{20}Ca^{40}$ 5)$_{29}Cu^{63}$ 6) $_{48}Cd^{113}$ 7) $_{80}Hg^{200}$ va 8)$_{92}U^{238}$ yadrolardagi bitta nuklonga to'g'ri keluvchi W_0 bog'lanish energiyasini toping. W_0= *f(M)* bog'lanish egri chizig'ni chizing, bunda M–massa soni.

22.9. $_3Li^7 + {}_1H^1 \rightarrow {}_2H^4 + {}_2He^4$ yadro reaktsiyasida ajraladigan energiyani toping.

22.10. $_7N^{14} + {}_2He^4 \rightarrow {}_1H^1 + {}_8O^{17}$ reaktsiyasida yutilgan energiyani toping.

22.11. 1) $_1H^2 + {}_1H^2 \rightarrow {}_1H^1 + {}_1H^3$

2) $_1H^2 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^3 + {}_0n^1$ yadro reaktsiyalarida ajraladigan energiyani toping.

22.12. Quyidagi termoyadro reaktsiyalarda ajraladigan energiyani toping.

1) $_1H^2 + {}_2He^3 \rightarrow {}_{1H}{}^1 + {}_2He^4$

2) $_3Li^6 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_2He^4$

3) $_3Li^6 + {}_1H^1 \rightarrow {}_2He^3 + {}_2He^4$

22.13. Bir gram litiyning to'la parchalanish $_3Li^7$ (ρ, α) reaktsiyasida ajraladigan butun issiqlikdan foydalanilsa, qancha miqdor suvni 0^0C dan qaynatguncha isitsa bo'ladi?

22.14. Quyidagi yadro reaktsiyalarida yetishmayotgan ishoralarni to'ldirib yozing.

1) $_{13}Al^{27}$(n, α) x;

2) $_9F^{19}$ (p, x) $_8O^{16}$

3) $_{25}Mn^{55}$ (x n) $_{26}Fe^{55}$

4) $_{13}Al^{27}$(α, p) x;

5) $_7N^{14}$ (n, x) $_6C^{14}$

6) x (p, α) $_{11}Na^{22}$

22.15. $_3Li^7+_1H^2\rightarrow_4Be^8+_0n^1$ reaktsiyasida ajraladigan energiyani toping.

22.16. $_4Be^9+_1H^2\rightarrow_5B^{10}+_0n^1$ reaktsiyada ajraladigan energiyani toping.

22.17. Azot izotopi $_7N^{14}$ neytrronlar bilan bombardimon qilinganida β–radioaktiv uglerod izotopi $_6C^{14}$ hosil bo'ladi. Ikkala reaktsiyaning tenglamalarini yozing .

22.18. Alyuminiy izotopi $_{13}Al^{27}$ α–zarrachalar bilan bombardimon qilinganda radioaktiv fosfor izotopi $_{15}P^{30}$ hosil bo'ladi, keyin bu izotop pozitron chiqarib parchalanadi. Ikkala reaktsiyaning tenglamalarini yozing. Olingan izotopning yarim emirilish davri 130 *sek* bo'lsa, bu izotopning solishtirma aktivligini toping.

22.19. $_{11}Na^{23}$ izotop deytonlar bilan bombardimon qilinganida β–radioaktiv izotop $_{11}N^{24}$ hosil bo'ladi. β–zarracha schyotchigi radioaktiv $_{11}Na^{24}$ preparat yaqiniga o'rnatilgan. Dastlabki o'lchashda schyotchik 1minutda 170 marta impuls bergan, bir sutkadan keyin esa 1munutda 56 marta impuls bergan. Ikkala reaktsiyaning tenglamalarini yozing. $_{11}Na^{24}$ izotopning yarim emirilish davrini toping.

22.20. $_{13}Al^{27}$ + $_2He^4\rightarrow_{14}Si^{30}+_1H^1$ reaktsiyada 1*g* alyuminiyning barcha yadrolari boshqa yadroga aylansa qancha energiya ajralib chiqadi? 2) Alyuminiy yadrolari 8 *MeV* energiyali α–zarrachalar bilan bombardimon qilinganida $2\cdot10^6$ zarrachadan bitta α–zarracha boshqa yadroga aylantirsa, bu reaktsiyaga qancha eyergiya sarflash kereak bo'ladi?

22.21. Litiy izotopi $_3Li^6$ deytonlar bilan bombardimon qilinganida ikkita α–zarracha hosil bo'ladi. Bunda 22,3 *MeV* energiya ajraladi. Deyton massasi va α–zarracha massasi ma'lum bo'lsa, litiy izotopi $_3Li^6$ massasini toping.

22.22. Quyidagi siklik reaktsiyada

$$_6C^{12}+_1H^1\rightarrow_7N^{13}\rightarrow_6C^{13}+_{+1}\lambda^7.$$

$$_6C^{13}+_1H^1\rightarrow_7N^{14}$$

$$_7C^{14}+_1H^1\rightarrow_8N^{15}\rightarrow_7C^{15}+_{+1}\lambda^0$$

$$_7N^{15}+_1H^1\rightarrow_6C^{12}+_2He^4,$$

vodoroddan geliy hosil bo'lish energiyasi Quyosh nurlanishi energiyaning manbai bo'ldi deb, har sekundda necha tonna vodorod geliyga aylanishini hisoblab chiqaring. Quyosh doimiysi 1,96 *kal/sm*^{2} *·min*. Vodorod Quyosh massasining 35 % ini tashkil etadi deb, Quyosh nurlarinishi o'zgarmasa, vodorod zapasi necha yilga etishini hisoblab chiqaring.

22.23. Deytonning γ–nurlar bilan parchalanish reaktsiyasi:

$$_1H^2+h\upsilon\rightarrow_1H^1+_0n^1$$

Quyidagi ma'lumotlar bo'yicha neytron massasini toping: γ–kvantlar energiyasi 2,66 *MeV* uchib chiqayotgan protonlarning vujudga keltirgan ionizatsiya energiyasi 0,22 *MeV* ga teng. Neytron energiyasini proton energiyasiga baravar deb olinsin. Deyton va proton massalarini ma'lum deb hisoblansin.

22.24. Fotonlar vujudga keltirgan quyidagi yadro reaktsiyalarda etishmayotgan ishoralarini to'ldirib yozing.

1) $_{13}Al^{27}(\gamma, x)\ _{12}Mg^{26}$:
2) $_{13}Al^{27}(\gamma, n)\ x$;
3) $_{29}Cu^{63}(\gamma, x)\ _{29}Cu^{62}$
4) $X(\gamma, n)\ _{74}W^{181}$

22.25. Radioaktiv izotoplar hosil bo'lish reaktsiyasi chiqishini ikki yoqlama: yo k_1 soni–yadro aylanishilari aktini bombardimon qiluvchi zarrachalar soniga nisbati bilan, yoki k_2 soni–olingan mahsulot aktivligininng nishonni bobbardimon qiluvchi zarralar soniga nisbati bilan xarakterlash mumkin k_1 va k_2 kattaliklar qanday o'zaro bog'langanligini toping.

22.26. $_3Li^7$ ni protonlar bilan bombardimon qilinganida berilliyning yarim yemirilish davri $4{,}67\cdot10^6$ *sek* bo'lgan radioaktiv izotopi $_4Be^7$ hosil bo'ladi. 1*mka·soat* umumiy zaryadli bombardimon qiluvchi protonlar olingan preparatning aktivligini 176 *mkkyuri* ga orttirsa bu reaktsiya uchun k_1 kattaligini toping (bundan olidingi masalaning shartiga qarang).

22.27. $_{26}Fe^{56}$ (p, n) yadro reaktsiyasi natijasida kobaltning yarm emirilish davri 80 sutkaga baravar radioaktiv izotopi hosil bo'ladi. Ikki soat 10*mka* tokda protonlar oqimi o'tganda $_{26}Fe^{56}$ dan nishonni nurlantirilganida $_{27}Co^{56}$ izotop aktivligi $5{,}2\cdot10^7$ *parch/sek* ni tashkil etsa, bu reaktsiyaning $k_1$chiqishini toping (22.25. masalaning shartiga qarang).

22.28. $_4Be^9$ berilliy kukuni va gazsimon radon to'ldirilgan trubkadan neytronlar manbai sifatida foydalaniladi, Radon α–zarrachalarning berilliy bilan reaktsiyasidan neytronlar paydo bo'ladi. 1) Heytronlarning olinish reaktsiysini yozing. 2) Manba tayyorlanganidan 5 sutka o'tganda bir *sek* da $1{,}2\cdot10^6$ neytron bersa, undagi radon miqdorini toping. Bunday reaktsiyaning chiqishi $\frac{1}{4000}$ ga teng, yan'ni 4000 dan faqat bitta α–zarrachagina reaktsiyani vujudga keltiradi.

22.29. Yoqoridagi masalada bayon qilingan trubkadan neytron manbai sifatida foydaniladi. 1 *kyuri* radondan chiqqan α–zarrachalar berilliy kukuniga tushib 1 *sek* da nechata neytron vujudga keltirishini toping. 4000 ta α–zarrachadan faqat bittasi reaktsiyani vujudga keltiradi deb hisoblansin.

22.30. $_6C^{11}$ uglerod radioktiv izotopining hosil bo'lish reaktsiyasi $_5B^{10}$ (d, n) ko'rinishida, bunda d–deyton–deyteriy yadrosi $_1H^2$ ishorasi. $_6C^{11}$ izotopning yarim emirilish davri 20 *min.* 1) Bu reaktsiyada qancha miqdor energiya ajraladi? 2) $k_1=10^{-8}$ bo'lsa, k^2 reaktsiya chiqishini toping.

22.31. $_7N^{14}$ (α, p) reaktsiyasida α–zarrachaning kinetik energiyasi W_a=7,7 *MeV*. Protonning kinetik energiyasi W_n=8,5 *MeV* ekanligi ma'lum bo'lsa, uning α–zarracha harakati yo'nalishiga nisbatan qanday burchak hosil qilib uchib chiqishini toping.

22.32. Litiy izotopi $_3Li^6$ deytonlar bilan bombardimon qilinganida ikkita α–zarrachalar hosil bo'lib, ular bombardimin qilayotgan deytonlarning tezlik yo'nalishiga nisbatan φ burchak hosil qilib simmetrik ravishda uchib chiqadi. 1) bombardimon qilayotgan deytonlarning energiyasi 0,2*Mev* bo'lsa, hosil bo'lgan α–zarrachalarning kinetik energiyasini toping 2) φ burchakni toping.

22.33. Tritiy yadrosi $_1H^3$ protonlar bilan bombardimon qilinganda geliy izotopi $_2He^3$ hosil bo'ladi. 1) Yadro reaktsiyasining tenglamasini yozing. 2) Bu reaktsiyada ajralgan energiyani toping. 3) Yadro reaktsiyasi "chegarasini", ya'ni mazkur reaktsiyani vujudga keltiradigan bombardimon qiluvchi zarracha energiyasining minimal qiymatini toping.

K o' r s a t m a. Bombardimon qiluvchi zarracha kinetik energiyaning chegara qiymatida reaktsiya natijasida vujudga keluvchi zarrachalarning nisbiy tezligi nolga teng dab olinsin.

22.34. $_7N^{14}$ (α, - p) yadro reaktsiyasi boshlangan energiya qiymatini toping.

22.35. $_3Li^7$ (p, n) yadro reaktsiyasi boshlangan energiya qiymatini toping.

22.36. Uglerod yadrosi $_6C^{12}$ deytonlar bilan bombardimon qilinganda sun'iy azot izotopi $_7N^{12}$ olinadi. 1)Yadro reaktsiyasining tenglamasini yozing. 2) Bu reaktsiyada yotilgan issiqlik miqdorini toping. 3) Bu reaktsiya boshlanish energiya qiymatini toping. 4) Deytonlar kinetik energiyasining chegara qiymatidagi bu reaktsiya mahsulotining kinetik energiyasi yig'ndisini toping. Uglerod yadrosi qo'zg'lmas deb hisoblansin.

22.37. Tezligi juda kam ("issiqlik" neytronlari) neytronlar bilan bor bombardimon qilinganida $_5B^{10}$ (n, α) reaktsiyasi boradi. 1) Bu reaktsiyada ajraladigan energiyani toping. 2) Bor yadrosini qo'zg'almas deb hisoblab va neytronlar tezligiga e'tibor bermay, α–zarracha tezligini va kinetik energiyasini toping.

22.38. Litiy izotopi $_3Li^7$ protonlar bilan bombardimon qilinganida ikkita α–zarracha hosil bo'ladi. Har bir α–zarrachaning hosil bo'lishidagi energiyasi 9,15 *MeV*. Bombardimon qiluvchi protonlar energiyasi nimaga teng?

22.39. γ–nurlar bilan deytonning parchalanishi uchun reaktsiya borishiga etarli γ–kvant energiyaining eng kichik qiymatini toping.

$$_1H^2+h\upsilon \rightarrow {}_1H^1+{}_0n^1.$$

22.40. $_{12}Mg^{24}$ (γ, n) reaktsiyaning borishi uchun etarli γ–kvant energiyasining eng kichik qiymatini toping.

22.41. Har bir bo'linishida 200 *MeV* ga yaqin ebergiya ajralsa, 1g $_{92}U^{235}$ uranning bo'linishidan (kilovatt–soat bilan hisoblaganda) qancha miqdor energiya olish mumkin?

22.42. 5000 *kVt* quvvatli atom elektr stantsiyasida bir sutkada qancha miqdor uran $_{92}U^{235}$ sarflanadi? Foydali ish koeffitsiyentini 17% deb oling. Har bir parchalanish aktida 200 *Mev* energiya ajraladi deb hisoblang.

22.43. Vodorod bombasi portlaganida deyteriy va tritiydan geliy hosil bo'lish termoyadro reaktsiyasi sodir bo'ladi. 1) Yadro reaktsiyasini yozing. 2) Bu reaktsiyada ajralgan energiyani toping. 3) 1*g* geliy hosil bo'lishida qancha miqdor energiya olish mumkin?

23– §Elementar zarrachalar. Zarrachalarni tezlashtirigichlar

Mazkur paragrafdagi masalalarning echimi "Masalalar to'lplami" ning bundan avvalgi bo'limlarida ko'rib chiqilgan qonuniyatlariga: zarrachalarning to'qnashishi, zarrachalarning elektr va magnit maydonlaridagi harakati va hokazolarga asoslangan. Qator masalalarni hal etishda nisbiylik nazariyasining formulalaridan foydalanishga to'g'ri keladi.

23.1 Yadro fisikasida nishonni bombardimon qiluvchi zaryadli zarrachalar sonini ularning mikroamper-soat (*mka-s*) bilan ifodalangan umumiy zaryadi bilan xarakterlash qabul qilingan. 1*mka·s* qancha zaryadli zarrachalar soniga to'ri kelishini toping. Masalani: 1) elektronlar va 2) α– zarralar uchun hal qiling.

23.2. Sekinlashtiruvchi moddaning qo'zg'almas yadrosi bilan neytron markaziy elastik to'qnashganda uning kinetik energiyasi 1,4 baravar kamaygan. Sekinlashtiruvchi moddaning yadrosi massasini toping.

23.3. $_{11}Na^{23}$ izotopining qo'zg'almas yadrosi bilan neytron markaziy elastik to'qnashgandan so'ng uning tezligi daslabki tezligining qancha ulushini tashkil etadi?

23.4. Sekinlashtirilgan neytronlar olish uchun ular tarkibida vodorod (masalan, parafin) bo'lgan moddalar orasidan o'tkaziladi. m_0 masali neytron o'z kinetik energiyasining qanchalik katta qisimini: 1)protonga (massasi m_0) va 2) qo'rg'oshin atomi yadrosiga (massasi $m=207m_0$) bera olishini toping. Mazkur energiyaning eng katta qismi markaziy elastik zarbga muvofiq keladi.

23.5. Zarb markaziy bo'lmay, neytron har to'qnashganida o'rta hisobda 45^0 ga og'sa bundan oldingi masalada neytron bilan proton o'rtasida energiya taqsimotini toping.

23.6. 4,6 *MeV* energiyali neytron protonlar bilan to'qnashish natijasida sekinlashadi. Niytron har to'qnashganda o'rta hisobda 45^0 og'adi deb hisoblab, uning energiyasi 0,23 *ev* gacha kamayishi uchun necha marta to'qnashishi kerakligini toping.

23.7. 3 Vb/m^2 induksiyali bir jinsli magnit maydoniga zaryadli zarrachalar oqimi uchib kirmoqda. Zarrachalarning tezligi $1{,}52\cdot10^7$ *m/sek* bo'lib, maydon kuch chiziqlarining yo'nalishiga perpendikulyar o'ynalgan. Zarrachaga ta'sir etuvchi kuch $1{,}46\cdot10^{-11}$n bo'lsa, har bir zarrachaning zaryadini toping.

23.8. 0,5 tl induksiyali zaryadli zarracha bir jinsli magnit maydoniga uchib kirib,10 *sm* radiusli aylana bo'ylab harakat qiladi. Zarrachning tezligi $2{,}4\cdot 10^5$ *m/sek.* Bu zarracha uchun massaning zaryadiga bo'lgan nisbatini toping.

23.9. Elektron 180 *kV* potensiallar ayirmasi bilan tezlashtirilgan. 1) Nisbiylik nazariyasining tuzatmalarini nazarda tutib bu elektronning massasini, tezligini, kinetik energiyasini va $\frac{e}{m}$ nisbatini toping. 2) Mazkur elektron uchun relyativistik tuzatmani nazarda tutmay, tezligini toping.

23.10. Kosmik nurlaridagi tez mezonlarning energiyasi taxminan 300 *MeV*; bu mezonning tinch holatdagi energiyasi 10 *MeV*. Laboratoriya soati bo'yicha bu mezon yashash vaqtida atmosferada qancha masofani bosib o'tadi? Mezonning xususiy yashash vaqti $\tau_0=2\cdot 10^{-5}$ *sek.*

23.11. Kosmik nurlardagi mezoning kinetik energiyasi $W= 7\ M_0c^2$, bunda M_0 – mizonning tinch holatdagi massasi. Bu mezonning xususiy yashash vaqti laboratoriya bilan bog'liq koordinatalar sistemasi hisob boshi qilib hisoblangan yashash vaqtidan necha marta kichik bo'ladi?

23.12. Pozitron bilan elektron birikib ikkita foton hosil qiladi. 1)Elektron bilan pozitronning to'qnashishiga qadar energiyasini nazarga olinmasa, paydo bo'lgan fotonlardan har birining energiyasini toping. 2) Bu fotonlarning to'lqin uzunligini toping.

23.13. Fotondan elektron va pozitron hosil bo'lishida foton energiyasi 2,62 *MeV* edi. Pozitron va elektron paydo bo'lishida ularning to'la kinetik energiyasi qancha bo'lgan?

23.14. 5,7 Mev energiyali kvant hosil qilgan elektron va pozitronning magnit maydoniga joylashtirilgan Vilson kamerasidagi traektoriyasining egrilik radiysi 3 *sm*. Magnit maydonining induksiyasini toping.

23.15. Qo'zg'almas neytral π–mezon parchalanib, ikkita birday fotonga aylanadi. Har bir fotonning energiyasini toping, π–mezoning tinch holatdagi massasi $M= 264{,}2\ m_0$, bunda m_0 – elektronning tinch holatdagi massasi.

23.16. Neytron bilan antineytron birikib ikkita foton hosil qiladi. Zarrachalarning boshlang'ich energiyasini nazarga olinmasa, paydo bo'lgan fotonlardan har birining energiyasini toping.

23.17. K^0–mezon zaryadli ikki π–mezonga parchalanadi. Hosil bo'lgan har bir π–mezonning massasi uning tinch holatdagi massasidan 1,77 marta katta. Dastlab K^0 – mezon tinch holatda bo'lib, uning tinch holatdagi massasini 965 m_0 deb olib (bunda m_0 – elektroning tinch holatdagi massasi): 1)hosil bo'lgan π–mezonlarning tinch holatdagi massasini, 2)π–mezonlarning hosil bo'lish paytdagi tezligini toping.

23.18. Siklotron magnit maydoni induksiyasi bilan duantlarga berilgan potensiallar ayirmasi chastotasini bog'lovchi formulani keltirib chiqaring. 2) Duantlarga berilgan potensiallar ayirmasi chastotasini: a) deytonlar,

b) protonlar va v) α–zarrachalar uchun toping. Magnit maydonining induksiyasi 12,6 *kgs*.

23.19. 1)Siklotrondan uchib chiqqan zarrachalar energiyasini harakat traektoriyasining maksimal egriluk radiysi bilan bog'lovchi formulani keltirib chiqaring. 2)Siklotrondan uchib chiqqan: a) deytonlar, b) protonlar va v)α–zarrachalar (maksimal egrilik radiysi R=48,3sm) energiyasini toping. Duantlarga berilgan potensiallar ayirmasining chastotasi 12 *Mgts*.

23.20. Zarrachalar traektoriyasining maksimal egrilik radiysi R=0,35 *m* bo'lgan siklotronda duantlarga berilgan potensiallar ayirmasining chastotasi $\upsilon=1{,}38\cdot10^7$ *gts*. Protonlar bilan ishlash uchun: 1)siklotoponing sinxron ishlashi uchun zarur bo'lgan magnit maydoni induksiyasini, 2)uchib chiquvchi protonlarining maksimal energiyasini toping.

23.21. Yuqoridagi masalani: 1)deytonlar bilan va 2) α–zarrachalar bilan ishlash sharoiti uchun hal qiling.

23.22. α – zarrachalar bilan ishlaganda siklotronda olinadigan ion tokining kattaligi 15*mka*. Shunday siklotronninig ish unumi 1 *g* radiydan necha marta ko'p?

23.23. Siklotrondagi zarrachalar traektoriyasining maksimal egrilik radiusi R=0,5 *m*; magnit maydonining induktsyasi $B=10^4$ *gs*. Protonlar mazkur siklotrondagi singari tezlanish olishi uchun qanday doimiy potensiallar ayirmasidan o'tishi kerak?

23.24. Siklotron 7 *MeV* energiyali deytonlar beradi. Berilgan magnit maydoni induksiyasi 15000 *gs*. Deyton traektoriyasining eng katta egrilik radiusini toping.

23.25. 50 sm radiusli siklotron duantlari o'rtasiga υ=10 *Mgs* chastotali U=75 *kV* o'zgaruvchan potensiallar ayirmasi berilgan. 1)Siklotron magnit maydonining induksiyasini 2)siklotrondan uchib chiquvchi zarrachalar tezligini va energiyasini, 3)zaryadli zarracha siklotrondan uchib chiqqanga qadar necha marta aylanishini toping. Masala deytonlar, protonlar va α–zarrachalar uchun hal qilinsin.

23.26. Zarracha massasining $k=\frac{m-m_0}{m_0}$ nisbiy ortishi 5% dan ortmasligi uchun siklotrondagi α–zarrachalarni qancha energiyaga qadar tezlashtirish mumkin?

23.27. Sinxrotronda tezlashtirilgan deytonlar energiyasi 200 *MeV*. Bu deytonlar uchun: 1) $\frac{M}{M_0}$ nisbatini (bunda M–harakatdagi deyton massasi va M_0 – uning tinch holatdagi massasi), 2) tezlikni toping.

23.28. Fazotronda zarracha tezligi ko'payganida zarracha massasining ortishi tezlashtiruvchi maydon davrining kattalashtirish bilan kompensatsiyalanadi. Protonlarni tezlashtiruvchi fazotronda dyantlarga berilgan

kuchlanish chastotasi tezlashtiruvchi har bir tezlashtirish siklida 25 *Mgts* dan 18,9 *Mgts* ga qadar o'zgaradi. Bu fazotron uchun: 1)magnit maydoni induksiyasini va 2) uchib chiqqan protonlar kinetik energiyasini toping.

23.29. Fazotron yordamida 660 *MeV* energiyaga qadar tezlashtirilgan protonlar va 840 *MeV* ga qadar tezlashtirilgan α–zarrachalar bilan tadqiqotlar o'tkazildi. Massa ortishini kompensatsiyalash uchun fazotronda tezlashtiruvchi maydon davri o'zgartirilgan. 1) Protonlar, 2) zarrachalar bilan ishlaganda (har bir tezlashtiruvchi sikl uchun) fazotrondagi tezlashtiruvchi maydon davrini necha marta o'zgartirish kerak?

JAVOBLAR VA YECHIMLAR
MEXANIKANING FIZIK ASOSLARI
1- § Kinematika

1.1 Avtomobil harakatining o'rtaca tezligi quydagi formuladan aniqlanadi $\bar{\upsilon} = \frac{l}{t}$, bunda $\boldsymbol{l = l_1 + l_2 = \upsilon_1 t_1 + \upsilon_2 t_2}$. Shartga ko'ra $t_1 = t_2 = \frac{t}{2}$. Shunday

qilib, $\bar{\upsilon} = \frac{\upsilon_1 \frac{t}{2} + \upsilon_2 \frac{t}{2}}{t} = \frac{\upsilon_1 + \upsilon_2}{2} = 60 km/soat.$

1.2 $\bar{\upsilon} = \frac{l}{t}$, bunda $t = t_1 + t_2 = \frac{l_1}{\upsilon_1} + \frac{l_2}{\upsilon_2}$. Shartga ko'ra, $l_1 = l_2 = \frac{l}{2}$. Shunday

qilib, $\bar{\upsilon} = \frac{l}{\frac{l}{2\upsilon_1} + \frac{l}{2\upsilon_2}} = \frac{2\upsilon_1\upsilon_2}{\upsilon_1 + \upsilon_2} = 53{,}3$ km/soat.

1.3 1) 12,3 *km/soat*; 2) 0,83 *m/sek*.

1.4 1) 3 *m/sek;* 2) 1 *m/sek*; 3) 2,24 *m/sek*.

1.5 1) Samalyot janubi-g'arb tomonga qarab, meridianga nisbatan φ=3º52′ burchak ostida uchishi kerak, tezligi υ=798 *km/soat*; 2) shimoli-g'arb tomonga qarab φ=3º52′, υ=798 *km/soat*; 3) g'arb tomonga qarab, υ=746 *km/soat*, 4) sharq tomonga qarab, υ=854 *km/soat*.

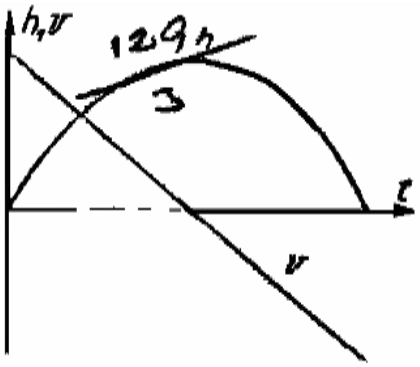
1.6 1) 30 *min;* 2) 30,2 *min*; 3) 26,8 *min*.

1.7 1) υ= 0,60 *m/sek*; 2) t=250 *sek*.

1.8 1) υ_0=14,7 *m/sek*; 2) h=11*m*.

1.9 1) t=2,9 *sek*; 2) h_1=4h=40*m*.

1.10 1)8,4 *sek;* 2) 7,3 *sek*; 3) 7,8 *sek*.



68-rasm

1.11 Yuqorida vertical otilgan jismning ko'tarilgan h balandligi bilan tezlikning t vaqtga bog'lanish xarakteri 68-rasmda tasvirlangan.

1.12 Jism harakatlana boshlaganidan so'ng birinchi 0,1 *sek* da o'tgan yo'li $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$=0,049 *m* ga teng. 2) Jism butun yo'lni $\sqrt{\frac{2h}{g}} = 2sek$ ga o'tadi. Jism o'z harakatining oxirgi 0,1 *sek* da h_3=h-h_2 yo'lni o'tadi, bunda h_2 yo'l jism t_2=(2-0,1)sek=1,9 *sek* da o'tgan yo'li. U vaqtda $h_2 = \frac{gt_2^2}{2} = 17{,}7m$ bo'lganligidan, izlanayotgan masofa h_3*=19,6 m-17,7 m=1,9 m* bo'ladi.

1.13 1) Jism yo'lning birinchi metrini $t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = 0{,}45$ *sek* da bosib o'tagi; 2) Umumiy tushish vaqti $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2$ *sek*. Jism o'z yo'lining oxirgi metrini t_3=t-

$t_1$vaqtda bosib o'tadi, bunda t_2 vaqt h_2=(19,6-1) *m=18,6 m* masofani bosib o'tish vaqti. $t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} = 19{,}5$ *sek* bo'lganligidan, *t_3=(2-1,95)sek=0,05 sek.*

1.14 1) h=57 *m;* 2) t=3,4 *sek.*

1.15. *A* jismning bosib o'tgan yo'li $h_1 = \upsilon_1 t - \frac{gt^2}{2}$ ga teng, B jismning bosib o'tgan yo'li esa $h_2 = \frac{gt^2}{2}$ ga teng. Unda jismlar orasidagi masofa x=h-(h_1+h_2) bo'ladi. $h_1+h_2=\upsilon_1 \cdot t$ bo'lganligi uchun x=h-$\upsilon_1 t$ bo'ladi. Jismlar x=0 bo'lganda, ya'ni $t = \frac{h}{\upsilon_1}$ vaqtda uchrashadi.

1.16 1*) a=0,13 m/sek*^{2}; 2) t=3,6 *min.*

1.17 Tekis o'zgaruvchan harakatda quyidagi harakatning ikkita tenglamasi o'rinlidir:

$$s = \upsilon_o t + \frac{\alpha t^2}{2} \qquad (1)$$

va

$$\upsilon = \upsilon_o + \alpha t. \qquad (2)$$

Shartga ko'ra $\upsilon = 0$. U vaqtda (2)dan

$$\alpha = -\frac{\upsilon_o}{t} \qquad (3)$$

bo'ladi. (3) ni (1) ga qo'yib, quyidagini olamiz:

$$s = \frac{\upsilon_o t}{2} \qquad (4)$$

(3) va (4) ga soz qiymatlarni qo'ysak: *a*=-0,5 *m/sek*^{2} va *s=100 m.*

1.18.1) $a = -0{,}055 m/sek^2$; 2) s=566 *m.*

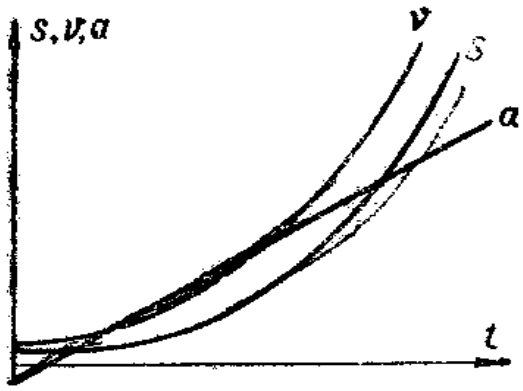
1.19. *t=30 sek; s=225 m.*

1.20. $t = \frac{\upsilon_o'' - \upsilon_o'}{\alpha_1 + \alpha_2}$. Vaqt t har doim 0 dan katta bo'lganligidan, masala yechilishga ega bo'lishi uchun $\upsilon_o'' > \upsilon_o'$ bo'lishi shart.

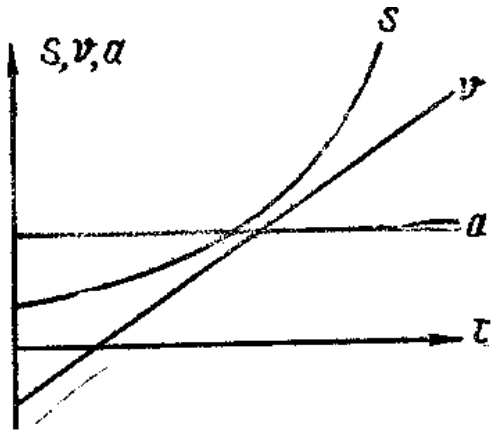
1.21. $\alpha = \frac{\upsilon_o'' - \upsilon_o'}{\Delta t}$. Bu hol uchun *a*=1 *m/sek*^{2}.

1.22. 1) $\upsilon = (2 - 6t + 12t^2) m/sek,$ *a*=(-6+24t) *m/sek*^{2};

2) *s=24 m , υ=38 m/sek* va *a*= 42 *m/sek*^{2}. Jismning o'tgan *S* yo'li, υ tezligi va *a* tezlanishning vaqtga bog'lanish xarakteri 69- rasmda tasvirlangan.



69-rasm



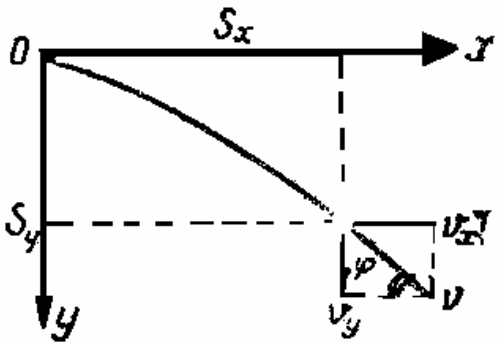
70-rasm

1.23. $\bar{\upsilon}$=7 *m/sek*; $\bar{\alpha}$=4 *m/sek*^{2}. Jismning o'tgan yo'li, tezligi va tezlanishning vaqtiga bog'lanish xarakteri 70- rasmda tasvirlangan.

1.24. $\overline{\upsilon_1}$=3 *m/sek*; $\overline{\upsilon_2}$=5 *m/sek*, $\overline{\upsilon_3}$=7 *m/sek*; $\overline{\alpha_1} = \overline{\alpha_2} = \overline{\alpha_3} = 2m/sek^2$.

1.25. 1) 12 *sek* dan keyin: 2) $\bar{\alpha} = 0{,}64 m/sek^2$.

1.26. Gorizontal otilgan toshning siljishini gorizontal $s_x$va vertikal s_y lardan iborat ikkita tashkil etuvchilarga ajratish mumkin. (71- rasmga qaralsin). Harakatning mustaqillik qonunini qo'llab, tubandagiga ega bo'lamiz:



71-rasm

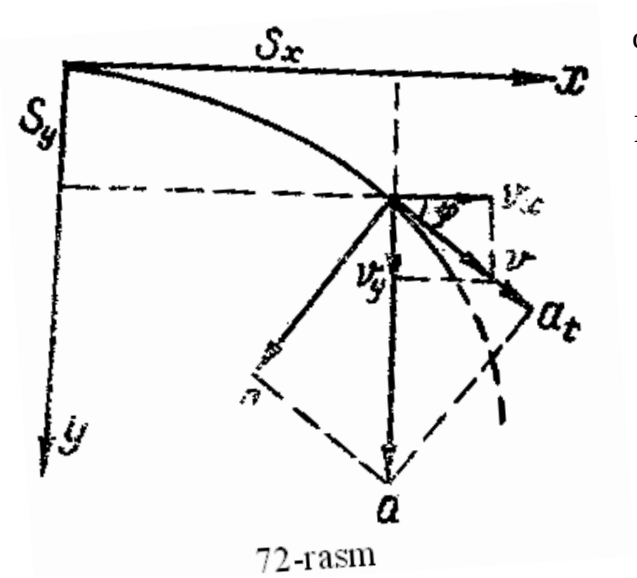
$s_y = H = \frac{gt^2}{2}, s_x = \upsilon_o t,$ bunda t harakat vaqti. Bunda: 1) $t = \sqrt{\frac{2s_y}{g}} = 2{,}26 sek; 2) s_x = \upsilon_o t = 3{,}39 m; 3) \upsilon_y = gt = 22{,}1 m/sek$ va $\upsilon = \sqrt{\upsilon_x^2 + \upsilon_y^2} = 26{,}7 m/sek; 4) \sin\varphi = \frac{\upsilon_y}{\upsilon} = 0{,}827; \varphi = 55^o 48'.$

1.27. 1) h=1,22 *m*; 2) $\upsilon_o = 10$ *m/sek*; 3) $\upsilon = 11{,}1$ *m/sek*; 4) $\varphi = 26^o 12'$.

1.28. 1) $\upsilon_o = 11{,}1 m/sek; 2) \varphi = 68^o 12'$.

1.29. $\upsilon_0 = 4{,}4 m/sek.$

1.30. Tosh tezligining gorizontal tashkil etuvchi o'zgarmas bo'lganligidan, tezlanishning gorizontal tashkil etuvchisi nolga teng. Shuning uchun toshning to'la tezlanishi vertikal ravishda pastga yo'nalgan bo'lib, u og'irlik kuchining tezlanishiga tengdir. Shunday qilib, $\alpha = g = \sqrt{\alpha_t^2 + \alpha_n^2}$; 72- rasmdan ko'rinadiki,



72-rasm

$$\cos\varphi = \frac{\upsilon_x}{\upsilon} = \frac{\alpha_n}{\alpha} = \frac{\alpha_n}{g}, \sin\varphi = \frac{\upsilon_y}{\upsilon} = \frac{\alpha_t}{\alpha} = \frac{\alpha_t}{g},$$

Bundan $a_t = g\frac{\upsilon_y}{\upsilon} = \frac{g^2 t}{\sqrt{\upsilon_x^2 + g^2 t^2}}$ va

$$\alpha_n = g\frac{\upsilon_x}{\upsilon} = \frac{g\upsilon_x}{\sqrt{\upsilon_x^2 + g^2 t^2}}.$$

Bu formulalarga son qiymatlarini qo'yib, $\alpha_t = 5{,}4\, m/sek^2$ va $\alpha_n = 8{,}2\, m/sek^2$ larni olamiz.

1.31. R=305 *m*.

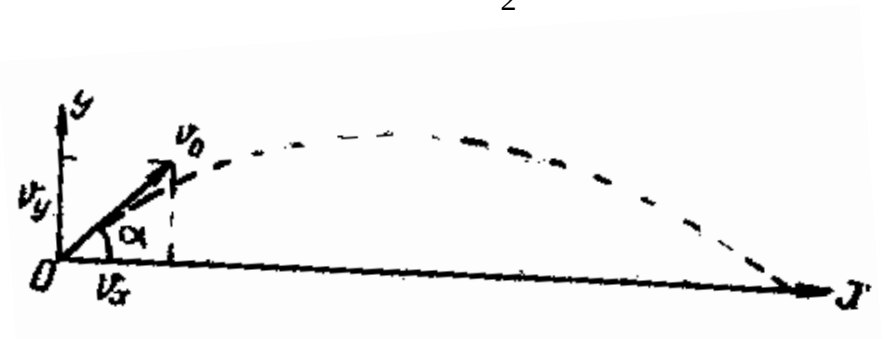
1.32. 1) Gorizonga nisbatan α burchak ostida υ_0 tezlik bilan otilgan jismning maksimal ko'tarilish $s_{y\,max}$ balandligini topamiz.

Ma'lumki,

$$\upsilon_y = \upsilon_0 \sin\alpha - gt \qquad (1)$$

va

$$s_y = \upsilon_0 t \sin\alpha - \frac{gt^2}{2} \qquad (2)$$



73-rasm

(73- rasmda qarang). Eng baland nuqtada $\upsilon_y = 0$ va (1) dan $\upsilon_0 \sin\alpha = gt_1$ ga ega bo'lamiz, bundan to'pning ko'tarilish vaqti $t_1 = \frac{\upsilon_o \sin\alpha}{g}$ va buni (2) ga qo'ysak, maksimal ko'tarilishi $s_{y\,max} = \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = 2{,}1m.$

2) Gorizontga nisbatan α burchak ostida otilgan jismning uchish uzoqligi $s_{x\,max}$ ni topamiz. Ma'lumki,

$$\upsilon_x = \upsilon_o \cos\alpha, \qquad (3)$$

$$s_x = \upsilon_x t \cos\alpha \qquad (4)$$

(73-rasmga qarang). Jism gorizontal tekislikka $t_2 = 2t_1 = \frac{2\upsilon_0 \sin\alpha}{g}$ vaqt o'tgandan keyin tushadi va uni (4) ga qo'ysak, uchish uzoqligi

$$s_{x\max} = \frac{\upsilon_0^2}{g}\sin 2\alpha = 10{,}0m.$$

3) $t_2 = 2t_1 = \frac{2\upsilon_0 \sin\alpha}{g} = 1{,}3sek$.

1.33. $s_x = \frac{\upsilon_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ bo'lganligidan $\frac{s_1}{s_2} = \frac{g_2}{g_1}$ bundan $s_2 = s_1 \frac{g_1}{g_2}$ bunda g_1 va g_2 – Lelingrad va toshkentga mos keluvchi og'irlik kuchining tezlanishlari. Son qiymatlarini o'rniga qo'yib, s_2=16,23 *m* ni olamiz.

1.34. 5,9 *m* 1.35. h=7,4 *m*.

1.36. Jism trayektoryasining eng yuqori nuqtasiga ko'tarilish vaqti $t_1 = \frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{g} = 0{,}75sek$ ni topamiz. Bundan ko'rinadiki, t=1,25 sek paytda jism yuqori nuqtadan tushayotgan ekan. Masalani endi quyidagicha ta'riflash mumkin: "Jism gorizontal ravishda $\upsilon_0 = \upsilon_0 \cos\alpha = 12{,}7m/sek$ tezlik bilan otilgan. Harakat boshlanishidan t′=(1,25-0,75) *sek*=0,5 *sek* o'tgandan keyingi tengentsial va normal tezlanishi topilsin". Shunday qilib, 1.30-masalaga o'xshash masalaga ega bo'lamiz. Masalani 1.30-masalaga o'xshash yechamiz.

$$\alpha_t = g\frac{\upsilon_y}{\upsilon} = \frac{g^2 t'}{\sqrt{(\upsilon_0')^2 + (t')^2}} = 3{,}52\ m/sek^2,$$

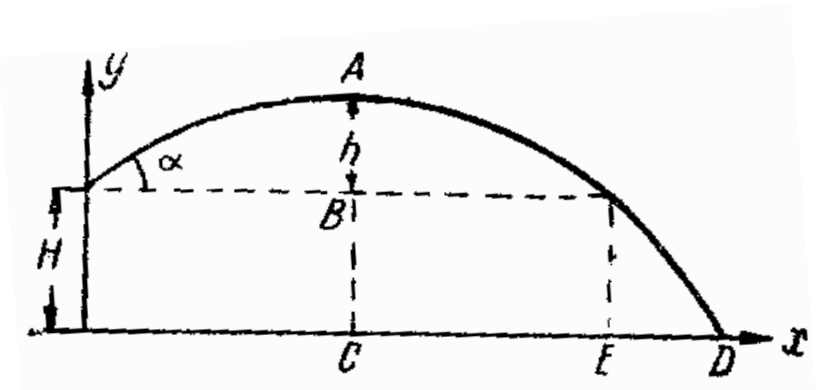
$$\alpha_n = \frac{g\upsilon_0'}{\upsilon} = 9{,}15m/sek^2.$$

Jismning to'la tezlanishi har doim pastga yo'nalgan bo'lib, og'irlik kuchining g tezlanishiga teng ekanligini tekshirish tavsiya qilinadi (1.30.- masalaning chilishiga qarang).

1.37. R=6,3 *m*.

1.38. $\upsilon_0 = 9{,}4m/sek, \alpha = 54^o 44'$.

1.39. H balandlikdan gorizontga nisbatan α burchak ostida otilgan toshning harakatini ikki bosqichga ajratish mumkin: toshning eng baland nuqta



74-rasm

A gacha bo'lgan harakati (74-rasmga qarang) va A nuqtadan gorizontal ravishda $\upsilon_x = \upsilon_0 \cos\alpha$ tezlik bilan otilgan toshning harakati. Jismning AC ko'tarilish balandligi

$$AC = s_y = H + h = H + \frac{\upsilon_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$ ga teng.

1) Toshning umumiy ko'tarilish vaqti t=t_1+t_2, bunda $t_1 = \frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{g}$ toshning h balandlikka ko'tarilish vaqti va $t_2 = \sqrt{\frac{2s_y}{g}}$ toshning tushish vaqti. Masalada berigan son qiymatlarini mana shu tenglamalarga qo'yib, s_y=27,9 *m*, t_1=0,77 *sek*, t_2=2,39 sek ekanligini topamiz. Bunda t=3,16 *sek.*

2) Minora asosidan toshning yerga kelib tushgan joyigacha bo'lgan masofa OD=OC+CD, bunda OC=$\frac{OE}{2} = \frac{\upsilon_0^2 \sin 2\alpha}{2g} = 9{,}96m \cong 10m,$

CD=$\upsilon_x t_2 = \upsilon_0 t_2 \cos\alpha = 31{,}1m.$Bunda OD=41,1 m.

3) $\upsilon = \sqrt{\upsilon_x^2 + \upsilon_y^2},$ bunda $\upsilon_x = \upsilon_0 \cos\alpha = 13{,}0m/sek, \upsilon_y = gt_2 = 23{,}4m/sek,$ bundan $\upsilon = 26{,}7m/sek.$

4) Tosh traektoriyasining gorizont bilan toshning yerga tushish nuqtasida tashkil etgan burchagi $\upsilon_y + \upsilon_x tg\phi$ formulasidan topiladi, bunda

$tg\varphi = \frac{\upsilon_y}{\upsilon_x} = 1{,}8 va \varphi = 61^o$.

1.40. 1) Koptokning devorga urilishi uning yuqoriga ko'tarilishida sodir bo'ladi. 2) y=2,1 m. 3) koptokning devoriga urilish paytidagi tezligining tashkil etuvchilari $\upsilon_x = \upsilon_0 \cos\alpha = 7{,}07m/sek va \upsilon_y = \upsilon_0 \sin\alpha - gt = 2{,}91m/sek$ ga teng. U vaqtda $\upsilon = \sqrt{\upsilon_x^2 + \upsilon_y^2} = 7{,}6m/sek.$

1.41. 1) 7,26·10^{-5}rad/sek, 2) 14,5·10^{-5} rad/sek, 3) 1,74·10^{-3}rad/sek, 4) 1,19·10^{-3} rad/sek, 5) 7,8 km/sek.

1.42. υ=231 m/sek.

1.43. υ=1660 km/soat.

1.44. υ=400 m/sek.

1.45. R=8,33 sm.

1.46. Tekis o'zgaruvchan aylanma harakatda quyidagi ikkita harakat tenglamasi o'rinlidir:

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^3}{2} \qquad (1)$$

va

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t. \qquad (2)$$

Shartga ko'ra $\omega_0 = 0.$ U vaqtda (1) va (2) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\varphi = \frac{\varepsilon t^2}{2} \qquad (3)$$

va

$$\omega = \varepsilon t \qquad (4)$$

(3) va (4) larni birgalikda yechib va $\varphi = 2\pi N$ ekanligini hisobga olib, $\varepsilon = \frac{\omega^2}{4\pi N}$ =3,2 rad/sek^2 ekanligini topamiz.

1.47. $\varepsilon = 1{,}26 rad/sek^2, N = 360 ayl.$

1.48. $\varepsilon = -0{,}21 rad/sek^2$, *N= ayl*

1.49. *10 sek.* 150. 1) *6,3 sek* dan keyin, 2) *9,4 ayl*.

1.51. Shartga ko'ra, $a_t = const$ Agar t vaqt harakat boshlanishidan hisoblansa, u vaqtda

$$a_t = \frac{\upsilon}{t} \qquad (1)$$

Undan tashqari

$$\alpha_n = \frac{\upsilon^2}{R} \qquad (2)$$

(1) va (2) dan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$t = \frac{1}{a_t}\sqrt{a_n \cdot R} \qquad (3)$$

(1) Agar $\alpha_n = \alpha_{t,}$ u vaqtda (3)dan $t = \sqrt{\frac{R}{a_t}} = 2sek$ bo'ladi.

(2) Agar $\alpha_n = 2\alpha_{t,}$ u vaqtda $t = \sqrt{\frac{2R}{\alpha_t}} = 2{,}8sek$

1.52. $\alpha_t = \frac{\upsilon^2}{4\pi NR} = 0{,}1 m/sek^2$

1.53 $\alpha_n = \frac{\upsilon^4 t^2}{16\pi^2 N^2 R^3} = 0{,}01 m/sek^2$.

1.54. $\omega = 4{,}4 \cdot 10^6$ *rad/sek*, $a_n = 9{,}7 \cdot 10^{22}$ *m/sek*^{2}

1.55. 1) Tekis o'zgaruvchan aylanma harakatda ω burchak tezlik t vaqt bilan $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$ tenglama orqali bog'langan. Shartga ko'ra $\omega_0 = 0$ va u vaqtda $\omega = \varepsilon t$, ya'ni ω burchak tezlik vaqtida proportsional ravishda ortib boradi. Birinchi sekundning oxirida $\omega = 3{,}14 rad/sek.$

2) $\upsilon = \omega R$ bo'lganligi uchun, chiziqli tezlik ham vaqtga proporsionaldir. Birinchi sekundining oxirida υ = 0.314 *m/sek*.

3) Tangensial tezlanish $a_t = \varepsilon R$ vaqt *t* ga bog'liq emas, ya'ni butun harakat vaqtida o'zgarmasdir. Bizning holda $a_t = 0{,}314$ *m/s*^{2}.

4) normal tebranish $a_n = \omega^2 R = \varepsilon^2 R t^2$ ya'ni normal tezlanish vaqtning kvadrati-ga proportsional ravishda ortib boradi*: t=1sek* bo'lganda $a_n = 0.986$ *m/sek*^{2}

5) To'la tezlanish vaqtga qarab quyidagi qonun bo'yicha ortib boradi*:* $a=\sqrt{a^2{}_t+a^2{}_n}=a_t\sqrt{1+\varepsilon^2t^4}$ *t=1 sek* bo'lganda *a=1,03 m/sek²*.

6) $\sin=\frac{a_t}{a}=\sqrt{\frac{1}{\sqrt{1+\varepsilon^2t^4}}}$ bo'lib, bunda α burchak to'la tezlanish yo'nalishining g'ildirak radiusi bilan tashkil qilgan burchakdir. Boshlang'ich vaqtda, ya'ni t=0 bo'lganda $a_t=a_t$ bo'lib, to'la tezlanish urunma bo'ylab yo'naladi, t=∞ bo'lganda $a=a_n$ bo'ladi (chunki $a_t=const$ va a_n vaqtning kvadratiga proportsionaldir), ya'ni t=∞ bo'lganda to'la tezlanish normal bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Birinchi sekundning oxirida $\sin\alpha=\frac{a_t}{a_n}=\frac{0,314}{1,03}=0,305,$ ya'ni α=17˚46´.

1.56. $a_n=4,50 m/sek^2$**,** $a_t=0,06 m/sek^2$**.**

1.57. $\upsilon=4m/sek$: $a_t=2 m/sek^2$, $a_n=2 m/sek^2$, $a=2,83 m/sek^2$.

1.58. $\varepsilon=0,43 rad/sek^2$.

1.59. $R=\frac{a}{\varepsilon\sqrt{1+\varepsilon^2t^4}}=6,1m$

1.60. 1) $\omega=14 rad/sek$: 2) $\upsilon=1,4 m/sek$: 3) $\varepsilon=12 rad/sek^2$: 4) $a_t=1,2 m/sek^2$, $a_n=19,6 m/sek^2$

1.61.$\Delta a_t=0,3 m/sek^2$

1.62. Qidirilayotgan burchak tg α=$\frac{a_t}{a_n}$ tenglikdan aniqlanadi, bunda a_t-tangentsial va a_n-normal tezlanish. Lekin $a_t=\frac{d\upsilon}{at}$ va $a_n=\frac{\upsilon^2}{R}$ bo'lganligidan, bizning masalaning shartiga ko'ra tgα=$\frac{(3+2t)R}{(3t+t^2)^2}$. Bu formulaga t=0,1,2,3,4 va 5 sek qiymatlarini qo'yib, quyidagilarga ega bo'lamiz: 1) t=0, tgα=∞, ya'ni α=90°-to'la tezlanish urinma bo'yicha yo'nalgan: 2) t=1 sek, tgα=3.13 va α=72°17': 3) t=2 sek, tgα=0.7 va α=35°0': 4) t=3 sek, tgα=0,278 va α=15°32´: 5) t=4 sek, tgα=0,14 va α=7°58´: 6) t=5 sek, tgα=0,081 va α=4°38´: t=∞ bo'lganda tgα=0, ya'ni α=0 bo'ladi, to'la tezlanish normal bo'ylab yo'nalgandir.

1.63. *R=1.2m.*

1.64. $\frac{\upsilon_n}{a_t}=0,58.$

2-§. Dinamika

2.1. Tushayotgan aerostatga: F_1 ko'tarish kuchi (yuqoriga), F_2 havoning qarshilik kuchi (yuqoriga) va sharning F_3 og'irligi (pastga) ta'sir qiladi. Aerostat tekis harakat qilganligidan Nyutonning birinchi qonuniga asosan teng ta'sir etuvchi kuch nolga teng bo'ladi, ya'ni

$$F_1+F_2=F_3. \qquad (1)$$

Ballast tashlab yuborilganda aerostat ko'tarila boradi, u vaqtda (1) tenglamaning o'rniga quyidagiga ega bo'lamiz:

$$F_1=F_2+(F_3-F_x). \qquad (2)$$

(1) va (2) ni birgalikda echsak, $F_x=2(F_3-F_1)$ ga ega bo'lamiz. Bizda

(2) F_3=1600 kG=1600·9,81 *N*, F_2=1200 kG=1200 ·9,81 *N* . U vaqtda $F_x=7{,}85 \cdot 10^3$ *N* =800 kG.

2.2. 1) Yuqoriga ko'tarilayotgan yukka ikkita kuch: pastga yo'nalgan yukning P og'irligi va ipning yuqoriga yo'nalgan T taraglik kuchi ta'sir qiladi. Yuqoriga ko'tarilayotgan yukning harakatiga Nyutonning ikkinchi qonunini tatbiq qilib ma=T-P ni topamiz, bundan qidirilayotgan ipning T taranglik kuchi

$$T=ma+P=m(a+g). \qquad (1)$$

Bizda $m=1$ *kg*, $a=5 m/sek^2$ va $g=9{,}81\ m/sek^2$**.** Bu berilganlarni (1) ga qo'yib, $T=14{,}8$ N=*1,51 kG* ni olamiz.

2) Pastga tushayotgan yukka *P* og'irlik kuchi (pastga) va ipning *T* taranglik kuchi (yuqoriga) ta'sir qiladi. Shuning ucun $ma=P-T$, bundan

$$T=m(g-a).$$

Agar yuk g tezlanish bilan (erkin) tushayotgan, ya'ni $a=g$ bo'lsa, ipning taranglik kuchi nolga teng bo'lishi kerak edi. Berilgan son qiymatlarni (2) ga qo'ysak T = 4,8 n = 0,49 *gK* kelib chiqadi.

2.3. $a = 1{,}25\ m/sek^2$.

2.4. 1) $a = 4{,}9\ m/sek^2$ (lift ko'tariladi); 2) $a = 2{,}45\ m/sek^2$ (lift pastga tushadi).

2.5. $a_2 = 13{,}8\ m/sek^2$.

2.6. Masalani ikki xil usul bilan: Nyutonning ikkinchi qonuni yoki energiyaning saqlanish qonunini tatbiq qilib, yechish mumkin.

1) Nuytonning ikkinchi qonuniga asosan

$$F = ma \qquad (1)$$

bunda *F* – tormozlash kuchi, *m* – avtomobilning massasi va *a* – uning tezlanishi (bizning holda manfiy). Avtomobil tekis sekinlanuvchi harakatlanganligi uchun tekis o'zgaruvchan harakat kinematikasining tenglamalaridan quyidagilarni osongina olish mumkin:

$$a = \frac{2s}{t^2} \qquad (2)$$

va

$$\upsilon_o = \frac{2s}{t} \qquad (3)$$

(1.17-masalaning yechilishiga qarang). (2) ni (1) ga qo'ysak

$$F = \frac{2sm}{t^2} \qquad (4)$$

Bizda s=25 m, m=1020 kg va t=5 sek. Bu qiymatlarni (3) va (4) larga qo'ysak, υ_0 = 10 m/sek = 36 km/soat va F=2040 *N*=208 *kG* bo'ladi.

2) Tormozlanishda avtomobilning kinetik energiyasi tormozlanish kuchining engish ishiga sarf bo'ladi, ya'ni

$$\frac{m\upsilon_o^2}{2} = Fs \qquad (5)$$

Lekin kinematikaning tenglamasidan

$$\upsilon_o = \frac{2s}{t} \qquad (3)$$

(3) ni (5) ga qo'yib, yuqoridagi tenglamani olamiz

$$F = \frac{2sm}{t^2} \qquad (4)$$

2.7. F=2,77·10^4 *N*

2.8. 1) $\overline{F}$ *=3000 N*; 2) $\overline{F}$ *=3,0·10^4 N*; 3) $\overline{F}$ *=3,0·10^{5}N*

2.9. Vagonga qo'yilishi kerak bo'lgan kuch, birinchidan, ishqalanishni yengishga va, ikkinchidan, vagonga tezlanish berishga sarflanadi, ya'ni $F=F_{ishq}+F_{tezl}$. Lekin F_{ishq}=kP, bunda P-vagonning og'irligi va k-ishqalanish koeffitsiyenti, $F_{tezl}=ma=\frac{P}{g}a$. Shunday qilib, $F = kP + \frac{P}{g}a.$ Vagon tekis tezlanuvchan harakat qilayotganligi uchun $s = \frac{at^2}{2}$ bo'ladi. Bunda $a = \frac{2s}{t^2}$ va oxirida $F = kP + \frac{2Ps}{gt^2}$ bo'ladi. Bizda k=0,05, P=16, T=16·9,81·10^3 *N*, s=11 *m*, g=9,81 *m/sek^2* va t=30 *sek*. Bu berilganlarni o'rniga qo'ysak, F=8200 *N* bo'ladi.

2.10. υ_o=11,75 *m/sek*

2.11. 1) F=6000 *N*, 2) 50 sek dan keyin; 3) s=375 *m*

2.12. N'yutonning ikkinchi qonuniga asosan F=ma lekin $a = \frac{d\upsilon}{dt}$. Bizda

$\upsilon = \frac{ds}{dt} = -B + 2Ct - 3Dt^2,$ demak, $a = \frac{d\upsilon}{dt} = 2C - 6Dt$

u vaqtda

$$F = ma = m(2C-6Dt) = 0{,}5(10-6t)\ N \qquad (1)$$

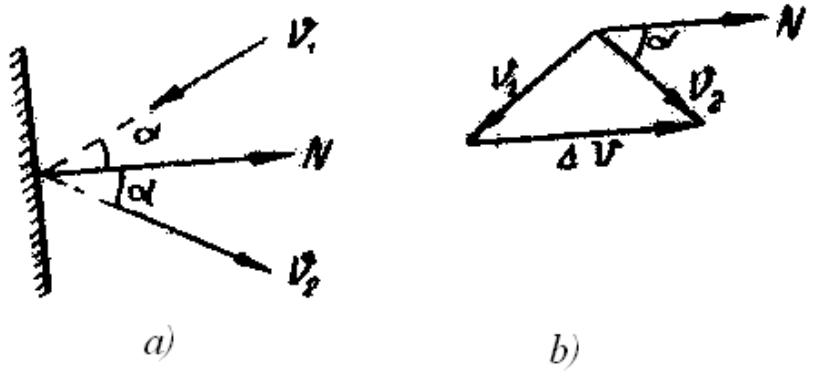
(1) tenglama F kuchning t vaqtga bog'lanishini ifodalaydi. Birinchi sekundning oxirida F=2 *N*.

2.13. *m = 4,9 kg*.

2.14. *F* = -0,123 *N*.

2.15. *F·Δt = 5,6·10^{-23} N·sek*

2.16. Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan *F·Δt =m·Δυ,* bunda *Δυ* – vektor ayirma. Devor sirtidagi normalning yo'nalishini musbat hisoblab (75-rasm), quyidagilarga ega bo'lamiz: $\Delta\upsilon = \upsilon_2\cos - (-\upsilon_1\cos\alpha) = \upsilon_2\cos\alpha + \upsilon_1\cos\alpha.$ Lekin shartga ko'ra $\upsilon_1 = \upsilon_2 = \upsilon_1$ u vaqtda $\Delta\upsilon = 2\upsilon\cos\alpha$. Shunday qilib, $F\cdot\Delta t = 2m$ υcos *a=2,8·10^{-23}N.sek.*



75-rasm

2.17. 0,51 *sek* .

2.18. F=86 N

Ko'rsatma. t vaqt ichida devorga uzunligi *l*=υ·t va ko'ndalang kesim yuzi S bo'lgan silindrdagi suv massasining urilishi nazarga olinsin, ya'ni m=pSυ·t, bunda p - suvning zichligi.

2.19. 1*)* υ_{max}*=21,6 km/soat; 2)t=73 sek; 3)a= - 0,098 m/sek*^{2}*.4) s=218 m.*

2.20. 1*)* F_1*=980 N; 2)*F_2*=3000 N.*

2.21. *a=14*^{0}.

Ko'rsatma. Og'irlik va inersiya kuchlarining teng ta'sir etuvchisini suvning sirtiga perpendikulyar bo'lishligi nazarga olinsin.

2.22. $\alpha = 6^0 30'$.

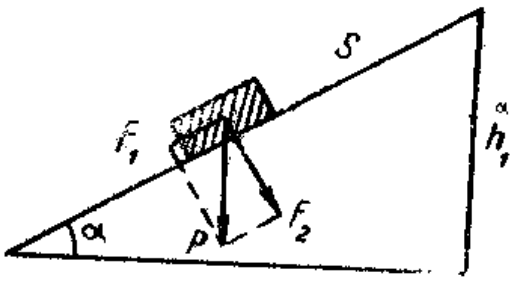
2.23. *k* = 0,15.

2.24. Arqon uzunlik birligining og'irligini P_0 orqali ifodalaymiz. U vaqtda osilib turgan arqon qismining og'rligi $P_1=P_0 \cdot 0{,}25\ l$ ga teng. Bu og'irlik arqonning stol ustida yotgan qismiga ta'sir qiluvchi ishqalanish kuchi bilan muvozanatlashadi. Ishqalanish kuchi $F_{ishq}=kP_o0{,}75l$. Shunday qilib, $P_o \cdot 0{,}25l=kP_o \cdot 0{,}75l$, bundan $k=\frac{0{,}25}{0{,}75}=0{,}33$.

2.25. 1) Toqqa chiqib ketayotgan avtomobil motorining vujudga keltirgan kuchi ishqalanish kuchini yengishga hamda og'irlik kuchining yo'lga parallel bo'lgan tashkil etuvchisini yengishga sarflanadi (76-rasm): $F=F_{ishq}+F_1$, binobarin, $F_{ishq}=kF_2=kP\cos a$, $F_1=P\sin a$. Shunday qilib, tortishkuchi

$$F=P(k\cos a+\sin a). \qquad (1)$$

Masalada berilganlarning son qiymatini qo'yib hamda $\sin\alpha \cong 0{,}04$ va $\cos\alpha = \cong 1$ ekanligini nazarga olsak, F =1370 *N* bo'ladi.



76-rasm

2) Avtomobil tog'dan tushib kelayotgan holda F=P(kcos*a*+sinα)=590 *N*. Agar ishqalanish kuchi og'irlik kuchining yo'lga pararlel bo'lgan tashkil etuvchisidan kichik, ya'ni kPcosα<P sinα bo'lsa, F<0 bo'ladi. Bu holda avtomobil tog'dan tekis harakat qilib tushishini ta'minlash uchun unga qandaydir sekinlashtiruvchi kuch ta'sir ettirish kerak. Bunday kuch bo'lmaganda avtomobil tog'dan a=g(sin*a*-kcos*a*) tezlanish bilan tusha boshlaydi.

2.26. F=2370 *N*.

2.27. 1) k<-0,07; 2)*a*=0,39 *m/sek*^{2}; 3) t=22,7 *sek*; 4)υ =8,85 *m/sek*.

2.28. $k = tga - \dfrac{\upsilon^2}{2gs\cos a} = 0{,}2$

2.29. k=0,5.

2.30. 1)P_1-P_2 kuch ikkala toshga ham

$$a=\frac{P_1 - P_2}{m_1 + m_2} = \frac{g(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} \qquad (1)$$

tezlanish beradi. Masalada berilganlarning son qiymatini o'rniga qo'ysak, *a*=3,27 *m/sek*^{2} bo'ladi.

2) P_1 va P_2 toshlarning harakat tenglamalari mos ravishda quyidagicha yoziladi:

$$m_1a=m_1g-T_1, \qquad (2)$$
$$m_2a=T_2-m_2g \qquad (3)$$

(2.2- masalaning yechilishiga qarang.) (1), (2) va (3) tenglamalardan quyidagini osongina hosil qilish mumkin:

$$T_1 = T_2 = \frac{2m_1m_2g}{m_1 + m_2} = 13{,}0 \text{ N.}$$

2.31. 1) $a = \dfrac{g(m_1 - km_2)}{m_1 + m_2} = 4{,}4 m/sek^2$

2) $T_1 = T_2 = \dfrac{m_1m_2g(1+k)}{m_1 + m_2} = 5{,}4$ N.

2.32. 1) $a = \dfrac{(m_1 - m_2\sin a)g}{m_1 + m_2} = 2{,}45 m/sek^2$

2) $T_1 = T_2 = \dfrac{m_1m_2g(1+\sin\alpha)}{m_1 + m_2} = 7{,}35$ N.

2.33. 1) $a = \frac{[m_1 - m_2(\sin a + k\cos a)]g}{m_1 + m_2} = 2{,}02 m/sek^2$

2) $T_1 = T_2 = \frac{m_1 m_2 g[1 + (k\cos a)]}{m_1 + m_2} = 7{,}77 N$

2.34. 1) $a = \frac{(m_1 \sin\beta - m_2 \sin a)g}{m_1 + m_2} = 1{,}02 m/sek^2$

2) $T_1 = T_2 = \frac{m_1 m_2 g(\sin a + \sin\beta)}{m_1 + m_2} = 5{,}9 N$

2.35. 1) $a = \frac{[m_1(\sin\beta - k\cos\beta) - m_2(\sin a + k\cos a)]}{m_1 + m_2} = 0{,}244 m/sek^2$

2) $T_1 = T_2 = \frac{m_1 m_2 g[\sin a + \sin\beta + k(sosa - \cos\beta)]}{m_1 + m_2}$

2.36. Ish A yukning potensial energiyasini oshirish va unga tezlanish berish uchun sarflanadi, ya'ni A=mgh+mah=mh(g+*a*) bundan $a = \frac{A - mgh}{mh}$. Bizda A=8 *kG*, m=8·9,81 *J*, m=2 *kg*, h=1 *m*. Bu berilganlarni o'rniga qo'ysak, a=29,4 *m/sek*^{2} kelib chiqadi.

2.37. 10 marta.

2.38. 1) $A_1 = 21{,}0\, j$; 2) $A_2 = 64{,}0\, j$

2.39. ΔL=-3,5 *kg m/sek*.

2.40. $k = 0{,}01$

2.41. 1) A=2,25·10^6 *J*; 2)s=375 *m*

2.42. υ≤50 *km/soat*.

2.43. $k = 0{,}05$.

2.44. $A = 35{,}6\, j$.

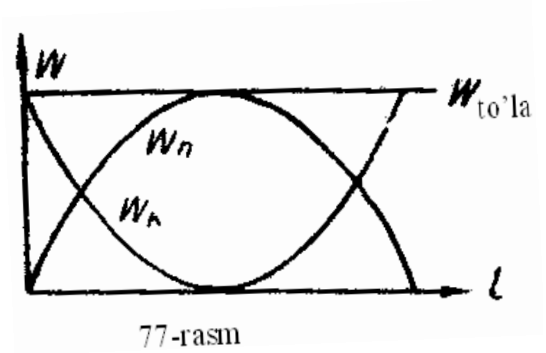
2.45. $t = 0.06 kg$.

2.46. Dvigatelning o'rtacha quvvati N va harakat tezligi υ bo'lganidan avtomobilni s masofaga siljitishda dvigatelning bajargan ishi $A = \frac{N \cdot t}{\eta} = \frac{Ns}{\eta\upsilon}$ ga teng, bunda η-dvigatelning f.i.k. Bu ishni bajarish uchun zarur bo'lgan benzin $m = \frac{A}{q} = \frac{Ns}{q\eta\nu}$ ga teng, bunda q- benzinning issiqlik berish qobiliyati. Bizda N=15 ot kuchi=15·736 *V*t, q=4,6·10^7 *J/kg*. η=0,22 va υ=30 *km/soat*= =8,35 *m/sek*. Bu berilganlarni o'rniga qo'ysak, T= 13 *kG* bo'ladi.

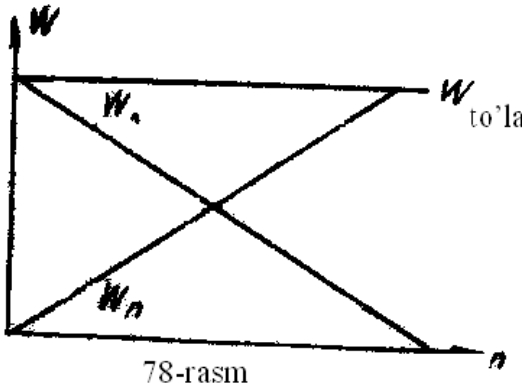
2.47. $\eta = 0{,}22$.

2.48. 77-rasmda yuqoriga vertikal otilgan toshning kinetik, potensial va to'la energiyasining vaqtga bog'lanish xarakteri berilgan.

2.49. 78- rasmda yuqoriga vertikal otilgan toshning kinetik, potensiali va to'la energiyasining masofaga bog'lanish xarakteri berilgan.



77-rasm



78-rasm

2.50. $W_k=w_n=98{,}1$ *J*

2.51. $W_k=32{,}2$ *J*, $W_n=39{,}4$ *J*.

2.52. 1) $W'_k=6{,}6$ *J*, $W'_n=15{,}9$ *J*, $W'_{to'la}=22{,}5$ *J*

2) $W'_k=5{,}7$ *J*, $W'_n=16{,}8$ *J*, $W'_{to'la}=22{,}5$ *J*

Energiyaning saqlanish qonuniga asosan $W'_{to'la}= W'_{to'la}=22{,}5$ *J* ekanligini qayd qilamiz.

2.53 t=1,5 *sek*, $s_x=19{,}1$ *m*.

2.54 $\alpha_t = 0{,}1 m/sek^2$

2.55 Jism qiya tekislikda sirg'anayotganda uning potensial energiyasi kinetik energiyada va ishqalanish kuchiga qarshi ishga aylanadi, ya'ni $mgh = \frac{m\upsilon^2}{2} + F_{ishq} \cdot l$.Lekin $h = l\sin\alpha$ va F_{ishq}=kmg *cosα* bunda k- ishqalanish koeffitsiyenti va α-tekislikning og'ish burchagi**.**

1) $w_k = \frac{m\upsilon^2}{2} mgh - F_{ishq} \cdot l = mgl(\sin\alpha - k\cos\alpha)$.Bizda $\sin\alpha = \frac{h}{t} = 0{,}1$, ya'ni $\alpha = 5^0 44'$, demak, cosα=0,995. Berilgan son qiymatlarni o'rniga qo'ysak, w_k=4,9 *J* bo'ladi.

2) $\upsilon = \sqrt{\frac{2w_k}{m}} = 3{,}1 m/sek.$

3) Jismning qiya tekislik etagida ega bo'lgan kinetik energiyasi yo'lining gorizontal qismidagi ishqalanish kuchiga qarshi ishga sarf bo'ladi, ya'ni $W_k=F_{ishq}\cdot s=kgms$, bundan $s = \frac{W_k}{kmg} = 10m$.

2.56. k=0,07. **2.57.** 1) k=0,22; 2) Q=5,7 *J*.

2.58. 1) $A=7\cdot10^6$ *J*; 2) N=29,4 *kVt*.

2.59. Avtomobil dvigateli beradigan quvvat quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N=F\cdot\upsilon=kP\upsilon$$

1) Avtomobil gorizontal yo'lda ketayotganida

$$N=kP_\upsilon=6{,}9\ kVt$$

2) Avtomobil tepalikka chiqayotganida ishqalanish kuchini va og'irlik kuchining yo'lga parallel tashkil etuvchisini yengishiga to'g'ri keladi (2.25-masalaning yyechilishiga qarang), ya'ni *F=P(kcosα+sinα).* Demak, N=Pυ*(kcosα+sinα).* Bizda sinα=0.05. Burchak α ning juda kichik bo'lganligi tufayli cosα≅1deb olishimiz mumkin, u vaqtda N=11,*8 kVt*.

3) Avtomobil tepalikdan tushayotganida dvigatel beradigan quvvat N= $P\upsilon(k\cos\alpha - \sin\alpha)$. *kVt* ga teng bo'ladi.

2.60. Avtomobil tog'dan motori o'chirilgan holda o'zgarmas tezlik bilan tushishi uchun ishqalanish kuchi og'irlik kuchining yo'lga parallel tashkil etuvchisiga teng bo'lishi ya'ni $kmg\cos\alpha = mg\sin\alpha$ bo'lishi zarur, bunda $k = tg\alpha$. Avtomobil toqqa chiqayotganda dvigateli beradigan quvvati $N = F\cdot\upsilon = P\upsilon(k\cos\alpha + \sin\alpha)$ formuladan aniqlanadi. Formulaga $k = tg\alpha$ ni qo'ysak, $N = P\upsilon\sin\alpha = 11{,}8kVt$.

2.61. 1) Platforma harakatsiz turganda snaryadning yerga nisbatan boshlang'ich tezligi, uning to'pga nisbatan bo'lgan tezligga teng. Harakat miqdorining saqlanish qonuniga asosan quyidagiga ega bo'lamiz.

$$\sqrt{\overline{\upsilon}^2} = 230m/sek; \qquad (1)$$

bunda m_1- platformaning massasi m_2-to'pining massasi va m_3-snaryadning massasi. Tekshirilayotgan holda $\upsilon_1 = 0$ U vaqtda (1) tenglamada quyidagi kelib chiqadi.

$$\upsilon_x = -\frac{m_3\upsilon_0}{m_1 + m_2} = -3{,}33m/sek = -12km/soat.$$

Bunda < minus> ishora, snaryadning harakat yo'nalishi musbat, ya'ni $\upsilon_o > 0$ hisoblanganda, $\upsilon_x < 0$ bo'lib, platformaning snaryad harakat yo'nalishiga qarama- qarshi yo'nalishda harakatlanganligini bildiradi.

2) Agar snaryad platforma harakatining yo'nalishi bo'ylab otilgan bo'lsa, snaryadning yerga nisbatan tezligi $\upsilon_2 = \upsilon_o + \upsilon_1$ ga teng bo'ladi va unda harakat miqdorining saqlanish qonuniga asosan

$$(m_1 + m_2 + m_3)\upsilon_1 = m_3(\upsilon_0 + \upsilon_1) + (m_1 + m_2)\upsilon_x, \qquad (2)$$

bundan

$$\upsilon_x = \frac{(m_1 + m_2 + m_3)\upsilon_1 - m_3(\upsilon_0 + \upsilon_{1)}}{m_1 + m_2} = 6\,\text{km/soat}.$$

Bunda $\upsilon_x > 0$ bo'lganligini, ya'ni platforma o'sha yo'nalishda, lekin kam tezlik bilan harakatlanishini qayd qilamiz.

3) Agar snaryad platforma harakatining yo'nalishiga qarama –qarshi tomonga otilgan bo'lsa, $\upsilon > 0$ bo'lib, $\upsilon_1 < 0$ bo'ladi. Unda (2) tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$-(m_1 + m_2 + m_3)\upsilon_1 = m_3(\upsilon_0 - \upsilon_1) + (m_1 + m_2)\upsilon_x$$

yoki

$$\upsilon_x = \frac{-(m_1+m_2+m_3)\upsilon_1 - m_3(\upsilon_0-\upsilon_1)}{m_1+m_2} = -30 km/soat$$

Bunda υ_x va υ_1 bir tomonga yo'nalganligi ($\upsilon>0$ va $\upsilon_1<0$), demak, platformaning o'sha yo'nalishda, lekin katta tezlik bilan harakatlanishini qayd qilamiz.

2.62. υ=0,6 *m/sek*

2.63. 1) υ=5,14 *km/soat* 2) υ=1,71 *km/soat*

2.64. 1) υ=17,8 *km/soat***;** 2) υ=53,5 *km/soat* 3) υ=17,8 *km/soat*. "Minus" ishora vagonning snaryad harakatining yo'nalishiga qarshi kam tezlik bilan harakatlanishini ko'rsatadi.

2.65. υ= - 12,5 *m/sek*

2.66. 1) 0,67 *m/sek*; 2) 0,83 *m/sek*; 3) 0,5 *m/sek*

2.67. s= 0,3 *m*.

2.68. W_k=49 *J*.

2.69. Δt=0,58 *sek*

2.70. $\overline{F}$ =19,6 *N***.**

2.71. 1) 284 *m*; 2) 71 *m*; 3) 1770 *m***.**

2.72. $W_k=1{,}5\cdot10^5$ *J*

2.73. 1) $\upsilon_1=\upsilon_2=1{,}8 m/sek$ 2) $\upsilon_1=0{,}6 m/sek$ va $\upsilon_2=2{,}6 m/sek$

2.74. $\frac{m_1}{m_2}=\frac{1}{3}$

2.75. Birinchi jism to'qnashishgacha $W_1=\frac{m\upsilon_1^2}{2}$ kinetik energiyaga ega edi. Elastikmas to'qnashishdan keyin ikkala jism $\upsilon_2=\frac{m_1\upsilon_1}{m_1+m_2}$ umumiy tezlik bilan harakat qila boshlaydi. To'qnashishdan keyin ikkala jismning kinetik energiyasi

$W_2=\frac{(m_1+m_2)\upsilon_2^2}{2}=\frac{m_1\upsilon_1^2}{2(m_1+m_2)}$.Bu kinetik energiyalarning W_1-W_2 ayirmasi to'qnashishda ajralib chiqqan issiqlik miqdori $Q=\Delta W=\frac{m_1\upsilon_1^2}{2}-\frac{m_1\upsilon_1^2}{2(m_1+m_2)}$ ga teng. Son qiymatlarni o'rniga qo'ysak, Q=12 *J* bo'ladi.

2.76. W_1=5,62 *J*; W_2= 0,62 *J*.

2.77. W= 7,5 *J*.

2.78. 1,25 marta.

2.79. 1) $h_1=5\cdot10^3$ *m*, 2)h_2=0,08 *m*, 3) $h=2\cdot10^{-2}$*m*.

2.80. υ*=550 m/sek*

2.81. *l=0,64 M*.

2.82. *Q* =0,188 *J*= 0,045 *kal*.

2.83. L= 0,75 *N·sek*.
2.84. 1) h= 0,5 *m*, 2) Q=1,48 *J*.
2.85. Sharcha h_1 balandlikdan polga υ_1 tezlik bilan tushib, poldan esa $\upsilon_2=k\upsilon_1$ tezlik bilan sakraydi, bunda k-tiklanish koeffitsiyenti $mgh_1=\frac{m\upsilon_1^2}{2}$ va $mgh_2=\frac{m_1\upsilon_2^2}{2}$ bo'lganligidan $\frac{h_2}{h_1}=\frac{\upsilon_2^2}{\upsilon_1^2}=\frac{k^2\upsilon_1^2}{\upsilon_1^2}=k^2$, ya'ni $h_2=k^2h_1$. Sharchaning polga tushgan paytidan polga ikkinchi marta urilishigacha o'tgan vaqt oralig'i $t=t_1+2t_2$ ga teng, bunda t_1-sharchaning h_1 balandlikdan tushish vaqti va t_2-sharchaning h_2 balandlikdan tushish vaqti. $t_1=\sqrt{\frac{2h_1}{g}}$ va $t_2=\sqrt{\frac{2h_2}{g}}=k\sqrt{\frac{2h_1}{g}}$ bo'lganligidan, $t=\sqrt{\frac{2h_1}{g}}(1+2k)$ bo'ladi, bundan $k=\frac{t-\sqrt{\frac{2h_1}{g}}}{2\sqrt{\frac{2h_1}{g}}}$. Bizda $\sqrt{\frac{2h_1}{g}}=0{,}45$ *sek*, t=1,3 *sek*.
Bu son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, k= 0,94 ekanligini topamiz.
2.86. 1) h=0,84*m*; 2) t=1,4 *sek*.
2.87. k=0,9.
2.88. 1) L=0,17 *N·sek*; 2) Q=37,2·10^{-3} *J*.
2.89. Birinchi jismning urilishigacha kinetik energiyasi $W_1=\frac{m_1v^2{}_1}{2}$, ikkinchi jismning urilishigacha kinetik energiyasi esa $W_2=0$. Urilishdan keyin ikkala jismning kinetik energiyasi $W=\frac{(m_1+m_2)u^2}{2}$ bo'ladi, bunda *u* – jismlarning umumiy tezligi bo'lib, $u=\frac{m_1\upsilon_1}{m_1+m_2}$ ga teng. Demak, $W=\frac{m_1^2\upsilon_1^2}{2(m_1+m_2)}$. Unda urilish paytida, issiqlikka aylangan kinetik energiya:
$W_1-W_2=\frac{m_1\upsilon_1^2}{2}-\frac{m_1^2\upsilon_1^2}{2(m_1+m_2)}=\frac{m_1\upsilon_1^2}{2}(1-\frac{m_1}{m_1+m_2})$. Izlanayotgan nisbat
$\frac{W_1-W}{W_1}=1-\frac{m_1}{m_1+m_2}=\frac{m_2}{m_1+m_2}$ ga teng bo'ladi.
1) Agar $m_1=m_2$ bo'lsa, $\frac{W_1-W}{W_1}=0{,}5$ bo'ladi. 2) agar $m_1=9m_2$ bo'lsa, $\frac{W_1-W}{W_1}=0{,}1$ bo'ladi.
2.90. Urilishgacha birinchi jismning kinetik energiyasi $W_1=\frac{m_1\upsilon_1^2}{2}$. Urilishgacha ikkinchi jismning kinetik energiyasi $W_2=0$. Urilishdan keyin ikkinchi jism

$W_2^1 = \frac{m_2 u_2^2}{2}$ kinetik energiyaga ega bo'ladi, bunda $u_2 = \frac{2m_1\upsilon_1}{m_1 + m_2}$. Shunday qilib, birinchi jism ikkinchi jismga $W_2^1 = \frac{m_2}{2}(\frac{2m_1\upsilon_1}{m_1 + m_2})^2$ kinetik energiya beradi. Izlanayotgan nisbat $\frac{W_2^1}{W_1} = \frac{4m_1 + m_2}{(m_1 + m_2)^2}$ ga teng bo'ladi.

1) $m_1=m_2$ bo'lganda $\frac{W_2^1}{W_1} = 1$ bo'ladi; 2) $m_1=9m_2$ bo'lganda $\frac{W_2^1}{W_1} = 0{,}36$ bo'ladi.

2.91. 1) $\frac{m_1}{m_2} = 5$; 2) $W_2=5/9$ *kJ*

2.92. 1,4 marta.

2.93. 1) $\frac{\Delta\upsilon}{\upsilon} = \frac{2}{13}$ 2) $\frac{\Delta\upsilon}{\upsilon} = \frac{2}{236}$

2. 94. $x = \frac{\frac{m\upsilon^2}{R}}{mg} = \frac{\upsilon^2}{Rg} = \frac{\omega^2 R}{g} = 0{,}34\%$

2.95 1 *soatu* 25 *min*.

2.96 F=245 *N*

2.97 1) υ=2,43 *m/sek*; 2) eng yuqori nuqtada T=0; eng pastki nuqtada T=39,2 *N*.

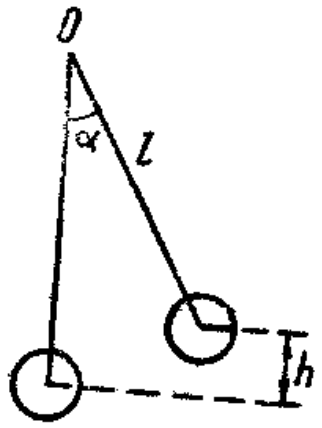
2.98 $\upsilon = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{9g}{l}} = 2{,}1$ *ayl/sek.*

2.99 m=0,5 *kg*

2.100 $\nu = 59$ *ayl/min.*

2.101 T=1,96 *N*

2.102 k=0,2



79-rasm

2.103 1)R_1=1600 *m*, 2) R_2=711 *m*.

2.104 $\alpha = 22^0$

2.105 $\alpha = 1^0$

2.106 1) $\nu_1 = 2$ *ayl/sek*; 2) $\nu_2 = 1{,}5$ *ayl/soat*.

2.107. $\nu = 47$ *km/soat*.

2.108. Mayatniq muvozanat vaziyatidan o'tayotganda ipning taranglik kuchi $F = mg + \frac{m\upsilon^2}{l}$. Bunda tashqari $mgh = \frac{m\upsilon^2}{2}$, bunda $\nu = \sqrt{2gh}$. Lekin (79-rasm) $h=l-l\cos\alpha = \lambda(1-\cos\alpha)$. Unda $\frac{m\upsilon^2}{l} = \frac{m}{l}2gh = \frac{m}{l}2gh(1-\cos\alpha) = 2mg(1-\cos\alpha)$ va F=mg[1+2(1-2cosα)]=12,4 *N*.

2.109. 1)$\alpha=45^0 34'$ 2) T=632 *N*; 3) υ=6 *m/sek*

2.110. 1) $\alpha = 60^0$; 2) 2,3 *marta*.

2.111. T=3 P**.**
2.112. $\alpha = 60^0$.
2.113. h=2 *m***.**
2.114. Suvning yon bosimi $p = \frac{F}{l \cdot d}$ bunda F-markazdan qochirma kuch, d-trubaning diametri va λ-trubaning bosimi ta'siridagi qismining uzunligi. So'ngra

$$F = \frac{m\upsilon^2}{R} \qquad (2)$$

bunda

$$m = \rho l S \qquad (3)$$

m- hajmi *Sl* ga teng bo'lgan suvning massasi (S-truba ko'ndalang kesimining yuzi, p- suvning zichligi). Suv oqimining tezligi υ quyidagi tenglamadan aniqlanadi: $\upsilon = \frac{M}{\rho St}$ (4), bunda M- trubaning ko'ndalang kesimi S orqali t vaqt ichida o'tgan suvning massasi. (2),(3) va (4)ni(1) ga qo'ysak $P = \frac{M^2}{R \cdot \rho \cdot d \cdot S \cdot t}$ yoki berilgan son qiymatlarni o'z o'rinlariga qo'ysak p=56,0 N/m^2 bo'ladi.
2.115. P= 1250 N/m^2**.**
2.116. Prujina qisilganda bajariladigan ish quyidagi formuladan aniqlanadi

$$A = -\int_0^s F ds, \qquad (1)$$

bunda S-qisilish. Shartga ko'ra, kuch siqilishga proporsionaldir, ya'ni

F= - ks,

Bunda k-prujinaning qattiqlik darajasi bilan aniqlanadigan, son jihatdan bir birlik qisilishni vujudga keltiruvchi kuchga teng bo'lgan deformatsiya koefsentidir. (2)ni (1) ga qo'ysak $A = \int_0^s ksds = \frac{ks^2}{2}$ kelib chiqadi. Bizda k=$\frac{29,4}{0,01}$ *N/m* =2490 *n/m*, s=0,2 *m*. Bu berilganlarni formulaga qo'ysak A=58,8 *J* ga ega bo'lamiz.
2.117. Statik egilishda P=kx_0 bo'ladi, bunda P- yukning og'irligi. Bundan k=$\frac{P}{x_0}$. Yuk h balandlikdan tushayotganda P(x+h)= $= \frac{kx^2}{2} = \frac{Px^2}{2x_0}$ yoki x^2-2x_0x-2x_0h=0 ga ega bo'lamiz. Bu tenglamani yechib x=$x_0 \pm \sqrt{x^2_0 + 2x_0 h}$ ni topamiz. 1) Agar h=0 bo'lsa, x=2x_0=4 *sm* bo'ladi, 2) agar h=100 *sm* bo'lsa, x=22,1 *sm* bo'ladi .
2.118. h_1=1,23 *m*.
2.119. 10 bo'lim**.**
2.120. 7,4 *kg*

2.121. $\upsilon = 3{,}6$ *km/soat.*

2.122. $\upsilon = 22{,}1 m/sek$

2.123. $\frac{W_1}{W_2} = \frac{k_2}{k_1}$

2.124. t= $\frac{k_2 L}{k_1 + k_2}$ =6·10^{-2} *m*, ya'ni yukni birinchi prujinadan 6 *sm* masofada osib qo'yish kerak bo'ladi.

2.125. F= $\frac{m\Delta x}{(\Delta t)^2} = 13{,}7 N.$

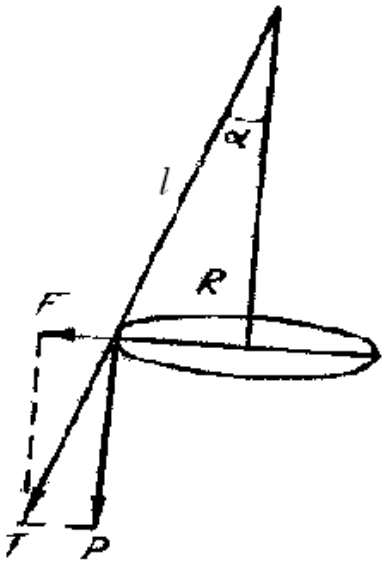
2.126. Ipning taranglik kuchi (80-rasm gaqarang) T= $\frac{P}{\cos\alpha} = 5{,}7$ *N* ga teng. Bu *T* taranglik kuchi ipni Δλ ga teng cho'zib, T=k·Δλ ga teng. Bundan $\Delta l = \frac{T}{k} = 9{,}5 \cdot 10^{-3} m$ 80-rasmdan ko'rinadiki,

$$\frac{\lambda}{R} = \frac{T}{F}. \qquad (1)$$

Lekin

$$F = T\sin\alpha = \frac{m\upsilon^2}{R} = 4\pi^2\nu^2 mR$$

(2)



80-rasm

(1) va (2) dan $\lambda = \frac{T}{4\pi^2\nu^2 m} = 7{,}25 \cdot 10^{-2}$ *m*. Shunday qilib, rezinka ipning cho'zilishidan keyingi uzunligi *l*=72,5·10^{-3} *m* ga va cho'zilishgacha uzunligi esa $\lambda_0 = \lambda - \Delta\lambda = 63 \cdot 10^{-3}$ *m*= 6,3 *sm* ga teng.

2.127. *l*=10,8 *sm.*

*Ko'rsatma.*Yukning potensial enrgiyasi ipning cho'zish ishiga va yukning olgan kinetik energiyasiga sarf bo'ladi.

2.128. Agar koptokning og'irligi Arximed kuchi bilan muvozanatlashsa, ya'ni P=f_{Arx} yoki

$$mg = \rho_0 \upsilon_0 \cdot g, \qquad (1)$$

bo'las, u suvda muvozanat vaziyatda suzib yuradi. (1) da υ_0- suvda muvozanatda bo'lgan h balandlikli shar segmentinning hajmi; p_0- suvning zichligi; m- koptokning massasi.Demak, H+h=R, ya'ni sharning radiusidir. Agar koptokni suvga *x* masofagacha botirilsa, Arximed kuchi koptokning og'irligidan katta bo'ladi va koptokni suvdan yuqoriga ko'taruvchi, natijalovchi kuch quyidagiga teng bo'ladi:

$$f_x = f'_{Arx} - mg. \qquad (2)$$

Bu f_x kuchga qarshi ish bajarilishi shart. Demak,

$$f'_{Arx}=p_0\upsilon_1 g \qquad (3)$$

bunda υ_1-balandligi (h+x) bo'lgan shar segmentining hajmi. (1), (2) va (3) $f_x=\rho_0\upsilon_1 g-\rho_0\upsilon_0 g=\rho_0 g(\upsilon_1-\upsilon_0)=\rho_0 g\nu_x$ ga ega bo'lamiz, bunda υ_x- balandligi *x* bo'lgan shar qatlamining hajmi. Ma'lumki, balandligi *l* bo'lgan shar segmentining hajmi $\upsilon=\frac{1}{3}\pi l^2(3R-l)$ ga teng, bunda R sharning radiusi. Bundan shar qatlamining hajmi

$$\upsilon_x=\upsilon_1-\upsilon_0=\frac{1}{3}\pi(x+h)^2\left[3R-(x+h)\right]-\frac{1}{3}\pi h^2(3R-h)$$

Unda

$$f_x=p_0 g\upsilon_x=\frac{p_0 g\pi}{3}[3R(x+h)^2-(x+h)^3-h^2(3R-h)]. \quad (4)$$

Koptokni suvga diametral tekisligigacha botirishda bu kuchga qarshi quyidagiga teng ishni bajarish kerak

$$A=\int_0^H f_x dx. \qquad (5)$$

(4) ni (5) ga qo'yib, integrallab va H+h=R ni bilgan holda, masalada berilganlarning son qiymatini qo'yib, A=0,74 *J* ni olamiz.

2.129. A=0,17 *J* (2.128-masalaning yechilishiga qarang)**.**

2.130. A=4,6 *J* (2.128-masalaning yechilishiga qarang).

2.131. $A=\frac{SgH^2(p_0-p_1)^2}{2p_0}=7{,}84\,J$. Bunda p_0-suvning zichligi va p_1– muzning zichligi.

2.132. $F=1{,}86\cdot10^{44}N$.

2.133. $W=-3{,}8.10^{-10}\,J$.

2.134. $y=\frac{3g}{4\pi pR}=6{,}7\cdot10^{-11}\ m^3/kg\cdot sek^2$.

2.135.

Sayyoralar	**p, kg/m3**	**Sayyoralar**	**p, kg/m3**
Merkuriy…….	**5500**	**Yupiter…….**	**1320**
Vnera……	**4800**	**Saturn……..**	**710**
Yer……..	**5500**	**Uran……..**	**1260**
Mars…….	**3900**	**Neptun……**	**1600**

2.136. Raketa Yer bilan Oyga Yerning sirtidan $3{,}4\cdot10^5$ *km* masofada bir xil kuch bilan tortiladi.

2.137. $g_{Oy}=0{,}165\ g_{yer}$.

2.138. Matematik mayatning tebranish davri 2,46 marta ortadi.

2.139. Jism bilan Yerning o'zaro tortishish kuchi F= $y\frac{mM}{R^2}$ ga teng. Bunda m- jismning massasi, M- Yerning massasi va R- ular orasidagi masofa. Yer sirtiga yaqin nuqtaning R radiusi Yerning radiusiga teng va F=mg. Unda

$$F = mg = y\frac{mM}{R^2} \qquad (1)$$

Jism Yerga atrofida aylna orbita bo'ylab aylanganda tortishish kuchi markazga intilma kuchdan iborat bo'ladi. Shunday qilib,

$$F = \frac{m\upsilon^2}{R} \qquad (2)$$

Bundan izlanayotgan tezlik

$$\upsilon = \sqrt{\frac{\gamma M}{R}} = \sqrt{gR} = 7{,}9 \cdot 10^3 m/sek = 7{,}9 km/soat$$

2.140. Jism Yerdan uzoqlashib ketishi uchun, tortishish kuchining pitensial energiyasini yengish uchun jismning kinetik energiyasi yetarlicha bo'lishi kerak, ya'ni

$$\frac{m\upsilon^2}{2} \geq \gamma\frac{mM}{R} \qquad (1)$$

Lekin Yer sirtining yaqinida $\frac{yM}{R^2} = g$ (oldingi masalaning yechilishidagi (1) tenglamaga qarang); shuning uchun $\sqrt{\overline{\upsilon}^2} = 1900 m/sek.$, bundan izlanayotgan tezlik $\upsilon \geq \sqrt{2gR}$. Masalada berilgan son qiymatlarini qo'ysak $\upsilon \geq 112 km/sek$ bo'ladi.

2.141.

Sayyoralar	υ_1 km/sek	υ_2 km/sek
Merkuriy……	3,0	4,25
Vnera……..	7,2	10,2
Yer……..	7,9	11,2
Mars……..	3,57	5,05
Yupiter……..	42,6	60,4
Saturn……..	25,7	36,4
Uran……..	15,2	21,5
Neptun……..	15,2	23,5
	16,6	

2.142. υ=30km/sek

2.143.

h, km	*υ, km/sek*	*T*
0	7,91	1 soat 25 min
200	7,79	1 soat 28 min
7000	5,46	4 soat 16 min

2.144. 1) $T=\sqrt{\frac{3\pi}{\gamma\rho}}$ bunda ρ - markaziy jismning zichligi; γ-grvitasion doimiylik.

Sayyoralar	T, soat	Sayyoralar	T, soat
Merkuriy……	1,41	Yupiter……..	2,86
Vnera…….	1,50	Saturn……	3,90
Yer…….	1,41	Uran……	2,94
Mars……..	1,66	Neptun……	2,61

2.145. $\alpha_n = 9{,}20$ *m/sek*^{2}

2.146. T_1=7,8 *soat*; T_2=31,2 *soat*.

2.147. Yer sirtidan 35800 *km* masofada**.**

2.148. υ=1,7 *km/sek*, T=1 *soat* 50 *minut*.

2.149. υ_1=1,7 *km/sek* υ_2=2,4 *km/sek*

2.150. Yer sirtida

$$F = mg = y\frac{mM}{R^2} \qquad (1)$$

bo'ladi, bunda R- Yerning radiusi. Yer sirtidan h balandlikda

$$mg_1 = y\frac{mM}{(R+h)^2} \qquad (2)$$

(1)va (2) dan quyidagini olamiz:

$$\frac{g_1}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2} \qquad (3)$$

(3) tenglama $\frac{g_1}{g}$ ning h balandlikka bog'lanishini beradi. $\frac{g_1}{g}$=n deb belgilaymiz. U holda (3) dan $h^2 + 2Rh + \left(R^2 - \frac{R^2}{n}\right) = 0$ Bu kvadrat tenglamani yechsak, $h = -R \pm \frac{R}{\sqrt{n}}$ ni topamiz. h>0 bo'lishligi uchun, yechimni musbat ishora bilan olinadi, ya'ni $h = -R + \frac{R}{\sqrt{n}}$. Bunday holda h Hamisha musbat bo'ladi, chunki n<1 hamisha birdan kichik. n=0,25ni o'rniga qo'ysak h=R, ya'ni Yer radiusiga baravar balandlikda g_1=0,25g ekanligini topamiz. Agar h<<R bo'lsa, (3) tenglamani $\frac{g_1}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2} \cong 1 - \frac{2h}{R}$ ko'rinishda yozish mumkin.

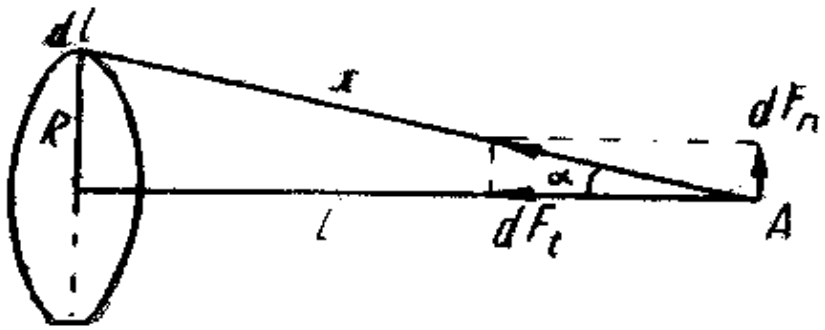
2.151. Yer sirtidan 13600 *km* balanlikda**.**
2.152. 2 *marta*.
2.153. Yer sirtidan h va Yer markazidan *r* masofada turgan jism A ning massasini m deb belgilaymiz. Masala shartida berilganlarni hisobga olib, quyidagini yozish mumkin: $F_1 = mg_1 = y\frac{mM}{r^2}$, bunda M_1- zichligi Yer zichligiga teng, radiusi r bo'lgan sharning massasi. $M_1=\frac{4}{3}\pi r^3 p$ bo'lganligidan, bunda ρ- Yerning zichligi, u vaqtda $mg_1=ym\frac{4}{3}\pi rp$, Yer sirtida $F=mg=y\frac{mM}{R^2}=ym\frac{4}{3}\pi Rp$. Bunda izlanayotgan $\frac{g_1}{g}$ ning h chuqurlikka bo'glanishi $\frac{g_1}{g}=\frac{r}{R}=\frac{R-h}{R}$ bo'ladi. $\frac{g_1}{g}$=n deb belgilaymiz, unda h=R(1-n) bo'ladi. Agar n=0,25 bo'lsa, h= 0,75 *R* bo'ladi.
2,154. h=2 H.
2.155. Keplerning uchinchi qonuniga asosan

$$\frac{T_1^2}{T_2^2}=\frac{R_1^3}{R_2^3} \qquad (1)$$

Bizni Quyosh sistemasi planetalarining aylanish davri qiziqtirganligi uchun planeta sifatida T_2 va R_2 ma'lum qiymatlarga ega bo'lgan Yerni olish kerak (Kepler qonunini Yerning sun'iy yo'ldoshiga tatbiq qilinganda, yo'ldosh sifatida T_2 va R_2 ma'lum qiymatlarga ega bo'lgan Oyni olish mumkinligini qayd qilamiz). Bizning holda T_2=12 oy, $R_2=1{,}5\cdot10^8$ *km*. Shartga ko'ra $R_1=1{,}5\cdot10^8$ *km*$+24\cdot10^6$ *km*$=1{,}74\cdot10^8$ *km*. U vaqtda (1) dan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$T_1 = T_2\sqrt{\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3} = 15oy = 450kun$$

2.156. υ =27,6 *km/sek*; T=450 *kun*.
2.157. 1) $R_2=1{,}46\cdot10^4$ *km*; 2) T_2=104 *min*.
2.158. T=88 *min*
2.159. Halqaning *dl* elementini olamiz (81-rasm). Halqaning shu elementi bilan A nuqtada joylashgan *m* massa orasidagi tortishish kuchi $dF=y\frac{mp\pi r^2 d\lambda}{x^2}$ bo'ladi. Kuch dF halqa dl elementini m massa bilan



81-rasm

birlashtiruvchi x chizig'i bo'ylab yo'nalgan. Massaning butun halqa bilan tortishish kuchini topish uchun barcha dF kuchlanish geometrik ravishda qo'yish kerak. Kuch dF ni ikki tashkil etuvchilar:dF_n va dF_t ga ajratish mumkin. dF_n tashkil etuvchi har ikki diametral (qarama-qarshi) joylashgan elementlar bir-birini yo'qotgani uchun $F\int dF_t$ bo'ladi. Lekin $dF_t=dF\cdot\cos\alpha=dF\frac{L}{x}$ va

$$F=\int\frac{L}{x}dF=\frac{ymp\pi r^2L}{x^3}\int_0^{2\pi R}dL=\frac{ymp\pi r^2L\cdot 2\pi R}{x^3} \qquad (1)$$

Lekin $x=\sqrt{R^2+L^2}$ va bunda oxirgi natija

$$F=\frac{2^2ympr^2L\cdot R}{(R^2+L^2)^{3/2}} \qquad (2)$$

kelib chiqadi.

2.160. Oldingi masalaning yechimidagi (2) formuladan ko'rinadiki, L= 0 bo'lsa, F=0 bo'ladi. L ortgan sari F funksiya oldin ortadi, keyin kamyadi. F funksiyaning maksumumini topamiz. x va L o'zgaruvchi kattaliklarni α burchak orqali ifodalaymiz, ya'ni $x=\frac{R}{\sin\alpha}$, $L=x$

$cos\alpha=\frac{R}{\sin\alpha}\cos\alpha$ bo'ladi. U vaqtda oldingi masala yechimining (2) formulasi quyidagi ko'rinishga keladi.

$$F=\frac{2\pi^2ympr^2\cos\alpha\cdot\sin^2\alpha}{R}=A\cos\alpha\sin^2\alpha,$$

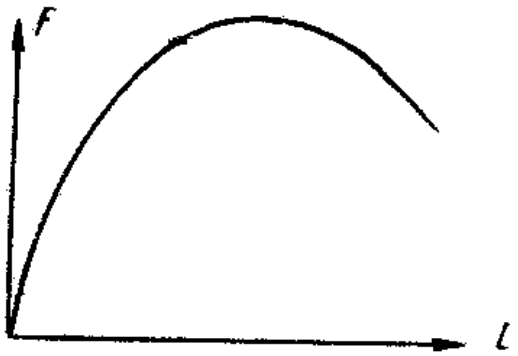
F funksiyaning maksimumini topish uchun $\frac{dF}{d\alpha}$ dan hosil olib, uni nolga tenglashtiramiz:

$$\frac{dF}{d\alpha}=A(2\cos^2\alpha\cdot\sin\alpha-\sin^3\alpha)=0$$

yoki

$$tg^2\alpha=2$$

U vaqtda F kuch maksimal bo'lgan L masofa quyidagiga teng bo'ladi:



82-rasm

$$L=\frac{R}{\sin\alpha}\cdot\cos\alpha=\frac{R}{tg\alpha}=\frac{R}{\sqrt{2}}$$

1) 82-rasmda F=f(L) bog'lanishning xarakteri tasvirlangan (abssissa o'qiga L sm ni, ordinat o'qiga esa $F\cdot 10^{11}$ *N* ni qo'yish qulaydir);

2) $L_{max}=14,1$ *sm;*

3) $F_{max}=4,33\cdot 10^{-11}$ *N.*

2.161. 13 marta.

3-§ Qattiq jismlarning aylanma harakati

3.1.1) $9,7\cdot 10^{37}$ $kg\cdot m^2$; 2) $7\cdot 10^{33}$ $kg\cdot m^2/sek$.

3.2. 1) $J_1=63.5\cdot 10^{-3}$ $kg\cdot m^2$; 2) $J_2=62,5\cdot 10^{-3}$ $kg\cdot m^2$; 3) $\delta=1,6\%$

3.3. Disk aylantiruvchi natijaviy kuch momenti quyidagiga teng

$$M=FR-M_{ishq} \qquad (1)$$

Bu kuch momenti dinamikaning asosiy qonuniga asosan jismning burchak tezlanishi bilan quyidagicha bog,lanishga ega

$$M=Je, \qquad (2)$$

bunda

$$J=\frac{mR^2}{2} \qquad (3)$$

J- diskning enersiya momenti. (1),(2) va(3) dan diskning massasini osongina topish mumkin. $m\frac{2(FR-M_{ishq})}{\varepsilon R^2}$. Bizda *F=98,1 N, R=0,2 m,* ε *=100 rad/sek*^{2}

$M_{ishq}=0,5$ *kGm=0,5·9,81 N·m.* Buberilganlarni qo'ysak *m=7,36 kg* bo'ladi. Shunday qilib, diskning og'irligi *P= 7,36 kG=72 N* ga teng bo'ladi.

3.4. $\varepsilon = 2,35$ *rad/sek*^{2}*;*

3.5. $F = 4,0$ *N*

3.6. $M = 100$ $N\cdot m$

3.7. 1) $\varepsilon = 7,8$ *rad/sek*^{2}. *2) 1min 20 sek* dan keyin.

3.8. $\nu = 23,4$ *ayl/sek.*

3.9. 1) *M=513* $N\cdot m$ 2) *N=600 ayl.*

3.10. P_1 yukning pastga tomon harakati ikkita: P_1 yukning og'irligi (pastga yo'nalgan) va ipning T_1 taranglik kuchi ta'sirida sodir bo'ladi. U vaqtda P_1 yuk uchun quyidagiga ega bo'ladi.

$$m_1\alpha = m_1 g - T_1 \qquad (1)$$

P_2 yuk quyidagi kuchlar: P_2 og'irligi (pastga yo'nalgan) va ishning T_2 taranglik kuchi (yuqoriga yo'nalgan) ta'sirida o'sha α tezlanish bilan harakatlanadi

$$m_2\alpha = T_2 - m_2 g \qquad (2)$$

Ip blokning ikkala tomonida har xil taranglashadi va taranglik kuchlarining (T_1-T_2) farqi blokni aylantiruvchi momentni hosil qiladi. Dinamikaning asosiy qonunini qo'llab quyidagini hosil qilamiz:

$$(T_1 - T_2)R = J\varepsilon = J\frac{\alpha}{R} \qquad (3)$$

bunda

$$J = \frac{MR^2}{2} \qquad (4)$$

(4) formulada M- blokning massasi.

1) (1),(2),(3) va (4) larni birgalikda yechib

$$\alpha = \frac{P_1 - P_2}{m_1 + m_2 + j/R^2} = \frac{P_1 - P_2}{m_1 + m_2 + M/2} \qquad (5)$$

ga ega bo'lamiz. Masalada berilganlarning son qiymatini qo'ysak α=28 *m/sek*^{2}.

Agar (5) tenglamada M = 0, ya'ni blokning massasi nazarga olinmasa, u vaqtda 2.30 – masalaning yechilishiga ega bo'lamiz. (2),(5) ni (4) va (2) ga qo'ysak, mos ravishda quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$T_1 = \frac{P_1\left(2m_2 + \frac{J}{R^2}\right)}{m_1 + m_2 + \frac{J}{R^2}} \qquad (6)$$

va

$$T_2 = \frac{P_2\left(2m_1 + \frac{J}{R^2}\right)}{m_1 + m_2 + \frac{J}{P^2}}$$

Agar (6) va (7) da *J=0 (M=0)* desak, yana 2.30-masalaning yechilishiga ega bo'lamiz. Masalada berilganlarning son qiymatini qo'ysak, T_1*=14,0 N* va T_2*=12,6 N* kelib chiqadi.

3.11. Masalani ikkita usul bilan: 1) aylanma harakat dinamikasining asosiy qonunini qo'llab, (3.10- masalaning yechimini qarang) va 2) energiyaning saqlanish qonunini qo'llab yechish mumkin. O'quvchilarga mustaqil ravishda masalani birinchi usul bilan yechish tavsiya qilinadi, javob $\alpha = \frac{2mg}{M + 2m} = 3$ *m/sek*^{2}. Ikkinchi usul bilan yechishda quyidagicha mulohaza qilamiz: yuk pastga tushayotganda uning potensial energiyasi yukning kinetik va barabanning aylanma kinetik energiyasiga aylana borib, kamaya boradi. Shunday qilib,

$$mgh = \frac{mgh}{2} + \frac{J\omega^2}{2} \qquad (1)$$

Bunda J- barabanning inersiya momenti, $J=\frac{MR^2}{2}$ va $\omega=\frac{\upsilon}{R}$, bunda R- barabanning radiusi, u vaqtda (1) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$mgh=\frac{m\upsilon^2}{2}+\frac{M\upsilon^2}{2\cdot 2}=\frac{\upsilon^2}{2}\left(m+\frac{M}{2}\right) \qquad (2)$$

Yuk o'zgarmas kuch ta'sirida tekis tezlanuvchi harakatlanib tushadi, shuning uchun

$$h=\frac{\alpha t^2}{2} \qquad (3)$$

va

$$\upsilon=at \qquad (4)$$

(3) va (4) ni (2) ga qo'yib, osongina quyidagini olish mumkin:

$$\alpha=\frac{2mg}{M+2m}=3\ m/sek^3$$

3.12. $J = 9{,}5\ kg\cdot m^2$

3.13. 1) 1,1 *sek* dan keyin; 2) W_k=0,81 *J*; 3) T=4,1 *N*.

3.14. $T_1-T_2=\frac{1}{R}(J\varepsilon+M_{ishq})=98{,}1\,N$

3.15. 1) α =3,53 m/sek^2 2) T_1=6,3 *N*; T_2=4,5 *N*

O'quvchilarga bu masalaning yechimidan iborat bo'lgan formuladan 2.31-masalaning yechimini olishni tavsiya qilinadi.

3.16. Diskning kinetik energiyasi ilgarilanma harakat kinetik energiyasidan va aylanma harakat kinetik energiyasidan iboratdir, ya'ni

$$W_k=\frac{m\upsilon^2}{2}+\frac{J\omega^2}{2} \qquad (1)$$

1) da $J=\frac{mR^2}{2}$ va $\omega=\frac{\upsilon}{R}$ bo'lib, bunda *m*- diskning massasi, R- diskning radiusi, u vaqtda (1) tenglam quyidagi ko'rinishga keladi: $W_k=\frac{3m\upsilon^2}{4}$.. Masalada berilganlarning son qiymatlarini qo'ysak, $W_k = 24{,}0\ J$ bo'ladi.

3.17. W_k = 0,1 *J*

3.18. W_2 = 29,4 *J*

3.19. Q = $2{,}51\cdot 10^{-3}$ *J*

3.20. $\delta=\frac{W_1-W_2}{W_2}=40\%$. Bunda $W_1 = W_{ilg}$, $+W_{ayl}$, $W_2 = W_{ilg}$

3.21. A = 355 *J*.

3.22. 3,8 $kg\cdot m^2/sek$.

3.23. W = 253 *J*.

3.24. *4,1 m*.

3.25. $H = 2R + \frac{R}{2}\left(1 + \frac{m_1}{m}\right) = 7{,}56\ m$

3.26. $A = 3{,}2\pi^3 R^5 \delta v^2 = 34{,}1\ J$. Bunda δ-misning zichligi.

3.27. Jism qiya tekislikdan dumalab tushganda uning potensial energiyasi kinetik energiyaga aylanadi. Shunday qilib,

$$mgh = \frac{m\upsilon^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2} \qquad (1)$$

bunda J – jismning inersiya momenti va m- uning massasi. Lekin

$$h = l\sin\alpha, \qquad (2)$$

$$\omega = \frac{\upsilon}{R} \qquad (3)$$

(2) va (3) ni (1) ga qo'ysak

$$mgl\sin\alpha = \frac{\upsilon^2}{2}\left(m + \frac{J}{R^2}\right) \qquad (4)$$

Jismning harakati o'zgarmas kuch tasirida tekis tezlanuvchan bo'lganligidan

$$t = \frac{\alpha t^2}{2} \qquad (5)$$

va

$$\upsilon = at \qquad (6)$$

(4), (5) va (6) ni birgalikda yechsak, quyidagini olamiz.

$$\alpha = \frac{mg\sin\alpha}{m + J/R^2} \qquad (7)$$

(7) formulaga har xil jismning inersiya momentlarini qo'yib, quyidagini topamiz:

1) shar uchun $\alpha = \frac{5}{7}g\sin\alpha = 3{,}50\ m/sek^2$

2) disk uchun $\alpha = \frac{2}{3}g\sin\alpha = 3{,}27\ m/sek^2$,

3) gardish uchun $a = \frac{1}{2}g\sin\alpha = 2{,}44$, m/sek^2

4) qiya tekislikda ishqalishsiz sirg'alib tushayotgan jism uchun

$\alpha = g\ sin\ \alpha = 4{,}9\ m/sek^2$

3.28. $\upsilon = \sqrt{\frac{2mgh}{m + J/R^2}}$. 1)*2,65 m/sek*; 2) *2,56 m/sek*; 3) *2,21 m/sek*;4)*3,13 m/sek.*

3.29. 1) Silindirning qiya tekislik etagidagi ilgarilanma tezligi quyidagi formuladan qniqlanadi.

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2mgh}{m + J/R^2}} \qquad (1)$$

(oldingi masalaga qarang). Alyuminiy silindirning inersiya momenti qo'rg'oshin silindirnikiga qaraganda kichik bo'lganligidan uning qiya tekislik etagidagi tezligi katta bo'ladi, demak qiya tekislikdan tezroq dumalab tushadi.

2)alyuminiydan yasalgan yaxlit silindirning inersiya momenti quyidagiga teng.

$$J_1 = \frac{mR^2}{2} \qquad (2)$$

Qo'rg'oshindan yasalgan kovak silindirniki esa $J_2 = m\frac{R^2 + R^2{}_1}{2}$ ga teng. Qo'rg'oshin silindirning ichki radiusi R_1 ni topamiz. Shartga ko'ra, ikkala silindirning massalari baravar, ya'ni $p_1 L\pi R^2 = p_2 L\pi\left(R^2 - R_1{}^2\right)$,bunda L- silindirning uzunligi, $p_1$alyuminining zichligi, p_2-qo'rg'oshinning zichligi. Bundan $R_1{}^2 = R^2\frac{p_2 - p_1}{p_2}$. U vaqtda qo'rg'oshin silindirning inersiya momenti

$$J_2 = \frac{mR^2}{2}\cdot\frac{2p_2 - p_1}{p_2}. \qquad (3)$$

Berilganlarning son qiymatini qo'ysak (jadvalga qarang) $J_1=9\cdot10^{-4}\ kg\cdot m^2$. $J_2 = 15{,}9\cdot10^{-4}\cdot kg\cdot m^2$ bo'ladi.

3) Silindirlar o'zgarmas kuch tasirida dumalab tushganligi uchun $v = at$ va $l = \frac{h}{\sin\alpha} = \frac{at^2}{2}$ bo'ladi. Bundan $\frac{h}{\sin\alpha} = \frac{\upsilon t}{2}$ va

$$t = \frac{2h}{\upsilon\sin\alpha} \qquad (4)$$

(1) ni (4) formulaga qo'ysak

$$t = \frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{\frac{2h\left(m + J/R^2\right)}{mg}} \qquad (5)$$

kelib chiqadi. (5) formulaga (2) va (3) larni qo'ysak, mos ravishda alyuminiy silindir uchun $t = \frac{1}{\sin\alpha} = \sqrt{\frac{3h}{g}} = 0{,}78$ *sek*, qo'rg'oshin silindir uchun

$t = \frac{1}{\sin\alpha}\sqrt{\frac{2h\left(1 + \frac{2p_2 - p_1}{2p}\right)}{g}} = 0{,}88$ *sek* kelib chiqadi.

3.30. 1) $\varepsilon = -0{,}21\ rad/sek^2$, 2)$M_T = 0{,}42\ N\cdot m$; 3) A = 630 *J* 4) N= *ayl.*

3.31. 1) $J = 0{,}01\ kg\cdot m^2$ $M_t=9{,}4\cdot10^{-2}\ N\cdot m$.

3.32. 1) $M_{ishq} = 308\ N\cdot m$; 2) t = 100 *sek.*

3.33. h = 0,865 *m*.

3.34. $W_k = \frac{\varepsilon LT}{2t_1} = 490\ J$

3.35. $\Delta t = \frac{W_k}{\pi \nu M} = 5 sek$ **.**

3.36. $W_k = \frac{F^2 \Delta t^2}{m} = 1{,}92 \cdot 10^3\ J = 1{,}92\ kj$

3.37. α=81^{0}22 burchakka

3.38. *υ=7,1 m/sek*

3.39. $\omega_1 = \omega_2 = 14\ rad/sek$; *1) υ_1=1,05 m/sek; 2) υ_2=2,10 m/sek.*

3.40. Harakat miqdori momentining saqlanish qonuniga asosan

$$J_1\omega_1 = J_2\omega_2 \qquad (1)$$

Bunda J_1-bir chetida odam turgan platformaning inersiya momenti, J_2-markazida odam turgan platformaning inersiya momenti, ω_1 va ω_2 - odamning birinchi va ikkkinchi turish vaziyatidagi platformaning burchak tezliklari. Bu holda

$$J_1 = \frac{m_1 R^2}{2} + m_2 R^2 \qquad (2)$$

va

$$J_2 = \frac{m_1 R^2}{2} \qquad (3)$$

Bunda R- platformaning radiusi m_1- pltformaning massasi va m_2- odamning massasi, (2) va (3) ni (1) ga qo'yib , $\omega = 2\pi\nu$ ekanligini nazarda tutsak (bunda ν -platformaning sekunddagi aylanish soni), quyidagini olamiz

$$\left(\frac{m_1 R^2}{2} + m_2 R^2\right) \cdot 2\pi\nu_1 = 2\pi\nu_2 \frac{m_1 R^2}{2}$$

bunda

$$\nu_2 = \nu_1 \frac{m_1 R^2 + 2m_2 R^2}{m_1 R^2} = \nu_1 \frac{m_1 + 2m_2}{m_1} = 22\ ayl/\min.$$

3.41. A = 162 *J*.

3.42. ν = 21 *ayl/min*.

3.43. 1,05 marta

3.44. ν = 0,49 *ayl/min*.

3.45. T = 1,16 *sek*

3.46. T = 1,07 *sek.*

3.47. $l = \frac{T\sqrt{gh}}{\pi} = 0{,}446\ m.$

3.48. T=1,5 *sek*

3.49. Matematik mayatnikning kichik tebranish davri

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad (1)$$

va fizik mayatnikning kichik tebranish davri $T_2 = 2\pi_1\sqrt{\frac{J}{mgl'}}$ bunda J-sharchaning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti, m- shrachaning massasi va l- osilish nuqtasidan sharcha markazigacha bo'lgan masofa . Bizning holda

$$J = \frac{2}{5}mR^2 + ml^2 = ml^2\left[1 + \frac{2}{5}\left(\frac{R}{l}\right)^2\right] = ml^2x.$$

U vaqtda $$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{lx}{g}} \qquad (2)$$

(1) va (2) dan $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{x}$ ga ega bo'lamiz. Osilgan sharchani matematik mayatnik deb qabul qilishimizda yo'l qo'yilgan xatolik quyidagiga teng bo'ladi:

$$\delta = \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{T_2}{T_1} - 1 = \sqrt{x-1}$$

Bundan

$$x = \left[1 + \frac{2}{5}\left(\frac{R}{l}\right)^2\right] = (1+\delta)^2 \quad \text{yoki} \quad \frac{R}{l} = \sqrt{\frac{5}{2}\left[(1+\delta)^2 - 1\right]} \qquad (3)$$

Bizda $\delta \le 0{,}01$ va buni (3) ga qo'ysak, $\frac{R}{l} \le$ = 0,0224 bo'ladi. R = $\frac{D}{2} = 0{,}02\ m$ bo'lganligidan, sharchaning markazidan osilish nuqtasigacha bo'lgan chegaraviy uzunlik $\lambda \le 0{,}089\ m$, ipining chegaraviy uzunligi esa
L = λ-R = 0,069 *m* = 6,9 *sm* bo'ladi.

3.50. 1,05 marta .

Gaz va suyuqliklar mexanikasi

4.1. *υ=0,12 m/sek.*

4.2. S_1 bilan idish ko'ndalang kesimining yuzini, υ_1 bilan idishdagi suv oqimi (suv sathining pasayish) tezligini, S_2 bilan idish tirqishi ko'ndalang kesimining yuzini va υ_2 bilan tirqishdan suvning otilib chiqish tezligini belgilaymiz. Bernulli teoremasiga asosan

$$\frac{p\upsilon_1^2}{2} + pgh = \frac{p\upsilon_2^2}{2} \quad \text{yoki} \quad \upsilon^2 + 2gh = \upsilon_2^2 \qquad (1)$$

Suv oqimining uzluksizlik shartiga ko'ra $\upsilon_1 S_1 = \upsilon_2 S_2$ bo'lib, bundan

$$\upsilon_2 = \frac{\upsilon_1 S_1}{S_2} \qquad (2)$$

(2) ni (1) ga qo'yib, υ_1 ga nisbatan yechsak, $\upsilon_1 = \frac{S_2\sqrt{2gh}}{\sqrt{S_2^{\ 2} - S_1^{\ 2}}}$ bo'ladi.

$S_1 = \frac{\pi D^2}{4}$ va $S_2 = \frac{\pi D^2}{4}$ bo'lganligidan $\upsilon_1 = \frac{d^2\sqrt{2gh}}{\sqrt{D^4 - d^4}}$ hamda $d^4 << D^4$ bo'lganligidan, taxminan

$$\upsilon_1 = \frac{d^2}{D^2}\sqrt{2gh.} \qquad (3)$$

Agar $d = D$ bo'lsa, $\upsilon = \sqrt{2gh}$ ekanligini qayd qilib o'tamiz. $h=0,2m$ bo'lsa, $\upsilon_1 = 8\cdot 10^{-4}$ *m/sek* bo'ladi.

4.3. Ikkala holda ham suv oqimi idishdan 0,4 m nariga borib tushadi.

4.4. 1) $\upsilon = 0$ *m/sek*; 2) $\upsilon = 1,04$ *m/sek*; 3) $\upsilon = 1,25$ *m/sek*.

4.5. Bakdagi suv sathining pasayish tezligi $\upsilon = \frac{S_2\sqrt{2gy}}{\sqrt{S_1^{\,2} - S_2^{\,2}}}$. (4.2- masalaning yechimiga qarang). Bunda y-bakdagi suvning (o'zgaruvchan) sathi. *dt*-vaqt oralig'ida suvning sathi

$$dy = \upsilon \cdot dt = A\sqrt{y \cdot dt} \qquad (1)$$

ga pasayadi, bunda A $= \frac{S_2\sqrt{2g}}{\sqrt{S_1^{\,2} - S_2^{\,2}}}$ (1) dan $dt = \frac{dy}{A\sqrt{y}}$, bunda $t = \frac{1}{A}\int_0^h \frac{dy}{y}$.

O'quvchilarga integrallashni oxirigacha ishlab va javob $t = \frac{2\sqrt{h}\sqrt{S_1^2 - S_2^2}}{S^2\sqrt{2g}} = \sqrt{\frac{2h\left[(\frac{S_1}{S_2})^2 - 1\right]}{g}} = 180\,sek = 3\min$ tengligi chiqarilishi tavsiya qilinadi. 2) Agar bakdagi suvning sathi tirqishdan h = 1m balandlikda o'zgarmas saqlanganda, shuncha miqdordagi suvning oqish vaqti ikki marta kam bo'lar edi.

4.6. d= 1,4· 10^{-2} *m*

4.7. p = 2,5·10^{-5} *N/m*^{2}=2,5 *dt*

4.8. υ =1,4 *m/sek*

4.9. Δh = 1,6·10^{-3} *m* = 1,6 *mm*

4.10. 3 marta .

4.11. υ =4,1 *m/sek*

4,12. $\eta = 2$ $N \cdot sek/m^2$

4.13. *4 min.*

4.14. $\eta = 1,09$ $N \cdot sek/m^2$, $\upsilon = 1,21\cdot 10^{-3}$ m^2/sek

4.15. Idishdagi kanakunjut moyi sathining pasayish tezligi moyning kapillyar orqali oqish tezligiga bog'liqdir. t vaqt ichida kapilyar orqali oqib o'tgan moyning hajmi Puazeyl formulasidan aniqlanadi.

$$V = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8l\eta} \qquad (1)$$

Bizning holda kapilyarlarning uchidagi bosim suyuqlik qatlamining gidrostatik bosimiga tengdir, ya'ni

$$\Delta p = pgh \qquad (2)$$

Ikkinchi tomondan

$$V = S_1 \upsilon_1 t = \pi r^2 \upsilon_1 t \qquad (3)$$

Bunda υ_1 – kapillyar orqali moyning oqish tezligi, (1),(2) va (3) dan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\upsilon_1 = \frac{r^2 pgh}{8l\eta} \qquad (4)$$

Lekin $\upsilon_1 S_1 = \upsilon S$, bunda υ- idishdagi moy sathining pasayish tezligi va S - idish ko'ndalang kesimining yuzi, nihoyat $\upsilon = \frac{r^4 pgh}{8l\eta R^2}$;*h=26 sm=0,26 m* bo'lsa $\upsilon = 3 \cdot 10^{-5}$ *m/sek* bo'ladi.

4.16. *t = 1,5 min*.

4.17. 1,1 *sm* uzoqlikda.

4.18. *D = 4,6 mm.*

4.19. Masala shartida Reynolds soni R_e = 1800 ga teng, ya'ni R_e < 3000- laminar harakat.

4.20. D ≤ 0,0085 m.

5. MOLEKULYAR-KINETIK NAZARIYA VA TERMODINAMIKANING FIZIK ASOSLARI

5.1 $T = 280^{\circ}K = 7^{\circ}C$.

5.2. $V = 7{,}6 \cdot 10^{-3}\ m^3$

5.3. $M = 1{,}13\ kg$

5.4. $T = 364^{\circ}K = 91^{\circ}C$

5.5. $V = 3{,}1 \cdot 10^{-2}\ m^3$

5.6. $\Delta M = \dfrac{M_1 \Delta p}{p_1} = 7{,}5\, kg$

5.7. $M = 0{,}065\ kg$

5.8. $M = 1200\ kg$

5.9. 1,1 marta.

5.10. 1) $pV = \dfrac{M}{\mu} RT_1 = \dfrac{5 \cdot 10^{-4}}{2} 8{,}31 \cdot 10^3 \cdot 273\ J = 567\ J$ (1)

2) $pV = \dfrac{M}{\mu} RT_2 = 775\ J$ (2)

(1) va (2) tenglamalarga V ning har xil qiymatlarini qo'ya borib, unga mos kelgan *p* ning qiymatlarini olamiz.

5.11. Oldingi masalaning yechilishiga qarang.

5.12. $\dfrac{M}{\mu} = 0{,}4\ k\,mol$.

5.13. $p_1 = 1{,}08 \cdot 10^5\, n/m$; $p_2 = 1{,}16 \cdot 10^5\, n/m$

5.14. Kapillyar gorizontal vaziyatda bo'lganida uning har ikki yarmida hajmi $V_0 = Sh$ va bosimi p_0 bo'lgan havo bo'ladi, bunda S-kapillyar ko'ndalang kesimining yuzi. Kapillyar vertikal vaziyatda qo'yilganda keyin uning yuqori yarmidagi havoning hajmi $V_1 = S(h + \Delta l)$ va bosimi p_1 bo'ladi. Boyl-Mariott qonuniga asosan $V_0\, p_0 = V_1\, p_1$ yoki $hp_0=(h+\Delta l)p_1$. Xuddi shuningdek kapillyarning pastki yarmi ham $hp_0=(h-\Delta l)p_2$ Bunda kapillyarning pastki yarmidagi p_2 bosim, p_1 bosim bilan simob ustuning p_3 bosimining yig'indisidan iborat bo'ladi, ya`ni

$$p_2 = p_1 + p_3 \qquad (3)$$

(1), (2) va (3) tenglamalarni birgalikda yechsak

$$p_0 = \frac{p_3(h - \Delta l)(h + \Delta l)}{2h \cdot \Delta l} \qquad (4)$$

hosil bo'ladi. (4) tenglamada p_0 bosim p_3 o'lchangan birliklarda ifodalanadi. p_3 bosimni simob ustunining milimetrlari bilan ifodalaymiz. Bizda $p_3 =$ 220 *mm* sim. ust. $h = \dfrac{L - l}{2} = 0{,}4m$ va $\Delta l = 0{,}1\ m$. Bu qiymatlarni (4) ga qo'ysak, $p_0 = 375$ *mm* sim. ust. kelib chiqadi.

5.15. Arximed qonuniga asosan gazga botirilgan jism og'irligining kamayishi, shu jism hajmiga baravar hajmdagi gazning og'irligiga teng. *M* massali qo'rg'oshinning hajmi $V_1 = \frac{M}{\rho_1}$ bunda ρ_1 – qo'rgoshinning zichligi. Shunday hajmdagi havoning og'irligi. $m_1 g = \frac{\mu \rho V_1 g}{RT} = \frac{\mu p M g}{\rho_1 RT}$. *M* massali po'kakning hajmi $V_2 = \frac{M}{\rho_2}$, bunda ρ_2 –po'kakning zichligi. Shunday hajmdagi havoning og'irligi $m_2 g = \frac{\mu p M g}{\rho_2 RT}$. Qo'rgoshinning haqiqiy og'irligi $P_1=g(M+m_1)$ va po'kakning haqiqiy og'irligi $P_2 = g\,(M + m_2)$ demak

$$\Delta P = P_2 - P_1 = g\left(m_2 - m_1\right) = \frac{\mu\, p\, M g}{RT}\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) = 58{,}6\,N \cong 6{,}0\,kg.$$

5.16. Havo sharchasining natijaviy ko'tarish kuchi sharcha hajmidagi havo og'irligi va sharchaning o'z og'irligi (sharcha qobig'i va undagi vodorod og'irligi) orasidagi ayirmaga teng. Shunday qilib, $F=M_2g-(M_1g+\chi)$, bunda F – natijaviy ko'tarish kuchi, M_2 - sharcha hajmidagi havo massasi, M_1 - sharcha hajmidagi vodorod massasi va χ- sharcha qobig'ining og'irligi. Shartga ko'ra F = 0, binobarin,

$$\chi = g\left(M_2 - M_1\right) = g\frac{\rho V}{RT}\left(\mu_2 - \mu_1\right) = \frac{4}{3}\pi r^3 \frac{pg}{Rt}\left(\mu_2 - \mu_1\right) = 0{,}096N = 9{,}8\cdot 10^{-3} kG$$

5.17. $\rho = \frac{M}{V} = \frac{pM}{RT} = 0{,}083\,kg/m^3$. **5.18.** $\rho = 0{,}081\ kg/m^3$.

5.19. $\mu = 4\ kg/kmol$. **5.20.** $\rho = 1{,}6\cdot 10^{-14}\ kg/m^3$.

5.21. 1400^0 K haroratgacha.

5.22. Gazning holati qizdirilishiga qadar

$$p_1 V_1 = \frac{M}{\mu} RT_1 \quad (1)$$

va qizdirilgandan keyin

$$p_2 V_2 = \frac{M}{\mu} RT_2 \quad (2)$$

tenglamalar bilan aniqlanadi. Shartga ko'ra $p_1 = p_2 = p$ (1) va (2) tenglama - lardan izlanayotgan kattaliklarni topish mumkin.

1) $V_1 = \frac{MRT}{\mu\rho} = 2{,}4\cdot 10^{-3}$ 3) $\rho_1 = \frac{\mu\rho}{RT_1} = 4{,}14 kg/m^3$;

2) $T_2 = \frac{\mu\rho V_2}{MR} = 1170^0 K$; 4) $\rho_3 = \frac{\mu\rho}{RT_2} = 1 kg/m^3$

5.23. $\rho=1{,}55\cdot 10^8\ N/m^2$, $\rho=1{,}55\cdot 10^8\ kg/m^3$.

5.24. $\rho = \frac{\rho\mu}{RT}$; T = const bo'lganda ρ = Aρ, ya`ni ρ-zichlik *p* bosimga to'g'ri proportsional bo'ladi va *p* = *const* bo'lganda $\rho = \frac{B}{t}$, ya`ni ρ zichlik *T* haroratga teskari proportsional bo'ladi.

5.25. Dal'ton qonuniga asosan, suv bug'lanib bo'lgach idishda $p = p_1 + p_2$ bosim vujudga keladi, bunda p_1 - kislorodning bosimi va p_2- suv bug'ining bosimi. Mendeleev - Klapeyron tenglamasiga asosan

$$p_1 = \frac{M_1RT}{V\mu_1} = \frac{1{,}6\cdot 8{,}31\cdot 10^3\cdot 773}{1\cdot 32} N/m^2 = 3{,}2\cdot 10^5 N/m^2$$

$$p_2 = \frac{M_1RT}{V\mu_2} = \frac{0{,}9\cdot 8{,}31\cdot 10^3\cdot 773}{1\cdot 18} N/m^2 = 3{,}2\cdot 10^5 N/m^2$$

Umumiy bosim $p=6{,}4\cdot 10^5$ N/m^2.

5.26. Dal'ton qonuniga asosan

$$p = p_1 + p_2 \quad (1)$$

bunda p_1 va p_2 - partsial bosimlar, agar harorat o'zgarmas bo'lsa, $p_1(V_1+V_2)=p_0' V_1$ va $p_2(V_1+V_2) = p_0' V_2$ bo'ladi, bundan

$$p_1 = \frac{p_0' V_1}{V_1 + V_2} \qquad (2)$$

va

$$p_2 = \frac{p_0' V_2}{V_1 + V_2} \qquad (3)$$

(2) va (3) ni (1) ga qo'ysak, quyidagini olamiz:

$$p = \frac{p_0'V_1 + p_0'V_2}{V_1 + V_2} = 1{,}4\cdot 10^5 N/m^2$$

5.27. $p = 4{,}15\cdot 10^5 N/m^2$

5.28. 1) $\mu = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}} = 4{,}6\ kg/kmol$; 2) $V=11{,}7\cdot 10^{-3}\ m^3$.

5.29. $m = 2{,}5\cdot 10^{-3}\ kg$.

5.30. Agar iod molekulalari dissotsiatsiyalanmaganda, idishdagi bosim $\rho = \frac{MRT}{\mu V} = \frac{10^{-3}\cdot 8{,}31\cdot 10^3\cdot 1273}{254\cdot 0{,}5\cdot 10^{-3}} N/m^2 = 625 mm$ sim. ust. bo'ladi. Agar dissotsiatsiya darajasi α ga teng bo'lsa, idishda $2\alpha\frac{M}{\mu}$ kilomol atom iod hamda $(1-\alpha)\frac{M}{\mu}$ kilomol molekulyar iod J_2 bo'ladi. Ularning hosil qilgan bosimi mos ravishda $p_1 = \frac{2\alpha MRT}{\mu V}$ va $p_2 = \frac{(1-\alpha)MRT}{\mu V}$ ga teng va aralashmaning bosimi

$$P_{aral} = p_1 + p_2 = \frac{MRT}{\mu V}(2\alpha + 1 - \alpha) = (1+\alpha)\frac{MRT}{\mu V} = p(1+\alpha)$$

ya'ni $1+\alpha=\frac{p_{aral}}{p}=\frac{700}{625}=1{,}12$ va α=0,12 .

5.31. $\frac{p_1}{p}=1{,}25$

5.32. ρ = 1,2 *kg/m*^{3}, $p_1 = 0{,}236\cdot10^5$ *N/m*^{2}, $p_2 = 0{,}764\cdot10^5$ *N/m*^{2}

5.33. ρ = *1,98 kg/m*^{3}.

5.34. 1) m = $1{,}67\cdot10^{-27}$ *kg*; 2) m = $6{,}65\cdot10^{-27}$ *kg*.

5.35. $5{,}6\cdot10^{-23}$ *N·sek.* **5.36.** $3{,}3\cdot10^{-23}$ *N ·sek.*

5.37. $2\cdot10^{-23}$ *kg · m/sek.* **5.38.** $3{,}3\cdot10^{22}$. **5.39.** $7{,}5\cdot10^{19}$*sm*$^{-3}$.

5.40. $2\cdot10^{27}$. **5.41.** $3{,}4\cdot10^5$ *sm*$^{-3}$.

5.42. Idishdagi gazning *p* bosimi shu idish hajm birligidagi molekula soni *n* bilan quyidagi munosabatda bog'langan:

$$p = nkT = \frac{NkT}{V} \qquad (1)$$

bunda *N* - hajmi *V*- bo'lgan idishdagi molekulalarning umumiy soni. Bu *N* ta molekula idish devorida monomolekulyar qatlam hosil qilganligidan

$$N = \frac{S_1}{S}, \text{ bunda } S_1=4\pi r^2 \qquad (3)$$

bo'lib, S_1 - idishning ichki sirti va S-bitta molekulaning ko'ndalang kesim yuzi. Idishning hajmi

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \qquad (4)$$

bo'lganligidan (2), (3) va (4) larni (1) ga qo'ysak,

$$p = \frac{3kT}{sr} \qquad (5)$$

bo'ladi. Masalada berilganlarni (5) ga qo'ysak,
p = 2,4 *N/m*^{2} = *1,8 · 10*$^{-2}$ *mm sim. ust*. bo'ladi.

5.43. Agar dissotsiatsiya darajasi α ga teng bo'lsa, idishda $2\alpha\frac{M}{\mu}$ kilomol atom holatidagi iod *J* va $(1-\alpha)\frac{M}{\mu}$ kilomol molekulyar iod J_2 bo'ladi. Idishdagi umumiy kilomollar soni $2\alpha\frac{M}{\mu}+(1-\alpha)\frac{M}{\mu}$ ga teng, unda izlanayotgan zarrachalarning soni

$$N = N_0\left[2\alpha\frac{M}{\mu}+(1-\alpha)\frac{M}{\mu}\right],$$

masalada berilganlarning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, N=$3{,}56\cdot10^{21}$ ga teng bo'ladi.

5.44. N = $4{,}5\cdot10^{23}$.

5.45. 1) V = $3{,}2\cdot10^{-3}$ *m*^{3}; 2) $p_1 = 7{,}37\cdot10^{-4}$ *mm sim. ust.*;
$p_2 = 2{,}63\cdot10^{-4}$ *mm sim. ust.* 3) n=$2{,}6\cdot10^{13}$ *sm*$^{-3}$.

5.46. $\sqrt{\overline{\upsilon^2}} = 500\, m/sek$. **5.47.** $\frac{\sqrt{\overline{\upsilon^2}}}{\sqrt{\overline{\upsilon_2^2}}} = 2{,}65$

5.48. $\sqrt{\overline{\upsilon^2}} = 5\cdot 10^5\, m/sek.$ **5.49.** n = 4,2·10^{18} sm^{-3}.

5.50. $p = \frac{1}{3}\rho\overline{\upsilon^2} = 5\cdot 10^3 N/m^2$ $/m^2$. **5.51.** 1,44·10^7 marta.

5.52. $m\sqrt{\overline{\upsilon^2}} = \sqrt{3kTm} = 6{,}3\cdot 10^{-24}\, kg\cdot m/sek$

5.53. 1) $\sqrt{\overline{\upsilon^2}} = 230\, m/sek;$ 2) N=1,9·10^{23}; 3) ρ=5,0 kg/m^3.

5.54. $\sqrt{\overline{\upsilon^2}} = 4{,}6\cdot 10^{-3}\, m/sek.$ **5.55.** ρ=0,74 kg/m^3.

5.56. 1) $\sqrt{\overline{\upsilon^2}} = 1900\, m/sek.$ 2) μ = 2 *kg/kmol*.

5.57. N = 1,88·10^{22}.

5.58. Gaz molekulalarining issiqlik harakat energiyasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$W = \frac{M}{\mu}\cdot\frac{1}{2}RT \qquad (1)$$

Ikki atomli gaz uchun i = 5 bo'lib, shuningdek i = 3 esa molekulalarning ilgarilanma harakatiga va i = 2 esa ularning aylanma harakatiga to'g'ri keladi. Masalada berilganlarning qiymatlarini (1) ga qo'ysak: W=3,7·10^3*J* bo'lib, W_{ilg} = 2,2 · 10^3 *J* va W_{ayl} = 1,5 · 10^3 *J* bo'ladi.

5.59. W_k = 210 *J*. **5.60.** W_{ayl} = 8,3·10^4 *J*. **5.61.** *W* = 750 *J*.

5.62. 1) $M = \frac{2W}{\upsilon^2} = 2{,}5\cdot 10^{-3}$ *kg*; 2) $p = \frac{2W}{3V} = 1{,}67\cdot 10^5 N/m^2$ N/m^2.

5.63. 1)T = 20 000^0 *K*; 2) T = 900^0 *K*.

5.64. $W = \frac{iMp}{2\rho} = 5\cdot 10^4\ J$. **5.65.** N = 1,3·$10^{10}$; W = 0,133 *J*.

5.66. 1) c_v = 650 *J/kg· grad*.; 2) c_p=910 *J/kg· grad*.

5.67. 1) 800 *J/kg· grad* =0,19 *kal/g· grad*;
2) 1025 *J/kg· grad* =0,245 *kal/g· grad;*
3) 970 *J/kg· grad* =0,23 *kal/g· grad;*
4) 1040 *J/kg· grad* =0,248 *kal/g· grad;*
5) 103 *J/kg· grad* =0,025 *kal/g· grad*.

5.68. 1,4 **5.69.** μ=2 *kg/kmol*.

5.70. c_v=650 *J/kg· grad;* c_p=910 *J/kg· grad*.

5.71. c_v=693 *J/kg· grad;* c_p=970 *J/kg· grad*.

5.72. $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ tenglamadan ko'rinadki, ikki atomli gazlarning uch kilomolidan reaktsiyadan keyin uch atomli gazning ikki kilomoli hosil bo'ladi. Shuning uchun yonmasdan ilgari $C_v' = 3\frac{5}{2}R$ va $C_p' = 3\frac{7}{2}R$; yongandan keyin esa $C_V^{"1} = 2\frac{6}{2}R$ va $C_p'' = 2\frac{8}{2}R$ bo'ladi. Shuning uchun

1) $\frac{C_V'}{C_V''} = 1{,}25$; 2) $\frac{C_p'}{C_p^n} = 1{,}31$.

5.73. $2\alpha\frac{M}{\mu}$ kilomol atom holidagi kislorodni va $(1-\alpha)\frac{M}{\mu}$ kilomol molekulyar kislorodni o'zgarmas bosimda qizdirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdori quyidagiga teng

$$Q = 2\alpha\frac{M}{\mu}C_p' \cdot \Delta t + (1-\alpha)\frac{M}{\mu}C_p'' \cdot \Delta t = \frac{M}{\mu}C_p \cdot \Delta t,$$

bunda C_p' va C_p'' bir atomli va ikki atomli gazlarning mos ravishda molekulyar issiqlik sig'imlari, C_p–gaz aralashmasining $p = const$ bo'lgandagi molekulyar issiqlik sig'imi. Bundan

$$2\alpha C_p' + (1-\alpha)C_p'' = C_p$$

yoki

$$\alpha = \frac{C_p - C_p''}{2C_p' - C_p} \qquad (1)$$

Bunda $C_p = c_p\mu = 1050 \cdot 32$ *J/kmol · grad* = $33{,}6 \cdot 10^3$ *J/kmol · grad*, $C_p' = 20{,}78 \cdot 10^3$ *J/kmol · grad*, $C_p'' = 29{,}8 \cdot 10^2$ *J/kmol · grad*. Bu berilgan -larni (1) ga qo'ysak, $\alpha = 0{,}36$ bo'ladi.

5.74. $c_v = 90$ *J/kg · grad*; $c_p = 139$ *J/kg · grad*. **5.75.** $\alpha = 21\%$.

5.76. c_p=685 *J/kg· grad*. **5.77.** $\frac{c_p}{c_v} = 1{,}59$. **5.78.** M=60 *kg*.

5.79. 1) Gazning olgan issiqlik miqdori $\Delta Q = \frac{M}{\mu}C_p(T_2 - T_1)$ formuladan topiladi. T_2 ni topish uchun gazning qizdirilishiga qadar bo'lgan hamda qizdirilgandan keyingi holatining $pV_1 = \frac{M}{\mu}RT_1$ va $pV_2 = \frac{M}{\mu}RT_2$ tenglamalarini yozamiz. Bundan, $T_2 = T_1\frac{V_2}{V_1}$ lekin $V_1 = \frac{MRT_1}{\mu p}$, demak,

$$T_2 = \frac{\mu V_3 p}{MR} = \frac{32 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^5}{10 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31 \cdot 10^3} \text{ o}K = 1156^0 K.$$

Shunday qilib,

$$T_2 - T_1 = 1156^0 K - 283^0 K = 875^0 K$$

va

$$\Delta Q = \frac{M}{\mu}C_p(T_2 - T_1) = \frac{10^{-3} \cdot 29{,}08 \cdot 10^3 \cdot 873}{32} J = 7{,}9 \cdot 10^3 J$$

2) Gazning qizdirilishiga qadar energiyasini quyidagi formuladan topish mumkin:

$$W_k = \frac{M}{\mu} \cdot \frac{i}{2}RT_1. \qquad (1)$$

Kislorod ikki atomli gaz bo'lganligidan i = 5 bo'ladi. Masalada berilgan-larning son qiymatini (1) ga qo'ysak, $W_1=1{,}8\cdot10^3$ *J* bo'ladi. Qizdirilgandan keyingi gazning energiyasi

$$W_2=\frac{M}{\mu}\cdot\frac{i}{2}RT_2=7{,}6\cdot10^3\,J\,.$$

5.80. Q = $4{,}15\cdot10^3$ *J*.

5.81. 1) O'zgarmas bosimda $\Delta Q=\frac{M}{\mu}C_p\Delta T$ bo'ladi. Lekin $pV_1=\frac{M}{\mu}RT_1$ va $pV_2=\frac{M}{\mu}RT_2$ bundan $p\Delta V=\frac{M}{\mu}R\Delta T$ yoki $\frac{M}{\mu}\Delta T=\frac{p\Delta V}{R}$. Demak, $Q=C_p\frac{p\Delta V}{R}=700\ J$

2) O'zgarmas hajmda $Q=\frac{M}{\mu}$ bo'ladi. Lekin $p_1V=\frac{M}{\mu}RT_1$ va $p_2V=\frac{M}{\mu}RT_2$ bundan $V\Delta p=\frac{M}{\mu}R\Delta T$ yoki $\frac{M}{\mu}\Delta T=\frac{V\Delta p}{R}$. Demak, $Q=C_v\frac{V\Delta p}{R}=500J$.

5.82. 1) $T=1500^0$ *K*; 2)V = $12{,}4\cdot10^{-3}m^3$; 3) Q = 12,4 *kJ*.

5.83. Q = 545 *J*.

5.84. $Q=\frac{M}{\mu}C_x\Delta t,$ bundan $C_x=\frac{\mu Q}{M\Delta T}=20{,}8\cdot10^3$ *J/kmol·grad* $\cong$ 5 *kal/mol · grad*. Kislorod ikki atomli gaz bo'lganligi uchun, topilgan C_x ning qiymatidan ko'rinadiki, gaz o'zgarmas hajmda isitilgan ekan.

5.85. Havoga berilishi kerak bo'lgan issiqlik miqdorini quyidagi formuladan topamiz:

$$\Delta Q=\frac{M}{\mu}\cdot C_v\Delta T. \qquad (1)$$

$\Delta T'$ ni topish uchun gazning isitilishigacha va isitilganidan keyingi holat tenglamalarini yozamiz.$V_1=V_2V$ bo'lganligidan, $p_1V=\frac{M}{\mu}RT_1$ va $p_2V=\frac{M}{\mu}RT_2$ bo'ladi, bundan $V\Delta p=\frac{M}{\mu}R\Delta T$ yoki

$$\Delta T=\frac{V\Delta p\cdot\mu}{MR} \qquad (2)$$

(2) ni (1) ga qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$Q=C_v\frac{V\cdot\Delta p}{R}=\frac{i}{2}V\Delta p\,. \qquad (3)$$

Masalada berilganlarning son qiymatlarini (3) ga qo'ysak, Q = 10^4 *J* bo'ladi.

5.86. 1) M=$3{,}7\cdot10^{-3}$ kg; 2)$\Delta W=3{,}3\cdot10^{-21}$ *J*.

5.87. $Q=\frac{\rho VC_V\cdot\Delta t}{\mu}=208\,J$.

5.88. 1) $T_2=2500^0$K; 2) $Q=\frac{C_VV\cdot\Delta p}{R}=16{,}3\,kJ$.

5.89. i = 6 **5.90.** 1) Q = 6,25 kj; 2) $T_2=4T_1$; 3) $p_2=4p_1$.

5.91. 1) Q=102 *J*. 2) $\sqrt{\overline{\upsilon^2}}=1{,}57\cdot10^3\,m/sek$; 3)$p_2=1{,}33\cdot10^5$ *N/m*^{2};

4) $p_1=p_2=0{,}164$ kg/m3; 5)$W=4\cdot10^2$ *J*.

5.92. Q=155 *J*

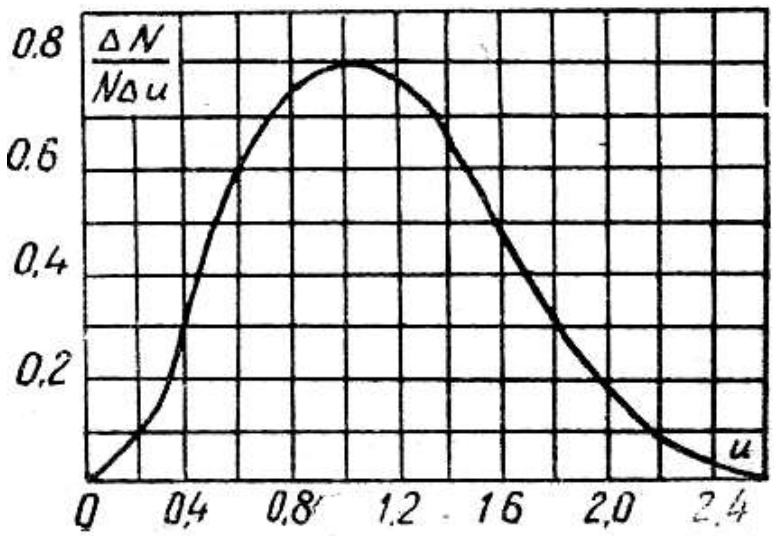
5.93. 1) $\bar{\upsilon}=579\,m/sek$; 2) $\sqrt{\overline{\upsilon^2}}=628\,m/sek$; 3) $\upsilon_e=513$ *m/sek*.

5.94. T = 83^0 K yoki t = -190^0C.

5.95. Molekulalarning tezliklari bo'yicha taqsimlanishi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\frac{\Delta N}{N}=\frac{4}{\sqrt{\pi}}\cdot e^{-u^2}u^2\Delta u \qquad (1)$$

bunda u-nisbiy tezlik. Bizning holda $\upsilon=100$*m/sek* va $\Delta\upsilon=10$*m/sek*. Ehtimolligi eng katta tezlik $\upsilon_e=\sqrt{\frac{2RT}{\mu}}=376m/sek$. Demak, $u=\frac{\upsilon}{\upsilon_e}=\frac{100}{376}$ va $u^2=0{,}71e^{-u^2}=0{,}93$ va $\Delta u=\frac{10}{376}$. Unda (1) formuladan. $\frac{\Delta N}{N}=\frac{4}{\sqrt{\pi}}0{,}93\cdot0{,}07\frac{10}{376}=0{,}004=0{,}4\%$. Shunday qilib, tezliklari ko'rsatilgan oraliqda yotgan molekulalarning soni molekulalar umumiy sonining 0,4 % iga teng. Bu masalani yechish uchun, ya'ni 73-betdagi 10-jadvalda berilganlarga asosan chizilgan $\frac{\Delta N}{N\Delta u}=f(u)$ grafikdan foydalanib (83-rasmga qarang),yechish mumkin. Bizda u = 0,27. Grafikdan ko'rinadiki, *u* ning qiymatiga $\frac{\Delta N}{N\Delta u}\cong0{,}16$ mos keladi. Bizda *Δ u=0,027* bo'lganligi uchun, $\frac{\Delta N}{N}=0{,}16\cdot0{,}027=0{,}004=0{,}4\%$.



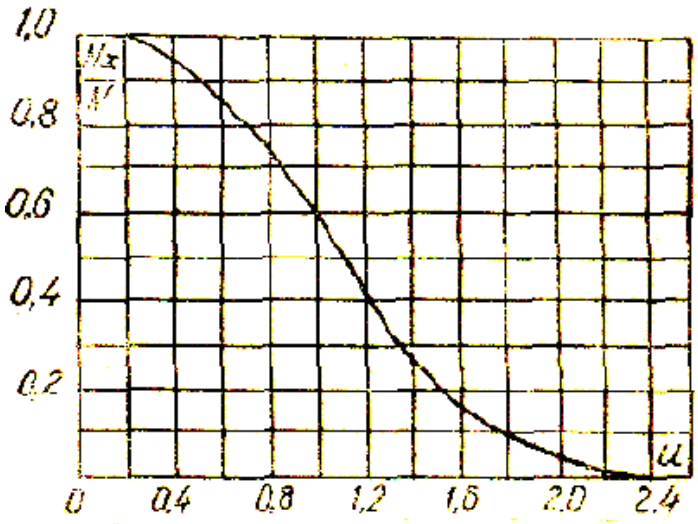
83-rasm

5.96. $\frac{\Delta N}{N}=2{,}8\%$. **5.97.** $\frac{\Delta N}{N}=4{,}5\%$.

5.98. Ixtiyoriy haroratda ixtiyoriy gaz uchun $\frac{\Delta N_2}{\Delta N_1}=1{,}1$ ga teng.

5.99. 1) $\upsilon_э = 487$ *m/sek* va $\frac{\Delta N}{N} = 3{,}4\%$; 2) $\upsilon_э = 731$ *m/sek* va $\frac{\Delta N}{N} = 2{,}2\%$.

Shunday qilib, harorat orttirilganda taqsimot egri chizig'ining maksimumi o'ngga siljiydi va maksimumning kattaligi kamayadi.



84-rasm

5.100. Berilgan masaladagi tezliklarning oralig'i katta bo'lganligi uchun, Maksvellning formulasidan foydalanish mumkin emas. Bu masalani quyidagicha yechamiz: tezliklari mos ravishda υ_1 va υ_2 lardan katta bo'lgan molekulalarning N_1 va N_2 sonlarni topamiz. U vaqtda izlanayotgan molekulalarning soni $N_x = N_1 - N_2$ bo'ladi. N_1 va N_2 sonlarni topish uchun 74-betda keltirilgan, 11 – jadvalda berilganlarga asosan chizilgan $\frac{N_x}{N} = F(u)$ grafikdan foydalanamiz (84-rasmga qarang). Bizning masalada $\upsilon_э = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$ =500 *m/sek*. Demak, $u_1 = \frac{300}{500} = 0{,}6$ va $u_2 = \frac{800}{500} = 1{,}6$. 84-rasmdagi grafikdan u ning qiymatiga mos keluvchi $\frac{N_1}{N} = 0{,}87 = 87\%$ va $\frac{N_2}{N} = 0{,}17 = 17\%$ ni topamiz. Bu topilgan miqdorlar shuni ifodalaydiki, hamma molekulalarning 87% qismi 300 *m/sek* dan katta tezliklar bilan harakatlanadi va faqat 17 % molekulalar 800 *m/sek* dan katta tezliklarga ega bo'ladi. U vaqtda tezliklari 300 *m/sek* dan 800 *m/sek* gacha oraliqda bo'lgan moleku-lalarning nisbiy soni $\frac{N_x}{N} = 87\% - 17\% = 70\%$ ga teng bo'ladi.

5.101.1) $\frac{N_1}{N} = 57\%$; 2) $\frac{N_2}{N} = 43\%$.Bu masala yechimining natijasidan ko'rinadiki, molekulalar tezliklarining taqsimot egri chizig'i simmetrik bo'lmas ekan.

5.102. $N_x = 1{,}9 \cdot 10^{22}$.

5.103. Molekulaning ilgarilama harakat kinetik energiyasi W_0 ga teng bo'lishi uchun, u $\frac{m\upsilon_0^2}{2} = W_0$ tenglamani qanoatlantiruvchi υ_0 tezlikka ega

bo'lishi kerak. Bundan $\upsilon_0 = \sqrt{\frac{2W_0}{m}}$. Molekulaning ehtimolligi eng katta bo'lgan tezligi $\upsilon_э = \sqrt{\frac{2RT_0}{\mu}} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$ bo'lganligidan, bu molekulalarning nisbiy tezligi $u = \frac{\upsilon_0}{\upsilon_э} = \sqrt{\frac{W_0}{kT}} = 1{,}73$ ga teng bo'ladi. 84-rasmdagi grafikdan foydalanib nisbiy tezliklari u = 1,73 dan katta bo'lgan molekulalarining $\frac{N_x}{N}$ nisbiy sonini topamiz. Grafikdan $\frac{N_x}{N} = 0{,}12$. Shunday qilib, berilgan haroratda kislorodning 12% molekulalari W_0 energiyaning berilgan qiymatidan katta kinetik energiyaga ega bo'ladi. Idishdagi kislorod molekulalarining umumiy soni $\mathrm{N} = \frac{M}{\mu} N_0 = 1{,}5 \cdot 10^{23}$ ga teng. Demak, izlanayotgan molekulalarning soni N_x=0,12 $N = 1{,}8 \cdot 10^{22}$.

5.104. 1) $T = 7730^0\,K$. 2) Shartga ko'ra $\frac{N_x}{N} = 0{,}5$. 84-rasmdagi grafikdan $\frac{N_x}{N} = 0{,}5$ ga mos keluvchi nisbiy tezlik u = 1,1 ga teng. Lekin $u = \sqrt{\frac{W_0}{kT}}$ (oldingi masalaning yyechilishiga qarang), bundan $T = \frac{W_0}{ku_2} = 9600^0\,K$.

5.105. $T = 15700^0\,K$.

5.106. Balandlik h ning ortishi bilan havoning bosimi $p = p_0 e^{\frac{\mu gh}{RT}}$ qonuniga asosan kamayib boradi, bunda p_0 – balandlik h = 0 bo'lgandagi gazning bosimi. Bizda $\mu = 29$ *kg/kmol*, $h = 3{,}25 \cdot 10^3$ *m*, $R = 8{,}31 \cdot 10^3$ J/*kmol*·grad, $T = 278^0$ K, demak $\frac{\mu gh}{RT} = 0{,}4$; $e^{-0{,}4} = 0{,}67$ bo'lganligidan oxirgi natija p = 760·0,67 *mm* sim.ust.=510 *mm* sim.ust. bo'ladi.

5.107. h = 2,3 *km*.

5.108. p_1 = 0,354 *atm*, p_2 = *0,713 atm*. Δp = 0,36 *atm*.

5.109. 1,7 marta.

5.110. 1) 1,28 kG; 2) 0,78 kG

5.111. 1) h = 5,5 *km;* 2) h = 80 *km*.

5.112. Barometrik formuladan foydalanamiz

$$p = p_0 e^{-\frac{\mu gh}{RT}} \quad (1)$$

Konsentrasiya (hajm birligidagi zarrachalar soni) $n = \frac{p}{kT}$ ga teng, bundan

$$p = nkT \qquad (2)$$

(2) ni (1) ga qo'yib, h_1 va h_2 balandlik uchun mos keluvchi $n_1 = n_0 e^{-\frac{\mu g h_1}{RT}}$ va $n_2 = n_0 e^{-\frac{\mu g h_2}{RT}}$ larni hosil qilamiz, bundan $\frac{n_1}{n_2} = e^{-\frac{\mu g (h_1 - h_2)}{RT}} = e^{\frac{\mu g (h_2 - h_1)}{RT}}$ yoki

$$ln\frac{n_1}{n_2} = \frac{\mu g(h_2 - h_1)}{RT}$$

Zarrachaning massasi $m = \frac{\mu}{N_0}$ bo'lganligidan, (3) formulani quyidagicha yozish mumkin: $\ln\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_0 m(h_2 - h_1)g}{RT}$, bundan, Arximed qonuniga asosan kiritilgan tuzatmani nazarga olgan holda oxirgi natijani hosil qilamiz

$$N_0 = \frac{RT\ln\frac{n_1}{n_2}}{gV(\rho - \rho')(h_2 - h_1)} = 6{,}1 \cdot 10^{26}\, kmol^{-1},$$

Bunda ρ – gummigutning zichligi va ρ' - suyuqlikning zichligi.

5.113. $\lambda^- = 8{,}5 \cdot 10^{-4} m$. **5.114.** $\lambda^- = 5{,}6 km$. **5.115.** $\lambda^- = 9{,}3 \cdot 10^{-8}\, m$.

5.116. $\bar{z} = 4{,}9 \cdot 10^5$ *sek*$^{-1}$. **5.117.** $\bar{z} = 2{,}47 \cdot 10^0\, sek^{-1}$.

5.118. Z = $3 \cdot 10^{31}$. **5.119.** 2,3 *marta*. **5.120.** $\bar{\lambda} = 10^{-6} m$

5.121. $\bar{\lambda} = \frac{\mu}{\sqrt{2\pi\delta^3 N_0 \rho}} 1{,}8 \cdot 10^{-6} m$. **5.122.** $\bar{\lambda} = 14{,}2$ *sm*.

5.123. Kislorod molekulalarining bir sekunddagi to'qnashishlar soni $\bar{z} = \frac{\bar{\upsilon}}{\lambda_2}$ formuladan topiladi, bunda $\bar{\upsilon} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$ va $\bar{\lambda}_2 = \bar{\lambda}_1 \frac{p_1}{p_2}$.

Shunday qilib,

$$\bar{z} = \frac{\sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}}{\lambda_1 \frac{p_1}{p_2}} \qquad (1)$$

Shartga ko'ra $\frac{p_1}{p_2} = 100, \bar{\lambda}_1 = 9{,}5 \cdot 10^{-8} m$ T= 273^{0}K. bu qiymatlarni (1) ga qo'ysak, $\bar{z} = 4{,}5 \cdot 10^7$ *sek*$^{-1}$ bo'ladi.

5.124. $\bar{z} = 9{,}6 \cdot 10^9$ *sek*$^{-1}$ bo'ladi.

5.125. $\bar{\lambda} = 2{,}3 \cdot 10^{-8} m$

5.126. $\sigma = \sqrt{\frac{\mu}{\sqrt{2N_0 \pi\lambda\rho}}} = 3{,}5 \cdot 10^{-10} m$.

5.127. $\tau = 1{,}6\cdot 10^{-7}$ *sek.*

5.128. $\rho = 1{,}6\cdot 10^{-9}\ kg/m^3$; $n = 3{,}3\cdot 10^{10}\ sm^{-3}$; $\bar{\lambda} = 76{,}0\ m$.

5.129. Molekulalar bir-biri bilan to'qnashmasligi uchun erkin yugurish yo'lining uzunligi idish diametridan kichik bo'lmasligi kerak, ya'ni $\bar{\lambda} \geq D \geq \dfrac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2 n}}$. Bundan $n \leq \dfrac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2 D}}$. Masalada berilganlarning son qiymatlarini qo'ysak, $n \leq 1{,}7\cdot 10^{13}\ sm^{-3}$ bo'ladi.

5.130. 1) $7\cdot 10^{-3}$ *mm* sim. ust.; 2) $7\cdot 10^{-4}$ *mm* sim.ust.; 3) $7\cdot 10^{-5}$ *mm* sim.ust.

5.131. $\rho \leq 3\cdot 10^{-3}\ mm$ sim.ust. **5.132.** $\rho \leq 9{,}4\cdot 10^{-7}\ kg/m^3$.

5.133. $\bar{z} = \dfrac{\bar{\upsilon}}{\lambda}\sqrt{\dfrac{8}{3\pi}} = 9{,}2\cdot 10^7\ sek^{-1}$.

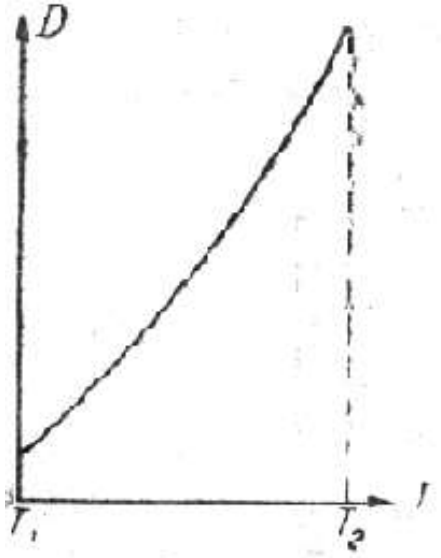
5.134. $D = 0{,}91\cdot 10^{-4}\ m^2/sek.$ **5.135.** $D = 8{,}4\cdot 10^{-5}\ m^2/sek.$

5.136. $D = \dfrac{1}{3}\bar{\upsilon}\bar{\lambda} = \dfrac{1}{3}\sqrt{\dfrac{8RT}{\pi\mu}}\cdot\dfrac{kT}{\sqrt{2}\pi\sigma p}$

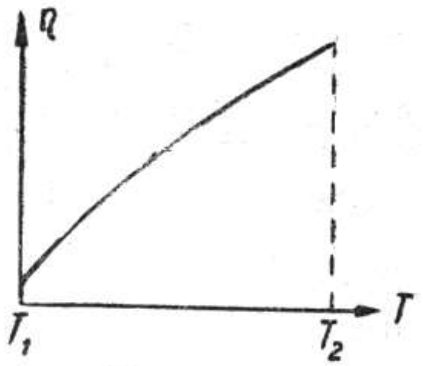
O'zgarmas bosimda $D = AT^{3/2}$. 85-rasmda p = const bo'lganda diffuziya koeffitsiyentining harorat T ga bog'lanish xarakteri berilgan.

5.137. $M = 2\cdot 10^{-6}\ kg$. **5.138.** $M = 9{,}7\cdot 10^{-8}\ kg$.

5.139. $\bar{\lambda} = 1{,}84\cdot 10^{-7}\ m.$



85 -rasm



86-rasm

5.140. $\eta = 1{,}78\cdot 10^{-5}\ N\cdot sek/m^2$

5.141. Ma'lumki

$$\eta = \frac{1}{3}\bar{\upsilon}\bar{\lambda}\rho \qquad (1)$$

bunda $\bar{\upsilon} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$ molekulalarning o'rtacha arifmetik tezligi, $\bar{\lambda} = \frac{kT}{\sqrt{2}\pi\sigma^2\rho}$ erkin yugurish yolining o'rtacha uzunligi va $\rho = \frac{p\mu}{RT}$ - gazning zichligi. Bu qiymatlarni (1) ga qo'ysak, $\eta = \frac{2k}{3\pi\sigma^2}\sqrt{\frac{\mu T}{R\pi}}$ ga ega bo'laman, bunda $\sigma^2 = \frac{2k}{2\pi\eta}\sqrt{\frac{\mu T}{R\pi}} = 9\cdot10^{-20} m^2$ va $\sigma = 3\cdot10^{-10}$ *m*.

5.142. $\eta = \frac{1}{3}\upsilon\bar{\lambda}\rho$. Bunda $\bar{\upsilon}, \bar{\lambda}$ va *p* larning ifodalarini qo'ysak, $\eta = A\sqrt{T}$ ekanini topamiz, bunda A-biror o'zgarmas kattalikdir. 86-rasmda ichki ishqalanish koeffisienti η ning temperatura *T* ga bog'lanish xarakteri berilgan.

5.143. $D=1{,}48\cdot10^{-5}$ m^2/sek; $\eta=1{,}85\cdot10^{-5}$ $kg/m\cdot sek$.

5.144. 1,07 marta.

5.145. $n = \frac{N_0\eta}{\mu D} = 1{,}8\cdot10^{25}\ m^{-3}$.

5.146. 1) $\rho = 1{,}6 kg/m^3$; 2) $\bar{\lambda} = 8{,}35\cdot10^{-8}$ m; 3). $\bar{\upsilon} = 440 m/sek$

5.147. $\upsilon = 2{,}72\ m/sek$.

5.148. F = 0,045 N.

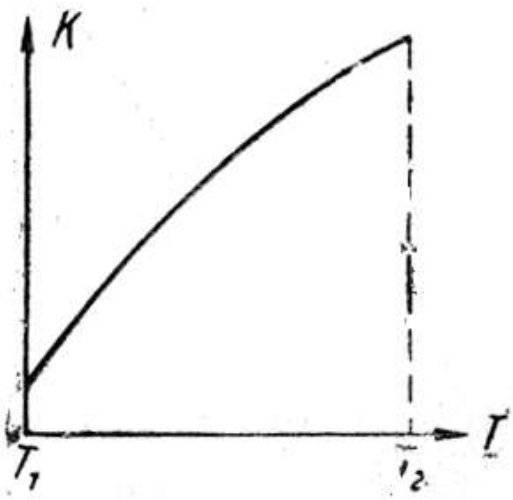
5.149.

$$\eta = \frac{F(R-r)}{4\pi^2\upsilon hRr} = 1{,}8\cdot10^{-5} N\cdot sek/m^2$$

5.150. K = 0,090 *Vt/m*.grad.

5.151. $K=13{,}2\cdot10^{-3}$ $Vt/m\cdot grad$ = $11{,}3\cdot10^{-3}$ $kkal/m\cdot soat\cdot grad$.

5.152. $K = \frac{1}{3}\upsilon\bar{\lambda}c_v p$; $\bar{\upsilon}, \bar{\lambda}$ va p larning ifodalarini o'rniga qo'ysak $K = A\sqrt{T}$ ekanini topamiz. 87-rasmda K ning T ga bog'lanish xarakteri berilgan.



87-расм.

5.153. $D = \frac{KVN_0}{C_v N} = 2\cdot10^{-5}$ m^2/sek.

5.154. 1) $\frac{D1}{D2} = 0{,}8$;

2) $\frac{\eta_1}{\eta_2} = 1{,}25$; 3) $\frac{K_1}{K_2} = 0{,}96$.

5.155. p=1,26 n/m^2=0,0096 mm.sim.ust.

5.156.1) Havoning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffisienti $\bar{\lambda} = d$ bo'lganida bosimga bog'liq bo'la boshlaydi, bunda d – termos devorlari o'rtasidagi masofa. Ma'lumki $\bar{\lambda} = \frac{kT}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 p}$, bundan $\bar{\lambda} = d$ bo'lganda $p = \frac{kT}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 d}$ ga ega bo'lamiz. Masalada berilganlarning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, p=7,6·10^{-3} *mm* sim.ust. ekanligini topamiz. 2) *K = 13,1·10^{-3} Vt/m · grad.* B) Agar *p* = 10^{-4} *mm* sim.ust. bo'lsa, erkin yugurish yo'lining uzunligi termos devorlari o'rtasidagi masofaga teng bo'ladi. Unda

$$K = \frac{1}{3}\bar{\lambda}\bar{\upsilon}c_v = \frac{1}{3}d\bar{\upsilon}c_v = \frac{d\sqrt{8RT}\cdot p\mu l}{3\sqrt{\pi\mu}RT\mu} = \frac{d\sqrt{8}ip}{3\sqrt{\pi\mu RT}} = 17{,}8\cdot 10^{-5}\ Vt/m\cdot grad.$$ 3)

Ma'lumki $Q = K\frac{\Delta T}{\Delta x}\cdot\Delta S\cdot\Delta t$. Lekin *ΔS = 2πrl,* bunda $r = \frac{r_1 + r_2}{2}$. Unda $Q = K\frac{\Delta T}{\Delta x}2\pi r l\Delta t_1$. masalada berilganlarning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak: a) Q = 188 J= 45 *kal* va b) Q = 25,5 J = 0,61 *kal* bo'ladi. Konveksiya tufayli haqiqiy isrof ko'proq bo'ladi.

5.157. Q = 5,7 *kkal.*

5.158. Q = 78 *J.*

5.159. 1) $Q = \frac{M}{\mu}C_p\Delta T = 7{,}92\cdot 10\ J = 1890\ kal$;

2) $\Delta W = \frac{i}{2}p\Delta V = 1350 kal$;

3) A = pΔV = 2,26 · 10^3 *J* = 540 *kal***.**

Shunday qilib, kutganimizdek, termodinamikaning birinchi qonuniga asosan Q = ΔW + A bo'ladi.

5.160. 1) A = 8,1·10^3 *J;* 2) ΔW = 20,2·10^3 *J*; 3) Q=28,3·10^3 *J*. (Q= ΔW+A).

5.161. ΔW = 1000 *J.*

5.162. 1) ΔW = 2500 *kJ;* 2) A = 830 *kJ*; 3) Q = 3330 *kJ.*

5.163. A = 600 *J.*

5.164. $Q = A\left(\frac{i}{2}+1\right) = 550\ J.$

5.165. Δ t = 57^0

5.166. A = 13,2 *J*, ΔW = 39,6 *J.*

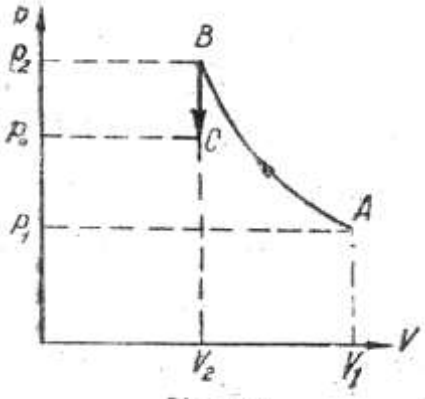
5.167. 1) Q = 3,32·10^6 *J*; 2) ΔW = 2,49·10^6 *J*; 3) A=8,31·10^5 *J.*

5.168. 1) Q = 10,4 *J*; 2) Δh = 2,8 *sm***.**

5.169. Q = 360 *J.*

5.170. A = 720 *J.*

5.171. 2,72 marta.



88- расм.

5.172. $\sqrt{V^2} = 5000\, m/sek.$

5.173. 1) A=70 *J*, 2) Q=A=70 J=16,8 *kal*.

5.174. A = 2,2 ·10^5 *J*. **5.175.** T = 207^0 K = -66^0S

5.176. $p_1 = 9{,}5\cdot 10^4$ *N/m*^{2} **5.177.** T = 865^0K yoki t = 592^0S.

5.178. *i* = 5, **5.179.** t = 123^0S. p=$52{,}8\cdot 10^5$ *N/m*^{2}.

5.180. T = 780^0K. **5.181.** $\frac{C_p}{C_v} = 1{,}4$

5.182. 1) 88 – rasmda prosessning grafigi tasvirlangan. 2) V_2 = 0,25 *l*; p_2 = 1,32 *at*.

5.183. $\frac{c_p}{c_v} = 1{,}4.$

5.184. Adiabatik prosessda ΔW = -A. 1) ΔW = $\frac{M}{\mu}\cdot\frac{i}{2}R(T_2 - T_1).$

Puasson tenglamasidan foydalanib, T_2 haroratni topishimiz mumkin. Zarur bo'lgan hisoblarni bajargandan keyin, ΔW = -2,69 ·10^6 *J* ekanligini topamiz. 2) A= -ΔW=2,69 ·10^6 *J*.

5.185. Adiabatik siqishda bajarilgan ish $A_{ad} = \frac{M}{\mu}\cdot\frac{RT}{(\varkappa - 1)}\left[1 - \frac{V_1}{V_2}^{x-1}\right]$ va izotermik siqishda bajarilgan ish

$$A_{iz} = \frac{M}{\mu} RT \ln\frac{v_2}{v_1}$$

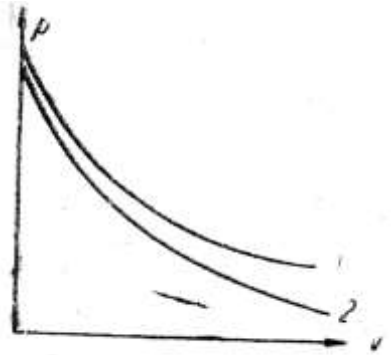
Bundan

$$\frac{A_{ad}}{A_{iz}} = \frac{\left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{x-1}\right]}{(\varkappa - 1)\ln\frac{V_2}{V_1}} \qquad (1)$$

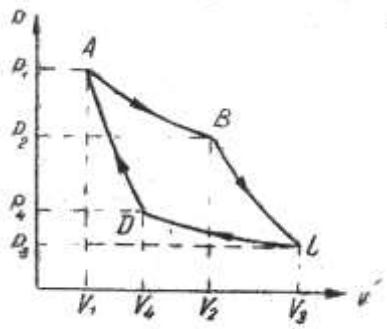
Bizda $V_1 = 10^{-2}$ m^3; $V_2 = 2\cdot 10^{-3}$ m^3; (*ϰ-1*)=0,4. Bu qiymatlarni (1) ga qo'ysak $\frac{A_{ad}}{A_{iz}} = 1{,}4$ kelib chiqadi – izotermik siqish foydaliroqdir.

5.186. 7^0 ga **5.187.** 1,15 marta.

5.188. 1) p_2=5 *atm*. T_2=273^0K, A=-1140 *J*.



89- расм.



90- расм.

2) p_2 = 9,5 *atm*, T_2 = 520^0K, A=-1590 *J*.

5.189. 1) $T_2 = T_1 = 313^0K = 40^0S$, $p_2=2{,}0 \cdot 10^5$ N/m^2, A= -1800 *J*.

2) $T_2 = 413^0K = 140^0S$, $p_2 = 2{,}6 \cdot 10^5$ N/m^2, A = -2080 *J*.

5.190. 1) 2 marta, 2) 1,64 marta.

5.191. Bir atomli gaz 1,2 marta ko'proq isiydi.

5.192. 1) $\frac{V_2}{V_1} = 1{,}33;$ 2) $T_2 = 270^0K = -3^0S$; 3) A = 2,3 $\cdot 10^4$ *J*.

5.193. 1) $p = \frac{A}{V}$; 2) $p = \frac{B}{V^x}$, bunda $x = \frac{c_p}{c_V}$ 89-rasmda gazning izotermik (1 egri chiziq va adiabatik (2 egri chiziq) kengayishida gaz bosimi p ning hajm V ga bog'lanish xarakteri tasvirlangan.

5.194. 1) Q=1,55 *kJ*; A=0,92 kJ; ΔW=0,63 *kJ*;

2) Q=1,88 *kJ*; A=1,25 *kJ*; ΔW=0,63 *kJ*;

5.195. Karno sikli bo'yicha ishlaydigan issiqlik mashinasi $A = Q_1 - Q_2 = \eta Q_1$ ga teng ish bajaradi, bunda Q_1 - mashinaning isitgichdan oladigan issiqlik miqdori, Q_2 – sovutgichga berilgan issiqlik miqdori, η – mashinaning f.i.k. u vaqtda $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 0{,}25$ ega bo'lamiz. Unda A= η Q_1=150 *kal* = 630 *J*. So'ngra $Q_2 = Q_1$ -A=450 kal=1880 *J*.

5.196. η=18%.

5.197. 1) η =26,8%, 2) $Q_1 = 27{,}4 \cdot 10^4$ *J*. 3) $Q_2 = 20{,}0 \cdot 10^4$ *J*.

5.198. 1) η = 20%; 2) A=1,26 $\cdot 10^3$ *J*.

5.199. Izotermik AB ning tenglamasi (90 - rasm) quyidagi ko'rinishga ega

$$pV = \frac{M}{\mu} RT_1 \qquad (1)$$

A nuqtasining koordinatlari shu tenglamani qanoatlantiradi, ya'ni

$$p_1V_1 = \frac{M}{\mu}RT_1$$

bundan

$\frac{M}{\mu} = \frac{p_1V_1}{RT_1} = \frac{7\cdot 1{,}013\cdot 10^5\cdot 2\cdot 10^{-3}}{8{,}31\cdot 10^3\cdot 400}\,kmol = 0{,}427\cdot 10^{-3}\,kmol$ va undan (1) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

pV = 0,427 · 10^{-3} · 8.31 · 10^3 · 400 *J* = 1420 *J*. (2)

B nuqtasi uchun

$$p_2 = \frac{pV}{V_2} = \frac{1420}{5\cdot 10^{-3}}\,N/m^2 = 2{,}8\,atm.$$

B va S nuqtalarning koordinatlari adiabata BS ni qanoatlantirganligidan $p_2V_2^{\chi} = p_3V_3^{\chi}$, bundan $p_3 = p_2\left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\chi} = 1{,}44$ atm.Izoterma DS ning tenglamasidan

$$pV = \frac{M}{\mu}RT = p_3V_3 = 1{,}44\cdot 10^5\cdot 8\cdot 10^{-3}\,J = 1170\,J.$$

Bundan T_2 = 330^0 K; D va A nuqtalarning koordinatlari adibata DA ning tenglamasini qanoatlantirilganligidan , $\left(\frac{V_4}{V_1}\right)^{\chi-1} = \frac{T_1}{T_2}$, bundan

$V_4 = 3{,}22\cdot 10^{-3}\,m^3$ va $p_4 = \frac{1170}{3{,}22\cdot 10^{-3}\cdot 1{,}1013\cdot 10^5}\,atm = 3{,}6\,atm$ 1)Shunday qilib

V_1= 2*l*, p_1=7 *atm*, V_2 = 5*l*, p_2 = 2,8 *atm*, V_3 = 8 *l*, p_3 = 1,44 *atm*, V_4 = 3,22 *l*, p_4=3,6 *atm*.

2) AB izotermik prosessdagi bajarilgan ish

$A_1 = \frac{M}{\mu}RT_1 1n\frac{V_2}{V_1} = 0{,}427\cdot 10^{-3}8{,}31\cdot 10^3\cdot 400\cdot 0{,}916J = 1300J$, BS adiabatik prosessda bajarilgan ish

$$A_2 = \frac{M}{\mu}\cdot\frac{RT}{(x-1)}\left[1-\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{x-1}\right] = \frac{m}{\mu}\cdot\frac{RT}{x-1}\left(1-\frac{T_2}{T_1}\right) = 620J$$

SD izotermik prosessda bajarilgan ish

$$A_3 = \frac{M}{\mu}RT_2 1n\frac{V_4}{V_3} = -1070J$$

DA adibatik prosessda bajarilgan ish

$$A_4 = \frac{M}{\mu}\frac{RT_2}{(x-1)}\left(1-\frac{T_1}{T_2}\right) = -620J$$

3) Butun siklda bajarilgan ish $A=\Sigma A_t= 230\ J$.

4) Siklning f.i.k. $\eta = \frac{T_1-T_2}{T_1} = 0{,}175 = 175\%$

5) Bir siklda istgichdan olingan issiqlik miqdori

$$Q_1 \frac{A}{\eta} = \frac{230}{0{,}175} = 1300J = 312kal.$$

6) Bir siklda sovitgichga berilgan issiqlik miqdori

$Q_2=Q_1-A=1070$ J= 256 *kal*.

5.200. 2,1 marta.

5.201. Teskari siklda tashqi kuchlar gaz ustida A ishi bajaradi.

Bunda sovuq jismdan olingan Q_2 issiqlik miqdori sarflangan A ish bilan birgalikda issiqroq jismga berilgan Q_1issiqlik miqdoriga teng.

1) $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 0{,}093;$

2) $Q_2 = Q_1 - A = \frac{A}{\eta} - A\frac{1-\eta}{\eta}A.$ Bunda A=37000 *J* =37 *kJ*.

Demak $Q_2 = \frac{1-\eta}{\eta}A = 360J$

3) $Q_1 = Q_2 + A = 397$ *kJ*. Shunday qilib sovutuvchi mashina har siklda issiqroq jismga 397 *kJ* issiqlik beradi,bunda 37 *kJ* qismi ishning issiqlikka aylanish hisobiga olinadi, qolgan 360 *kJ* qismi esa sovuq jismdan olinadi.

5.202. $\eta_1, \eta_2, va \eta_3$ koeffitsentlar o'zaro quyidagicha munosabatda bog'langandir: $\eta_1 = \frac{1}{1-\eta_3}, \eta_2 = \frac{1-\eta_3}{\eta_3}$. Bizning masala shartiga ko'ra $\eta_1 = 1{,}09, \eta_2 = 11{,}0, \eta_3 = 0{,}083$

5.203. 4,94 *kg*.

5.204. Q_0 issiqlik miqdori hisobiga $A = \eta_2 Q_0$ ish bajarish mumkin, bunda η_2- issiqlik mashinasining f.i.k. bo'lib , $\eta_2 = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ ga teng. Unda sovutuvchi mashinaning binoga beradigan issiqlik miqdor $Q_1 \frac{A}{\eta_3}$ bo'ladi , bunda η_3 – sovutuvchi mashinaning f.i.k. bo'lib, $\eta_3 = \frac{T_1 - T_2}{T_1} ga$ teng. Unda $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\eta_2 Q_0}{\eta_3 Q_0} = \frac{\eta_2}{\eta_3} = \frac{(T_1 - T_2)T_1}{(T_1 - T_2)T_1}.$ Masalada berilganlarning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, $\frac{Q_1}{Q_0} = 3$ bo'ladi, ya'ni binoni pechka bilan isitilganda shuncha o'tin istemol qiluvchi sovutuvchi mashina bilan isitilishiga qaraganda uch marta kamroq issiqlik olinadi.

5.205. 9-rasmdan ko'rinadiki

$$A = p_1(V_1 - V_0) + \frac{p_1 V_1}{x-1}\left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{x-1}\right] - p_0(V_2 - V_0)$$

Son qiymatlarinio'rniga qo'ysak A=1920 *J* ni hosil qilamiz.

5.206. η_1=20% va η_2=30%.

5.207. 104 sikl bajaradi.

5.208. Ma'lumki $\eta = \frac{A}{Q}$, bunda A- butn sikl davomida bajarilgan to'la ish va Q_1-yonilg'i yonganda ajraladigan issiqlik miqdori. $A_{AB}=A_{BA}$ va $A_{SD}=A_{ED}=0$ bo'lganligidan.

$$A = A_{BS} - A_{DE} = \frac{M}{\mu} \cdot \frac{R(T_0 - T)}{x-1}\left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{x-1}\right]$$

Lekin $\frac{R}{x-1} = S_V, \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{x-1} = \frac{T_1}{T_0} = \frac{T_2}{T_3}$, shuning uchun

$$A = \frac{M}{\mu} S_V (T_0 - T_3)\left(1 - \frac{T_2}{T_3}\right)$$

So'ngra $Q \frac{M}{\mu} S_v (T_2 - T_1)$. Bundan

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{(T_0 - T_3)\left(1 - \frac{T_2}{T_3}\right)}{T_2 - T_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = 1 - \frac{T_3}{T_2} = 1 - \frac{1}{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{x-1}} = 0{,}412 = 42{,}2\%$$

5.209. p = 9,3 · 10^5 *N/m*^{2} va T = 686K = 4130˚S

5.210. *n* = 1,3

5.211. 1) Ravshanki , $V_1 - V_2$ = Sh, bunda S- silindirlarning ko'ndalang kesim yuzi, *h* – porshen qadami. Ikkinchi tomondan $\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^x = \frac{p_2}{p_1}$. Bu ikki tenglamani V_2 ga nisbatan yechib, son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, V_2=1,76·10^{-4} m^3 bo'ladi:

2) $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2}\right)$ bunda $T_2 = 680^0$ K yoki $t = 407^0$ S

3) $A = \frac{pV_1}{x-1} \cdot \frac{T_1 - T_2}{T_1}$, lekin $V_1 = Sh + V_2$ =1,04·10^{-3} m^2 va $A = 243\ J$

5.212. 1) 36,7% **;** 2) 44,6%; 3)49,6%

5.213. Iste'mol qilinadigan benzinning miqdorini va uning issiqlik berish qobilyatini bilgan holda $\eta_f = 0{,}216 \approx 22\%$ amaliy f.i.k. topamiz. Nazariy f.i.k.

$$\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1}} = 0{,}3 = 30\%$$

Shunday qilib, mexanizimning qismlardagi ishqalanishga va boshqa isroflar 30% -22% =8% ni tashkil qiladi.

5.214. To'la siklda bajariladigan ish

$$A=Q_1-Q_2 \qquad (1)$$

bunda Q_1- yoqilg'i yonganida (11-rasmda CD qismida) ajralgan issiqlik miqdori va Q_2-(EB qismida) muhitga chiqarilgan issiqlik miqdori. Lekin CD qism izobara bo'lganligidan

$$Q_1 = \frac{M}{\mu} C_p (T_2 - T_1) \qquad (2)$$

bunda T_1-izobarik kengayishining boshlang'ich va T_2-esa uning oxirgi harorati. So'ngra EB qism izoxora bo'lganligidan

$$Q_2 = \frac{m}{\mu} C_V (T_3 - T_0) \qquad (3)$$

Bunda T_3-izoxorik kengayishining boshlang'ich va T_2-esa uning oxirgi harorati. Demak ,(1) tenglamaga asosan

$$A = \frac{M}{\mu} C_V \left[x(T_2 - T_1) - (T_3 - T_0)\right] \qquad (4)$$

va undan f.i.k.

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{1}{x} \cdot \frac{T_3 - T_0}{T_2 - T_1} \qquad (5)$$

(5) tenglamani boshqacha ko'rinishda yozish mumkin. T_0,T_1 va T_3 haroratlarni T_2 orqali ifodalash mumkin. Izobara CD uchun $\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_3}{V_1} = \beta$ bo'lib, β izobarik kengash darajasi, demak, $T_1 = \frac{T_2}{\beta}$, so'ngra adiabata DE uchun $\frac{T_2}{T_3} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{x-1} = \delta^{x-1}$, bunda δ – adiabatik kengash darajasi, demak, $T_3 = \frac{T_2}{\delta^{x-1}}$.

Adibatia BC uchun $\frac{T_1}{T_0} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{x-1} = \varepsilon^{x-1}$ bunda ε - adiabatik siqilish darajasi, demak, $T_0 = \frac{T_1}{\varepsilon^{x-1}} = \frac{T_2}{\beta\varepsilon^{x-1}}$. Harorat T_0, T_1, T_3 larning olingan ifodalarini (5) ga qo'yib $\beta = \frac{\varepsilon}{\delta}$ ekanini nazarga olsak, natijada quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\eta = 1 - \frac{\beta^x - 1}{x\varepsilon^{x-1}(\beta - 1)}$$

5.215. Ma'lumki

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{N \cdot t}{mq_0} \qquad (1)$$

bunda m - yoqilg'ining massasi va q_0 –uning issiqlik berish qobiliyati. Ikkinchi tomondan

$$\eta = 1 - \frac{\beta^{x-1}}{x\varepsilon^{x-1}(\beta - 1)} \qquad (2)$$

Bizda $\beta = \frac{\varepsilon}{\sigma} = \frac{16}{6,4} = 2,5; x = 1,3; \beta^x = 3,29; \beta^x - 1 = 2,29; \varepsilon^{x-1} = 2,30$ va β – 1 = 1,5.

Bu berilganlarni (2) formulaga qo'ysak, $\eta = 0,49 = 49\%$ bo'ladi. Unda m=5,9 kg.

5.216. Entropiyaning o'zgarishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$$

bunda S_1va S_2- birinchi va ikkinchi holatlardagi entropiyaning qiymati. Bu holda entropiyaning umumiy o'zgarishi uning ayrim prosseslaridagi o'zgarishlari yig'indisidan iborat.

1) m massali muzning T_1 haroratdan T_2 haroratgacha isishi. Bunda $dQ = mc_1dT$ bo'ladi, bunda c_1- muzning solishtirma issiqlik sig'imi. U vaqtda (1) formulaga asosan quyidagini topamiz:

$$\Delta S_1 = mc_1 \ln \frac{T_2}{T_1}$$

2) m massali muzning T_2 haroratda erishida $\int dQ = m\lambda$ bo'lganligidan, bunda λ solishtirma erish issiqligi bo'lib, (1) formulaga asosan

$$\Delta S_2 = \frac{m\lambda}{T_2}$$

3) m massali suvning T_2 haroratdan T_3 hororatgacha isishida

$$\Delta S_3 = mc_2 1n \frac{T_3}{T_2},$$

bunda c_2 –suvning solishtirma issiqlik sig'imi.

4) m massali suvning T_3 haroratda bug'lanishi

$$\Delta S_4 = \frac{mr}{T_3}$$

bunda r- bug' hosil bo'lish solishtirma issiqligi.

Entropiyaning umumiy o'zgarishi

$$\Delta S = m(c_1 1n\frac{T_2}{T_1} + \frac{\lambda}{T_2} + c_2 1n\frac{T_3}{T_2} + \frac{r}{T_3}) \qquad (2)$$

Bizda m = 0,01 *kg*, c_1 = 0,5 *kal/g · grad* = 2,1 · 10^3 *J/kg · grad,* T = 253^0K, T_2 = 273^0K, T_3=373^0K, $\lambda = 80 kal/g = 3{,}35 \cdot 10^5$ *J/kg*, c_2 = 1 kal/g · grad = = 4,19 · 10^3 *J/ kg · grad* va *r* = 539 *kal/g* = 2,26 · 10^6 *J/kg*.Bu berilganlarni (2) ga qo'ysak, ΔS = 88 *J/grad* = 21 *kal/grad* bo'ladi.

5.217. $\Delta S = 7{,}4 J/grad$

5.218. ΔS = 1230 *J/grad*

5.219. ΔS= 63 *J/grad*

5.220. Ma'lumki, $S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T}$. Lekin

$dQ = \frac{M}{\mu} C_V dT + p\,dV$ va bundan tashqari $pV = \frac{M}{\mu} RT$, unda

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{M}{\mu} C_V \frac{dT}{T} + \int_1^2 \frac{M}{\mu} R \frac{dV}{V}$$

yoki

$$S_2 - S_1 = \frac{M}{\mu} C_V 1n\frac{T_2}{T} + \frac{M}{\mu} R 1n\frac{V_2}{V_1} = 5{,}4\ J/grad.$$

5.221. Biz yuqoridagi masalada entropiyani *T* va *V* parametrlarning funksiyasi sifatida topdik. Bu masalada esa entropiyani *V* va *P* parametrlar orqali ifodalash talab qilinadi.Ma'lumki,

$$\Delta S = \frac{M}{\mu} C_V 1n\frac{T_2}{T_1} + \frac{M}{\mu} R 1n\frac{V_2}{V_1} \qquad (1)$$

Lekin Mendeleyev- Klapeyron tenglamasidan

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{p_1 V_2}{p_1 V_1} \qquad (2)$$

(2) ni (1) ga qo'ysak, quyidagi kelib chiqadi:

$$\Delta S = \frac{M}{\mu} C_V 1n\frac{p_2}{p_1} + \frac{M}{\mu} C_V 1n\frac{V_2}{V_1} + \frac{M}{\mu} R 1n\frac{V_2}{V_1} = \frac{M}{\mu} C_V 1n\frac{p_2}{p_1} + \frac{M}{\mu} C_p 1n\frac{V_2}{V_1}$$

Masalada berilgan qiymatlarni o'rniga qo'ysak, $\Delta S = 71{,}0\ J/grad$ bo'ladi. O'qituvchilarga entropiyani p va *T* parametrlar orqali ifoda qilib, quyidagi formulani olish tavsiya qilinadi

$$\Delta S = \frac{M}{\mu} C_p 1n\frac{T_2}{T_1} - \frac{M}{\mu} R 1n\frac{p_2}{p_1}$$

5.222. Ma'lumki (oldingi masalaning yechilishiga qarang) $\Delta S = \frac{M}{\mu} C_V 1n \frac{p_2}{p_1} + \frac{M}{\mu} C_p 1n \frac{V_2}{V_1}$; izobarik prosessda $p_1 = p_2$ bo'lib, $\Delta S = \frac{M}{\mu} C_V 1n \frac{V_2}{V_1}$. Masalada berilgan qiymatlarni o'rniga qo'ysak, $\Delta S = 66{,}3 \frac{J}{grad} = 15{,}8 \frac{kal}{grad}$

5.223. $\Delta S = 38{,}1\ J/grad$

5.224. Ma'lumki (5.221 – masalaning yechilishiga qarang) $\Delta S = \frac{M}{\mu} C_p 1n \frac{T_2}{T_1} - \frac{M}{\mu} R 1n \frac{p_2}{p_1}$·izotermik prosessda $p_1 = p_2$ bo'lib, $\Delta S = -\frac{M}{\mu} R 1n \frac{P_2}{P_1} - \frac{M}{\mu} R 1n \frac{p_1}{p_2}$ bo'ladi. Masalada berilgan qiymatlarni o'rniga qo'ysak $\Delta S = 17{,}3\ J/grad$ bo'ladi.

5.225. $\Delta S = 2{,}9\ J/grad.$

5.226. $\Delta S = 1{,}76 J/grad;$ $2) \Delta S = 2{,}46 J/grad$

5.227. 1) $\Delta S = 8{,}5 \cdot 10^3\ J/grad;$ $2) \Delta S = 11{,}8 \cdot 10^3\ J/grad$

5.228. Isitilishi o'zgarmas bosimda olib borilgan.

5.229. O'quvchilarga entropiyaning o'zgarishi gazning bir holatdan boshqa holatga qanday yo'l bilan o'tilishiga bog'liq emasligiga ishonch hosil qilishni tavsiya qilinadi. Ikkala holda ham entropiyaning o'zgarishi 5,45 *J*/grad ga teng.

5.230. $\Delta S \cong 600\ J/rad.$

5.231. $Q = 4{,}2 \cdot 10^5\ J.$

6- §. Real gazlar

6.1. *b* kattalikning o'lchov birligi m^3/kmol, *a* kattalik esa N · m^4/*kmol* ga tengdir.

6.2.

Modda	$a \cdot 10^{-5}$ ***N·m⁴/kmol²***	$b \cdot 10^2$ ***m³/kmol***
Suv bug'i	5,56	3,06
Karbonat angidrid gazi	3,64	4,26
Kislorod	1,36	3,16
Argon.....	1,36	3,22
Azot	1,36	3,85
Vodorod	$2{,}44 \cdot 10^{-1}$	2,63
Geliy	$3{,}43 \cdot 10^{-3}$	2,34

6.3. 1) Mendeleyev - Klapeyron tenglamasini haroratga nisbatan yechsak, qu'yidagini olamiz:

$$T = \frac{\mu pT}{MR} \qquad (1)$$

Bizda $\mu = 28$ *kg/kmol*, p = 2 *atm* = 2 · 1,013 · 10^5 *N/m*^{2}; *V* = 8,2·10^{-4} *m*^{3}; *M* = 2 · 10^{-3} kg. Bu qiymatlarni (1) formulaga qo'ysak,T = 280^0 K bo'ladi.

2) Vand-der Vaal's tenglamasini haroratga nisbatan yechsak, quyidagini olamiz:

$$T = \frac{\mu}{MR}\left[p + \frac{aM^2}{\mu^2 V^2}\right]\left(V - \frac{M}{\mu}b\right) \qquad (2)$$

Berilgan qiymatlani (2) formulaga qo'yib, uch xonaga qadar aniqlik bilan T = 280^0*K* ga ega bo'lamiz. Shunday qilib, kichik bosimda gaz ideal gazdek bo'ladi. Bosim katta bo'lganda gaz parametrlari Mendeleyev –Klapeyron tenglamasiga bo'ysunmaydi (quyidagi masala shartiga va javobga qarang).

6.4. 1) T = 281˚*K*, 2) T = 289˚ *K*

6.5. 1) T = 482˚*K* , 2) T = 204˚*K*.

6.6. 1)Real gaz uchun: a) p = 287 ·10^6 *N/m*^{2} va b) p = 2,73 · 10^8 *N/m*^{2};
2) ideal gaz uchun: a) p = 3,09 · 10^6 *N/m*^{2} va b) p=6,18·10^7 *N/m*^{2}.

Olingan natijalarni solishtirib, bosim juda katta bo'lmaganda real gazlarning ideal gazlarga nisbatan yetarlicha siqiluvchanligini (molekulalar orasidagi tortishuv kuchining ta'sirini), katta bosimda esa ideal gazlarga nisbatan kam siquluvchanligini (molekulalarning xususiy hajmining ta'sirini) kuzatish mumkin.

6.7.

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2p + p_l}{p + p_l} = 1{,}85$$

$p_i = \frac{av^2}{V^2}$, bunda υ kilomollar soni. Agar gaz Mendeleev - Klapeyron tenglamasiga bo'ysunganda edi, $\frac{T_2}{T_1} = 2$ bo'lardi.

6.8. Vand-der-Vaal's formulasidan hajmni topishlik uchun uchinchi darajali tenglamani yechish kerak. Bu tenglmaning uchta ildizidan biri moddaning gazsimon holatiga mos kelib, uni ketma-ket tartibli yaqinlashish usuli bilan aiqlash mumkin. Vand-der-Vaal's tenglamasidan quyidagini olamiz:

$$V = \frac{RT}{p + a/V^2} + b = \frac{RT}{p + p_i} + b. \qquad (1)$$

Birinchi tartibli yaqinlashishda V = V_1 deb olamiz, bunda V_1 Mendeleev - Klapeyron tenglamasidan olingan hajm

$$V_1 = \frac{MRT}{\mu p} \qquad (2)$$

Bizda $\frac{M}{\mu} = 1kmol, R = 8{,}31 \cdot 10^3$ *J/kmol* · grad, T = 300°*K* va p = 10^7 *N/m²*. Bu berilganlarni (2) ga qo'ysak , V_1=0,24 m^3 bo'ladi. U vaqtda $p_i = \frac{a}{(V_1)^2} = \frac{1{,}36 \cdot 10^3}{(0{,}24)^2} n/m^2 = 0{,}24 \cdot 10^7 n/m^2$, p_i ning qiymatini (1) ga qo'yib, ikkinchi tartibli yaqinlashishiga ega bo'lamiz: $V_2 = \frac{8{,}31 \cdot 10^3 \cdot 300}{1{,}24 \cdot 10^7}$ m^3 + *3,16* · · 10^{-2} m^3 = *0,232* m^3. U vaqtda

$$P_i = \frac{a}{(V_2)^2} = \frac{1{,}36 \cdot 10^5}{(0{,}232)^2} = 0{,}253 \cdot 10^7 n/m^2$$

va

$$V_3 = \left(\frac{8{,}3 \cdot 10^3 \cdot 300}{1{,}253 \cdot 10^7} + 3{,}16 \cdot 10^{-2} \right) m^2 = 0{,}231 m^3$$

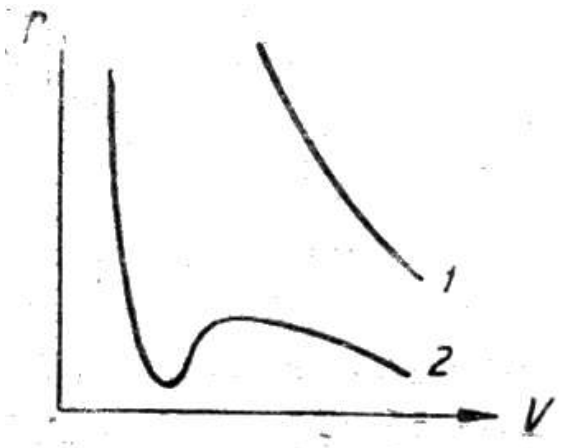
Shunday qilib, mana shunday usul bilan to'rtinchi va h.k. tartibli yaqinlashgan ifodalarni olish mumkin. Hattoki, to'rtinchi tartibli yaqinlashgan ifodani amalda uchunchisi bilan mos kelishligiga hosil qilish qiyin emas. Shunday qilib, izlanayotgan hajm V= 0,231 m^3 = 231 *l*.

6.9. V = 0,49 m^3 (oldingi masalaning yechilishiga qarang).

6.10. Vand-der-Vaal's tenglamasidagi b doimiysi taxminan molekulalar xususiy hajmining choragiga tengdir. Ikkinchi tomondan $b = \frac{T_k R}{8 p_k}$. Bundan bitta molekulaning hajmi $V' = \frac{RT_k}{32 N_0 p_k} = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{1}{6}\pi\sigma^3$, bunda σ-molekulalarning effektiv diametri $\frac{R}{N_0}$ = *k* Bolsman doimiysi ekaniga amal qilsak, natijada $\sigma = \sqrt{\frac{3kT_k}{16\pi p_k}}$ ga ega bo'lamiz. Masalada berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, σ= 2,94 · 10^{-10} *m* = -2,94 $\overset{0}{A}$ kelib chiqadi. Bu qiymatlar boshqa usul bilan olingan σ ning qiymatlariga yaxshi mos keladi (5.141-masalaning yechilishiga qarang).

6.11. 1) σ= 2,97 · 10^{-10} $m \approx 3{,}0 \overset{0}{A}$; 2) σ= 3,13 · 10^{-10} $m \approx 3{,}1$°A. Shunday qilib, ikkita har xil usul bilan olingan natijalar yetarlicha yaxshi mos keladi.

6.12. $\bar{\lambda}$ = 7,9 · 10^{-8} *m*.



91- расм.

6.13. D = 3,5 · 10^{-5} m^2/sek.

6.14. 91-rasmda 0°C dagi 1 kmol karbonat angidirid gazi uchun p = *f* (V) bo'g'lanish grafigi chizilgan. 1egri choziq ideal gaz tenglamasiga, 2 egri chiziq esa real gaz tenglamasiga mos keladi.

6.15. $p_i = \frac{27T_k^{\,2_k} p^2}{6p_k T^2} = 1{,}31 \cdot 10^3\, N/m^2$

6.16.1) $p\left(V - \frac{M}{\mu}b\right) = \frac{M}{\mu}RT;$

2) $x = \frac{v - v`}{v`} = \frac{pb}{RT} = 33 = 33\%$

Bunda V va V ` molekulalarning xususiy hajmi nazarga olinmagan va olingan hollarga mos keluvchi

kilomollar soni.

6.17. 1) $\frac{pi}{p} = 4{,}95\%;$ 2) $\frac{Vi}{V} = 0{,}86\%.$

6.18. Molekulalarning o'zaro ta'sir kuchiga qarshi bajarilgan ish

$A = \int_{V_1}^{V_2} p_i dV$, bunda $p_i = \frac{M^2 a}{\mu^2 V^2}$

Shunday qilib,

$$A = \frac{M^2 a}{\mu^2}\int_{V_1}^{V_2}\frac{dV}{V^2} = \frac{M^2 a}{\mu^2}\left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2}\right) = \frac{M^2 a(V_2 - V_1)}{\mu^2 V_1 \cdot V_2} \qquad (1)$$

bundan

$$a = \frac{A\mu^2 V_1 \cdot V_2}{M^2(V_2 - V_1)} = \frac{A \cdot V_1 \cdot V_2}{v^2(V_2 - V_1)} \qquad (2)$$

bunda v kilomollar soni. Masalada berilgan son qiymatlarini (2) ga qo'ysak, $a = 1{,}36 \cdot 10^5$ $N \cdot m^4/кmol^2$ kelib chiqadi.

6.19. $\Delta T = \frac{av(V_2 - V_1)\cdot 2}{V_1 \cdot V_2 \cdot i \cdot R}$, bunda i - gaz molekulalarning erkinlik darajasi soni va -V gazning kilomollar soni. Masalada berilgan son qiymatlarni o'rniga qo'ysak, $\Delta T = 2{,}33^{\circ}$ kelib chiqadi.

6.20. $a = 3{,}64 \cdot 10^5$ $N{\cdot}m^4/kmol^2$.

6.21. 1) a) $t = 31^{\circ}C$ haroratda karbonat kislotasining kritik harorati bo'lganligidan, bosim $p = p_k = 73$ atm bo'lishi zarur; b) $t = 50^{\circ}$ S harorat SO_2 ning kritik haroratidan katta bo'lganligidan, gazni hech qanday bosim bilan suyultirib bo'lmaydi.

2) $V_x = \frac{3b}{\mu} = 2{,}9 \cdot 10^{-3}$ m^3;

3) $p = p_k = 73$ atm.

6.22. $\rho_k = \frac{\mu}{3b} = 196$ kg/m^3. 6.23. $\rho_k = \frac{8\mu p_k}{3T_k R} = 57$ kg/m^3.

6.24. Keltirilgan kattaliklar bilan ifodalangan Van-der-Vals tenglamasidan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\tau = \frac{(\pi + 3/\omega^2)(3\omega - 1)}{8} \qquad (1)$$

Bizda $\pi = \frac{p}{p_k} = \frac{920}{50} = 18{,}4$. Kislorod uchun $V_{ok} = 3b = \frac{3T_k R}{8p_k} = 9{,}5\times10^{-2}$ $m^3/kmol$;

$\omega = \frac{V_0}{V_{ok}} = \frac{0{,}056}{0{,}095} = 0{,}59$ Bu qiymatlarni (1) $\tau = 2{,}6$ ga qo'ysak, kelib chiqadi.

Demak, $T = \tau T_k = 2{,}6\cdot154^{o}K = 400^{o}K$ yoki $t = 127^{o}C$.

6.25. $p = 2{,}7\cdot10^6$ N/m^2.

6.26. $\pi = \frac{p}{p_k} = 2{,}45$

7-§. To'yingan bug'lar va suyuqliklar

7.1. Suv bug'ining miqdori M ni Mendeleev –Klapeyron formulasidan topish mumkin

$$M = \frac{pV\cdot\mu}{RT}, \qquad (1)$$

Bunda p-harorati T bo'lgan fazodagi to'yingan bug'ning elastikligi, t=50^0 C yoki T = 323^0 *K* bo'lganda elastiklik p = 92,5 *mm* sim ust. =92,5·133,3 N/m^2 bo'ladi. μ = 18 *kg/mol* va V = 1 m^3 bo'lib, bu berilganlarni (1) ga qo'ysak, M = $8{,}2\cdot10^{-2}$ *kg* = 82 *g* kelib chiqadi.

7.2. p = $8{,}2\cdot10^{-2}$ kg/m^3 . **7.3.** 74000 marta. **7.4.** 12 marta.

7.5. Nisbiy namlik $\omega = \frac{P}{P_T}$ formuladan aniqlanadi, bunda p-havodagi suv bug'larining bosimi va p_T-berilgan haroratda fazodagi to'yingan suv bug'ining bosimi. T haroratda havoning V hajmidagi suv bug'ining massasi quyidagiga teng:

$$M = \frac{pV\mu}{RT} = \frac{\omega P_T\cdot V\cdot\mu}{RT}. \qquad (1)$$

Bizda ω = 0,75, μ = 18 *kg/mol*, V = 1 m^3, t = 30^0C yoki T = 303^0*K*. p_T = 31,8 *mm sim ust*.=31,8 ·133,3 N/m^2. Bu berilganlarni (1) formulaga qo'ysak, M = 22,5 $\cdot10^{-3}$ *kg* kelib chiqadi. Shunday qilib, masala shartiga suv bug'ining og'irligi $22{,}5\cdot10^{-3}$ *kG* ga teng.

7.6. M = $6{,}9\cdot10^{-3}$ *kg*. **7.7.** t = 7^0C. **7.8.** n = 10^{18} sm^{-3}.

7.9. 1) ω = 60,4%; 2) M = $86\cdot10^{-6}$ *kg*.

7.10. 1) Toyingan suv bug'i kengayishgacha 20^0C haroratda bo'lganligidan, bu bug'ning bosimi (jadvalga qarang) p_1=17,5 mm sim. ust. =17,5·133,3 N/m^2 ga teng.

2) Kengayishgacha kameradagi suv bug'ining miqdori

$$M_1 = \frac{p_1\mu V_1}{RT_1}. \qquad (1)$$

Masaladagi berilgan son qiymatlarini (1) formulaga qo'ysak, M_1=$17{,}2\cdot10^{-6}$ *kg* =17,2 mg kelib chiqadi.

3) $p_1 = \frac{P_1\mu}{RT_1} = 1{,}72 \cdot 10^{-2} kg/m^3$,

4) $T_2 = \frac{T_1}{(\frac{V_2}{V_1})^{\chi-1}} = 268^0 K$.

5) -5^{0}C temperadagi to'yingan suv bug'ining elastikligi p_2=3 mm sim.ust. ga teng. Bu bosimga mos kelgan kameradagi bug'larning miqdori $M_2 = \frac{p_2\mu V_2}{RT_2}$ bo'lib, bunda V_2 = 1,25 V_1 Masalada berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, M_2=4 *mg* kelib chiqadi. Demak, kondensatsiyalangan bug'ning miqdori

$$\Delta M = M_1 - M_2 = (17{,}2-4{,}0)\ mg = 13{,}2\ mg.$$

6) $p_2 = \frac{p_2\mu}{RT_2} = 3{,}2 \cdot 10^{-3} kg/m^3$.

7) Kengayishdan keyin (ammo kondensatsiyalashdan oldin) suv bug'ining zichligi quyidagiga teng:

$$p_3 = \frac{M_1}{V_2} = \frac{17{,}2 \cdot 10^{-6}}{1{,}25 \cdot 10^{-3}} kg/m^3 = 13{,}7^{-3} kg/m^3$$

U vaqtda o'ta to'yinish darajasi $s = \frac{p_3}{p_2} = \frac{13{,}7 \cdot 10^{-3}}{3{,}2 \cdot 10^{-3}} = 4{,}3.$

7.11. V_C=10^{-3} *m*^{3}*/kg*, V_b=1,25 *m*^{3}*/kg*=1,25·10^3 *sm*^{3}*/g*.

7.12. Bug'lanish protsessida issiqlik molekulalar o'zaro ta'sir kuchini yengish ishiga sarf bo'libgina qolmasdan, tashqi bosimga qarshi kengayish ishiga ham sarf bo'ladi. Shunday qilib, termodinamikaning birinchi qonuniga asosan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$r_0 = \Delta W + A, \qquad (1)$$

bunda r_0-molekulyar bug'lanish issiqligi, ΔW-bug'lanishda molekulalarning o'zaro ta'sir ichki energiyasining o'zgarishi va A-tashqi bosimga qarshi bajarilgan ish.

$$A = p_T(V_2 - V_1), \qquad (2)$$

Bunda p_T- bug'lanish haroratidagi to'yingan bug'ning bosimi.

V_1- bir kilimol suyuqlikning hajmi va V_2- bir kilomol bug'ning hajmi. Demak, $V_1 = \frac{\mu}{\rho}$ bo'ladi, bunda μ-bir kilomol suvning massasi va p-suvning zichligi. U vaqtda $V_1 = \frac{18 kg/mol}{1000 kg/m^3} = 18 \cdot 10^{-7} m^3/mol.$

Shartga ko'ra $\frac{M}{\mu} = 1 kmol$ bo'lganligi uchun, Mendeleev –Klapeyron tenglamasidan $V_2 = \frac{RT}{p_T}$ Harorat t = 200^{0}C yoki T= 473^0*K* bo'lganda (VI jadvalga qarang) p_T=15,3 *atm*=15,3·1,013·10^5 *N/m*^{2} va $V_2 = \frac{RT}{p_T} = 2{,}5 m^3/kmol.$

Bug'lanishda molekulalarning o'zaro ta'sir kuchi ichki energiyasining o'zgarishi Van-der-Vaals tenglamasiga mos keladi deb hisoblab, quyidagiga ega bo'lamiz :

$$\Delta W = \frac{a(V_2 - V_1)}{V_1 \cdot V_2}, \qquad (3)$$

Bunda $a = \frac{27T_k^2R^2}{64p_k} = 5{,}56 \cdot 10^5 n \cdot m^4 / kmol.$ $V_1 << V_2$ bo'lganligi uchun (1), (2) va (3) dan quyidagini olamiz: $r_0 = \frac{a}{V_1} + p_T V_2 = \frac{a\rho}{\mu} + RT = (3{,}1 + 0{,}4) \cdot 10^7\ j/kmol = 3{,}5 \cdot 10^7\ j/kmol.$

U vaqtda solishtirma bug'lanish issiqligi $r = \frac{r_0}{\mu} = 1{,}94 \cdot 10^6\ j/kg = 465 kal/g.$

VII jadvaldan t = 200^0 C haroratda solishtirma bug'lanishning qiymati r = 464 *kal/g* ga teng. Shunday qilib, Van-der-Vaals tenglamasi, binobarin, va (3) formula taxminiy formula bo'lishiga qaramasdan, natijalar juda yaxshi mos keladi.

7.13. $X = \frac{\Delta W}{r_0} = \frac{r_0 - A}{r_0} = 1 - \frac{RT}{r_0} = 92{,}4\%.$

7.14. $\Delta W = 7{,}22 \cdot 10^3 J.$

7.15. Klazius-Klapeyron tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{r_0}{T(V_b - V_C)}. \qquad (1)$$

To'yingan bug' Mendeleev – Klapeyron tenglamasiga bo'ysunadi deb hisoblasak, 1 kmol uchun $V_b = \frac{RT}{p}$ bo'ladi. 5^0C haroratda p = 6,54 mm sim. ust. Bo'lganligidan (VI jadvalga qarang). $V_b = 2{,}65 \cdot 10^3$ $m^3/kmol$ ekanligini topish qiyin emas. Bundan tashqari $V_C = \frac{\mu}{\rho} = 18 \cdot 10^{-3} m^3 / kmol.$ Shunday qilib, $V_C << V_b$ bo'lganligi uchun (1) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{r_0 P}{RT^2} \qquad (2)$$

yoki

$$\frac{dp}{p} = \frac{r_0}{R} \cdot \frac{dT}{T^2}.$$

Juda katta bo'lmagan haroratda intervali (T_2-T_1) da bug'lanish issiqligi r_0 ni o'zgarmas hisoblash mumkin va u vaqtda (2) tenglamani integrallab quyidagini olamiz:

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = \frac{r_0(T_2 - T_1)}{RT_1 \cdot T_2}, \qquad (3)$$

Bundan

$$r_0 = \frac{RT_1 \cdot T_2 \cdot \ln \frac{p_2}{p_1}}{T_2 - T_1}. \qquad (4)$$

(4) formulada p_1 va p_2-haroratlari T_1 va T_2 ga teng bo'lgan to'yingan bug'ning bosimlari. Masalada t = 5^0C haroratda r_0 ning qiymatini topish so'raladi. Shuning uchun T_1 va T_2 kattaliklar uchun $t_1 = 4^0$C va $t_2 = 6^0$C qiymatlarni olish mumkin. Unda, VI jadvalda berilganlarga asosan, p_1 = 6,10 *mm* sim. ust. p_2 = 7,01 *mm* sim.ust. va $\frac{p_2}{p_1} = 1{,}15$ ega bo'lamiz. Berilganlarning son qiymatlarini (4) ga qo'yib, quyidagini olamiz. $r_0 = \frac{8{,}31 \cdot 10^3 \cdot 277 \cdot 279 \cdot \ln 1{,}15}{2} J/kmol = 45 \cdot 10^6 J/kmol = 10{,}7\ kkal/kmol.$ Bundan solishtirma bug'lanish issiqligi $r = \frac{r_0}{\mu} = 595 kal/g.$ VII jadvalda berilganlarga asosan R = *f* (t) grafikni tuzib, undan t = 5^0C da *r* ning qiymati 592 *kal/g* ga teng ekanligiga ishonch hosil qilish qiyin emas va bu topilgan qiymat bilan yaxshi mos tushadi.

7.16. r = 72,2 *kal/g*. **7.17.** p = 650 *mm* sim.ust.

7.18. ΔS=2,86 *J/grad*=0,683 *kal/grad*. **7.19.** 4,5 *mm* sim. ust. ga.

7.20. p=$7 \cdot 10^{-4}$ *mm* sim. ust. bosimgacha, ya'ni 15^0C tenperaturadagi simob bug'ining bosimigacha.

7.21. Ma'lumki $\rho_0 = \frac{M}{V_0}$ va $\rho = \frac{M}{V}$. Ammo V=V_0(1+βt bo'lganligi uchun natijada $\rho = \frac{\rho_0}{1+\beta t}$.) Masalada berilganlarning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, p=$1{,}29 \cdot 10^4$ *kg/m*^{3}=12,9 *g/sm*^{3} bo'ladi.

7.22. t = 222^0C.

7.23. ρ = 1055 *kg/m*^{3}.

7.24. $\Delta p = \frac{\beta \Delta t}{k} = 1{,}4 \cdot 10^6 n/m^2 = 13{,}8 atm.$

7.25. k = 3,9 · 10^{-6} *atm*$^{-1}$. **7.26.** Δh=16,4 *mm*.

7.27. $\Delta t = \frac{h(1+\beta t)}{(L-h)\beta} = 56^0.$

7.28. M = 0,884 *kg*.

7.29. Simob va shishaning hajm kengayish koeffitsiyentlarini mos ravishda β_1 va β_2 lar bilan belgilaymiz. Isitilganda idishning hajmi kengayib, V = V_0 (1 + βt) bo'lib qolsin. Isitilganda simobning zichligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{V_0(1+\beta t)}. \qquad (1)$$

Ikkinchi tomondan (7.21-masalaning yechilishiga qarang),

$$\rho = \frac{\rho_0}{1+\beta_1 t} = \frac{M_0}{V_0(1+\beta_1 t)}. \qquad (2)$$

(1) va (2) ni tenglashtirib M ni topamiz

$$M = \frac{M_0(1+\beta_2 t)}{1+\beta_1 t} = 0{,}887 kg.$$

7.30. $\beta_X = 7 \cdot 10^{-4}\ grad^{-1}$.

7.31. $x = \frac{\beta - \beta'}{\beta} = 5\%,$ bunda β va β′ shishaning kengayishini nazarga olgan va olmagan holda topilgan moyning hajm kengayish koeffitsiyentlari.

7.32. 765 *mm* sim.ust.

7.33. 1) Halqani suv sirtidan ajratish uchun zarur bo'lgan kuch halqa og'irligi bilan sirt taranglik kuchlarining yig'indisiga tengdir, ya'ni $F=F_1+F_2$. Halqaning og'irligi $F_1 = \rho h \frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)g = 40{,}0X10^{-3}n.$ Halqa ajratilganda sirt pardasi halqaning ikki-sirtqi va ichki aylanasi bo'ylab uziladi, shuning uchun sirt taranglik kuchi $F_2 = \pi\alpha(d_1 + d_2) = 23{,}5 \cdot 10^{-3}\ N$. Shunday qilib, $F = 63{,}5 \cdot 10^{-3}\ N$.

2) $X = \frac{F_2}{F_1} = 37\%.$

7.34. $\alpha = 32{,}4 \cdot 10^{-3}\ N/m$. **7.35.** 1) d = 1,2 *mm*, 2) t = 5 *sm*.

7.36. Tomchining uzilish paytida, uning og'irligi $l=2\pi r$ uzunlikdagi pardani yirtishi kerak, bunda r-tomchi bo'yinchasining radiusi bo'lib, u nayning radiusiga tengdir. Bundan tomchining og'rligi $P = 2\pi r \alpha = \pi d\alpha$; M gramm spirtda *N* ta tomchi bo'lsa, shu bilan birga $N = \frac{Mg}{P} = \frac{Mg}{\pi \cdot d \cdot \alpha}$ bo'ladi. Masalada berilgan son qiymatlarni o'rniga qo'ysak, *N* = 780 tomchi ekanini topamiz. Shartga ko'ra tomchilar 1 sek da biri ketidan ikkinchisi uzilganligidan, spirt $t = 7{,}8 \cdot 10^{-3}$ *sek* = 13 *min* davomida to'liq oqib bo'ladi.

7.37. $\alpha = 59 \cdot 10^{-3}\ N/m$. **7.38.** 34 *sm* ga.

7.39. $R = \sqrt[3]{\frac{3ra}{2pg}} = 2{,}2 \cdot 10^{-3} m = 2{,}2 mm$

7.40. Ikki tomchi simob qo'shilganida ajraladigan energiya $\Delta W=\alpha\Delta S$ bo'lib, bunda ΔS – sirt yuzining o'zgarishi; $\Delta S = 4\pi r^2 \cdot 2 - 4\pi R^2$, bunda r-kichik tomchining radiusi, R-katta tomchining radiusi. Katta tomchining hajmini qo'shilgan tomchilar hajmlarining yig'indisiga tenglashtirib, katta tomchinig R radiusini topamiz: $2 \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3$ bundan $R = r\sqrt[3]{2}$

Unda

$$\Delta S = 4\pi r^2(2 - \sqrt[3]{4}) \text{ va}$$

$$\Delta W = \alpha \cdot \Delta S = \alpha \cdot 4\pi r^2(2 - \sqrt[3]{4})$$

Bu ajralgan energiya simob tomchisini isitishga sarflanadi, demak,

$$\Delta W = cm \cdot \Delta t = cp\frac{4}{3}\pi R^3 \Delta t = cp\frac{8}{3}\pi r^3 \Delta t. \qquad (1)$$

(2)

(1) va (2) ni tenglashtirib, natijada quyidagini olamiz:

$$\Delta t = \frac{3a(2-\sqrt[3]{4})}{cp2r} \qquad (3)$$

Berilgan son qiymatlarini (3) ga qo'ysak, $\Delta t = 1{,}65 \cdot 10^{-4}$ grad bo'ladi.

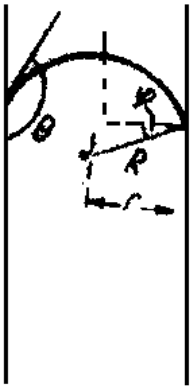
7.41. A = 1,47 · 10^{-5} *J*. **7.42.** A = 6,4 · 10^{-5}*J*. **7.43.** A = 2,16 · 10^{-4} *J*.

7.44. Pufakchadagi havoning bosimi atmosfera bosimi p_1, suvning gidrostatik bosimi $p_2 = \rho gh$ va sirt egriligidan vujudga kelgan bosim $p_3 = \frac{2\alpha}{r} = \frac{4\alpha}{d}$ yig'indisidan iborat bo'ladi. Shunday qilib, $p = p_1 + pgh + \frac{2\alpha}{r}$ bo'ladi. Bizda p_1 = 765 *mm* sim. ust. p_2=1970 N/m^2 = 14,7 *mm* sim.ust. va p_3 = 2,92 · 10^4 N/m^2 = 219 *mm* sim.ust. Shunday qilib, pufakchadagi havoning bosimi p = 999 *mm* sim.ust. ga teng.

7.45. $D = \frac{8a}{\Delta p} = 2{,}6 \cdot 10^{-3} m = 2{,}6mm.$ **7.46.** h = 4,9 *mm*.

7.47. *4,4 marta*.

7.48. Meniskning R radiusi nayning *r* radiusiga quyidagicha bog'langan (92-rasm): *r* = R cosφ = R cos (180^0 – θ) = -R cos θ, bunda θ – chetki burchak. Meniskning egriligi tufayli vujudga kelgan qo'shimcha bosim $\Delta p = -\frac{2a\cos\theta}{r}$. Simob uchun θ > $\frac{\pi}{2}$, ya'ni cos θ < 0 bo'lganligidan, bu qo'shimcha bosim musbat bo'lib, kapillyardagi simob sathining balandligi idishdagiga qaraganda pastroqda bo'ladi. Sathlar balandliklarining farqi $\Delta h = -\frac{4a\cos\theta}{pgd}$. Bundan $-\cos\theta = \frac{\Delta hpgh}{4a}$. Son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, -cos θ = 0,740 ga teng bo'ladi. Demak, simob meniski- ning egrilik radiusi



92- расм.

$$R = -\frac{r}{\cos\theta} = 2 \cdot 10^{-3} m = 2mm$$

7.49. 1) R = 0,53 *mm*, 2) Δ h = 2,98 *sm*.

7.50. h = 13,9 *mm*.

7.51. 1) d = 1,5 *mm*, 2) d = 8,8 *mm*.

7.52. Δh = 7,5 *mm*. **7.53.** d = 0,15 *mm*. **7.54.** α = 0,07 *N/m*.

7.55. $p = p_0 + \frac{2a}{r} = 102{,}2 \cdot 10^3 N/m^2 = 767mm$ *sim.ust.*

7.56. Kapillyar suvga botirilmasdan oldingi uning ichidagi havoning bosimini p_0 va hajmini V_0 bilan, kapillyar suvga botirilgandan keyingi uning ichidagi bosimini p_1 va hajmini V_1 bilan belgilaymiz. Boyl'-Mariott qonuniga asosan

$$p_0V_0 = p_1V_1 \qquad (1)$$

(1) tenglamada $p_1 = p_0 + \frac{2a}{r}$; $V_0 = Sh_0$, bunda S - kapillyarning kesim yuzi va h_0 = uning uzunligi, $V_1 = Sh_1$, bunda h_1-suyuqlikka botirilgan nayning chiqib turgan qismining uzunligi. Bu kattaliklarni (1) formulaga qo'ysak, $p_0h_0 = \left(p_0 + \frac{2a}{r}\right)h_1$ bo'ladi, bundan

$$r = \frac{2ah_1}{p_0(h_0 - h_1)} \qquad (2)$$

Shartga ko'ra $\frac{h_0 - h_1}{h_0} = 0{,}015$ yoki $\frac{h_1}{h_0 - h_1} = 67{,}5$. Masalada berilgan son qiymatlarni (2) ga qo'ysak, $r = 10^{-4}$ *m* = 0,1 *mm* bo'ladi.

7.57. a) h = 755 *mm* va b) h = 757 *mm*. Shunday qilib, agar nay ingichka bo'lsa, atmosfera bosimini simob ustuni balandligi h ga qarab bevosita aniqlab bo'lmaydi, chunki simob ustuni bosimiga naydagi simob qavariq meniskining bosimi ham qo'shiladi.

7.58. Simob ustuning balandligiga 2 *mm* qo'shish kerak.

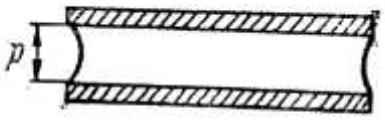
7.59. $x = \frac{H - h}{h} = 0{,}4\%$; 2) $x = \frac{H - h}{h} = 0{,}2\%$.

7.60. Igna suv sirtida cho'kmay suzib yurishi uchun uning og'irligidan tayanch yuziga tushadigan bosim suyuqlik sirtining igna ostidagi botiqlik egriligidan vujudga keladigan va yuqoriga qarab yo'nalgan bosimdan ortmasligi kerak (Arximed qonuniga binoan og'irlikning kamayishi hisobga olinmasin). Ignaning suvga bergan bosimi $p_1 = \frac{mg}{l \cdot d} = \frac{pVg}{l \cdot d} = \frac{p\pi dg}{4}$, bunda d-ignaning diametri, *l*-uning uzunligi va V-uning hajmi. Sirt egriligidan vujudga kelgan bosim Laplas formulasi $p_2 = a\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$ dan aniqlanadi. Bizning holda suyuqlikning sirti silindrik bo'lib, $R_1 = \infty$ va R_2 = r - igna radiusi. Unda $p_2 = \frac{\alpha}{r} = \frac{2a}{d}$ bo'ladi. $p_1 \le p_2$ bo'lganligidan, $\frac{p\pi gh}{4} \le \frac{2a}{d}$ bo'ladi, bundan $d \le \sqrt{\frac{8a}{pg\pi}}$. Masalada berilgan son qiymatlarni o'rniga qo'ysak, $d \le 1{,}6$ *mm* bo'ladi.

7.61. Yo'q. **7.62.** d=0,5 *mm*. **7.63.** M = 1,22 *kg*.

7.64. $27{,}5 \cdot 10^{-6}$ *kg*.

7.65. Plastinkalar o'rtasidagi ho'llovchi suyuqlikning sirti egrilik radiusi $R\frac{d}{2}$ bo'lgan silindrik shaklga ega, bunda d-plastinkalar orasidagi masofa . Unda silindrik botiq sirtning ostidagi qo'shimcha manfiy bosim $p = \frac{a}{R} = \frac{2a}{d}$ bo'ladi. p-kattalik plastinkalarning S yuziga ta'sir qiluvchi tashqi bosimga qo'shimcha bosimdir. Demak, plastinkalarni bir-biridan ajratish uchun qo'yilishi kerak bo'lgan kuch



93- расм.

$$F = pS = \frac{2a}{d}S = \frac{2 \cdot 0{,}073 \cdot 1{,}08 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-5}} N = 31{,}5N = 3{,}2\ kG$$

7.66. ρ=790 *kg/m*^{3}. **7.67.** α=0,5 *N/m*.

7.68. Kapillyar vertikal vaziyatda bo'lganda, yuqorigi meniskning botiq sirtidan hosil bo'lgan bosim har doim yuqoriga yo'nalgan va $p_1 = \frac{2a}{R_1}$ ga teng bo'ladi, bunda R_1 yuqorigi meniskning egrilik radiusi, suyuqlik to'la ho'llovchi bo'lsa $p_1 = \frac{2a}{r}$ bo'ladi, bunda r-kapillyarning radiusi. Suyuqlik ustunnining gidrostatik bosimi esa har doim pastga yo'nalgan va p_2=ρgh gat eng bo'ladi. Agar $p_1 > p_2$ bo'lsa, natijalovchi bosim yuqoriga yo'nalgan bo'lib, pastki meniskni botiq bo'lishiga sabab bo'ladi. Bunda pastki meniskning egriligidan hosil bo'lgan bosim p_3 pastga yo'nalgan va $p_3 = \frac{2a}{R_2}$ ga teng bo'ladi, bunda R_2 – pastki meniskning egrilik radiusi. Muvozanatda

$$p_1 = p_2 + p_3. \qquad (1)$$

Agar $p_1 < p_2$ bo'lsa, natijalovchi bosim pastga yo'nalgan bo'lib, pastki menisk qavariq bo'ladi. Bunda $p_3 = \frac{2a}{R_2}$ bosim yuqoriga yo'nalgan bo'ladi. Bu holda

$$p_1 + p_3 = p_2, \qquad (2)$$

nihoyat,

$$p_1 = p_2 \qquad (3)$$

bo'lsa, pastki menisk yassi va p_3 = 0 bo'ladi. Masalada berilgan son qiymat-lardan foydalanib, quyidagilarni topish oson:

1) R = 0,5 *mm* va R_2 = -1,52 *mm*,
2) R_1 = 0,5 *mm* va R_2 = 1,46 *mm*,
3) R_1 = 0,5 *mm* va R_2 = ∞ .

7.69. M = 2,2·10^{-4} *kg*.

7.70. 1) h = 11,5 *mm*; 2) h = 12,9 *mm*; 3) h = 17,2 *mm* (7.68 – masala -ning yechilishiga qarang).

7.71. 1) Δ h = 6,8 *mm*; 2) Δ h = 8,5 *mm*; 3) Δ h = 17 *mm*; Δ h = 23,8 *mm*. Δ h > 23,8 *mm* bo'lganda suyuqlik naydan oqa boshlaydi.

7.72. Agar kapillyar yetarlicha uzun bo'lsa, unda suv h = 2,98 *sm* balandlikkacha ko'tarilishiga ishonch hosil qilish qiyin emas. Lekin kapillyarning balandligi $h_1 < h$. Meniskning egriligi tufayli hosil bo'lgan p_1 bosim meniskdan yuqoriga yo'nalgan va $p_1 = \frac{2a}{R}$ ga va gidrostatik bosim esa $p_2 = \rho g h_1$ ga teng. Ixtiyoriy h_1 balandlik uchun

$$pgh_1 = \frac{2a}{R}$$

bo'ladi. Masalada berilgan son qiymatlarni o'rniga qo'ysak, $R = 0{,}75 \cdot 10^{-3}$ *m* ni olamiz.

7.73. Suyuqlikda suzib yurgan areometrga quyidagi kuchlar: pastga yo'nalgan areometrning og'irligi P, suyuqlik to'la ho'llovchi bo'lgan holda pastga yo'nalgan taranglik kuchi (to'la ho'llamovchi bo'lganda esa yuqoriga yo'nalgan)

$$f_1 = 2\pi r\alpha = \pi\, d\alpha, \qquad (1)$$

va yuqoriga yo'nalgan

$$f_2 = \rho g\,(V + Sh) \qquad (2)$$

ga teng Arximed kuchi ta'sir qiladi. (2) da ρ-suyuqlik zichligi, V-areometr silindrik qismining hajmi, S-areometr nayining ko'ndalang kesim yuzi va h-silindrik nayning suyuqlikka botgan qismining uzunligi. Areometr muvozanatda bo'lganda

$$P + f_1 = f_3. \qquad (3)$$

Bir necha spirt tomchisidan suvning zichligini o'zgarmagan hisoblab, (1), (2) va (3) ga asosan suv uchun

$$P + d\pi\alpha_1 = \rho g(V + Sh_1), \qquad (4)$$

Spirt uchun esa

$$P + d\pi\alpha_2 = \rho g(\upsilon + Sh_2) \qquad (5)$$

Tenglamalarni yozish mumkin. (4) va (5) dan quyidagini olish oson:

$$\Delta h = \frac{4\Delta a}{pgd} = \frac{4\cdot(73-20)\cdot 10^{-3}}{1000\cdot 9{,}81\cdot 9\cdot 10^{-3}}\,m = 2{,}4\cdot 10^{-3}m = 2{,}4\ mm.$$

7.74. Areometr Δh=3,5 mm ga ko'tariladi.

7.75. $T = 313^0$ *K* yoki $t = 40^0$C. **7.76.** 1000 ta molekula.

7.77. $p = 2{,}9\cdot 10^5$ N/m^2. **7.78.** $M = 2\cdot 10^{-3}$ *kg*.

7.79. 1) α = 55%; 2) $4 \cdot 10^{19}$ sm^{-3}. **7.80.** p = 92,1 *mm* sim.ust.

7.81. p = 147,6 *mm* sim.ust.

7.82. 50 ta molekula.

7.83. Moddaning 1 kmoli ni aniqlash uchun Raul qonunini qo'llash mumkin. Haqiqatan ham Raul' qonunini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\frac{p_0}{p_0 - p} = \frac{z}{z'} + 1$$

yoki

$$\frac{p_0}{p_0 - p} - 1 = \frac{p}{p_0 - p} = \frac{z}{z'} \qquad (1)$$

Bunda $z = \frac{M}{\mu}$ va $z' = \frac{M'}{\mu'}$ ekanligini bilgan holda (1) dan quyidagini olish oson:

$$\mu' = \mu \frac{M'}{\mu} \cdot \frac{p}{p_0 - p} \qquad (2)$$

Bunda M-erituvchinig massasi, μ - erituvchining bir kilomol massasi, M´-eritilgan moddaning massasi va μ´-eritilgan moddaning bir kilomol massasi. Masalada berilgan son qiymatlarni o'rniga qo'ysak, μ´ =92 *kg/kmol* ni olamiz.

7.84. p = 9,25 · 10^5 *N/m*^{2}.

8-§. Qattiq jismlar

8.1. Klauzius-Klapeyron tenglamasidan

$$\Delta T = \frac{\Delta pT \cdot (V_c \cdot V_q)}{q_0} \qquad (1)$$

Ikkinchi tomondan entropiyaning o'zgarishi

$$\Delta S = \frac{m\lambda_0}{T} = \frac{\nu q_0}{T} \qquad (2)$$

Bunda λ_0-solishtirma erish issiqligi va q_0-molekulyar erish issiqligi, m- massa va ν-kilomollar soni. (1) va (2) dan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\Delta T = \frac{\Delta p(V_c \cdot V_q)\nu}{\Delta S} \qquad (3)$$

Bizda $V_c = \frac{\mu}{p_1} = \frac{18}{1100} M^3 = 18 \cdot 10^{-3}\ m^3$, $V_q = \frac{\mu}{p_2} = \frac{18}{900} m^3 = 2 \cdot 10^{-2}\ m^3$, ν = 1 kmol, ΔS = 22,2 · 10^3 *J/grad* va Δp = 10^5 *N/m*^{2} ga teng. Berilgan son qiymatlarni (3) ga qo'ysak, ΔT = 0,009^0 kelib chiqadi.

8.2. ΔS = 15,8·10^3 *J/grad*. **8.3.** 1,03·10^{-3} *m*^{3} ga.

8.4. 1) 390 *J/kg · grad*; 2) 450 *J/kg · grad*; 3) 930 *J/kg · grad*;

8.5. Sharcha materialining bir *kg-atomi* 107 *kg/kg-atom* ga teng chiqadi, demak, sharcha kumushdan yasalgan.

8.6. 7,2 marta. **8.7.** 66^0 ga.

8.8. Jipslashtirilgan mis va temir plastinkalar orqali o'tgan issiqlik miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q = \lambda \frac{t_1 - t_x}{d_1} S \cdot t = \lambda_2 \frac{t_x - t_2}{d_2} S \cdot t$$

Bunda

$$t_x = \frac{\lambda_1 t_1 d_2 + \lambda_2 t_2 d_1}{\lambda_1 d_2 + \lambda_2 d_1}$$

Masalada berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, t_X = 34,5^{0}C kelib chiqadi.

8.9. λ = 1,28 *Vt/m · grad* = 1,1 *kkal/m · soat · grad*.

8.10. $Q = 1{,}9 \cdot 10^5$ *J*. **8.11.** 1) 2 *kal/sek*; 2) 60 *g*.

8.12. Q = 11,7 *J*. **8.13.** 106^{0}C. **8.14.** 28,4 soat o'tgach.

8.15. Sterjen 0˚C dan t˚C gacha qizdirilganda

$$\Delta l = l - l_0 = l_0\, at \qquad (1)$$

ga uzayadi, sterjen uzaymasligi uchun unga $F = \frac{\Delta l \cdot E \cdot S}{l_0}$ kuch qo'yilishi kerak,

$$\Delta l = \frac{l_0 F}{ES} \qquad (2)$$

bunda E-sterjen materialining Yung moduli va S – uning ko'ndalang kesimining yuzi. (1) va (2) formulalardan $F = ESat$ ekanini topamiz. Masala- da berilgan son qiymatlarni o'rniga qo'ysak, F = $7{,}1 \cdot 10^4$ *N* kelib chiqadi.

8.16. P = 149 *N*. **8.17.** 20^{0}C da. **8.18.** $a = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ $grad^{-1}$.

8.19. Po'lat sterjen uchun

$$l_1 = l_{01}(1 + a_1 t) = l_{01} + l_{01} \cdot a_1 \cdot t \qquad (1)$$

va mis sterjen uchun

$$l_2 = l_{01}(1 + a_2 t) = l_{02} + l_{02} \cdot a_2 t \qquad (2)$$

ni yozamiz. Shartga ko'ra

$$l_1 - l_2 = L \qquad (3)$$

va

$$l_{01} - l_{02} = L, \qquad (4)$$

bunda L = 5 *sm*. (1) dan (2) ni ayirib (3) va (4) shartlarni nazarda tutsak, quyidagini olamiz:

$$a_1 l_{01} = a_2 l_{02}. \qquad (5)$$

(4) va (5) tenglamalardan 0^{0}C dagi sterjenlarning uzunligini topish qiyin emas:

$$l_{02} = \frac{La_1}{a_2 - a_1} = 11 sm, \quad t_{01} = l_{02} + L = 16\ sm.$$

8.20. 1,02 marta. **8.21.** $2{,}94 \cdot 10^7$ *N/m*^{2}.

8.22. $d = 4{,}0 \cdot 10^{-3}$ *m*. **8.23.** *l* = 2900 *m*.

8.24. *l =180 m*. **8.25.** *l =11,9 km*.

8.26. 1) 250 *kG*; 2) 4 *sm* ga; 3) yo'q, chunki solishtirma og'irlik elastiklik chegarasidan kichikdir.

8.27. $\alpha = 75^0 30'$. **8.28.** 3,4 *ayl/sek.*

8.29. Berilgan holda, sterjenga ta'sir qiluvchi markazdan qochirma kuch

$$F = \int_0^l r\omega^2 dm$$

Bunda *l*-sterjenning uzunligi, ω-aylanma harakatning burchak tezligi, r-masofa dm elementar massadan aylanish o'qigacha bo'lgan oraliq. Bir jinsli sterjen uchun *dm = ρ S dr*, bunda ρ - sterjen materialining zichligi va S-uning ko'ndalang kesim yuzi. Integralni yechib, quyidagini olamiz:

$$F = \frac{pS\omega^{2/2}}{2},$$

Bundan sekundiga aylanishlar sonining chegarasi

$$v = \frac{1}{\pi l}\sqrt{\frac{F}{2pS}} 38 \ ayl/sek$$

8.30. $p = 5{,}7 \cdot 10^8$ *N/m*^{2}.

8.31. Guk qonuniga asosan $\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} p_k = \frac{1}{E} \cdot \frac{E}{S}$ bundan

$$F = \frac{SE}{l} \cdot \Delta l \qquad (1)$$

Lekin elastiklik kuch uchun

$$F = k\Delta l, \qquad (2)$$

(1) va (2) ni tenglashtirsak

$$k = \frac{SE}{l} \qquad (3)$$

U vaqtda

$$A = \frac{k\,\Delta l^2}{2} = \frac{S\,E\,\Delta l^2}{2l} \qquad (4)$$

(1) formuladan *Δ l* ning qiymatini hisoblab va qolgan berilgan son qiymat-larni (4) ga qo'ysak, natijada A = 0,706 *J* kelib chiqadi.

8.32. E = 2,94·10^6 *N/m*^{2}.

8.33. Shlangni *Δl* ga uzaytirish uchun

$$E = \frac{1}{a} S \cdot \frac{\Delta l}{l} \qquad (1)$$

Kuchni qo'shish talab qilinadi. Bunda shlangning ichki diametri $\Delta d = p\, d_0 \frac{F}{S}$ ga kichrayadi. Lekin (1) formuladan $\frac{F}{S} = \frac{\Delta l}{al}$. Demak, $\Delta d = \beta d_o \frac{1}{a} \cdot \frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma d_0 \cdot \Delta l}{l}$ bo'ladi, bunda $\sigma = \frac{\beta}{a}$ – Puasson koeffitsiyenti. Masalada berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, Δ*d* = 1 *mm* ekanini topamiz, demak $d_2 = d_0 - \Delta d = 9$ *mm*.

8.34. *x = 0,3 m.* **8.35.** M = 2,26 · 10^{-7} *n* · m.

8.36. Ingichka ipning buralish momenti $M = \frac{\pi d^4 \varphi N}{2L \cdot 16}$ bo'lib, shu bilan birga $tg\,2\varphi = \frac{l}{D}$. Burchak φ juda kichik bo'lganida *tg* φ = φ deyish mumkin va unda $\varphi = \frac{l}{2D} = \frac{32LM}{\pi N d^4}$ bo'ladi. Bundan $M = \frac{l \pi N d^4}{64DL} = 1{,}96 \cdot 10^{-13} N \cdot m$

8.37. Simni dφ burchakka burashda quyidagi ish bajarilishi kerak:

$$d\,A = M \cdot d\varphi,$$

bunda M-buralish momenti. $M = \frac{\pi N r^4 \varphi}{2L}$ bo'lganidan

$$A = \int_0^{\varphi} \frac{\pi N r^4 \varphi}{2L} d\varphi = \frac{\pi N r^4 \varphi^2}{4L}.$$

Masalada berilgan son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, A=1,25·10^{-12} J kelib chiqadi. Bu ish buralgan simning potensial energiyasiga aylanadi.

8.38. 1,74 · 10^{-2} *m* ga.

8.39. Puasson koeffitsiyenti $\sigma = \frac{\beta}{a} = \frac{r}{\Delta l}$ bunda r- simning radiusi va *l*-uning uzunligi. Simning cho'zilishiga bo'lgan hajmi $V_1 = \pi r^2 l$ va cho'zilishdan keyingi V_2 hajmi:

$$V_2 = \pi(r - \Delta r)^2 (l + \Delta l).$$

Agar cho'zilishda hajm o'zgarmagan bo'lsa, unda $\pi r^2 l = \pi (r-\Delta r)(l+\Delta l)$. Qavsni ochib, Δr va Δl kattaliklarning kvadratlari hisobga olimasa, $\pi r^2 \Delta l = 2\pi r \Delta r \cdot l$ bo'ladi, bundan $\sigma = 0{,}5$.

8.40. Siqilmagan sterjenning zichligi $p_1 = \frac{m}{V_1}$ bundan $V_1 = \pi r^2 l$. Siqilgan sterjenning zichligi $p_2 = \frac{m}{V_2}$ bunda $V_2 = \pi(r+\Delta r)^2 (l-\Delta l)$.

Demak, zichlik o'zgarishi

$$\Delta p = p_2 - p_1 = m\left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1}\right) = \frac{m\Delta V}{V_2 V_1}$$

Siqilish uchun katta bo'lmaganligidan, $V_2 \cdot V_1 = V^2_1$, ya'ni $\Delta p = \frac{m \cdot \Delta V}{V_1^2}$ deyish mumkin. Unda zichlikning nisbiy o'zgarishi $\frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta V}{V_1}$ bo'ladi. Hajmning o'zgarishi $\Delta V = \pi r^2 l - \pi (r + \Delta r)^2 (l - \Delta l)$ ni topamiz. Qavsni ochib, Δr va Δl kattaliklarning kvadratini hisobga olamasak, $\Delta V = \pi r^2 l - \pi (r + \Delta r)^2 (l - \Delta l)$ ga ega bo'lamiz, bunda σ - Puasson koeffitsiyenti. Unda $\frac{\Delta p}{p_1} = \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta l}{l}$ $(1 - 2\sigma)$ bo'ladi. Guk qonuniga asosan $\frac{\Delta l}{l} = \frac{p_k}{E}$ bo'lib, natijada $\frac{\Delta p}{p_1} = \frac{p_k}{E}(1 - 2\sigma)$ Bizda $p_K = 10^3$ $kG/sm^2 = 9{,}81 \cdot 10^7$ n/m^2. $E = 1{,}18 \cdot 10^{11}$ n/m^2 va $\sigma = 0{,}34$. Bu qiymatlarni o'rniga qo'ysak, kelib chiqadi.

8.41. 1 mm^3ga.

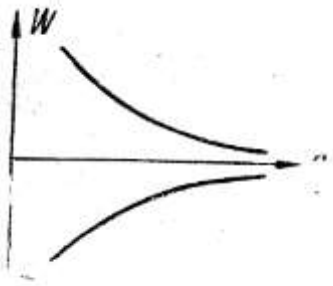
9-§. Elektrostatika.

9.1. $F = 9{,}23 \cdot 10^{-8}$ *N*. **9.2.** $r = 8{,}94 \cdot 10^{-2}$ *m*. **9.4.** $1{,}25 \cdot 10^{35}$ marta.
9.5. $F = 0{,}7$ *N*.

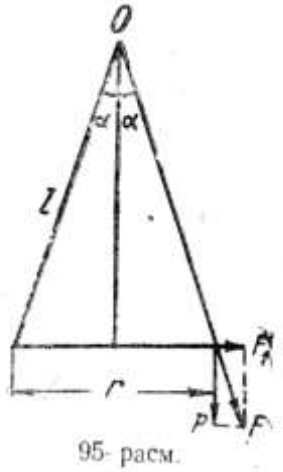
9.6. Sharchalarning elektrostatik energiyasi $W_1 = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r}$ ularning o'zaro gravitatsion tortishish energiyasi $W_2 = \gamma\frac{m_1 m_2}{r}$. Shart bo'yicha $\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r} = n\frac{\gamma m_1 m_2}{r}$ bunda $n = 10^6$. Bundan $q = \sqrt{n\varepsilon_0\varepsilon 4\pi\gamma m_1 m_2}$ .Masaladagi son qiymatlarni qo'yib,

$Q = 1{,}7\cdot 10^{-8}$ *k* ni topiladi.

9.7. 1) $\frac{W_{el}}{W_{gr}} = 4{,}17\cdot 10^{42}$ 2) $\frac{W_{pr}}{W_{gr}} = 1{,}24\cdot 10^{36}$



94- расм.



95- расм.

9.8. 94-rasmda ikkita nuqtaviy zaryad energiyasi W ning ular orasidagi r masofaga bog'lanishi ko'rsatilgan.

9.9. $E = 5{,}04\cdot 10^4$ *V/m.* **9.10.** $q = -2{,}23\cdot 10^{-9}$ *k.*

9.11. Zaryadlarning joylashishiga qarab: 1) $E=0$; 2) $E=6\cdot 10^4$ *V/m*, 3) $E=3\cdot 10^4$ *V/m*. **9.12.** $E=0$. **9.13.** $E=1{,}12\cdot 10^5$ *V/m.*

9.14. Iplar orasidagi burchakni 2α bilan belgilaymiz (95-rasm). Har bir sharchaga ikki kuch: sharcha og'irligi P va kulon itarishish kuchi F_1 ta'sir qiladi. Bu kuchlarning teng ta'sir etuvchisi F. Lekin $F_1 = Ptg\alpha = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}$ va $\frac{r}{2}l$ sin α, unda oxirgi natija, $P = \frac{F_1}{tg\alpha} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_2 4l^2\sin^2\alpha\cdot tg\alpha}$

ga teng bo'ladi. Har bir sharcha $q = \frac{q_0}{2}$ zaryadga ega. Son qiymatlarini o'rniga qo'yib, $P = 0{,}517\ H = 1{,}6\cdot 10^{-3}\ kG$ ekanligi topiladi.

9.15. $q = 1{,}1\cdot 10^{-6}$ *k.*

9.16. Havodagi sharcha uchun quyidagi tenglama o'rinlidir. (9.14-masala yechilishiga qaralsin):

$$P = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_2 4l^2\sin^2\alpha_1\cdot tg\alpha_1} \qquad (1)$$

Sharchalar kerosinga botirilganda har bir sharchaga Arximed kuchi P_1 ta'sir etadi. Kerosindagi sharcha uchun:

$$P - P_1 = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_2 4l^2 \sin^2\alpha_2 \cdot tg\alpha_2} \qquad (2)$$

(2) tenglikda

$$P - P_1 = (p_1 - p_2)Vg, \qquad (3)$$

bunda p_1- sharcha materialining zichligi, p_2 - kerosinning zichligi, V- sharcha hajmi, g - og'irlik kuchining tezlanishi. (1), (2) va (3) formulalardan

$$\frac{P - P_1}{P} = \frac{\sin^2\alpha_1 tg\alpha_1\varepsilon_1}{\sin^2\alpha_2 tg\alpha_2\varepsilon_2} = \frac{p_1 - p_2}{p_1}$$

Bundan

$$p_1 = p_2 \frac{\sin^2\alpha_2 tg\alpha_2\varepsilon_2}{\sin^2\alpha_2 tg\alpha_2\varepsilon_2 - \sin^2\alpha_1 tg\alpha_1\varepsilon_1}$$

Son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, $p_1 = 2550$ *kg/m*^{3} ni olamiz.

9.17. $p = \frac{\varepsilon p_1}{\varepsilon - 1}$ **9.18.** $\alpha = 13^0$.

9.19. $\sigma = \frac{2\varepsilon_0\varepsilon\sqrt{F^2 - P^2}}{q} = 7{,}8 \cdot 10^{-6} k/m^2$

9.20. 1) $2 \cdot 10^{-5}$ *N*; 2) $12{,}6 \cdot 10^{-5}$ *N*; 3) $6{,}28 \cdot 10^{-5}_{n}$ *N*.

9.22. E = 3,6 $\cdot 10^{10}$ *V/m*. **9.23.** F = 3,4 *N*.

9.24. 1) $\frac{F}{l} = 8{,}1\ N/m$; 2) $\frac{A}{l} = 0{,}112\ J/m$

9.25. E = 3,12 $\cdot$ 10^6 *V/m*. Maydon ikkala ip orqali o'tuvchi tekislikka perpendikulyar yo'nalgan.

9.26. $\frac{F}{S} = 5{,}1 \cdot 10^3 N/m^2$

9.27. Sharga uchta kuch: yuqoriga yo'nalgan elektr maydoning ta'sir kuchi F_1, pastga yo'nalgan og'irlik kuchi P va yuqoriga yo'nalgan Arximed kuchi F_2 ta'sir etadi. Muvozanat holatda

$$P = F_1 + F_2; \qquad (1)$$

Shu bilan birga

$$P = mg = p_1 \frac{4}{3}\pi r^3 g \qquad (2)$$

bunda P_1-misning zichligi;

$$F_1 = Eq \qquad (3)$$

va

$$F_2 = p_2 \frac{4}{3}\pi r^3 g, \qquad (4)$$

Bunda p_2-yog' zichligi. (1), (2), (3) va (4) dan quyidagini topamiz:

$$q = \frac{4\pi r^3 g(p_1 - p_2)}{3E} = 1{,}1 \cdot 10^{-8} k\ .$$

9.28. r = 4,4·10^{-7} *m*.

9.29. Ma'lumki

$$E = \frac{\tau \sin\theta}{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon\alpha}, \qquad (1)$$

Shakl chizib, undan

$$\sin\theta = \frac{L/2}{\sqrt{a^2 + (L/2)^2}} \qquad (2)$$

Munosabat topiladi, bunda L - ip uzunligi va *a* - ipdan tekshiriladigan nuqtagacha bo'lgan oraliq. (2) ni (1) ga qo'yib, quyidagi topiladi:

$$E = \frac{\tau L}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon_a \sqrt{a^2 + (L/2)^2}}. \qquad (3)$$

1) Agar *a* << L bo'lsa, unda $\sqrt{a^2 + (L/2)^2} \cong \frac{L}{2}$. U holda (3) formuladan $E = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon\alpha}$ cheksiz uzun ipning maydon kuchlanganligi kelib chiqadi.

2) Agar *a* >> L bo'lsa, unda $\sqrt{a^2 + (\frac{L}{2})^2} \cong a.$ Bundan tashqari τL = q bo'lib, (3) formuladan $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon a^2}$ nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi kelib chiqadi.

9.30. $\frac{a}{L} = \frac{\sqrt{1-(1-\delta)^2}}{2(1-\delta)} \cong \frac{1}{1-\delta}\sqrt{\frac{\delta}{2}}$, δ = 0,05 va L = 0,25 *m* bo'lgandagi chekli oraliq *a* = 4,18 · 10^{-2} *m*.

9.31. 1) L = 0,49 <u>*m*</u>; 2) E = 1350 *V/sm*; 3) τ = 41·10^{-7} *k/m*.

9.32. Mazkur masala 2. 159-masalaga o'xshash. 1) Halqa elementi *dl* ni olamiz. Bu element *dq* zaryadga ega bo'lib, hosil qilgan elektr maydonining A nuqtadagi kuchlanganligi $dE = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon X^2}.$ Bu kuchlanganlik halqa elementi dl ni A nuqta bilan tutashtiruvchi *x* chizig'i bo'yicha yo'nalgan. Butun halqa maydoning A nuqtadagi kuchlanganligini topish uchun barcha elementlar maydoning kuchlanganligi *d***E** larni geometrik qo'shish kerak. *d***E** vektorini $d\mathbf{E_t}$ va $d\mathbf{E_n}$ ikki tashkil etuvchiga ajratish mumkin. Har ikki elementning (diametral) qarama-qarshi $d\mathbf{E_n}$ tashkil etuvchisi o'zaro bir-birini yo'qotadi, unda $E = \int dE_t$. Lekin $dE_t = dE \cdot \cos\alpha = dE \cdot \frac{Ldq}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon X^2}.$ Unda $E = \frac{L}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon X^3}\int dq = \frac{Lq}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon X^3}$. Lekin $x = \sqrt{R^2 + L^2}$ va natijada

$$E = \frac{Lq}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon(R^2 + L^2)^{3/2}} \qquad (1)$$

halqa o'qidagi elektr maydoning kuchlanganligi.

Agar L >> R bo'lsa, $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon L^2}$, ya'ni uzoq masofalardagi zaryad-langan halqa nuqtaviy zaryad sifatida qaralishi mumkin. (1) formulaga masaladagi son qiymatlar qo'yilsa, mos ravishda E = 0; 1600; 1710; 1600; 1150 v/m kelib chiqadi.

3) *x* va L kattaliklarni α burchagi orqali ifodalaymiz.

R = *x* sinα va L = *x* cosα, unda (1) formula

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon R^2}\cos\alpha \cdot \sin^2\alpha$$

Ko'rinishga ega bo'ladi.

E kattaligining maksimumini topish uchun hosila $\frac{dE}{d\alpha}$ ni olib, uni nolga tenglashtiramiz.

$$\frac{dE}{d\alpha} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon R^2}(\cos^2\alpha 2\sin\alpha - \sin^3\alpha) = 0$$

yoki $tg^2\alpha = 2$. Unda A nuqtadan elektr maydoni kuchlanganligi maksimum bo'lgan oraliq $L = \frac{R}{tg\alpha} = \frac{R}{\sqrt{2}}$. Bizning holda R = 0,1 *m*, demak, L = $7{,}1 \cdot 10^{-2}$ *m*.

9.33. 1,3 marta. Bu masalani 2.161-masala bilan solishtirilsin.

9.34. 1) a << R bo'lganda $\frac{R}{a}$ kattalik juda katta bo'ladi va

$$\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{R}{a})^2}}\right] \cong 1.$$

U holda $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon}$, ya'ni diskka yaqin masofada turg'an nuqtalar uchun diskni cheksiz tekislikka o'xshatish mumkin.

2) *a* >> R bo'lganda $\frac{R}{a}$ kattalik bo'ladi va

$$\sqrt{1 + (\frac{R}{a})^2} \cong 1\frac{R^2}{2a^2}.$$

U holda $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon}\frac{R^2}{2a^2}$. Biroq $\sigma = \frac{q}{\pi R^2}$ bo'lgani uchun $E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon a^2}$ ya'ni diskdan uzoq masofada turgan nuqtalar uchun diskni nuqtaviy zaryadga o'xshatish mumkin.

9.35. $\frac{a}{R} = \frac{\delta}{\sqrt{1-\delta^2}} \cong \delta.$ δ = 0,05 va R = 0,25 *m* bo'lganda *a* = $1{,}2 \cdot 10^{-2}$ *m*.

9.36. 1) R = 2,5 *m*; 2) E = $11{,}3 \cdot 10^4$ *v/m*; 3) 1,1 marta.

9.37. 1) R = 0,2 *m*; 2) δ = 10%.

9.38. $\frac{mv^2}{2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon r},$ bunda *m* - harakat tezligi υ bo'lgan sharchaning massasi, q_1 - shu sharchaning zaryadi, q_2 - maydon hosil qiluvchi nuqtaviy zaryad, r - shu zaryadlar oralig'i. Masaladagi son qiymatlarni o'rniga qo'ysak, r = $6\cdot10^{-2}$ *m* chiqadi.

9.39. r = $5{,}1\cdot10^{-10}$ *m*. **9.40.** r = $6{,}1\cdot10^{-14}$ *m*.

9.41. 1) $r \cong 6\cdot10^{-15} m;$ 2) υ = $1{,}6\cdot10^{7}$ *m/sek*.

9.42. A = $1{,}2\cdot10^{-6}$ *J*.

9.44. 1) U = 11,3 v; 2) U = 30 v. **9.45.** A = $1{,}13\cdot10^{-4}$ *J*.

9.46. $\upsilon_1 = 16{,}7\cdot10^{-2}$ *m/sek*.

9.47. Javobni quyidagi jadval ko'rinishida berish qulay:

U,V	1	5	10	100	1000
υ, *m, sek*	$5{,}93\cdot10^5$	$1{,}33\cdot10^6$	$1{,}87\cdot10^6$	$5{,}93\cdot10^6$	$1{,}87\cdot10^7$

9.48. W = $8{,}5\cdot10^{-13}$ *J* = 5,32 Mev; U = $2{,}66\cdot10^{6}$ v.

9.49. Ma'lumki *d* A = q d U, biroq $dU = -Edr\frac{\tau dr}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon r}$ va

$$A = -\int_{r_1}^{r_2}\frac{q\tau dr}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon r} = \frac{q\tau}{2\pi\varepsilon_0\varepsilon}Ln\frac{r_1}{r_2},$$

Bundan

$$\tau = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon A}{qLnr_1/r_2}. \qquad (1)$$

Bizda ε_0 = $8{,}85\cdot10^{-12}$ *f/m*; ε = 1; A = 50 $\cdot10^{-7}$ *J*; $q = \frac{2}{3\cdot10^9}K$ va $\frac{r_1}{r_2} = 2.$ Bu berilganlarni (1) ga qo'ysak τ = $6\cdot10^{-7}$ *k/m* kelib chiqadi.

9.50. τ = $3{,}7\cdot10^{-6}$ *k/m*. **9.51.** υ = $2{,}97\cdot10^{7}$ *m/sek*.

9.52. $\sigma = \frac{2A\varepsilon_0\varepsilon}{q\Delta r} = 6{,}6\cdot10^{-6} k/m^2.$ **9.53.** d = $4{,}8\cdot10^{-5}$ *m*.

9.54. *m* = $5{,}1\cdot10^{-16}$ *kg*. **9.55.** Maydon bo'lmaganida

$$mg = 6\pi\eta r\upsilon_1. \qquad (1)$$

Maydon bo'lganida esa

$$Mg - Eg = 6\pi\eta r\upsilon_2. \qquad (2)$$

(1) va (2) dan $mg - Eq = \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}mg$ yoki

$$q = \frac{mg}{E}(1-\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}) = \frac{mgd}{U}(1-\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1}) = 4{,}1\cdot10^{-18}K$$ ni topamiz.

9.56. Elektr maydon bo'lmaganida

$$mg = 6\pi\eta r\upsilon_1. \qquad (1)$$

Maydon bo'lganida chang zarrasiga gorizontal kuch F = q E ta'sir qiladi. Chang zarrasi mana shu kuch ta'siri ostida tezlashadi, biroq ishqalanish tufayli gorizontal yo'nalishda ham muayyan o'zgarmas υ_2 tezlikdagi harakat turg'unlashadi, shu bilan birga

$$q\,E = 6\pi\eta r\upsilon_2 \qquad (2)$$

bo'ladi. υ_1 va υ_2 tezliklarning teng ta'sir etuvchisi α burchak ostida yo'nalgan bo'lib, $tg\alpha = \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \frac{qE}{mg}$. Ravshanki, $\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = 0{,}5\frac{d}{l}$, bundan izlanayotgan masofa l mana bu formuladan topiladi:

$$l = \frac{0{,}5\upsilon_1 d}{\upsilon_2} = \frac{0{,}5mgd}{qE} = 2\cdot 10^{-2}\,m.$$

So'ngra $\upsilon_2 = \frac{\upsilon_1 d}{2l} = 10^{-2}\,m/sek.$ Izlanayotgan vaqt $t = \frac{d}{2\upsilon_2}$ dan yoki $t = \frac{l}{\upsilon_1}$ formuladan topiladi. Bu formulalardan biriga son qiymatlarini qo'ysak, t=1 sek ga ega bo'lamiz.

9.57. $l = 2\cdot 10^{-2}$ *m*; t = $6{,}4\cdot 10^{-2}$ *sek*. **9.58.** r = 10^{-6} *m*; q = $7{,}3\cdot 10^{-18}$*K*.

9.59. $q = 1{,}73\cdot 10^{-9}$ *K*. **9.60.** 22 *KV*.

9.61. $2{,}2\cdot 10^{-5}$ *m*=0.022 *mm*. **9.62.** $5\cdot 10^{-3}$ *m* = 0,5 *sm*.

9.63. 1) U = 2,8 V; 2) E = 530 *V/m*; 3) σ = $4{,}7\cdot 10^{-9}$ *K/m*^{2}.

9.64. $\upsilon = \sqrt{\frac{2qU(r_1 - r_2)}{md}} = 2{,}53\cdot 10^6\,m/sek$

9.65. 1) E = 5,7 *V/m*; 2) υ = 10^6 *m/sek*; 3) A = $4{,}5\cdot 10^{-19}$ *J*; U = 2,8 V.

9.66. 1) F = $9{,}6\cdot 10^{-14}$ *n*; 2) *a* = $1{,}05\cdot 10^{17}$ *m/sek*^{2}; υ = $3{,}24\cdot 10^7$ *m/sek*; 4) σ = $5{,}3\cdot 10^{-6}$ *K/m*^{2}.

9.67. Elektron yassi kondensator plastinkalari orasida, xuddi gorizontal jismning og'irlik kuchi ta'siridagi harakati kabi, parabola bo'ylab harakat qiladi. Haqiqatdan, kondensatordagi elektronga o'zgarmas kuch F = eE ta'sir qiladi. Elektron bu kuch ta'sirida $a = \frac{2E}{m}$ tezlanishga ega bo'ladi va $t = \frac{l}{\upsilon}$ vaqtda *l* uzunlikni bosib o'tib,

$$y = \frac{at^2}{2} = \frac{eEl^2}{2m\upsilon^2} \qquad (1)$$

oraliqgacha og'adi.

Elektron kondensatordan uchib chiqmasliga uchun $y \geq \frac{d}{2}$ bo'lishi kerak, bunda *d*-kondensator plastinkalarining oralig'i. Bundan $\upsilon_0 \leq l\sqrt{\frac{eE}{md}}$. Son qiymatlarini o'rniga qo'yilsa, elektron uchun $\upsilon_0 = 3{,}64\cdot 10^7$ *m/sek* va α-zarracha uchun $\upsilon_0 = 6\cdot 10^5$ *m/sek* ekanligi kelib chiqadi.

9.68. 1) $4{,}8\cdot 10^{-7}$ *sek* o'tgach; 2) S_X = 0,22 *m* = 22 *sm*.

9.69. $a_t = 15{,}7\cdot10^{14}$ *m/sek*^{2}; $a_n = 8\cdot10^{14}$ *m/sek*^{2}; $a_{to'la} = 17{,}6X10^{14}$ *m/sek*^{2}.
9.70. 2 marta.
9.71. Protonning va α-zarrachaning og'ishi birdek bo'ladi.
9.72. $\upsilon = \sqrt{\upsilon^2{}_X + \upsilon^2{}_Y} = 1{,}33\cdot10^7\, m/sek;$ $\alpha = 41^0 20'$
9.73. $U_1 = \dfrac{2Uyd}{l(l_1 + \frac{l}{2})} = 28v.$ **9.74.** 0,01 *m* ga. **9.75.** 2,24 marta.
9.76. $E_1 = \dfrac{\varepsilon_2 U}{d_1\varepsilon_2 + d_2\varepsilon_1} = 60kv/m;$ $E_2 = \dfrac{\varepsilon_1\, E_1}{\varepsilon_2} = 10\ kv/m$
9.77. $C = 7{,}1\cdot10^{-4}$ f; $\Delta U = 1400$ v. **9.78.** $2{,}5\cdot10^{-20}$ *kg*.
9.79. *n* ta tomchining zaryadi $q_0 = nq$. Bu katta tomchi zaryadidir. Katta tomchining radiusi $n\frac{4}{3}\pi r^3 p = \frac{4}{3}\pi R^3 p$ shartdan topiladi, bundan $R = r\sqrt[3]{n}.$ Unda bu tomchining potensiali $U = \frac{q_0}{C} = \frac{nq}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon R} = \frac{nq}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r\sqrt[3]{n}}$. Bizda $n = 8$, $q = 10^{-10}$ *k*, $\varepsilon_0 = 8{,}85\cdot10^{-12}$ *f/m*, $\varepsilon = 1$, $r = 10^{-3}$ *m*. Bularni formulaga qo'ysak, U = 3600 *v* chiqadi.
9.80. U = 19500 *V* = 19,5 *kv*. **9.81.** $r = 2{,}1\cdot10^{-2}$ *m* = 2,1 *sm*.
9.82. 1) $U = E_0R$ – chiziqli bog'lanish; 2) $U = 1{,}5\cdot10^6$ *V*.
9.83. $W = 26{,}6\cdot10^{-7}$ *J*. **9.84.** $C = 5{,}9\cdot10^{-9}$ *f*.
9.85. $\sigma = 1{,}77\cdot10^{-6}$ *k/m*^{2}. **9.86.** D = 0,03 *m* = 3 *sm*.
9.87. Berilgan holda $q_1 = q_2$, bunda q_1 va q_2- mos ravishda kondensatorni izolyator bilan to'ldirilguncha va to'ldirilgandan keyingi plastinkalardagi zaryadlar. Shunday qilib, *q = const*. Demak, plastinkalardagi zaryadning sirt zichligi ham $\sigma = \frac{q}{S} = const$ bo'ladi.

1) $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon} = \frac{U}{d}$ bo'lganligidan, izolyator bilan to'ldirishdan ilgari $\sigma d = U_1\varepsilon_0\varepsilon_1$ va to'ldirilgandan keyin $\sigma d = U_2\varepsilon_0\varepsilon_2$. $\sigma = const$ va $d = const$ bo'lganligidan $U_1\varepsilon_1 = U_2\varepsilon_2$ va $U_2 = \frac{U_1\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = 115v.$

2) $C_1 = \frac{\varepsilon_0\varepsilon_1 S}{d} = 1{,}77\cdot10^{-11} f,\ C_2 = \frac{\varepsilon_0\varepsilon_2 S}{d} = 4{,}6\cdot10^{-11} f,$

3) $\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{q}{S} = \frac{CU}{S} = 5{,}31\cdot10^{-7} k/m^2.$

9.88. Berilgan holda $U_1 = U_2 = U$. 1) $U_1 = U_2 = 300$ *v*; 2) $C_1 = 1{,}77\cdot10^{-11}$ *f*. $C_2 = 4{,}6\cdot10^{-11}$ *f*; 3) $\sigma_1 = 5{,}31\cdot10^{-7}$ *k/m*^{2}; $\sigma_2 = 1{,}38\cdot10^{-6}$ *k/m*^{2}.
9.89. 1) Har bir qatlamdagi elektr maydon kuchlanganligini E_1 va E_2 bilan, har bir qatlamdagi qatlamdagi potensialning tushishini U_1va U_2 bilan belgilaymiz. U holda

$$\varepsilon_1 E_1 = \varepsilon_2 E_2, \qquad (1)$$
$$U_1 + U_2 = U. \qquad (2)$$

(2) tenglamani shunday yozish mumkin:

$$E_1 d_1 + E_2 d_2 = U. \qquad (3)$$

(1) va (3) tenglamalardan

$$E_1 = \frac{U\varepsilon_2}{\varepsilon_1 d_2 + \varepsilon_2 d_1} = 1{,}5 \cdot 10^4 V/m, \qquad E_2 = \frac{\varepsilon_1 E_1}{\varepsilon_2} = 4{,}5 \cdot 10^4 V/m$$

Kelib chiqadi.

2) $U_1 = 75$ V, $U_2 = 225$ V.

3) $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$, (4)

Bunda

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_1 S}{d_1} \text{ va } C_2 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_2 S}{d_2}. \qquad (5)$$

(4) va (5) ni birgalikda echilsa,

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_1 \varepsilon_2 S}{d_1 \varepsilon_2 + \varepsilon_1 d_2} = 2{,}66 \cdot 10^{-11} f.$$

Kelib chiqadi.

4) Plastinkalardan biridagi zaryad $q = \sigma S = C_1U_1 = C_2U_2 = CU$,

bundan $\sigma = \frac{CU}{S} = 8 \cdot 10^{-7} k/m^2$.

9.90. U = 1800 V. **9.91.** $2{,}14 \cdot 10^{-4}$ *mkf/m.*

9.92. Ma'lumki $E = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon X}$, bunda τ- kabel uzunlik birligiga to'g'ri keladigan zaryad va x-kabel o'qigacha bo'lgan oraliq. τ kattaligi quyidagi munosabatdan topiladi:

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon L}{\ln R/r} = \frac{q}{U_0} = \frac{\tau L}{U_0}, \text{ bundan } \tau = \frac{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon U_0}{\ln R/r},$$

Bu erda U_0-kabelning markaziy qismi bilan tashqi qismi orasidagi potensiallar ayirmasi. Unda maydonning kuchlanganligi $E = \frac{U_0}{x \ln R/r}$.

Masaladagi son qiymatlarni o'niga qo'yilsa, E = 136 *kv/m* kelib chiqadi.

9.93. Elektr maydon kuchining ishi electron kinetik energiyasiga aylanadi, $A = \frac{m\upsilon^2}{2}$, $dA = qdU = -qEdx$. $E = \frac{U_0}{x \ln R/r}$ bo'lganligidan

$$A = -\int_{l_1}^{l_2} \frac{qU_0 dx}{x \ln R/r} - = \frac{qU_0 \ln \frac{l_1}{l_2}}{\ln R/r} = \frac{m\upsilon^2}{2}, \text{ bundan } \upsilon = \sqrt{\frac{2qU_0 \ln l_1/l_2}{m \ln R/r}}.$$

Masaladagi son qiymatlarni qo'yilsa $\upsilon = 1{,}46 \cdot 10^7$ *m/sek* kelib chiqadi.

9.94. Silindrik kondensator ichidagi maydonning kuchlanganligi $E = \frac{U_0}{x \ln R/r}$.

Unda birinchi qatlamdagi potensialning tushishi

$$U_1 = -\int_{r+d_1}^{r} E dx = -\int_{r+d_1}^{r} \frac{U_0}{x \ln R/r} dx = \frac{U_0 \ln \frac{r+d_1}{r}}{\ln R/r}.$$

Ikkinchi qatlamdagi potensialning tushishi $U_2 = \frac{U_0 \ln \frac{R}{r+d_1}}{\ln R/r}$. Bundan

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\ln \frac{r+d_1}{r}}{\ln \frac{R}{r+d_1}} = 1{,}35.$$

9.95. C = 9,6·10^{-7} *mkf*. **9.96.** 1) U = 300 V, 2) U = 75 V.

9.97. C = 1,17·10^{-9} *f*; R = 2,1 *m*.

9.98. $E = \frac{UR_1R_2}{(R_2 - R_1)x^2} = 44{,}5 kv/m.$

Ko'rsatma. Bu masala 9.92.-masalaga o'xshash. Biroq silindrik kondensa-tor maydoni sferik kondensator maydoni bilan almashgan.

9.99. $\upsilon = \sqrt{\frac{2qR_1R_2U(r_1 - r_2)}{m(R_2 - R_1)r_1r_2}} = 1{,}54 \cdot 10^7 m/sek.$

Ko'rsatma. Bu masala 9.93-masalaga o'xshash.Biroq silindrik kondensa-tor maydoni bilan almashgan.

9.100. C = 0,33 *mkf*. **9.101.** $\frac{C_1}{C_2} = 3.$

9.102. $q_1 = q_2 = 8 \cdot 10^{-6}$ *k*; U = 4 *V*; U_2 = 2 *V*.

9.103. Parallel ulanganda 1·10^{-8} Φ dan 1,7 · 10^{-7} Φ gacha va ketma-ket ulanganda 2,23 · 10^{-9} Φ dan 3,27 · 10^{-9} Φ gacha.

9.104. Parallel ulanganda 20 *pf* dan 900 *pf* gacha va ketma-ket ulanganda 5 *pf* dan 225 *pf* gacha.

9.105. W = 0,1 *J*. **9.106.** W = 0,05 *J*.

9.107. 1) R=7·10^{-3} *m*; 2) q=7,0·10^{-9} *k*; 3)C=1,55·10^{-6} *mkf*; 4)W=1,58·10^{-5}*J*.

9.108. 1) 5·10^{-5} *J*.

2) Har bir sharning energiyasi 1,25·10^{-5} *f* va ulangandagi razryad ishi 2,5·10^{-5} *J*.

3) Har bir sharning energiyasi 31,25·10^{-7} *J* va razryad ishi 62,5·10^{-7} *J*.

9.109. 1) U_1'=3 *kg*; 2) q_2'=2·10^{-8} *k*; 3) W_1' =1,5·10^{-5} *J* va W_2'=9·10^{-5} *J*; 4) q_1''=1,8·10^{-8} *K* va U_1''=5,4 *kV*; 5) q_2''=1,2·10^{-8} *K*; U_2''=5,4 *kV*; 6) W=8,1·10^{-5} *J*; 7) A = 2,4·10^{-5} *J*.

9.110. *q* = 2,7·10^{-6} *K*.

9.111. 1) *q* = 1,77 · 10^{-7} *K*; 2) E =3330 *V/sm*; 3) W = 2,94 *J/m*^{3}.

9.112. p = 26,5 *N/m*^{2}.

9.113. U = 15 *kV*.

9.114. 1) P=560 *V/sm*; 2) *d*=5·10^{-3} *m*=5 *mm*; 3) υ=10^7*m/sek*; 4) W=6,95·10^{-7} *J*; 5) C=1,77·10^{-11} *f*; 6) 13,9·10^{-5} *n*.

9.115. U = 21,7 *kV*.
9.116. E = $6\cdot10^4$ *V/m*; $W_1=2\cdot10^{-5}$ *J*; $W_2 = 0,8\cdot10^{-5}$ *J*.
9.117. $E_2 = E_1 = 150$ *kV/m*; $W_1 = 2\cdot10^{-5}$ *J*; $W_2 = 5\cdot10^{-5}$*J*.
9.118. 1)$W_1=4,43\cdot10^{-7}$*J*; $W_2=1,78\cdot10^{-8}$ *J*; 2)$W_1=4,43\cdot10^{-7}$ *J*; $W_2=1,11\cdot10^{-5}$ *J*
9.119 . ε = 4,5.
9.120. 1) a) Sig'im 1,1 *pf* ga kamayadi; b) kuchlanganlik oqimi 750 $V\cdot m$ ga kamayadi; v) energiyaning hajm zichligi $4,8\cdot10^{-2}$ J/m^3 ga kamayadi.
2) a) Sig'im birinchi holdagidek 1,1 *pf* ga kamayadi; b) kuchlanganlik oqimi o'zgarmadi (ΔN=0); v) energiyaning hajm zichligi ham o'zgarmadi ($\Delta W_0 = 0$).
9.121. 1) $W_0 = \dfrac{\sigma^2 R^4}{2\varepsilon_0\varepsilon(R+x)^4}$, bunda R- shar radiusi va *x*-shar sirtidan tekshiriladigan nuqtagacha bo'lgan oraliq; masaladagi son qiymatlarni o'rniga qo'ysak $W_0 = 9,7\cdot10^{-2}$ j/m^3 kelib chiqadi;
2) $W_0 \dfrac{\sigma^2}{8\varepsilon_0\varepsilon} = 1,97\, j/m^3$;
3) $W_0 = \dfrac{r^2}{8\pi^2\varepsilon_0\varepsilon x^2} = 0.05\, j/m^3$.
9.122. Dielektrik bo'lmagandagi kondensator plastinkalaridagi zaryadning sirt zichligini σ_0 bilan, dielektrik bo'lganda plastinkalardagi zaryadning sirt zichligini σ_d va bog'lanishli (qutblangan) zaryadlarning sirt zichligini $\sigma_{bog'l}$ bilan ifodalaymiz. σ_d va $\sigma_{bog'l}$ zaryadlar birgalikda shunday ta'sir qiladiki, xuddi o'tkazgich bilan dielelektrik chegarasida

$$\sigma' = \sigma_d - \sigma_{bog'l} \qquad (1)$$

zichlik bilan taqsimlangan zaryad bordek bo'ladi. Shunday qilib, σ´- "effektiv" zaryadlarning, ya'ni dielektrikda yig'indi, natijaviy maydonni aniqlovchi zaryadlarning sirt zichligidir. Ravshanki, σ kattaliklari mos maydonlar bilan quyidagicha bog'lanishda bo'ladi: dielektrik bo'lmagandagi maydon

$$E_0 = \frac{\sigma_0}{\varepsilon_0} = \frac{U_1}{d}, \qquad (2)$$

Dielektrikdagi natijaviy maydon

$$E = \frac{\sigma_d}{\varepsilon_0\varepsilon} = \frac{\sigma'}{\varepsilon_0} = \frac{U_2}{d}. \qquad (3)$$

(1) dan $\sigma_{bog'l} = \sigma_d - \sigma'$ yoki (3) ga asosan

$$\sigma_{bog'l} = \varepsilon_0\varepsilon E - \varepsilon_0 E = \varepsilon_0(\varepsilon-1)\frac{U_2}{d}.$$

1) Berilgan holda $U_1=U_2=U$ va unda:
a) $\sigma_{bog'l} = \varepsilon_0(\varepsilon-1)\dfrac{U}{d} = \dfrac{8,85\cdot10^{-12}\cdot6\cdot10^3}{3\cdot10^{-3}} k/m^2 = 1,77\cdot10^{-5} k/m^2$;
b) $\sigma_d-\sigma_0=\varepsilon_0\varepsilon E-\varepsilon_0 E_0$ va kuchlanish manbai ulanganligida $E = E_0 = \dfrac{U}{d}$, u holda

$$\sigma_d - \sigma_0 = \varepsilon_0(\varepsilon - 1)\frac{U}{d} = \sigma_{bog'l} = 1{,}77 \cdot 10^{-5} k/m^2.$$

Shunday qilib, kuchlanish manbai ulanganligi sababli kondensator plastinkalarida, dielektrikning qutblanishi natijasida zaryadlar kamayishini ta'minlovchi qo'shimcha zaryadlar hosil bo'ladi.

2) Berilgan holda q = const va $U_2 = \frac{\varepsilon_1 U_1}{\varepsilon_2}$ va u holda:

a) $\sigma_{bog'l} = \varepsilon_0(\varepsilon - 1)\frac{U_2}{d} = \varepsilon_0(\varepsilon - 1)\frac{\varepsilon_1 U_1}{\varepsilon_2 d} = \frac{8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 1 \cdot 10^3}{7 \cdot 3 \cdot 10^{-7}} k/m^2 = 2{,}53 \cdot 10^{-6} k/m^2;$

b) q=const bo'lganligi uchun $\sigma_{bog'l}=\sigma_0$, ya'ni kondensator plastinkalaridagi zaryadning sirt zichligi o'zgarmaydi.

9.123. Son jihatdan bog'lanishli zaryadlarning sirt zichligi $\sigma_{bog'l}$ ga teng bo'lgan qutblanish vektori P dielektrikdagi maydon kuchlanganligiga proporsional, ya'ni $P=\sigma_{bog'l} = \chi' E$. MKSA sistemasida χ' koeffitsent o'lchamsiz kattalik emas; uning nomi *f/m* ekanligini tekshirish qiyin emas. $\chi' = 4\pi\varepsilon_0\chi$ dan ham ko'rsatish mumkin, bunda χ o'lchamsiz kattalik (elektrlanish koeffitsiyentining jadvaldagi qiymati). U holda

$$\sigma_{bog'l} = 4\pi\varepsilon_0\chi E = 4\pi\varepsilon_0\chi\frac{U}{d} = \frac{4 \cdot 3{,}14 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 0{,}08 \cdot 4 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^{-3}} k/m^2 = 7{,}1 \cdot 10^{-6} k/m^2.$$

Dielektrikning kirituvchanligini topamiz. $\sigma_{bog'l}=\varepsilon_0(\varepsilon-1)E$ bo'lganligidan $\sigma_{bog'l} = 4\pi\varepsilon_0\chi E = \varepsilon_0(\varepsilon-1)E$, bundan $\varepsilon-1=4\pi\chi$ yoki $\varepsilon = 1 + 4\pi\chi = 1 + \frac{\chi'}{\varepsilon_0}$, bundan $\varepsilon = 1+4\pi\cdot 0{,}08=2$. U holda $E = \frac{U}{d} = \frac{\sigma_d}{\varepsilon_0\varepsilon}$. Bundan kondensator plastinka-laridagi zaryadning sirt zichligi

$$\sigma_d = \frac{U\varepsilon_0\varepsilon}{d} = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 2}{5 \cdot 10^{-3}} k/m^2 = 1{,}4 \cdot 10^{-5} k/m^2.$$

9.124. 1) E = 3 *kV/sm*; 2) $\sigma_d=1{,}59\cdot 10^{-5}$ K/m^2; 3) $\sigma_{bog'l}=1{,}33\text{x}10^{-5}$ K/m^2; 4) $\chi' = \frac{\sigma_{bog'l}}{E} = 4{,}44 \cdot 10^{-11} f/m$; $\chi = \frac{\chi'}{4\pi\varepsilon_0} = 0{,}4.$

9.125. U=1750 V. **9.126.** $\sigma_{bog'l}=6\cdot 10^{-6}$ K/m^2.

9.127. 1) $E=7{,}52\cdot 10^5$ *V/m*; $D=\varepsilon_0\varepsilon E=1{,}33\cdot 10^{-5}$ K/m^2;
2) $\sigma_{bog'l} = 6{,}7\cdot 10^{-6}$ K/m^2; 3) $\sigma_d = 1{,}33\cdot 10^{-5}$ K/m^2; 4) $W_0 = 5 J/m^3$; 5) $\chi'=8{,}9\cdot 10^{-12} f/m$; $\chi = 0{,}08$.

9.128. 1) $\sigma_{bog'l}=5{,}3\cdot 10^{-6}$ k/m^2; 2) $\chi'=1{,}77\cdot 10^{-11}$ *f/m*, $\chi = 0{,}159$.

9.129. 1) $A = 1{,}97\cdot 10^{-5}$ *J*; 2) $A = 9{,}8\cdot 10^{-5}$ *J*.

10-§. Elektr toki.

10.1. 1) $q=\int_{t_1}^{t_2} Idt=\int_{t_1}^{t_2}(4+2t)dt=48k;$ I = 12 *A*.

10.2.1)R=70 Om;2) a) 87,5 Om; b) 116,7 Om; v) 175 Om; g) 350 Om.

10.3. *N* = 200 o'ram. **10.4.** *l* = 500 *m*; *d* = 10^{-3} *m* = 1 *mm*.

10.5. R = 0,0018 *om*. **10.6.** 2,22 marta.

10.7. $R_1=R_0(1+\alpha t_1)$, bunda R_0- harorat 0^0C bo'lgandagi qarshilik (boshlang'ich haroratdagi emas). Bundan $R_0=\frac{R_1}{1+\alpha t_1}=32{,}8\,\text{Om}$. So'ngra $R_2=\frac{U}{I}=364\,\text{Om}$. $R_2=R_0(1+\alpha t_2)$ bo'lganligidan $t_2=\frac{R_2-R_0}{R_0\alpha}$ = 2200^0C

10.8. 17,5 *ma*. **10.9.** t = 70^0 C haroratgacha.

10.10. U=5,4 V. **10.11.** U_1=12 *V*; U_2=U_3=4 *V*; I_2=2 A; I_3=1 *A*.

10.12. 1) I = 0,11 A; 2) U_1=0,99 *V*; 3) U_2=0,11 *V*; 4) η = 0,9.

10.13. $U=\frac{\varepsilon}{R+r}R=\frac{1{,}1}{1+R}R$.96-rasmdagi egri chiziq tashqi zanjirdagi potensialning tushishi U ning tashqi qarshilik R ga bog'lanishini ko'rsatadi. Egri chiziq asimptotik ravishda to'g'ri chiziq U=ε=1,1 *V* ga yaqinlasha boradi.

10.14. U = 0,125 *V*; R=7,5 *Om*. **10.15.** η = 25%.

10.16. U = 2,7 *V*; r = 0,9 *Om*.

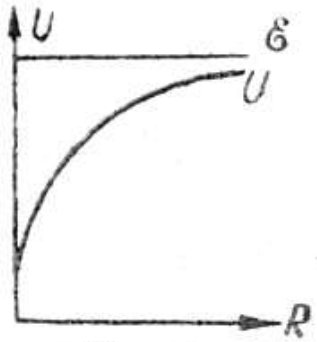
10.17. $\chi=\frac{U}{\varepsilon}=\frac{n}{1+n}$**;** 1) χ=9,1%; 2) χ =50%; 3) χ =91%.

10.18. η = 80%.

10.19. Elementlarni ketma-ket ulaganda $I'=\frac{2\varepsilon}{2r+R}$, parallel ulaganda $I'=\frac{\varepsilon}{0{,}5r+R}$

1) $I'=\frac{2{,}2}{0{,}6+0{,}2}a=5a,\quad I''=\frac{2}{0{,}15+0{,}2}a=5{,}7a;$

2) $I'=\frac{4}{0{,}6+0{,}16}a=0{,}24a;\quad I''=\frac{2}{0{,}15+16}a=0{,}124a;$



96- расм.

Shunday qilib, tashqi qarshilik kichik bo'lganda elementlarni parallel ulash foydali bo'lsa, tashqi qarshilik katta bo'lganda ketma-ket ulash foydali bo'ladi.

10.20. 1) $\frac{\Delta R}{R}=1\%$; 2) $\frac{\Delta R}{R}=10\%$; 3) $\frac{\Delta R}{R}=100\%$;

10.21. 1) $\frac{\Delta R}{R}=20\%$; 2) $\frac{\Delta R}{R}=2\%$; 3) $\frac{\Delta R}{R}=0{,}2\%$;

10.22. *I_1=0,6 A; I_2=0,4 A; I=I_1+I_2=1 A*

10.23. Zanjirdagi tok kuchi $I' = \frac{2\varepsilon}{R + r_1 + r_2} = \frac{4}{3} a.$ Birinchi element qisqichlaridagi potensiallar ayirmasi $U_1 = \varepsilon - Ir_1 = \frac{2}{3} V.$ Ikkinchi element qisqichlaridagi potensiallar ayirmasi $U_2=E-Ir_2=0$.
O'quvchilarga R, r_1, va r_2 o'rtasidagi munosabat qanday bo'lganda elementlardan birining qisqichlaridagi potensiallar ayirmasi nolga teng bo'lishini umumiy ko'rinishda tekshirib chiqish taklif etiladi.

10.24. R_1 = 1,5 *Om*; R_2 = 2,5 *Om*; U_1 = 7,5 *V* va U_2 = 12,5 *V*

10.25. ε = 2 *V*; r = 0,5 *Om*. **10.26.** I = 0,2 *a*.

10.27. R_1= 60 *Om*. **10.28.** 1) I = 0,4 *A*; 2) U = 32 *V*.

10.29. R_2 = 60 *Om*. **10.30.** 1) I = 2 *A*; 2) U = 2 *V*.

10.31. 80 *V*. **10.32.** ε = 170 *V*.

10.33. 1) 0,22 *V* va 110 *V*; 2) 0,142 *V* va 53,2 *V*; 3) 0,57 *A* va 110 *V*; 4) 0,0089 *A* va 35,6 *V*.

10.34. *I = 40 A*.

10.35. 1) Ampermetrga parallel R = 0,02 *Om* qarshilik ulash kerak; 2) ampermetr shkalasi bo'linmalarinig qiymati 0,1 *A*/bo'lim dan 1 *A*/bo'lim gacha o'zgaradi.

10.36. 1) Voltmetr bilan ketma-ket R = 3000 *Om* qarshilik ulash kerak. 2) Voltmetr shkalasi bo'linmalarining qiymati 0,2 *V*/bo'lim dan 0,5 *V*/bo'lim gacha o'zgaradi.

10.37. 1) Asbobga parallel R=0,555 *Om* qarshilik ulangan; 2) asbobga ketma-ket R = 9950 *Om* qarshilik ulangan.

10.38. R = 300 *Om*; *l* = 21,2 *m*.

10.39. 97-rasmdagi sxemaga qarang; $I_1=I_2=0,365$ *a* va $I_3=0,73$ *a*.

10.40. 6,8 *V* ga. **10.41.** 35 *kVm*.

10.42. S = $8,5\cdot10^{-4}$ m^2. **10.43.** 1) $\frac{Q_m}{Q_n} = 0,17$ 2) $\frac{U_m}{U_n} = 0,17$

10.44. 1) $\frac{Q_m}{Q_n} = 5,9$; 2) $\frac{U_m}{U_n} = 1$

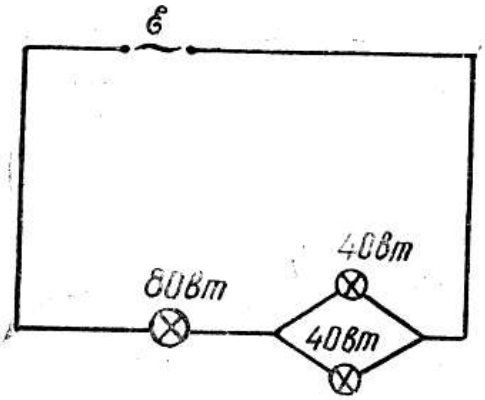
10.45. *Q*=1,08 *kJ*. **10.46.** 1) 2,4 *kVm*; 2) 2,3 *kVm*; 3) 96%.

10.47. r = 1 *Om*; η_1 = 83,3%; η_2 = 16,7%.

10.48. 34- rasmdagi egri chiziq nuqtalari bo'yicha jadval tuzamiz:

I, a	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P, Vm	0	1,8	3,2	4,2	4,8	5	4,8	4,2	3,2	1,8	0

Tashqi zanjirda ajralgan quvvat (foydali quvvat) tashqi qarshilik elementning ichki qarshiligiga teng bo'lganida maksimumga etadi. Bunda tashqi zanjirdagi potensialning tushishi $U = \frac{\varepsilon}{2}$ bunda ε elementning e. yu. K. U holda elementning foydali ish koeffitsiyenti η=0,5. Bizning holda P_{max}=IU=5 Vm. Demak, $U = \frac{P_{max}}{I} = \frac{5}{5}V = 1V$; bundan elementning e.yu.k. *ε=2U=2V*. Bunda $I = \frac{\varepsilon}{2r}$ bo'lganligidan elementning izlanish ichki qarshiligi $r = \frac{\varepsilon}{2I} = 0{,}2\ Om$ Tashqi zanjirdagi potensialning tushishi $U = \frac{P}{I}$ elementning foydali ish koeffitsiyenti



97- расм.

$$\eta = \frac{U}{\varepsilon} = \frac{P}{\varepsilon I}$$

10.49. 34-rasmda tasvirlangan egri chiziq nuqtalari bo'yicha (oldingi masalani yechilishiga qaralsin) ε = 2 *V* va r = 0,2 *Om* topiladi. ε va r ma'lum bo'lgach, talab qilingan η, P_1 va P_2 ni topish qiyin emas.

10.50. ε = 4 V; r = 1 *Om*.

10.51. U, P_1 va P_2 ning R ga bog'lanishi to'g'risida 10,48 va 10,49-masalalarga qaralsin.

10.52. ε = 6 V; r = 1 *Om*. **10.53.** 60 *Vt*. **10.54.** 1 *a*.

10.55. 16 *Vt*. **10.56.** ε = 100 *V*.

10.57. Lampochka uchlaridagi potensiallar ayirmasi 30 V dan 53,5 V gacha o'zgaradi. Lampochka iste'mol qiladigan quvvat 30 *Vt* dan 9,9 *Vt* gacha o'zgaradi.

10.58. 1) Q_1 = 6,37 *J*, Q_2 = 3,82 *J*; 2) Q_1 = 16,2 *J*; Q_2 = 27,2 *J*.

10.59. Qarshiligi kichik bo'lgan lampochka ko'proq (1,5 marta) quvvat iste'mol qiladi.

10.60. 36^0 ga. **10.61.** 2,9 *l*. **10.62.** 1) 1,2 *kVt*; 2) 12 *Om*

10.63. $Q = 2{,}5 \cdot 10^5$ *J* = 60 *kkal*.

10.64. 1) 25 *min*, 2) 50 *min*; 3) 12,5 *min*.

10.65. 1) 45 *min*; 2) 10 *min*. **10.66.** 22 *min* o'tgach.

10.67. 1) 5,4 *Om*; 2) 2100 *J/kg ·grad*; 3) 49,6 *Om*.

10.68. η = 80%. **10.69.** 1) 14,4 *Om*; 2) 11,3 *m*; 3) 1 *kVt*.

10.70. 3^0 ga. **10.71.** 1 so'm 33 tiyin. **10.72.** 49 minut o'tgach.

10.73. R = 33 *Om*.

10.74. Mis simdan ajralgan issiqlik miqdori

$$Q_1 = m_1 c_1 \Delta t = \delta_1 l_1 S_1 c_1 \Delta t, \qquad (1)$$

Bunda σ_1- misning zichligi, l_1-simning uzunligi, S_1-uning ko'ndalang kesim yuzi, c_1-misning solishtirma issiqlik sig'imi va Δt- sim haroratining ko'tarilishi.

Qo'rg'oshin simdan ajralgan issiqlik miqdori

$$Q_2 = \delta_2 l_2 S_2 (c_2 \Delta t_1 + r), \qquad (2)$$

Bunda r-qo'rg'oshinning solishtirma erish issiqligi, $\Delta t_1 = t_{er} - t_0$, δ_2-qo'rg'shinning zichligi, l_2- saqlagich uzunligi, S_2-uning ko'ndalang kesim yuzi va c_2-qo'rg'oshinning solishtirma issiqlik sig'imi.

Ikkala sim zanjirga ketma-ket ulanganligidan,

$$I_1 = I_2 va \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1 S_2 p_1}{l_2 S_1 p_2}, \qquad (3)$$

Bunda $p_1$va p_2-tegishlicha mis va qo'g'oshinning solishtirma qarshiliklari, (1), (2) va (3) lardan:

$$\frac{\delta_1 l_1 S_1 c_1 \Delta r}{\delta_2 l_2 S_2 (c_2 \Delta t + r)} = \frac{p_1 l_1 S_2}{p_2 l_2 S_1},$$

Bundan izlanayotgan haroratlar ayirmasi.

$$\Delta t = \frac{p \delta_2 S_2^2 (c_2 \Delta t_1 + r)}{p_2 \delta_1 S_1^2 c_1}.$$

Bizda (jadvalga qaralsin) $p_1 = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ *Om · m*, $p_2 = 2{,}2 \cdot 10^{-7}$ *Om · m*. $\delta_1 = 8600$ *kg/m*^{3}, $\delta_2 = 11300$ *kg/m*^{3}, $c_1 = 395$ *J/kg · grad*, $c_2 = 126{,}0$ *J/kg · grad*. $t_{er} = 327^0$C, $r = 2{,}26 \cdot 10^4$ *J/kg*, $t_{er} - t_0 = 327^0 - 17^0 = 310^0$. Bu qiymatlarni o'rniga qo'ysak, $\Delta t = 1{,}8^0$ kelib chiqadi.

10.75. $1{,}55 \cdot 10^3$ *J/m*^{3} *· sek.* **10.76.** $I_1 = I_2 = 26{,}7$ *ma*; $I_3 = I_4 = 4$ *ma.*

10.77. Mazkur tarmoqlardan zanjir uchun Kirxgof qonunini tatbiq qilamiz. Avval toklarning yo'nalishini sxemada strelkalar bilan belgilab olamiz. (98-rasm)

Tok biz belgilagan strelka yo'nalishida o'tadi deb faraz qilaylik. (C tuguni uchun Kirxgofning birinchi qonuni bo'yicha)

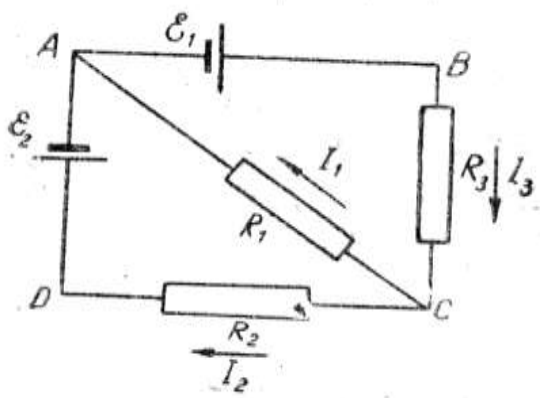
$$I_3 = I_1 + I_2 \qquad (1)$$

A tuguni uchun ayniyat tenglama chiqadi). ABC konturi uchun Kirxgofning ikkinchi qonuni bo'yicha

$$I_3 R_3 + I_2 R_2 = \varepsilon_1. \qquad (2)$$

ACD konturi uchun

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 = \varepsilon_1. \qquad (3)$$



98- расм.

(ACD yoki ABC konturi o'rnida ABCD konturlarini olish mumkin edi.)

Shunday qilib, uchta noma'lum I_1, I_2 va I_3 larni topish uchun uchta tenglama mavjud. Kirxgof qonuni tatbiqidagi masalalarni echishda (1), (2) va (3) tenglamalarning son qiymatlari

qo'yilgan holda ko'rsatish qulaydir. Berilgan masalaning shartlariga muvofiq tenglamalar quyidagi ko'rinishga keladi:

$$I_3=I_1+I_2; \qquad (1a)$$

$$10I_3+45I_1=2,1; \qquad (2a)$$

$$45I_1-10I_2=1,9. \qquad (3a)$$

Bu tenglamalarni echib, I_1=0,04 *A*, I_2=-0,01 *a* va I_3=*0,03 a* topiladi. I_2 tokidagi manfiy ishora tok yo'nalishi yanglish olinganini ko'rsatadi. I_2 tokning yo'nalishi haqiqatda tenglama tuzishdan avval qabul qilinganidek emas, balki D dan C tomon yo'naladi.

10.78. U=1,28 V. **10.79.** $R=\frac{2}{3}Om; I_2=0,5\ a;\ I_R=1,5\ A.$

10.80. *R = 0,75 Om;* I_2 *= 2 A;* I_R *= 4 A.*

10.81. *I = 0,4 A.* **10.82.** *2 A.* **10.83.** R_1 *= 20 Om.* **10.84.** *I = 0,45 ma.*

10.85. *I=0,00*1 *a*=1 *ma.*

10.86. I_1*=0,385 a;* I_2*=0,077 a;* I_3*=0,308 a.*

10.87. I_1*=0,3 a;* I_2*=0,5 a;* I_3*=0,8 a;* R_3*=7,5 Om.*

10.88. ε_2=35 V; ε_3=55 V. **10.89.** I=9 *a*.

10.90. ε_1=24 V; ε_2=12 V; I_2=1,2 *a*; I_3=0,3 *a*.

10.91. 1) 2,22 *a*; 2) 0,44 *a;* 3) 1,78 *a*.

10.92. $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 4$ V; $r_1 = r_2 = 1$ *Om*. **10.93.** 100 *V*.

10.94. $\varepsilon_1=\varepsilon_2=200$ V. **10.95.** 75 *ma*.

10.96. 1) U_1=120 *V*; U_2=80 *V*; 2) $U_1=U_2$=100 *V*.

10.97. 2 soatda. **10.98.** 1) 10 min; 2) $4,6\cdot10^{-6}$ *m*.

10.99. *J* = 56 *a*/m^2. **10.100.** *K* = $1,04\cdot10^{-8}$ *kg/k.*

10.101. Ampermetr 0,04 *A* dan kam ko'rsatadi.

10.102. 53 mg. **10.103.** 1) 149 soat; 2) $1,49\cdot10^4$ *kvt*-soat.

10.104. W = 1800 *J*.

10.105. Elektrolizda M massali moddani ajratish uchun zarur bo'lgan energiya

$$W = IUt = \frac{MUZF}{A} \qquad (1)$$

Bunda F- Faradey soni, A-kg- atom massasi, Z- valentlik va U- berilgan potensiallar ayirmasi. 2 kmol suvni parchalash, ya'ni 4 kg vodorodni ajratish uchun $5,75\cdot10^8$ *J* energiya sarflash talab qilinadi. Shunday qilib, bizda M = 4 kg, W=$5,75\cdot10^8$ *J*. Masalaning son qiymatlarini (1) ga qo'ysak, U = 1,5 *V* bo'ladi.

10.106. Kuchsiz eritmalarda $\alpha \approx 1$, ya'ni barcha molekulalar dissosiyatsiyalangan. Demak, ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik $\Lambda_\infty = F(u_+ + u_-)$.Bizda F = $96,5\cdot10^6$ *k/kg-ekv*; $u_+ = 3,26\cdot10^{-7}$ $m^2/V\cdot sek$ va $u_- = 6,4\cdot10^{-8}$ $m^2/V\cdot sek$.Bu qiymatlarni qo'ysak Λ_∞ = 37,6 $m^2/Om\cdot kg\text{-}ekv$ bo'ladi.

10.107. q_+=100 *k*; q_-=20*k*.

10.108. 1) $\alpha = 94\%$; 2) $\eta = 10^{-2}$ kg · *ekv/m*^{3} = 10^{-2} *g·ekv/l* = 0,01 *N*;
3) $u_+ + u_- = 1{,}35 \cdot 10^{-7}$ *m*^{2}*/V·sek.*

10.109. R = $1{,}8 \cdot 10^5$ *Om*. **10.110.** R = $5{,}2 \cdot 10^5$ *Om*.

10.111. 3,9 *m*^{2}*/Om·kg-ekv*. **10.112.** 92%. **10.113.** $n_+ = n_- = 5{,}5 \cdot 10^{25}$ *m*$^{-3}$.

10.114. 10^{-6}.

10.115. 1) J = $2{,}4 \cdot 10^{-7}$ *a/m*^{2}; 2) $\frac{I_+}{I} = 0{,}01\%$

10.116. $I_T = 10^{-7}$ *a*.

10.117. Ionlarning yo'qolishi faqat ularning rekombinatsiyasi hisobiga ro'y beradigan sharoitdagina kameraning 1 *sm*^{3} hajmida juft ionlar soni mumkin darajada ko'p olinadi. Bunday holda, $N = \alpha n^2$ va $n = \sqrt{\frac{N}{\alpha}} = 3{,}2 \cdot 10^7$

10.118. R = $3{,}4 \cdot 10^{14}$ *Om*. **10.119.** I = $3{,}3 \cdot 10^{-9}$ *a*; $\frac{I}{I_T} = 3{,}3\%$

10.120. Atomning ionizatsiya potensiali deb shunday potensiallar ayirmasiga aytiladiki, bundan o'tgan elektron atomga borib urilganda uni ionlashtiradi. Shuning uchun elektronning olgan tezligi $\frac{m\upsilon^2}{2} = eU$ yoki $\upsilon = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ tenglikdan topiladi. Masaladagi son qiymatlarni qo'ysak, $\upsilon = 2{,}2 \cdot 10^6$ *m/sek* bo'ladi.

10.121. 80000^0 *K* da. **10.122.** $39{,}2 \cdot 10^{-19}$ *J*.

10.123. 1) $8{,}3 \cdot 10^5$ *m/sek*; 2) $1{,}4 \cdot 10^6$ *m/sek.*

10.124. T_1 haroratda volframning solishtirma termoelektron emissiyasi

$$j_1 = DT_1^2 e^{-\frac{A}{RT_1}} \qquad (1)$$

va T_2 haroratdagisi

$$j_2 = DT_2^2 e^{-\frac{A}{RT_2}} \qquad (2)$$

(2) ni (1) ga bo'lsak:

$$\frac{j_2}{j_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 e^{-\frac{A}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)} \qquad (3)$$

Bizda $T_1 = 0^0 K$, $T_2 = 2500^0$K, A = 4,54 ev = $4{,}54 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} J$, $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ *J/grad.* Bu qiymatlarni (3) ga qo'ysak $\frac{j_2}{j_1} = 2{,}6$ hosil bo'ladi.

10.125. 11000 marta.

10.126. T= 2500^0K haroratda sof volframning solishtirma emissiyasi $j_2 = B_2 T_1^2 e^{-\frac{A_1}{kT_1}} = 2{,}84 \cdot 10^3 a/m^2 \cdot T_x$ haroratda toriy aralashgan volframning solishtirma emissiyasi: $j_2 = B_2 T_x^2 e^{-\frac{A_2}{kTx}}$.Shartga ko'ra $j_1 = j_2$ ya'ni

$$B_2 T_x^2 e^{-\frac{A_2}{kTx}} = 2{,}84 \cdot 10^3 a/m^2 \qquad (1)$$

(1) tenglamani ikki usulda: 1) grafik yoki 2) ketma-ket yaqinlashish usulidayechish mumkin. Mana shu ikki usulni qarab chiqamiz.

1) Grafik usul. Abssissa o'qi bo'ylab T_x kattalikni qo'yamiz. Ordinata o'qi bo'ylab esa $y \cdot 10^{-3} = B_2 T_x^2 e^{-\frac{A_2}{kT_x}}$ ni qo'yamiz (99-rasm). Mazkur egri chiziqning gorizontal to'g'ri chiziq bilan kesishish nuqtasining abssissasi y = $2{,}84 \cdot 10^3$ bo'lib, u topish kerak bo'lgan haroratni beradi. Hisoblangan natijalarni jadvalda ko'rsatish qulaydir:

T^0_x, K	$z = \frac{A_2}{kT_x}$	e^{-z}	$y \cdot 10^{-3}$
1500	20,3	$16 \cdot 10^{-9}$	0,11
1700	17,7	$1{,}6 \cdot 10^{-8}$	1,38
1750	17,1	$3{,}7 \cdot 10^{-8}$	2,54
1800	16,7	$5{,}6 \cdot 10^{-8}$	4,25

99-rasmdagi grafikdan ko'rinib turibdiki, (1) tenglamaning echilish natijasi $T_x \cong 1760^0 K$.

2) *Ketma-ket yaqinlashish usuli*. Solishtirma emissiyaning haroratga bog'lanishi T^2 ko'paytiruvchi bilan emas, asosan eksponensial ko'paytuvchi $e^{-\frac{A}{kT}}$ bilan aniqlanganligidan, birinchi yaqinlashishda quyidagicha olish mumkin:

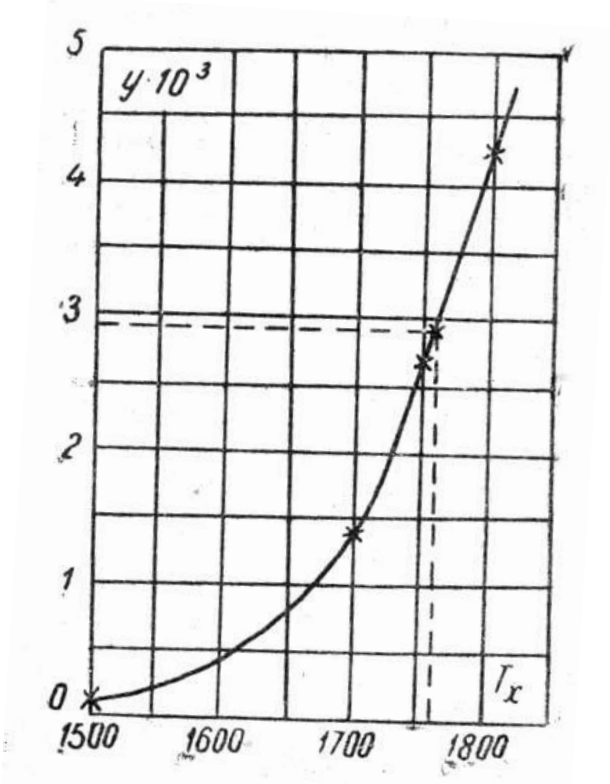
$$B_2 T_1^2 e^{-\frac{A_2}{kTx}} = B_2 (2500)^2 e^{-\frac{A_2}{kT_x}} = 2{,}84 \cdot 10^3 a/m^2$$

Bundan $e^{-\frac{A_2}{kT_x}} = \frac{2{,}84 \cdot 10^3}{B_2 T_1^2} = 1{,}86 \cdot 10^{-8}$ va $T_x = 1690^0$ K - birinchi yaqinlashish.

Ikkinchi yaqinlashishda $B_2 (1690)^2 e^{-\frac{A_2}{kT_x}} = 2{,}84 \cdot 10^3 a/m^2$ bundan $T_x = 1770^0$K- ikkinchi yaqinlashish.

So'ngra, $B_2 (1770)^2 e^{-\frac{A_2}{kT_x}} = 2{,}84 \cdot 10^3 a/m^2$ bundan $T_x = 1750^0$ *K*-uchinchi yaqinlashish.

Xuddi shunga o'xshash, $B_2 (1750)^2 e^{-\frac{A_2}{kT_x}} = 2{,}84 \cdot 10^3 a/m^2$ bundan $T_x = 1760^0$ *K*-to'rtinchi yaqinlashish.



99- расм.

Beshinchi yaqinlashish uchinchi qiymatli raqam aniqligida to'rtinchi yaqinlashishga mos kelishiga ishonch hosil qolish qiyin emas. Shunday qilib, izlangan echim $T_x=1760^0$ *K*.

11-§ Elektromagnetizm

11.1. H = 39,8 *A/m*.

11.2. H = 50 *A/m*.

11.3. H_1 = 120 *A/m*; H_2=159 *A/m*; H_3 = 135 *A/m*.

11.4. H_1 = 199 *A/m*; H_2 = 0 *A/m*; H_3 = 183 *A/m*.

11.5. Magnit maydoni kuchlanganligi nolga teng bo'lgan nuqta *A* dan 3,3 *sm* uzoqlikdagi I_1 va I_2 nuqtalar orasida bo'ladi.

11.6. Magnit maydoni kuchlanganligi nolga teng bo'lgan nuqtalar *A* nuqtadan o'ngroqda va undan 1,8 *sm* va 6,96 *sm* uzoqda bo'ladi.

11.7. H_1 = 8 *A/m*; H_2 = 55,8 *A/m*.

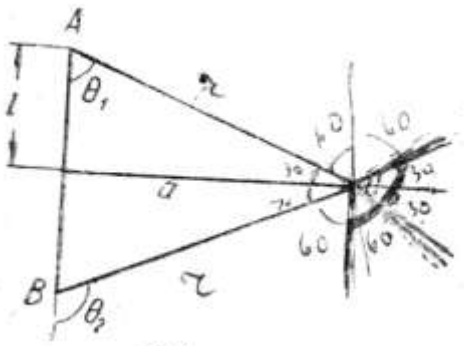
11.8. H_1 = 35,6 *A/m*; H_2 = 57,4 *A/m*.

11.9. H = 8 *A/m*. Magnit maydoni kuchlanganligi ikkala sim orqali o'tuvchi tekislikka perpendikulyar yo'nalgan.

11.10. Agar tokning magnit maydoni Yer magnit maydonining gorizontal tashkil etuvchisini kompensasiya qilsa, natijaviy maydon vertikal yuqoriga yo'nalgan bo'ladi.Chunki $H = H_r = \frac{I}{2\pi r}$ bo'lganligidan, $r = \frac{I}{2\pi H_r} = 0{,}08\ m.$

11.11. *S* nuqtadagi magnit maydonining kuchlanganligi (100-rasmga qaralsin) $H = \int_{\theta_2}^{\theta_1} \frac{I \sin\theta dl}{4\pi r^2}$. Biroq $l=actg\theta$ va $dl = -\frac{ad\theta}{\sin^2\theta}$ So'ngra, $r = -\frac{a}{\sin\theta}$

Demak, $H = -\frac{I}{4\pi a}\int_{\theta_2}^{\theta_1} \sin\theta d\theta = \frac{I}{4\pi a}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$.Shart bo'yicha $I=20$ $a,a=5\cdot10^{-2}$ *m*, $\theta_1=60^0$, $\theta_2=180^0 - 60^0=120^0$. Son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, $H=31{,}8$ *A/m* bo'ladi.



100- расм.

11.12. $H = 56{,}5$ *A/m*.

11.13. $a \le 5$ *sm*.

11.14.1) $l \ge 0{,}245m$; N=358 *A/m*.

11.15. $H=77{,}3$ *A/m*.

11.16. $U = \frac{\pi p I^2}{SH} = 0{,}12V$.

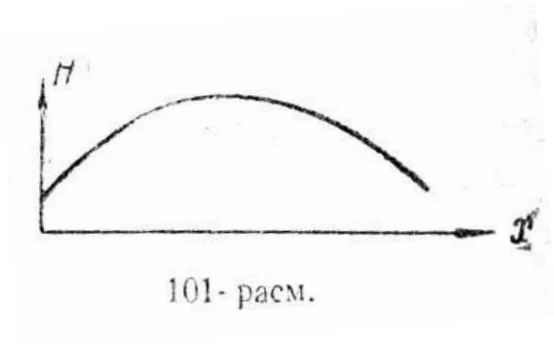
11.17. $H=12{,}7$ *A/m*.

11.18. $H=25{,}7$*A/m*.

11.19. 1) $H=12{,}2$ *A/m; 2)* $H=0$.

11.20. 1) H = 62,2 *A/m*; 2) H = 38,2 *A/m*;

11.22. *H = 177 A/m*.
11.23. *H = 35,8 A/m*;
11.24. $U_2 = 4U_1$.
11.25. L = 0,2 *m*.
11.26. r = $8 \cdot 10^{-2}$ *m*.
11.27. *H = 6670 A/m*.
11.28. *H = 1250 A/m*.
11.29. 4 qatlamdan.
11.30. 1) *N*I=200 amper-o'ram; 2) 2,7 *V*.
11.31. $\frac{L}{D} = \frac{1-\delta}{\sqrt{1-(1-\delta)^2}} \cong \frac{1-\delta}{\sqrt{2\delta}}; \delta \le 0{,}05$ bo'lganda $\frac{L}{D} \ge 3$ hosil bo'ladi.
11.32. δ = 3%.
11.33. 101-rasmda tekshirish kerak bo'lgan *H=f(x)* bog'lanish tasvirlangan.
11.34. H_r = 16 *A/m*.
Ko'rsatma. 139-betdagi shunga o'xshash masalaning echilishiga qaralsin.



101- расм.

11.35. *n* = 100 sek^{-1}
11.36. $\Phi = 1{,}13 \cdot 10^{-4}$ *Vb*
11.37. Φ = 0,157 *Vb*
11.38. 1) $\Phi = 1{,}6 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(4\pi t + \theta)$ *Vb*, bunda θ-ramkaga tushgan normal bilan boshlang'ich vaqt paytidagi magnit maydonining yo'nalishi orasidagi burchak; 2) $\Phi_{max} = 1{,}6 \cdot 10^{-4}$ V*b*.
11.39. Ma'lumki

$$\mu = \frac{B}{H\mu_0} \qquad (1)$$

Shart bo'yicha, $H=10_e=796$ *A/m* ≅ 800 *A/m*. Ilovada berilgan *B=f(H)* grafigi bo'yicha $H=0{,}8 \cdot 10^3$ *A/m* qiymatiga B=1,4 *tl* to'g'ri kelishini topamiz.μ_o, H va B qiymatlarini (1) ga qo'ysak, μ=1400 bo'ladi.
11.40. 500 amper-o'ram.
11.41. 955 amper-o'ram.
11.42. μ = 440.
11.43. *IN* = 5000 amper-o'ram.
11.44. *B=1,8 tl*; μ = 200.
11.45. O'zakda va havo bo'shlig'ida magnit induksiyasi bir xil, ya'ni

$$B_2 = B_1 = \frac{\Phi}{S} = \frac{IN\mu_0}{\frac{l_1}{\mu_1} + \frac{l_2}{\mu_2}} \qquad (1)$$

$$B_2 = \mu_0 \mu_2 H_2 \qquad (2)$$

Bo'lganligidan (1) formula shunday yoziladi:

$$B_2 \frac{l_1}{\mu_1} + \mu_0 H_2 l_2 = IN\mu_0 \qquad (3)$$

(3) tenglama (*H,B*) koordinata o'qlaridagi to'g'ri chiziq tenglamasidir. Biroq H va B kattaliklari, (3) tenglamadan tashqari, B=*f* (H) grafik orqali ham bog'liq. To'g'ri chiziq (3) kesishish nuqtasining va B=*f*(H) bog'lanishiga mos keluvchi egri chiziqning ordinatasi magnit induksiyasi $B_2=B_1$ qiymatini beradi. (3) tenglama bo'yicha to'g'ri chiziq yasash uchun quyidagini topamiz: H=0 bo'lganda

$$B = \frac{IN\mu_0\mu_1}{l_1} = 0{,}94tl$$

B=0 bo'lganda $H = \frac{IN}{l_2} = 2000a/m$.Izlangan kesishish nuqtasi $B_2=B_1=0{,}78$ *tl* ni beradi. U holda havo bo'shlig'i uchun $H_1 = \frac{B_1}{\mu_0\mu_1} = 6{,}2\cdot 10^5 a/m.$

11.46. 1,9 marta (oldingi masala echilishiga qaralsin).

11.48. p = 1 $m^2 \cdot$ a.

11.49. Φ = $1{,}8\cdot 10^{-5}$ Vb.

11.50. Ma'lumki $H = \frac{I}{2\pi x}$. Halqa ko'ndalang kesim yuzining *dS=hdx* ga teng bo'lgan elementini olamiz. Unda mazkur element orqali o'tuvchi magnit induksiyasining oqimi $d\Phi = BdS = \mu_0\mu\frac{I}{2\pi x}hdx$ bo'ladi. Halqaning butun ko'ndalang kesimi orqali o'tuvchi oqim

$$\Phi = \frac{\mu_0\mu Ih}{2\pi}\int_{l_1}^{l_2}\frac{dx}{x} = \frac{\mu_0\mu Ih}{2\pi} In\frac{l_2}{l_1}.$$

μ ni topib va boshqa qiymatlarni qo'yib, F = $1{,}8\cdot 10^{-5}$ *Vb* chiqariladi.

11.51. I=620 *A*.

11.52. I=60 *A*.

11.53. 1) I = 11,3 *A*; 2) μ = 457.

11.54. 1) Ma'lumki, $B = \frac{IN\mu_0}{l_1/\mu_1 + l_2/\mu_2}$, bundan kerakli amper-o'ram soni $IN = \frac{B}{\mu_0}\left(\frac{l_1}{\mu_1} + \frac{l_2}{\mu_2}\right) = \frac{Bl_1}{\mu_0\mu_1} + Hl_2$. B=f(H) egri chiziq orqali induksiya qiymati B=14000 gs=1,4 *tl* ga H=800 *a/m* qiymat muvofiq kelishini aniqlaymiz. Demak, *IN*=$1{,}14\cdot 10^4$ amper-o'ram. So'ngra, $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon S}{p\pi DN}$, bundan $\varepsilon = \frac{INp\pi D}{S} = 31V$.

2) Sim diametri $d=\sqrt{\frac{4S}{\pi}}=1{,}13\cdot10^{-3}m$ bo'lganligidan, solenoidning butun uzunligida $N=\frac{40\cdot10^{-2}}{1{,}13\cdot10^{-3}}=354$ o'ram joylashadi. I = *JS* = 3 *a*, *N* = 3830 o'ram, bundan kerakli qatlam soni $\frac{3830}{354}\approx11$ bo'ladi va sim diametri $1{,}13\cdot10^{-3}m$ bo'lganligidan 11 qavati $1{,}2\cdot10^{-2}$ *m* =1,2 *sm* qalinlikda bo'ladi.

11.55. F = 4,9 *N*.

11.56. $A=\int_{x_1}^{x_2}Fdx=\int_{x_1}^{x_2}\frac{\mu_0\mu I_1I_2l}{2\pi x}dx=\frac{\mu_0\mu I_1I_2l}{2\pi}In\frac{x_2}{x_1}$. va o'tkazgichning uzunlik birligiga to'g'ri kelgan ish

$$\frac{A}{l}=\frac{\mu_0\mu I_1I_2}{2\pi}In\frac{x_2}{x_1}=8{,}3\cdot10^{-5}J/m.$$

11.57. $I_1=I_2=20$ *a*.

11.58. 1) $3{,}53\cdot10^{-4}$ *N·m*; 2) $4{,}5\cdot10^{-4}$ *N·m*;

11.59. 1) 0,125%; 2) $3{,}2\cdot10^{-5}$ *N*.

11.60. 1) M = $2{,}4\cdot10^{-9}$ *N·m*; 2) M = $1{,}2\cdot10^{-9}$ *N·m*.

11.61. Magnit strelkasiga ta'sir etuvchi aylantiruvchi moment M=ρBsinα bo'lib, bunda p-strelkaning magnit momenti va $B=\mu_0\mu H=\frac{I\mu_0\mu}{2\pi a}$- tokning magnit maydoni induksiyasi. Bu aylantiruvchi moment M ipni $\varphi=\frac{2lM}{\pi Gr^4}$ burchakka buradi, bunda *l* – ip uzunligi, *r*-ipning radiusi va G-ip materialining buralish moduli. sin α = 1 bo'lganligidan $M=pB=p\frac{I\mu_0\mu}{2\pi a}$. U holda $\varphi=\frac{\mu_0\mu Ilp}{a\pi^2Gr^4}$. Bizda I=30 *A*, *l*=0,1 *m*, p=10^{-2} $a\cdot m^2$, *a* = 0,2 *m*, G=600 kG/mm^2 = $5{,}9\cdot10^9$ n/m^2 va r = 0,05 *mm*=$5\cdot10^{-5}$ *m*. Bu qiymatlarni o'rniga qo'ysak, φ = 0,52 *rad* yoki φ = 30^0 kelib chiqadi.

11.62. I = 10^{-7} *A*.

11.63. $5\cdot10^{10}$ N/M^2.

11.64. A = $5\cdot10^{-4}$ *J*.

11.65. 1) A = 0,2 *J*; P = $2\cdot10^{-2}$ V*t*.

11.66. 1) *ab* radiusga ta'sir etuvchi kuch (57-rasmga qarang) F=BIr ga teng. Diskning bir aylanishida bajarilgan ish A=BIS, bunda S–radiusning bir aylanishida hosil bo'lgan yuz, ya'ni diskning yuzi. Bunday dvigatelning quvvati $P=\frac{A}{t}=vBI\pi r^2=2{,}36\cdot10^{-2}Vt$ .2) Disk soat strelkasiga qarshi aylanadi, 3) radius elementi *dx* ga ta'sir qiluvchi kuch *d*F = BIdx formuladan aniqlanadi. Bu elementga ta'sir etuvchi aylantiruvchi moment, *dM = xdF = BIxdx*, bunda *x*-aylanish o'qidan *dx* elementigacha bo'lgan oraliq. Butun diskka ta'sir etayotgan

aylantiruvchi moment, $M = \int_o^r BIxdx = \frac{BIr^2}{2}$ Bizda B = 0,2 *tl*, I = 5 *a*, r =5·10^{-2} *m*. Bu qiymatlarni o'rniga qo'ysak, M=12,5·10^{-4} *N·m* hosil bo'ladi.

11.67. I=15,3 *A*.

11.68. *Ф* = 1 V*b*.

11.69. 1) R=9·10^{-2} *m*. 2) Ma'lumki $T = \frac{2\pi R}{\upsilon}$, shu bilan birga $R = \frac{m\upsilon}{eB}$ Demak, $T = \frac{2\pi m}{eB}$, ya'ni davr elektron tezligiga bog'liq emas. Masaladagi son qiymatlarni o'rniga qo'ysak, T=3·10^{-8} sek ni topamiz. 3) 1,5·10^{-24} *kg·m^2/sek.*

11.70. F = 4·10^{-16} *N*.

11.71. F = 4,7·10^{-12} *N*.

11.72. $a_t = 0$ (harakatning hamma vaqtida); $a_n = const = 7\cdot 10^{15}$ *m/sek^2*.

11.73. W=17,3 Mev.

11.74. $\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1}{m_2} = 1840$

11.75. $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{1840} = 42{,}9.$

11.76. W=88 kev.

11.77. q = 3,2·10^{19} *k*.

11.78. 2 marta.

11.79. 1) F =5·10^{-15} *N*, 2) R=3,2·10^{-2} *m*=3,2 sm; 3) T=1,3·10^{-6} sek.

11.80. W=500 EV.

11.81. R_1 = 0,195 *m*; R_2=0,200 *m*.

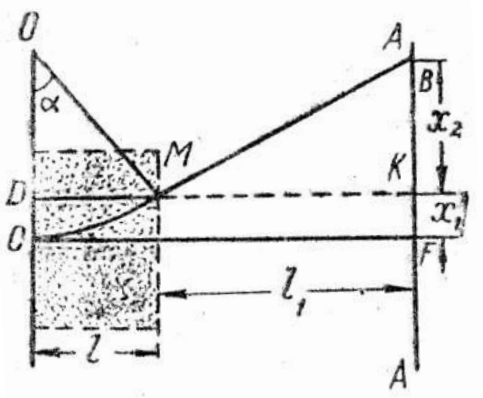
11.82. *q/m* = 4,8·10^7 *k/kg*. Elektron uchun *q/m* = 1,76·10^{11} *k/kg*, proton uchun *q/m* = 9,6·10^7 *k/kg*, α-zarracha uchun *q/m* = 4,8·10^7 *k/kg*.

11.83. Elektronning umumiy siljishi $x = x_1 + x_2$, bunda x_1 – elektronning magnit maydonidagi siljishi (102-rasm). Elektron magnit maydonida egrilik radiusi $R = \frac{m\upsilon}{eB}$ bo'lgan aylana bo'ylab harakat qiladi. x_1 siljishni $x_1 = DC = OC - OD$ munosabatdan topish mumkin. Biroq OC=R va $OD = \sqrt{OM^2 - DM^2} = \sqrt{R^2 - l^2}$ Shunday qilib, $x_1 = R - \sqrt{R^2 - l^2} \cdot x_2$ siljishni $\frac{x_2}{l_1} = \frac{DM}{DO}$ proportsiyadan topish mumkin, bundan $x_2 = l_1 \frac{l}{\sqrt{R^2 - l^2}}$.Unda umumiy siljish $x = R - \sqrt{R^2 - l^2} + l_1 \frac{l}{\sqrt{R^2 - l^2}}$. Ma'lumki $R = \frac{m\upsilon}{eB} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Um}{e}}$ bunda U – qo'yilgan potensiallar ayirmasi. Masaladagi son qiymatlarni qo'ysak potensiallar ayirmasi. Masaladagi son qiymatlarni qo'ysak *R=4·10^{-2} m=4 sm, x =4,9·10^{-2} m = 4,9 sm.*

11.84. 1) $a_n = 0$; $a = a_t = \frac{eE}{m} = 1{,}76 \cdot 10^{14} m/sek^2$;

2) $a_t = 0$;

$$a = a_n = \sqrt{\left(\frac{e\upsilon B}{m}\right)^2 + \left(\frac{eE}{m}\right)^2} = 2{,}5\cdot 10^{14}\, m/sek^2.$$



102- расм.

11.85. 1) $\upsilon = 2\cdot 10^6$ *m/sek*; 2) R = $2{,}3\cdot 10^{-2}$ *m*.

11.86. Magnit maydoniga uchib kirayotgan elektronning tezligi $\upsilon = \sqrt{\frac{2eU}{m}}\cdot\upsilon$ tezlikni ikkita tashkil etuvchiga: υ_t – kuch chiziqlari bo'ylab yo'nalgan tashkil etuvchiga va υ_n – kuch chiziqlariga tik yo'nalgan tashkil etuvchiga ajratamiz. Elektron yo'lining B ga tik joylashgan tekislikka bo'lgan proeksiyasi, radiusi spiral o'ramining izlanayotgan radiusiga teng bo'lgan aylanani beradi va u quyidagi formuladan topiladi:

$$R = \frac{m\upsilon_n}{eB} = \frac{m\upsilon\sin\alpha}{eB} \qquad (1)$$

Bunda α – elektron tezligining yo'nalishi bilan maydon yo'nalishi orasidagi burchak. Elektronning aylanishi davri $T = \frac{2\pi R}{v\sin\alpha} = \frac{2\pi m}{eB}$ bo'lganligidan elektron vintli traektoriyasining qadami

$$l = \upsilon_t T = \frac{2\pi m\upsilon\cos\alpha}{eB} \qquad (2)$$

Masaladagi son qiymatlarni (1) va (2) ga qo'ysak: 1) R=10^{-2} m=1 sm,

2) l=$11\cdot 10^{-2}$ *m*=11 *sm*.

11.87. W=433 *EV*.

11.88. 1) R = 5 *mm*; 2) *l=3,6 sm*.

11.89. $l=3{,}94\cdot 10^{-2}$ *m=3,94 sm*.

11.90. 1) $n = \frac{IB}{Uea} = 8{,}1\cdot 10^{28}$ m^{-3};

2) $\bar{\upsilon} = \frac{i}{ne} = \frac{I}{Sne} = 3{,}1\cdot 10^{-4}$ *m/sek*.

11.91. U = $2{,}7\cdot 10^{-6}$ *V*.

11.92. u = 0,65 $m^2/V\cdot sek$.

11.93. $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{1}{dt}(Bldx) = -Blv = -0{,}15$ *V*.

11.94. $\varepsilon_{o'rt}$=78,5 *V*.

11.95. $\varepsilon = 165$ *mV*

11.96. Sterjen har aylanishida $\Phi = BS = B\pi l^2$ ga teng magnit oqimini kesib o'tadi, bunda *l* – sterjen uzunligi. Agar sterjen *v ayl/sek* qiladigan bo'lsa, u

holda $\varepsilon = B\pi l^2 v = B\pi l^2 \frac{\omega}{2\pi} = Bl^2 \frac{2\omega}{2}$, bunda ω – sterjen aylanishining burchak tezligi. Son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, ε =0,5 *V* hosil bo'ladi.

11.97. 0,5 *m/sek.*

11.98. $\varepsilon_{o'rt}$=1 *V*.

11.99. $\varepsilon_{max} = \Phi_0 \omega = BSN\pi v$ bunda, *N* – g'altak o'ramlarining soni va *v* – bir sekunddagi aylanishlar soni. Son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, ε_{max}=3,14 *V* ni topamiz.

11.100. ε_{max}=0,09 *V*.

11.101. ε=4,7 *mV*.

11.102. 6,4 ayl/sek bo'lganda.

11.103. $\varepsilon_{o'rt}$=0,018 *V*

11.104. $\varepsilon_{o'rt}$=5,1 *V*.

11.105. $\varepsilon_{o'rt}$=1,57 *V*.

11.106. ε_{max}=250 *mV*.

11.107. 1) L=0,9 *mgn*; 2) L=0,36 *gn*.

11.108. L=5,5·10^{-5} *gn*.

11.109. 1) L=7,1·10^{-4} *gn*; 2) $\Phi = 3{,}55 \cdot 10^{-6}$ *Vb*.

11.110. *N*=380 o'ram.

11.111. μ=1400.

11.112. I=1 *a* bo'lganda.

11.113. *N*=500.

11.114. 1) μ=1400; 2) I=1,6 *A*.

11.115. 1) μ=640; 2) L=6,4·10^{-2} *gn*.

11.116. 1) L=9,0 *gn*; 2) L=5,8 *gn*; 3) L=0,83 *gn*.

11.117.

$$L_1 = \mu_0 \mu n_1^2 lS \qquad (1)$$

va

$$L_2 = \mu_0 \mu n_2^2 lS \qquad (2)$$

Umumiy o'zakka ega g'altaklarning o'zaro induksiyasi

$$L_{12} = \mu_0 \mu n_1 n_2 lS. \qquad (3)$$

(1) va (2) ga ko'paytirsak $L_1 L_2 = (\mu \mu lS)^2 n_1^2 n_2^2$, bundan

$$n_1 n_2 = \frac{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}{\mu_0 \mu lS}. \qquad (4)$$

(4) ni (3) ga qo'ysak, $L_{12} = \sqrt{L_1 L_2}$. Unda $\delta_2 = -L_{12}\frac{dl_1}{dt}$ bo'lganligidan, ikkinchi g'altakdagi tok kuchining o'rtacha qiymati $l_2 = \frac{L_{12}}{R} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\sqrt{L_1 L_2}}{R} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$. Masaladagi son qiymatlarni qo'ysak, I_2=0,2 *A*.

11.118. Ramkadagi induksiyalangan elektr miqdori

$$q = -\frac{1}{R}\int_{\Phi_1}^{\Phi_2} d\Phi = \frac{1}{R}(\Phi_2 - \Phi_1). \qquad (1)$$

bunda Φ_1 - ramkaning birinchi holatida undan o'tuvchi magnit induksiyasining oqimi va Φ_2 ramkaning ikkinchi holatida undan o'tuvchi magnit induksiyasining oqimi. Bizda $\Phi_2 = 0,$ undan tashqari.

$$R = \frac{\rho l}{S_{sim}} = \frac{\rho 4a}{S_{sim}} = \frac{\rho 4\sqrt{S_p}}{S_{sim}}. \qquad (2)$$

(2) da *a* – ramka tomoni, S_p – ramka yuzi va S_{sim} – simning ko'ndalang kesimi yuzi. $\Phi_1 = BS_p$ bo'lganligidan, $q = \frac{BS_{sim}\sqrt{S_p}}{4\rho} = 0{,}074.$ *Kl.*

11.119. q=1,5·10^{-4} *Kl.*
11.120. q=2,5·10^{-4} *Kl.*
11.121. C=10^{-8} *Kl*/bo'linma.
11.122. B=0,2 *tl*.
11.123. Toroiddagi magnit maydonining kuchlanganligi

$$H = \frac{IN_1}{l}. \qquad (1)$$

Agar birlamchi g'altakdagi tokning yo'nalishini qarama-qarshi tomonga o'zgartirilsa, galvanometr orqali o'tadigan elektr miqdori $q = \frac{2\Phi N_2}{R}$ bo'ladi, bunda Φ - toroid ko'ndalang kesimi yuzidan o'tuvchi magnit induksiyasining oqimi, R – ikkilamchi zanjir qarshiligi. Biroq $\Phi = BS = \mu_0\ \mu\ HS = \mu_0\ \mu S\frac{IN_1}{l}$, demak, $q = \frac{2N_2\mu_0\ \mu\ SIN_1}{Rl}$, bundan $\mu = \frac{qRl}{2\mu_0\ N_1N_2Sl}$. Biroq q=Cα va oxirgi natija

$$\mu = \frac{C\alpha\ Rl}{2\mu_0\ N_1N_2Sl}. \qquad (2)$$

bo'ladi. (1) va (2) ga I ning turli qiymatlarini va masala shartida berilgan jadvaldan α ning tegishli qiymatlarini qo'ysak, quyidagi jadvalga ega bo'lamiz.

I, a	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
H,a/m	133	266	400	533	667
μ	1440	2190	2050	1790	1520

11.124. μ=1200.
11.125. 0,126 sek dan keyin.
11.126. 2,5·10^{-4} sekunddan keyin.
11.127. 1,5 marta.
11.128. 0,01 sekunddan keyin.

11.130. 1) $\Phi = B_0 S \sin\omega t = 2{,}5\cdot 10^{-5}\sin 100\,\pi\, t.\ Vb,\ \Phi_{max} = 2{,}5\cdot 10^{-5}\ Vb;$

2) $\varepsilon = -7{,}85\cdot 10^{-3}\cos 100\,\pi\, t\ \ V;\ \varepsilon_{max} = 7{,}85\cdot 10^{-3}\ \ V.$

3) $I = -2{,}3\cos 100\pi t a\,;\ I_{max} = 2{,}3\ a\,.$

11.131. 1) $\varepsilon = -33\cos 100\,\pi\, t\ \ V;$

2) $W = \dfrac{LI^2}{2} = 0{,}263\ \ \sin^2 100\,\pi\, t\ \ j.$

11.132. 1) $\varepsilon = -L_{12}\dfrac{dl}{dt} = -L_{12}\ \ I_0\omega\cos\omega t = 15{,}7\cos 100\,\pi\, t\ \ V;$

2) $\varepsilon_{max} = 15{,}7\ \ V.$

Tebranishlar va to'lqinlar

12-§. Garmonik tebranma harakat va to'lqinlar.

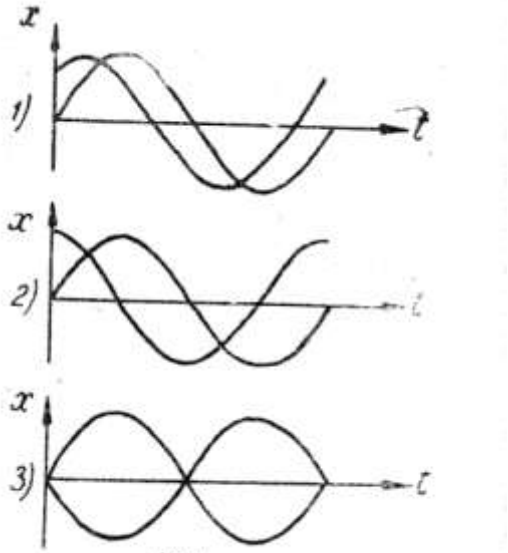
12.1. $x=5\ sin\ (5\pi t + \frac{\pi}{4})\ sm$

12.2. $x=0{,}1\ sin\ 0{,}5\ \pi t\ m.$

12.3. 1) $x = 50\sin(\frac{\pi t}{2} + \frac{\pi}{4})mm;$ 2) $x_1=35{,}2\ mm;\ x_2=0.$

12.4. 1) $x = 5\sin\frac{\pi t}{4}sm;$ 2) $x = 5\sin(\frac{\pi t}{4} + \frac{\pi}{2})sm;$ 3) $x = 5\sin(\frac{\pi t}{4} + \pi)sm;$ 4) $x = 5\sin(\frac{\pi t}{4} + \frac{3\pi}{2})sm;$ 5) $x = 5\sin\frac{\pi t}{4}sm.$

12.5. 103-rasmga qarang.



103- расм.

12.6. Berilgan $x = A\sin(\frac{2\pi t}{T} + \varphi).$ Shartga ko'ra $x = \frac{A}{2},$ bundan tashqari, T=24 sek va φ=0. Demak, $0{,}5 = \sin(\frac{\pi}{12}t),$ ya'ni $(\frac{\pi}{12}t) = 30^0 = \frac{\pi}{6},$ bundan t=2 sek.

12.7. $t = \frac{1}{6}T.$

12.8. 1 sekunddan so'ng.

12.9. $\upsilon_{max}=7{,}85\cdot 10^{-2} m/sek,$

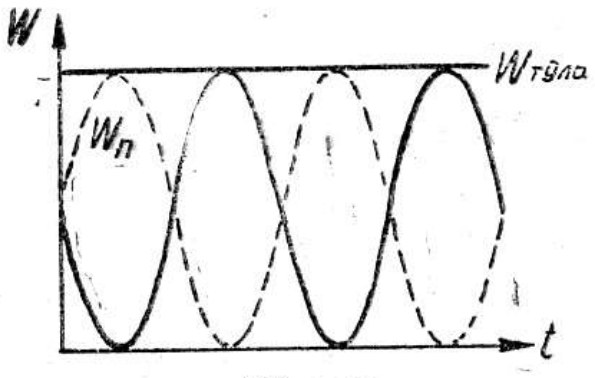
$a_{max}=12{,}3\cdot 10^{-2}\ m/sek^2.$

12.10. 1) 4 sek; 2) $3{,}14\cdot 10^{-2}\ m/sek;$ 3) $4{,}93\cdot 10^{-2}\ m/sek^2$.

12.11. Shartga ko'ra $x = \sin\frac{\pi}{6}t.$ Bundan tezlik $\upsilon = \frac{dx}{dt} = \frac{\pi}{6}\cos(\frac{\pi}{6}t).\ \ \cos(\frac{\pi}{6}t) = 1,$ ya'ni $\frac{\pi}{6}t = n\pi$ bo'lganida (bunda n=0,1,2,…) tezlik maksimal bo'ladi. Shunday qilib, t =0, 6, 12 sek, … vaqt paytida maksimal tezlikka erishiladi. $\sin(\frac{\pi}{6}t) = 1,$

ya'ni $\frac{\pi}{6}t=(2n+1)\frac{\pi}{2}$ bo'lganida tezlanish maksimal bo'ladi. Shunday qilib, t =3, 9, 15 *sek*, … vaqt paytida maksimal tezlanishga erishiladi.

12.12. υ=0,136 *m/sek*.



104- расм.

12.13. $x=5\cdot10^{-2}\ \sin(\pi t+\frac{\pi}{6})m.$

12.14. A=3,1·10^{-2} *m*; T=4,1 *sek*.

12.15. F_{max}=24,6·10^{-5} *N*.

12.16. F_{max}=19,7·10^{-5} *N*;
$W_{to'la}$=4,93·10^{-6} *J*.

12.17. Masalaning shartida berilgan tenglama bo'yicha tebranuvchi nuqtaning kinetic, potensial va to'la energiyasining vaqtga bog'liqligi 104-rasmda tasvirlangan. Grafik bitta davr miqyosida berilgan. Grafikdan (104-rasm) ko'rinishicha, energiyaning tebranish davri tebranma harakat davrining o'zidan ikki baravar kichik.

12.18. 1) $\frac{W_k}{W_p}=3;$ 2) $\frac{W_k}{W_p}=1;$ 3) $\frac{W_k}{W_p}=\frac{1}{3}.$

12.19. 1) $\frac{W_k}{W_p}=15;$ 2) $\frac{W_k}{W_p}=3;$ 3) $\frac{W_k}{W_p}=0.$

12.20. $x=0{,}04\sin(\pi t+\frac{\pi}{3})m.$

12.21. $x=\frac{FA^2}{2W}=1{,}5\cdot10^{-2}m.$

12.22. Sharchaning tebranish davri $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}=2{,}8sek.$ Muvozanatlik vaziyatidan oz og'ishlarda tebranishlar amplitudasi quyidagicha topilishi mumkin: A=l *sin* α=2·0,0698 $m\cong0{,}14$ *m*. U holda sharchaning harakat tenglamasi bunday yoziladi: $x=A\sin(\frac{2\pi}{T}t)=0{,}14\sin\frac{2\pi t}{2{,}8}m$ (vaqt muvozanatlik vaziyatidan boshlab hisoblanilsa). Sharcha muvozanatlik vaziyatidan o'tayotganida uning tezligi eng katta qiymatga erishadi. $\upsilon=\frac{0{,}14\cdot2\pi}{2{,}8}\cos\frac{2\pi t}{2{,}8}m/sek$ bo'lganida, $\upsilon_{\max}=\frac{0{,}14\cdot2\pi}{2{,}8}m/sek=0{,}31m/sek$ bo'ladi. Shu tezlikning o'zini $mgh=\frac{m\upsilon^2}{2}$ nisbatdan topishimiz mumkin, bunda h-sharchaning ko'tarilish balandligi. Bundan $\upsilon=\sqrt{2gh}.$ h=l(1-cos α) ekanligini ko'rish qiyin emas; bunda l-ipning. izunligi. U holda $\upsilon=\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}=0{,}31m/sek.$ Mayatnik

muvozanatlik vaziyatidan ko'proq og'ganida mayatnikning tebranishi garmonik bo'lolmaydi.

12.23. 0,78 *sek.*

12.24. k=805 *N/m.*

12.25. Davr ikki baravar kichrayadi.

12.26. Davr 1,8 baravar kichrayadi.

12.27. Berilgan $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Yoki

$$T_1^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}. \qquad (1)$$

Δ *m* yuk qo'yilganidan keyin bunday bo'ladi:

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m+\Delta m}{k}} \text{ yoki } T_2^2 = 4\pi^2 \frac{m+\Delta m}{k}. \qquad (2)$$

(2) dan (1) ni ayirsak, $T_2^2 - T_1^2 = 4\pi^2 \frac{\Delta m}{k}$. Lekin $k = \frac{F}{\Delta l} = \frac{\Delta mg}{\Delta l}$, bunda F- prujinani Δl uzaytiradigan kuch. Shunday qilib, $T_2^2 - T_1^2 = 4\pi^2 \frac{\Delta l}{q}$, yoki $\Delta l = \frac{g}{4\pi^2}(T_2^2 - T_1^2)$. Masalaning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, Δ *l* =2,7·10^{-2} *m*=2,7 sm kelib chiqadi.

12.28. T=0,93 *sek.*

12.29. Suzayotgan areometrga og'irlik kuchi (pastga) va Arximed kuchi (yuqoriga) ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun muvozanatda P=pg(V+Sh), bundagi (V+Sh) – suyuqlikda turgan areometr hajmining bir qismi. Areometr *x* chuqurlikka botirilsa, natijaviy itaruvchi kuch F=*pg*[V+S(h+*x*)]-P=*pg*[V+S(h+x)]-*pg*(V+Sh)=*pgSx*=*kx*,bunda k=*pgS*. U holda $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ bo'lganligidan $T = \frac{4}{d}\sqrt{\frac{m\pi}{pg}}$, bundan esa $\rho = \frac{16\pi m}{T^2 d^2 g} = 890 kg/m^3$.

12.30. $x = 3{,}7 \cdot 10^{-2} \sin(\frac{\pi t}{4} + \frac{\pi}{8}) m.$

12.31. A=4,6·10^{-2} *m*, φ=62^0 46′

12.32. $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3}$.

12.33. 1) A=5 *sm*, $\varphi = 36^0 52' \cong 0{,}2\pi$; 2) *x*=5 *sin*(πt+0,2π)*sm*.

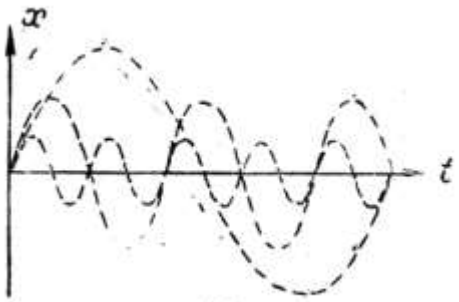
12.34. Murakkab tebranish spektridan ko'rinishicha, birinchi tebranishning amplitudasi A_1=0,03 *m* va chastotasi υ_1=0,2 sek^{-1}, ikkinchisiniki –A_2=0,02 *m* va ν_2=0,5 *sek*$^{-1}$ hamda uchinchisiniki –A_3=0,01 m va chastotasi ν_3=1 *sek*$^{-1}$. Shunday qilib, mazkur tebranish-larning tenglamasi:

x=0,03 sin 0,4 πt m,

$$x=0,02 \sin \pi t \text{ m},$$
$$x=0,01 \sin 2\pi t \text{ m}.$$

2) 105-rasmda mazkur tebranishlarning sifat grafiklari berilgan.

3) O'quvchilarga $x=f(t)$ tebranishlarning barchasi uchun jadvallar tuzish va abstsissa o'qidagi bir qancha nuqtalar uchun sinusoidalar ordinatalarini qo'shib murakkab tebranish grafigini topish taklif etiladi.



105- расм

12.35. 106-rasmda murakkab tebranish spektri tasvirlangan.

12.36. Berilgan

$$x=A \sin 2\pi\nu_1 t \qquad (1)$$

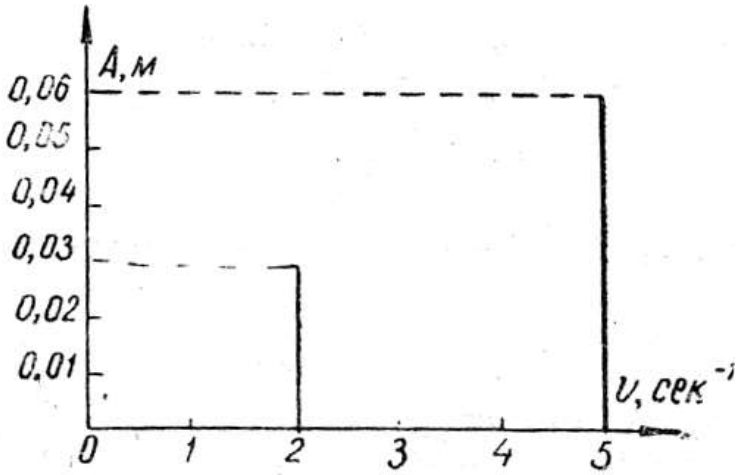
va

$$A=A_0(1+\cos 2\pi\nu_2 t). \qquad (2)$$

(2) ni (1) ga qo'ysak,

$$x = A_{0(}(1+\cos 2\pi\nu_2 t)\sin 2\pi\nu_1 t = A_0 \sin 2\pi\nu_1 t + A_0 \cos 2\pi\nu_2 t \sin 2\pi\nu_1 t = A_0 \sin 2\pi\nu_1 t +$$
$$+\frac{A_0}{2}\sin[2\pi(\nu_1-\nu_2)t]+\frac{A_0}{2}\sin[2\pi(\nu_1-\nu_2)t]$$

Shunday qilib, qarab chiqilayotgan tebranish chastotalari ν_1, $(\nu_1-\nu_2)$ va $(\nu_1+\nu_2)$ hamda amplitudalari tegishlicha A_0 , $\frac{A_0}{2}$ va $\frac{A_0}{2}$ bo'lgan uchta garmonik tebranma harakatlar yig'indisiga ajratilishi mumkin. Murakkab tebranish amplitudasi vaqtga qarab o'zgaradi. Bu turdagi tebranish garmonik tebranma harakat bo'lmay qoladi va modullashgan tebranish deb ataladi.



106- расм.

12.37. Birday davrli ikkita o'zaro perpendi-kulyar tebranishlar qo'shilganda natijaviy tebranishlar traektoriyasining tenglamasi bunday ko'rinish oladi:

$$\frac{x^2}{A_1^2}+\frac{y^2}{A_2^2}-\frac{2xy}{A_1A_2}\cos(\varphi_2-\varphi_1)=\sin(\varphi_2-\varphi_1) \qquad (1)$$

Bizda $(\varphi_2-\varphi_1)=0$ bo'lganligidan, (1) tenglama quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\frac{x_2}{A_1^2}+\frac{y^2}{A_2^2}-\frac{2xy}{A_1A_2}=0 \quad \text{yoki} \quad (\frac{x}{A_1}-\frac{y}{A_2})^2=0$$

Bundan $y=\frac{A_2}{A_1}x-$to'g'ri chiziq tenglamasi bo'ladi. Shunday qilib, natijaviy tebranish to'g'ri chiziq bo'yicha sodir bo'ladi. To'g'ri chiziqning og'ish burchagi $tg\alpha=\frac{A_2}{A_1}=0{,}5$ tenglamasidan topiladi, bundan α = $26^0 34'$. Natijaviy tebranishlar davri qo'shiluvchi tebranishlar davriga teng, natijaviy tebranishlar amplitudasi esa $A=\sqrt{A_1^2+A_2^2}=0{,}112m$. Demak, natijaviy tebranish tenglamasi $s=0{,}112\cdot\sin\left(10\pi t+\frac{\pi}{3}\right)m$ ko'rinishga ega bo'ladi.

12.38. 1) 7 *sm*; 2) 5 *sm*.

12.39. $\frac{x^2}{4}+\frac{y^2}{4}=1-$radiusi 2 *m* keladigan aylananing tenglamasi.

12.40. Berilgan

$$x=\cos\pi t \qquad (1)$$

va

$$y=\cos\frac{\pi t}{2}=\sqrt{\frac{1+\cos\pi t}{2}} \qquad (2)$$

yoki

$$2y^2-1=\cos\pi t.$$

(2) ni (1) ga bo'lsak, $\frac{2y^2-1}{x}=1$yoki $2y^2-x=1$-parabola tenglamasi hosil bo'ladi.

12.41. $\frac{x^2}{1}+\frac{y^2}{4}=1$- ellips tenglamasi.

12.42. $y^2=-0{,}75\,x$- to'g'ri chiziq tenglamasi.

12.43. 1) So'nuvchi tebranishlar tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$x=Ae^{-\delta t}\sin(\omega t+\varphi). \qquad (1)$$

Bizda $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{\pi}{2}$, $\varphi=0$ va $\delta=\frac{\chi}{T}=\frac{1{,}6}{4}=0{,}4.$ A amplituda $t=\frac{T}{4}=1sek$ bo'lganida $x=4{,}5$ *sm* shartidan topiladi. (1) dan A=6,7 *sm* ekanligini topish qiyin emas. Shunday qilib, (1) tenglama quyidagi ko'rinishni oladi.

$$x=6{,}7e^{-0{,}4t}\sin\frac{\pi}{2}t. \qquad (2)$$

3) Grafik yasash uchun *x* maksimal siljish qiymatlariga muvofiq keluvchi t_1, t_2, t_3, … vaqt paytlarini topamiz. *x* maksimum $\upsilon=\frac{dx}{dt}=0$ shartdan topiladi. (1) tenglamadan (φ=0 bo'lganda) $\upsilon=A\omega e^{-\delta t}\cos\omega t-A\delta e^{-\delta t}\sin\omega t=0$ ni topamiz. Bundan

$$tg\,\omega t=\frac{\omega}{\delta}=\frac{2\pi}{\chi} \qquad (3)$$

tenglamadan ko'rinishicha χ=0 bo'ladigan so'nmaydigan tebranishlardagina tgωt=∞ yoki $\omega t=\frac{\pi}{2}$, ya'ni $\frac{2\pi}{T}t=\frac{\pi}{2}$, yoki $t=\frac{T}{4}$ Bizdagi holda $tg\,\omega t=\frac{2\pi}{\chi}=3{,}925,$

ya'ni $\omega t = 75^0 42' \cong 0{,}421\pi$, bundan $t = \frac{0{,}421\pi}{\omega} = 0{,}842 sek$. Shunday qilib, $t_1=0{,}842$ *sek*, $t_2 = t_1 + \frac{T}{2} = 2{,}842 sek$, $t_3=t_1+T=4{,}842$ *sek* va $t_4 = t_1 + \frac{3T}{2} = 6{,}842 sek$ va h.k. bo'lganda $x=x_{max}\cdot t$ ning topilgan qiymatini (2) tenglamaga qo'yib, tegishli x_1, x_2, x_3,… qiymatlarini topish qiyin emas.

12.44. Bundan oldingi masalaning echimiga qarang.

12.45. υ_1=7,85 *m/sek*, υ_2=2,88 *m/sek*, υ_3=1,06 *m/sek*. υ_4=0,39 *m/sek* va υ_5=0,14 *m/sek*.

12.46. So'nuvchi tebranishlar formulasi bo'yicha $A_1 = A_0 e^{-\chi\frac{t}{T}}$, $A_2 = A_0 e^{-\chi\frac{t+T}{T}}$, bundan $\frac{A_1}{A_2} = e^{\chi}$. Shartga ko'ra $\chi = 0{,}2$ bundan $\frac{A_1}{A_2} = 1{,}22$.

12.47. χ=0,023.

12.48. 1) 120 *sek*; 2) 1,22 *sek*.

12.49. 1,22 marta.

12.50. 8 marta.

12.51. t=6,4 *sek*.

12.52. 1) δ=0,46 sek^{-1}; 2) δ=10 sek^{-1}; 3) $\delta = \frac{\chi}{T} = \frac{\chi\omega_0}{\sqrt{4\pi^2 + \chi^3}} = 6{,}9 sek^{-1}$

12.53. Xususiy tebranishlar tenglamasi bunday ko'rinishda bo'ladi:

$$x=A_0 e^{-\delta t} \sin\omega_0 t. \qquad (1)$$

ω_0 ni topamiz. Shartga ko'ra, xususiy va majburiy tebranishlar o'rtasidagi faza siljishi – 0,75 π ga teng, binobarin,

$$tg\,\omega = \frac{2\delta\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} = tg(-0{,}75\pi) = 1$$

Bundan

$$\omega = \sqrt{\omega^2 + 2\delta\omega} \qquad (2)$$

Bizda $\omega=10\pi$ va δ=1,6 sek^{-1}. Shu qiymatlarni (2) ga qo'yib, ω_0=33=10,5π ni topamiz, shunda xususiy tebranishlar tenglamasi bunday ko'rinishni oladi:

$$x=7e^{-1,6t} \sin 10{,}5\,\pi t.$$

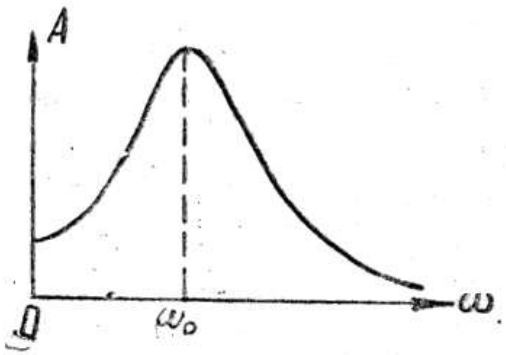
2) Tashqi davriy kuch tenglamasi bunday ko'rinishda bo'ladi:

$$F=F_0 \sin\omega t.$$

Tashqi davriy kuch F_0 ning maksimal qiymatini topamiz:

$$F_0 = Am\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\delta^2\omega^2}$$

Son qiymatlarini shu formulaga qo'ysak, $F_0 \cong 7{,}2\cdot 10^{-2} N$ va tashqi davriy kuch tenglamasi shunday bo'ladi: $F=7{,}2\cdot 10^{-2} \sin 10\pi t$ *N*.



107- расм.

12.54. 107- rasmda majburiy teb-ranishlar A amplitudasining tashqi davriy kuch chastotasiga bog'liqlik xarakteri berilgan.

12.55. Ketma-ket ikkita chuqurliklar nuqtalari oralig'ini bosib o'tishga ketgan vaqt kolyaskaning xususiy tebranishlar davriga baravar bo'lsa, kolyaska qattiq chayqala boshlaydi.

Kolyaskaning xususiy tebranishlar davri $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ Bizda, $m = \frac{10kg}{2} = 5kg -$ har bir ressoraga to'g'ri keladigan massa; $k = \frac{F_0}{x_0} = \frac{1kG}{2sm} = 490N/m,$ binobarin, *T=0,063 sek*. Ketma-ket ikki sakrash o'rtasidagi vaqt $t = \frac{l}{\upsilon},$ bunda υ-kolyaskaning harakat tezligi va *l*-chuqurliklar o'rtasidagi masofa.

$$t = \frac{l}{\upsilon} = T_1, \text{bundan } \upsilon = \frac{1}{T} = \frac{0,3}{0,63} m/sek = 1,7km/s.$$

12.56. 1) $\lambda=3\cdot10^{-6}$ *m*.

12.57. 1) 350 *m/sek*, 2) 0,785 *m/sek*.

12.58. 1) Bizdagi holda to'lqin tenglamasi bunday ko'rinishda bo'ladi:

$$x = 10\sin\left(0,5\pi t - \frac{\pi t}{6\cdot10^4}\right) sm. \qquad (1)$$

Shunday qilib, *x=f(t,l)*, ya'ni nurda yotuvchi nuqtalarning siljishi t vaqtga va nuqtadan tebranishlar manbaigacha bo'lgan masofaga bog'liq.

2) Tebranishlar manbaidan 600 *m* naridan turgan nuqta uchun (1) tenglama $x=10\sin(0,5\pi t-\pi)sm$ ko'rinishni oladi, ya'ni *l=const* bo'lganida $x=f_1(t)$ kelib chiqadi-nurda yotuvchi nuqtaning siljishi vaqtga qarab o'zgaradi.

3) t=4 sek bo'lganida (1) tenglama bunday ko'rinishni oladi: $x = 10\sin\left(2\pi - \frac{\pi t}{6\cdot10^4}\right) sm.$ Bu holda *t=const* va $x=f_2(l)$- nurda yotuvchi turli nuqtalar shu vaqt paytida turlicha siljiydi.

12.59. *x=0,04 m*.

12.60. $x=0;\ \upsilon=7,85\cdot10^{-2}$ *m/sek; a=0*.

12.61. Δφ=π-nuqtalar qarama-qarshi fazalarda tebranadi.

12.62. Δφ=4π-nuqtalar birday fazalarda tebranadi.

12.63. *x=0,025 m*.

12.64. λ=0,48 *m*.

12.65. 1) Uzellarning vaziyati *x=3, 9, 15,… sm* koordinatalar bilan va do'ngliklar vaziyati- *x=0, 6, 12, 18,… sm* koordinatalari bilan aniqlanadi. 2) Yzellarining vaziyati *x=0, 6, 12, 18,… sm,* do'ngliklar vaziyati *x=3, 9, 15, ..sm*.

12.66. λ=0,1 *m*.

13-§ Akustika

13.1. $\lambda=0,78\ m$

13.2. $\lambda_1=17mm$ dan $\lambda_2=17\ m$ gacha

13.3. $a=5300\ m/sek$

13.4. $c=3700\ m/sek$

13.5. Yung moduli E siqilish koeffitsiyenti β bilan $\beta=\frac{1}{E}$ nisbatda bog'langanligidan, $\beta=\frac{1}{pc^2}$ bo'ladi. Son qiymatlarini o'rniga qo'ysak, $\beta=7,1\cdot10^{-10}\ m^2/N$

13.6. 1810 m.

13.7. 1) 318 *m/sek;* 2) 330 *m/sek;* 5) 343 *m/sek.*

13.8. 1,12 marta

13.9. c=315 *m/sek.*

13.10. c=330 *m/sek*

13.11. c=336 *m/sek*

13.12. t=-54^{0}C

13.13. $N=\frac{c_1}{c_2}=0,067$

13.14. $3^\circ51'$

13.15. $\frac{I_1}{I_1}=1,26$ (shu bobning kirishidagi 2-masalaga qarang)

13.16. $\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1}=1,12$

13.17. $\frac{I_1}{I_1}=1000$

13.18. 1)ΔL=30 db: 2) $\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1}=31,6$

13.19. 1)L = 100 fon 2))Δp =2 N/m^2

13.20. 1) 34,4 8 fon; 2) 44,8 fon

13.21. Grammafon plastinkasida tovush ariqchalarining qo'shni tishlari o'rtasidagi masofa $l=\frac{\omega r}{v}$ formulasi bo'yicha topiladi, bunda ω - plastinkaning aylanish burchak tezligi. Masalaning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak: 1) $l=2,25\cdot10^{-3}\ m=2,25\ mm$; 2) $l=7,5\cdot10^{-4}\ m=0,75\ mm$ bo'ladi.

13.22. 1) $l=8,25\ mm$ 2) $l=0,41\ mm$

13.23. Po'lat sterjenda tebranishlar hosil qilinganda qism nuqtalarida uzellari va bo'sh uchlarida do'ngliklari bo'lgan turg'un to'lqinlar vujudga keladi. Havo ustunining turg'un to'lqinida qo'shni do'ngliklar o'rtasidagi masofa qo'zg'atilgan tovush to'lqiningi yarim uzunligiga baravar. Po'lat sterjenga oid

barcha barcha kattaliklarni 1 indeksi bilan, havo ustuniga tegishli kattaliklarni 2 indeks bilan qayd qilib, quyidagilarni hosil qilamiz:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{c_1}{c_2} \qquad (1)$$

Aytilganlarga asoslanib, havo ustunining qidirilgan l_2 uzunligi quyidagi shartdan topiladi:

$$n\frac{\lambda_2}{2} = l_2 \qquad (2)$$

Bunda n – do'ngliklar soni. (1) va (2) dan $l_2 = \frac{n\lambda_1 c_2}{2c_1}$ ni hosil qilamiz. Unda 1) $\lambda_1 = 2l_1$ va $l_2=0,392$ m 2)$\lambda_1=4l_1$ va $l_2=0,784$ *m*

13.24. *l=0,715 m*

13.25. Taxminan 43000 *gs* ga qadar – ultratovush chastotasi

13.26. 1*) v′=666 gs* 2) *v′=542 gs*

13.27. 10%

13.28. 1) 28,3 km/s 2) 14,7 km/s

13.29. 4 marta

13.30. υ*=71 km/s*

13.31. $v_1=4,50 \cdot 10^4$ *gs* va $v_2=4,66 \cdot 10^4$ *gs*

13.32. *l=0,63 m*

13.33. *F=7,3 N.*

13.34. *v=158 gs*

13.35.

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{F_1}{F_2}} = \sqrt{\frac{15}{16}} \qquad (1)$$

Bundan

$$v_2 - v_1 = 8\ sek^{-1} \qquad (2)$$

(1) va (2) ni birgalikda hal qilsak

$$v_2 = 252\ gs$$

kelib chiqadi.

13.36. *v=250 gs* yoki *v=254 gs*

13.37. *v=250 gs*

13.38. 1) Ochiq trubada ikkala uchlarida do'ngliklar bo'lgan turg'un tovush to'lqini hosil bo'ladi. Bu holda *l* truba uzunligiga *n* yarim to'lqinlar joylashishi mumkin, bunda *n=1, 2, 3, ...,* ya'ni $l = n\frac{\lambda}{2}$. U holda tovush to'lqinining chastotasi $v = \frac{c}{\lambda} = \frac{nc}{2l}$ *n=1* da asosiy ton chastotasi $v = \frac{c}{2l}$ hosil bo'ladi.

2) Berk trubada turg'un to'lqinining bir uchida uzel va ikkinchi uchida do'nglik hosil bo'ladi. Bu holda $l = n\frac{\lambda}{4}$ va $v = \frac{c}{\lambda} = \frac{nc}{4l}$. n=1 da asosiy ton chastotasi $v = \frac{c}{4l}$ hosil bo'ladi.

13.39. *v=261 gs; l=0,65 m*

14-§ Elektromagnit tebranishlar va to'lqinlar

14.1. $\lambda = 2500\,m$

14.2. $\lambda_1 = 700 м$ dan $\lambda_2 = 1950 м$ gacha

14.3. $L = 12{,}7 мгн$

14.4. ε=6.

14.5. 1) $U = 100\cos(2\pi \cdot 10^3 t) в, \quad I = -15.7 \quad \sin(2\pi \times 10^3 t)\ ма$

2) $U_1 = 70.7\ V$ va $I_1 = -11.1 ма, \quad U_2 = 0$ va $I_2 = -15.7 ма, \quad U_3 = 100 в$ va $I_3 = 0$

14.6. 1) $W_{el} = 12{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot \cos^2(2\pi \cdot 10^3 t) J; \qquad W_m = 12{,}5 \cdot 10^{-5} \cdot \sin^2(2\pi \cdot 10^3 t) J,$
$W_{to'la} = const = 12{,}5 \cdot 10^{-5} J;$

2) $W_{el} = 6{,}25 \cdot 10^{-5} J; W_m = 6{,}25 \cdot 10^{-5} J;$ va $W'_{to'la} = 12{,}5 \cdot 10^{-5} J;$
$W''_{el} = 0, \qquad W''_m = 12{,}5 \cdot 10^{-5} J; W''_{to'la} = 12{,}5 \cdot 10^{-5} J; \qquad W'''_{el} = 12{,}5 \cdot 10^{-5} J; \qquad W'''_{el} = 0$ va $W'''_{to'la} = 12{,}5 \cdot 10^{-5} J;$

14.7. 1) $T = 2 \cdot 10^{-4} сек$; 2) $L = 10{,}15 мгн$ 3) $I = -157 \sin 10^4 \pi t ma;$
4) $\lambda = 6 \cdot 10^4 м$

14.8. 1) $T = 5 \cdot 10^{-3} сек$ 2)$C=6{,}3 \cdot 10^{-7}$ 3) $U_{max}=25{,}2\ V$
4) $W_m = 2 \cdot 10^{-4} J;$ 5) $W_{el} = 2 \cdot 10^{-4} J;$

14.9. $U = U_0 \cos \omega t$ va $I = C\frac{dU}{dt} = -CU_0 \omega \sin \omega t$. Binobarin

$$W_M = \frac{LI^2}{2} = \frac{1}{2} LC^2 U_0^2 \omega^2 \sin^2 \omega t, W_{эл} = \frac{CU^2}{2} = \frac{1}{2} CU_0^2 \cos^2 \omega t$$

Bundan $\frac{W_M}{W_{эл}} = \frac{LC\omega^2 \sin^2 \omega t}{\cos^2 \omega t} = LC\omega^2 tg^2 \omega t.$ $t = \frac{T}{8}$ da $\sin \omega t = \frac{\sqrt{2}}{2}$ va $\cos \omega t = \frac{\sqrt{2}}{2}$.

Bundan tashqari, $LC = \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{1}{\omega^2}$ bo'lganligidan, oxirida $\frac{W_M}{W_{эл}} = \frac{\sin^2 \omega t}{\cos^2 \omega t} = 1$

14.10. 1) $T = 8 \cdot 10^{-3} сек$ 2)χ=0,7 3) $U = 80 e^{-87t} \cos 250\pi t\ в$ 4)U_1=-56,5V, U_2=40 V, U_3= - 28 V, U_4=20 V.

14.11. 1) Aktiv qarshilikni yetarlicha kichik deb faraz qilib, $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2 \cdot 10^{-3} сек$ formuladan tebranishlar davrini topamiz.

Bundan keyin $U_1 = U_0 l^{\frac{\aleph t}{T}}$, bundan $\frac{\chi t}{T} = In\frac{U_0}{U_1}$. Shartga ko'ra $t=10^{-3}$ *sek* da $\frac{U_0}{U_1} = 3$.

Demak,

$$\chi = \frac{T \ln \frac{U_0}{U_1}}{t} = \frac{\ln 3 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{10^{-3}} = 0{,}22$$

2) R=11,1 *Om R* ning bu qiymati $T = 2\pi\sqrt{LC}$ formulaning ishlatilish shartini qanoatlantirishiga ishonish qiyin emas.

14.12. 1,04 marta. **14.13.** $\chi = \frac{8p\sqrt{\pi lC}}{d^2\sqrt{\mu_0\mu}} 0{,}018$

14.14. $t = \frac{T \ln 100}{2\chi} = 6{,}8 \cdot 10^{-3} sek.$ **14.15.** $C = 0{,}7 мкф$

14.16. *R = 4,1 Om* **14.17**. 300 *gs*

14.18. 1) *I = 4,6 ma;* 2) U_1=73,4 V, U_2=*146,6 V*

14.19. 1) 74% ; 2) 68%. **14.20**. 1) 72,5 % 2) 68,5%

14.21. C=3,74 *mkf*. **14,22**, L=0,055 *gn*

14.23.

	Z	tg φ
1	$\sqrt{R^2 + \frac{1}{(\omega C)^2}}$	$\frac{1}{R\omega C}$
2	$\frac{R}{\sqrt{R^2\omega^2C^2 + 1}}$	$-R\omega C$
3	$\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$	$\frac{\omega L}{R}$
4	$\frac{R\omega L}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$	$\frac{R}{\omega L}$
5	$\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$	$\frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$

14.24. 1) *Z=4380 Om* 2) *Z=2180 Om*

14.25. *I=1,34 A;* U_C*=121 V;* U_R*=134 V;* U_L*=295 V.*

14.26. *R=12.3 Om.* **14.27.** R=40 *Om; L=0,074 gn*

14.28. U_R*=156 V.*

15-§ Geometrik optika va fotometriya.

15.1. 2α

15.2. $a_2 = -15sm$ va $y' = 5mm$. Tasvir haqiqiy, teskari va kichraygan.

15.3. $a_2 = 0{,}12m$ va $y' = -8mm$ Tasvir mavhum, to'g'ri va kichraygan.

15.4. $a_2 = 7{,}5sm$ va $y' = -1{,}5sm$ Tasvir mavhum to'g'ri va kichraygan.

15.5. $a_1 = -0{,}6m$, $a_2 = -0{,}3m$

15.6. 1) F=-10sm; 2) D= -10 dioptriya

15.7. Sistemaning umumiy chiziqli kattalashuvi 6 ga baravar.

15.8. $a_2 = \frac{R}{2}$- tasvir ko'zguning fokusida turadi; *y=7,5 sm*

15.9. *AF* bo'ylama aberratsiyani *x* orqali va *FH* ko'ndalang aberratsiyani *y* orqali ifodalaymiz: Teng yonli *ΔOAM* dan (62-rasmga qarang) $OA = \frac{R}{2\cos\alpha}$. Lekin $x = AF = OA - OF = OA - \frac{R}{2}$, ya'ni oxirida

$$x = \frac{R}{2}\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right), \qquad (1)$$

$\alpha = 0$ bo'lsa $\cos\alpha = 1$ va $x = 0$.

So'ngra $y = FH = xtg\langle HAF$. Lekin <*HAF* Δ *AOM* ning tashqi burchagi sifatida 2 *A* ga baravar bo'lganligidan $y = \frac{R}{2}\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right)td\,2a$ $\alpha = 0$ bo'lsa, u holda $\cos\alpha = 1$, $tg\,2\alpha = 0$ va $y = 0$.

15.10. *x* = 1,8 *sm; y* = 1,5 *sm*

15.11. *h = 8 sm*

15.12. *d* = 0,1 *m*

15.13. *ℓ* =5,8 *mm*

15.14. *tgi = n*

15.15. 1) $41^0 8'$; 2) $48^0 45'$; 3) $61^0 10'$

15.16.Suv yuzasiga $41^0 15'$ burchak hosil qilib.

15.17. $2{,}02 \cdot 10^8$ *m/sek*

15.18. $\frac{\sin i}{\sin r} = n_1$, bundagi n_1 - shishaning sindirish ko'rsatkichi. Agar $\sin r = \frac{n_2}{n_1}$ shart bajarilsa, suvni shishadan ajratuvchi sirtdan to'la ichki qaytish sodir bo'ladi. O'shanda $\sin i = n_1$, $\sin r = n_1 \frac{n_2}{n_1} = n_2 = 1{,}33$, ya'ni *sini>1*- masalaning shartini amalgam oshirib bo'lamaydi.

15.19. 0,114 *m*

15.20. φ_q= 41˚28′ va φ_6= 40˚49′

15.21. Binafsha nurlar to'la ichki qaytadi, qizil nurlar shishadan havoga chiqadi.

15.23. 34˚37′

15.24.28˚

15.25. 6˚2′

15.26.10˚8′

15.27. 77˚22′

15.28. 4˚47′

15.29. $\sin\frac{\delta+\gamma}{2} = n\sin\frac{\gamma}{2}$. Bu holda nur daslabki yo'nalishidan eng kam og'adi.

15.30. δ_q=30˚37′ va δ_6=33˚27′

15.31. F=0,146 *m*.

15.32.1) 0,188 *м*; 2) 0,30 *м*; 3) 0,75 *м*; 4) -0,188 *м*; 5) -0,30 *м*; 6) - 0,75 *м;*

15.33. 1) $\frac{F_1}{F_2} = 1{,}4;$ 2) mazkur suyuqlikda birinchi linza sotuvchi linza sifatida, ikkinchisi esa – yig'uvchi linza sifatida ishlaydi.
15.34. D=2 dioptriya.
15.35. a_2 = 0,3 *m*, *y* = 4 *sm*;
15.37.1 *m*.
15.38. 1) 0,48 *m*; 2) 2,65 *m*; 3) 0,864 *m*;
15.39. F=0,47 *m*.
15.40. F=-0,75 *m* – linza sochuvchi bo'ladi.
15.41. F=0,59 *m*.
15.42. a_1=-90 *sm;* a_2=180 *sm;*
15.43. F_q – $F_б$ =3 *sm*.
15.44. 1)10 *sm*; 2) 5,7 *sm*.
15.46. 1) 12,5; 2) 7,5.
15.47. | R_1| =| R_2 | =25 *mm*.
15.48. 5 *mm* ga.
15.49. k=562.
15.50. F=0,112 *m*.
15.51. 7˚45´ burchak bilan.
15.52. 1) tasvirning diametri $d = 2Ftg\frac{a}{2} = 4{,}6\,mm.$ 2) Yuzi $\frac{\pi D^2}{4}$ bo'lgan linza sirtiga tushuvchi nurlar oqimi yuzi $\frac{\pi d^2}{4}$ bo'lgan Quyosh ta'sirida kontsentratsiyalanadi. Shunda

$$\frac{E'}{E} = \frac{4\pi D^2}{4\pi d^2} = \frac{D^2}{d^2} = 383.$$

15.53. 1) 1 *m*; 2) 0,71 *m*;
15.54. Φ= 8,34 *lm.*
15.55. Fotoplastinkadan ancha katta keladigan butun chizma suratga olinganida tasvir obktivning taxminan bosh fokusida hosil bo'ladi. Detallar suratga olinganda tabiiy kattalikdagi tasvir buyum obktividan ikki baravar fokus masofasida o'rnashtirilganda olinadi (fotoplastinkadagi tasvir ham shuncha masofada olinadi).Bunda tasvirning yuzasi $\left(\frac{2F}{F}\right)^2$ = 4 baravar kattalashadi. Fotoplastinkaning yoritiligani shuncha baravar kamayadi; ekpozitsiyaning 4 baravar kattalashtirish kerak bo'ladi.
15.56. 5,7 marta. Shunday qilib, Shimoliy Yerda yotgandan ko'ra turganda oftobdan yaxshiroq qorayish mumkin.
15.57. 2 marta.
15.58. Xona burchaklaridagi yurtilish

$$E = \frac{I}{r^2}\cos\alpha. \qquad (1)$$

Lampadan xonning burchagigacha masofa *r*, *a* kattalik (xona kvadrat polining yarim diagonali), kvadrat polining *b* va lampaning polidan balandligi h quyidagi tenglama bilan bog'langan.

$$a = r\sin\alpha = \frac{b}{\sqrt{2}} = htd\alpha \qquad (2)$$

(2) ga asoslanib, yoritilganlik ifodasi bunday yozilishi mumkin:

$$E = \frac{I}{a^2}(\cos\alpha\sin^2\alpha).$$

E maksimumni topish uchun hosila $\frac{dE}{d\alpha}$ ni olib, uni nolga tenglashtiramiz:

$$\frac{dE}{d\alpha} = \frac{I}{a^2}(2\cos^2\alpha\sin\alpha - \sin^3\alpha) = 0$$

Bunda $tg^2\alpha = 2.$. Unda qidirayotgan h balandlik:

$$h = \frac{a}{tg\alpha} = \frac{b}{\sqrt{2}tg\alpha} = \frac{b}{2} = 2{,}5\ m.$$

15.60. Stol lampasi yonib turganda stol chetining yoritilishi 1,2 marta ko'proq bo'lib chiqadi.

15.61. 2,25 marta.

15.62. $E \approx 8\cdot 10^4$ *lK*.

15.63. 1) R_1=1,6·10 *lm/m*^{2} ; B_1=5,1·10^4 *Nm* ;

2) R_2=4·10^4 *lm/m*^{2} ; B_2=1,27·10^4 *Nm*

15.64. 1,2·10^7 *Nt* ; 2) 3·10^4 *Nt*

15.65. Shaffof kolba olinganida ham xira kolba olinganda ham yoritilish birday bo'ladi: $E_1=E_2=210$ *lk*.

15.66. E=2·10^3 *lk ;* R=1,5·10^3 *lm/m*^{2}*;* B=480 *Nt*.

15.67.E=4,2·10^4 *lk*.

15.68. E=210 *lk*.

15.69. 1) 1,61·10^{-3} *Vt/lm* ; 2) Taxminan 2 %

16-§ To'lqin optikasi

16.1. Quyosh diskining bir chekkasi suratga olinganida (yorg'lik manbai bizga tomon harakat qiladi)

$$v' = \frac{vc}{c-\upsilon}.$$

Quyosh diskining ikkinchi chekkasi suratga olinganida (yorug'lik manbai bizdan ketib boradi)

$$v'' = \frac{vc}{c+\upsilon}.$$

$v = \frac{c}{\lambda}$ ekanligini nazarda tutsak, (1) va (2) dan $\Delta\lambda = \frac{2\upsilon\lambda}{c}$ ekanligini topaniz. Bundan $\upsilon = \frac{c\Delta\lambda}{2\lambda} = 2\cdot 10^3\ m/sek.$

16.2. $U = \frac{mc^2(\Delta\lambda)}{2\lambda^2 q} = 2500\ V$

16.3. Spektral chiziqlarning qisqa to'lqinlar tonom siljishi yulduzning bizga yaqinlashishini bildiradi. Uning harakatining radial tezligi (ya'ni yulduz bilan Yerni birlashtiruvchi chiziq bo'ylab tezlik) $\upsilon = \frac{c\Delta\lambda}{\lambda} = 103\,km/sek$ nisbatidan topiladi.

16.4. 1,3 marta.

16.5. y_1=1,8 *mm*; y_2=3,6 *mm;* y_3=5,4 *mm*.

16.6. $\lambda = 5\cdot 10^{-7}\,m.$

16.7. Shisha palsitinka kiritish natijasida interferensiyalanuvchi nurlar o'rtasidagi yo'l farqi Δ=nh-h=h(n-1) miqdorga o'zgaradi, bundagi h – plastinkaning qalinligi va plastinka materialining ko'rsatkichi Ikkinchi tomondan plastinkani kiritish natijasida *k* tasmaga siljish ro'y beradi. Binobarin, plastinka kiritgan qo'shimcha yo'l farqi *k*λ ga teng. Shunday qilib h(n-1)= *k*λ, bunda

$$h = \frac{k\lambda}{n-1} = 6\cdot 10^{-6}\ m$$

16.8. $\Delta n \le 5\cdot 10^{-5}$

16.9. h=0,13 *mKm*.

16.10.Qo'shni tasmalarga muvofiq keluvchi plastinkaning qalinligini h_1 va h_2 orqali begilaymiz. Shunda $\Delta h = h_2 - h_1 = \frac{\lambda}{2n}$

Qo'shni tasmalar o'rtasidagi masofani *l* orqali belgilaymiz (108-rasm). O'shanda $\Delta h = l tg\alpha$ deb hisoblash mumkin, bunda α – pona burchagi. Shundan $tg\alpha = \frac{k\lambda}{2nl} = 5{,}13\cdot 10^{-5}$ va $\alpha = 11''$.

16.11. 1,9 *mm*.

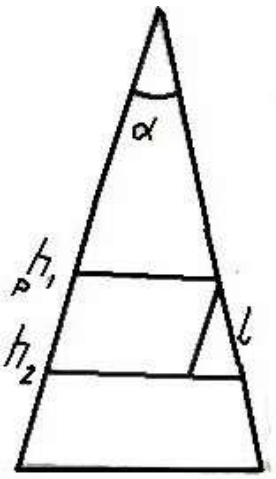
16.12. 1 *sm* da 5 ta tasma

16.13. k=5, k+1=6 λ=5·10^{-7}*m*

16.14. λ=5890 Å

16.15.1) $r_4 = \sqrt{3R\lambda_1} = 2{,}8\cdot 10^{-3} m = 2{,}8\ mm;$

2) $r_3 = \sqrt{3R\lambda_2} = 3{,}1\cdot 10^{-3} m = 3{,}1\ mm.$ Shunday qilib, biz uchinchi qizil halqaning to'rtinchi ko'k halqadan narida yotishini ko'ramiz. Oq yirug'likda Nyuton halqasining nima uchun qalin bo'lmagan havo qatlamidagina kuzatish mumkinligini shu narsa tushuntirib beradi.



108-rasm

Katta qalinliklarda turli ranglar bir joyning o'ziga ustma – ust tushadi.
16.16. λ=6750 Å
16.17. 3,6 *mm.*
16.18. k=275
16.19.Nyuton halqasi o'tuvchi yorug'likda kuzatilganda yorug'lik maksimummi sharti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$2hn = k\lambda \qquad (1)$$

Linza bilan plastinka o'rtasidagi qatlam qalinligi h kuzatilatotgan halqaning tegishli radius bilan quyidagi tartibda bog'langan:

$$h = \frac{r_k^2}{2R} \qquad (2)$$

(2) ni (1) ga qo'ysak $\frac{nr_k^2}{R} = k\lambda$ kelib chiqadi, bundan $n = \frac{k\lambda R}{r_k^2}$. Masalaning son qiymatlarini o'riniga quysak n=1,33 bo'ladi.
16.20. 1,2 *mkm.*
16.21. $4{,}7\cdot 10^{-7}$ *m.*
16.22. n=1,56.
16.23. L ko'zguning $\frac{\lambda}{2}$ masofaga siljishi yo'l farqining λ ga o'zgarishiga, ya'ni interferensiya manzarasining bir tasma siljishiga muvofiq keladi. Shunday qilib, $L = k\frac{\lambda}{2}$, bunda *k* – ko'rish maydonidan o'tgan tasmalar soni, shundan $\lambda = \frac{2L\lambda}{k} = 6{,}44\cdot 10^{-7}\,m.$
16.24. $n-1 = \frac{k\lambda}{2l} = 3{,}8\cdot 10^{-4}$**,** undan n=1**,**00038
16.25. Mazkur holda Maykelson inteferometridan farq qilib, nur xlorli trubkadan faqat bir marta o'tadi (63-rasmga qarang). Shuning uchun xlordan va vakuumdan o'tuvchi nurlarning yo'llar farqi *ln-l=l(n-1)= kλ*, bundagi *l* –trubka uzunligi. Shundan $n-1 = \frac{k\lambda}{l} = 7{,}73\cdot 10^{-4}$ va *n=1,000773*.
16.26.λ=$4{,}8\cdot 10^{-7}$ *m.*
16.27. d=$1{,}15\cdot 10^{-7}$ *m.*
16.28. 1) 5 zona; 2) yorug'
16.29. k – zona radiysi $r_k = \sqrt{k\frac{ad\lambda}{a+d}}$,, bundagi *a* – to'lqin manbaidan to'lqinli sirtgacha bo'lgan masofa va *d* – to'lqinli sirtdan kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa. Masalaning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak r_1=0,50 *mm*, r_2=0,71 *mm*, r_3=0,86 *mm*, r_4=1,0 *mm* va r_5=1,12 *mm.*
16.30. r_1=0,71 *mm*, r_2=1,0 *mm*, r_3=1,23 *mm*, r_4=1,42 *mm*; r_5=1,59 *mm.*
16.31. 167 *m.*

16.32. Diafragma teshigi Frenel *k* – zonasini o'tkazsin. Unda *k* – zona radiusi ayni vaqtda $r_k = \sqrt{k\frac{ad\lambda}{a+d}}$, ga baravar teshik radiysi bo'ladi. Halqalar markazining ekranda kuzatiluvchi eng kam yoritilganligi ikki zonaga muvofiq keladi (k=2). Masalaning con qiymatlarini o'rniga qo'ysak, r =10^{-3} *m* =1 *mm*

16.33. 0,8 *m* da.

16.34.φ_1=17˚8´; φ_2=36˚5´; φ_3=62˚.

16.35. 5 *sm.*

16.36. φ=30˚/

16.37. d=2,8·10^{-6} *m*; N_0=3570 *см*$^{-1}$.

16.38. N_0=600 *mm*$^{-1}$

16.39.λ=4099 Å. N_0=500 *mm*$^{-1}$

16.40. $\sin\varphi = \frac{k_1\lambda_1}{d} = \frac{k_2\lambda_2}{d}$ yoki $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2$ shundan $\frac{k_2}{k_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{6563}{4102} = 1{,}6.$ k_1 va k_2 albatta butun bo'lishi kerakligidan $\frac{k_2}{k_1} = 1{,}6$ shartini $k_1=5$ va $k_2=8$ qiymatlarini qanoatlantiradi. Unda $d = \frac{k_1\lambda_1}{\sin\varphi} = \frac{5\cdot 6563\cdot 10^{-10}}{0{,}656} = 5\cdot 10^{-6}\,m.$

16.41. λ=6600 Å ikkinchi tartibdagi spektrda.

16.42. λ=4470 Å - geliy spektrining ko'k chizig'i.

16.43. λ=7,05·10^{-7}*m*.

16.44. Shu panjara yordamida olingan spektrning eng katta tartibi 3 ga teng.

16.45. d=5λ

16.46. Markaziysini hisoblamaganda maksimumi 10 ga teng.

16.47. *d=3,9 mkm*

16.48. d=2,2·10^{-3} *sm.*

16.49. d=2,54·10^{-2} *mm.*

16.50.Δλ=0,24 Å

16.51.*(a+b)sinφ=kλ* (1) ga egamiz.

(1) ni differentsiallasak *(a+b)cosφdφ=kdλ* yoki $\frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{k}{(a+b)\cos\varphi}$ kelib chiqadi. Masalaning son qiymatlarini o'rniga qo'yib, (1) dan sinφ=0,236 ekanligini topamiz, shundan φ=13˚38´. Unda cosφ=0,972 va $\frac{d\varphi}{d\lambda} = 4{,}1\cdot 10^5\,rad/m.$

16.52. d=5·10^{-6} *m.*

16.53. D_1=8,1·10^{-3} *mm*/Å

16.54. D_1=0,031*mm*/Å, *x*=0,65 *mm*

16.55. 1) λ=4750 Å ; 2) N_0=460 *mm*$^{-1}$; 3) D=2,76·10^{-4} *rad/sm.*

16.56. λ=5,1·10^{-4} *mm.*

16.57. F=0,65 *m.*

16.58. 57˚30′
16.59. 54˚44′
16.60. 37˚
16.61. n=1,73.
16.62. 1) n=1,63; 2) i= 66˚56′
16.63. $\lambda_0=3{,}55\cdot10^{-7}$ m, $\lambda_e=3{,}95\cdot10^{-7}$ m.
16.64. Tabiiy yorug'lik intensivligini I_0 orqali ifodalaymiz. Nur qutblagich orqali o'tganidan keyin $I_1=0{,}5\ I_0$ intensivlikka ega bo'ladi. Nur analizatordan o'tganidan keyin intensivligi $I_2=I_1\cos^2\alpha=0{,}5\ I_0\cos^2\alpha$.Shartga ko'ra $\frac{I_2}{I_0}=0{,}25$, o'shanda $\cos^2\alpha=\frac{0{,}25}{0{,}50}=\frac{1}{2}$ va α=45˚ bo'ladi.
16.65. 62˚32′
16.66. Tushayotgan yorug'likni qaytish koeffitsiyenti $k'=\frac{I_r}{I_0}$ bundagi $I_r=I_\perp+I_\parallel$, chunonchi

$$I_\perp=0{,}5I_0\frac{\sin^2(i-r)}{\sin^2(i+r)},\ I_\parallel=0{,}5I_0\frac{tg^2(i-r)}{tg^2(i+r)}.$$

Bizdagi holda, to'la qutublagich burchagi hosil qilib tushayotgan tg$i$=n=1,54, binobarin, i=75˚. So'ngra i+r=90˚ bo'lganligidan sindirish burchagi r=33˚. Unda i-r=24˚. Shuning uchun

$$I_\perp=0{,}5I_0\frac{\sin^2 24^0}{\sin^2 90^0}=0{,}083I_0,\ I_\parallel=0{,}5I_0\frac{tg^2 24^0}{tg^2 90^0}=0,$$

ya'ni qaytgan yorug'likda to'la qutublanish burchagiga baravar tushish, burshagida tebranishlar tushish tekisligiga perpendikulyar tekisligidagina sodir bo'ladi. Bunda $k'=\frac{I_r}{I_0}=\frac{I_\perp+I_{//}}{I_0}=0{,}083,$ ya'ni tushayotgan tabiiy nurlarning 8,3% gina shishadan qaytadi. Bular tushish tekisligiga perpendikulyar tebranishli nurlar bo'ladi. Binobarin, tushish tekisligiga perpendikulyar va ikkinchi muhitga o'tgan tebranishlarning energiyasi ajralish chegarasiga tushgan nurlar umumiy energiyasining 41,7% ni tashki qiladi. Ikkinchi muhitga o'tgan nurlarning qutublanish darajasi bunday bo'ladi:

$$P=\frac{I_{//}-I_\perp}{I_{//}+I_\perp}=\frac{0{,}83}{0{,}917}=0{,}091=9{,}1\%.$$

16.67.Shisha plastinkaga to'la qutublanish burchagi bilan tabiiy nur tushganda singan nur $I_1=0{,}917\ I_0$ intensivlikka ega bo'ladi (bundan avvalgi masalaning yechimiga qarang). Shu singari nurda 0,417 I_0 tushish tekisligiga perpendikulyar tebranishlarni va 0,5 I_0 esa tushish tekisligiga parallel tabranishlar. Plastinkaning ikkinchi yonidan qaytgan nurning intensivligi $I_2=0{,}83\cdot0{,}917\ I_0=0{,}076I_0$. Unda plastinkadan havoga chiqqan nurning

intensivligi I_3=0,917I_0-0,076I_0=0,841I_0 bo'ldi, chunonchi tushish tekisligiga perpendikulyar tebranishli nurlar 0,341I_0 ni tashkil qiladi. Unda utublanish darajasi $P=\frac{I_{//}-I_{\perp}}{I_{//}+I_{\perp}}=\frac{0,159}{0,841}=18,9\%$ ya'ni qutublanish darajasi ko'paygan. Shuga asoslanib yassi – parallel shisha plastinkalar "to'pi" qutblanish sifatida ("Stoletov to'pi") ishlatiladi.

16.68. 1) $k'=\frac{I_r}{I_0}=5,06\%$; *P=83%* 2) *4,42%.*

17-§. Nisbiylik nazaryasi elementlari

17.1. $l'=l_0\sqrt{1-\beta^2}$

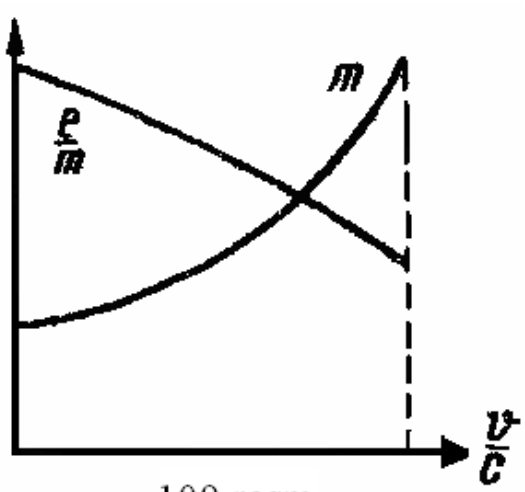
Shartga ko'ra $\frac{l_0-l'}{l_0}=1-\frac{l'}{l_0}=0,25$. Bunda $\frac{l'}{l_0}=0,75$, ya'ni *l'=0,75 l_0* ya'ni

l'=0,75l_0

(2) ni (1) ga qo'ysak, $\sqrt{1-\beta^2}=0,75$ kelib chiqadi yoki

1-β^2=(0,75)^2=0,5625 va β^2=0,4375. Shunday qilib, $\beta=\frac{\upsilon}{c}=\sqrt{0,4375}=0,6615$ va natijada *$\upsilon=\beta c=0,662\cdot 3\cdot 10^8$m/sek=198000 km/sek.*

17.2. *υ=2,6·108 m/sek*



109-rasm

17.3. $\frac{l_0-l'}{l_0}=68,8\%$ **17.4.** 7,1 marta **17.5.** $\Delta\tau$=3,2 *sek*

17.6. *8,6·10^{-27}kg.*

17.7. 109-rasmda elektron massasi *m* va $\frac{e}{m}$ nisbatining $\frac{\upsilon}{c}$ kattaligiga bog'liqlik xarakteri berilgan.

17.8. *υ =2,6·10^8 m/sek da.*

17.9. $W_k=m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}-1\right)=c^2\left(\frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}-m_0\right)=c^2(m-m_0)$,

bunda

$\frac{m-m_0}{m_0}=k$ deb belgilaymiz, unda $W_k=m_0s^2\,k$. Shartga ko'ra *k=0,05.*

1) *W_k= 2,56·10^{-2}Mev;* 2) *W_k=47 Mev;* 3) *W_k=94Mev.*

17.10. *U*=1,1·10^6 *v.*

17.11. *U= 510kv.*

17.12. Mezoning to'la energiyasi mezoning kinetik energiyasi W_1 va mezoning o'z energiyasi W_2 dan (tinchlikdagi energiyasi) qo'shiladi.
Bunda

$$W_1 = m_0c^2\left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}-1\right) \qquad (1)$$

va

$$W_2=m_0c^2$$

Unda to'la energiya

$$W = W_1 + W_2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\beta^2}} \qquad (2)$$

Shartga ko'ra $\frac{W}{W_1}=10$, ya'ni $\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}=10$. Bunda $\beta=\frac{\upsilon}{c}=0{,}995$ va $\upsilon=2{,}985\cdot10^8 m/sek.$

17.13. β=86,6% **17.14.** β=99,6% **17.15.** $\frac{l_0-l'}{l_0}=91{,}5\%$

17.16. β=0,9 **17.18.** $W_k=0{,}2\cdot10^{-14}$ J.

17.19. $\Delta m = 4{,}6\cdot10^{-17} kg$ **17.20.** ΔW=931Mev

17.21. $\Delta W= 8{,}2\cdot10^{-14}$J=0,51 Mev.

17.22. $\Delta m=3{,}2\cdot10^{-9}$ *kg/mol.* Shunday qilib, reaksiya natijasida *18 kg* emas, balki $3{,}2\cdot10^{-9}$ *kg* kamroq suv olinadi. Buni sezgirligi eng aniq tarozilar ham bildira olmaydi. Boshqa kimyoviy reaksiyalarda ham massa o'zgarishi tartibi shunday. Yadro reaksiyalarida massa o'zgarishi bundan kattaroq (bundan oldingi masalaga qarang).

17.23. Δm=0,217 *kg/mol.*

17.24. $7\cdot10^{12}$ yilda.

18-§. Issiqlik nurlanishi

18.1. $T=1000^0$ *K* **18.2.** $W=6{,}5\cdot10^{21}$ *kvm-c*

18.3. *W=0,46J* **18.4.** $T=1000^0$ *K*

18.5. 1)$W=1{,}33\cdot10^5$**;** 2) *k=0,3*

18.6. $T=2500^0$ *K* **18.7.** $S=4\cdot10^{-5}m^2$

18.8. $W_0=1{,}37\cdot10^3 Vt/m^2=8{,}21 J/min\cdot sm^2=1{,}96 kal/min\cdot sm^2$

18.9. $N=3{,}1\cdot10^3 kvt$ **18.10**. $W_0=0{,}85 kal/min\cdot sm^2$

18.11. $W=7{,}35\cdot10^3$ **18.12**. $S=1{,}44\cdot10^{-3}m^2=14{,}4 sm^2$

18.13. 1) $\lambda_m=1mkm$ -infraqizil sohasi: 2) $\lambda_m=5\cdot10^{-5}$sm-ko'rinadigan yorug'lik sohasi; 3) $\lambda_m\cong 3\,\mathring{A}$ -rentgen nurlar sohasi

18.14. 1) 64- rasmdagi grafikdan jism energetik yorug'lanishligining maksimal spektral zichligi to'ri keladigan to'lqin uzunligi taxminan *1,2mkm* ga teng. Unda Vin qonuniga binoan $T=0^0$ *K* bo'ladi.

2) Ko'rinadigan spektr hissasiga to'g'ri keladigan nurlanadigan energiya protsenti bizni qiziqtiruvchi interval chetlari bo'ylab tortilgan ordinatalar bilan kesishadigan $r_\lambda=f(\lambda)$ egriligi bilan cheklangan maydon ulushi bilan aniqlanadi. Ko'rinadigan spektr taxminan 0,4 dan 0,75mkm gacha cho'ziladi. 64-rasm egriligini millimetrli qog'ozga tushirib, mazkur haroratda ko'rinadigan nurlanish ulushiga butun nurlanishning 3-5% chamasi to'g'ri kelishini topishi mumkin.

18.15.3,6 marta **18.16.** λ=9,3 *mkm*

18.17. 1) 81 marta; 2)λ_1=2,9 dan λ_1=0,97 *mkm* gacha; 3) 243 marta

18.18. $T_2=\dfrac{C_1T_1}{\Delta\lambda T_1+C_1}=290^oK$

18.19. 1,06 marta kattalashdi

18.20. *0,2Vt*

18.21. *0,84 mkm* ga

18.22. 1) $\Delta m=\dfrac{\Delta W}{c^2}=1{,}4\cdot10^{17}$; 2)$\tau=7\cdot10^{12}$ *yil*.

19-§. Yorug'likning kvant tabiati va zarrachalarning tolqin xossalari

19.1. 1) $3{,}2\cdot10^{-36}$ *kg* ; 2)$8{,}8\cdot10^{-32}$ *kg*; 3)$1{,}8\cdot10^{30}$ *kg*.

19.2. 1) $\varepsilon=1{,}15\cdot10^{13}$ *J*, *m*=$1{,}38\cdot10^{-30}$ *kg*; $\rho_6=4{,}1\cdot10^{32}$ *kg·m/sek.*

19.3. 1)$6{,}2\cdot10^{18}$ kvant ; 2) $1{,}2\cdot10^{19}$ kvant, 3) $1{,}1\cdot10^{19}$kvant, ; 4)$5{,}9\cdot10^{18}$ kvant 5)$4{,}6\cdot10^{18}$ kvant; 6)$5{,}1\cdot10^{18}$ kvant;

19.4. $\upsilon=9{,}2\cdot10^5$ *m/sek* **19.5**. υ=1400 *m/sek* **19.6.** 0,51 Mev

19.7. $E=\dfrac{p_б c}{St}=150J/m^2\cdot sek$

19.8.T=9800^{0}K **19.9.** $\lambda\geq4{,}1\cdot10^{-3}$Å. **19.10.** m=$2{,}1\cdot10^{-32}$*kg*

19.11. $h\nu=A+\dfrac{m\upsilon^2}{2}$ Fotoeffekt paydo bo'lishi uchun hv > A bo'lishi, ya'ni $\nu>\dfrac{A}{h}$ bo'lishi zarur. Lekin $\nu=c/\lambda$, binobarin, fotoeffekt paydo bo'lishi uchun tushayotgan yorug'lik to'lqin uzunligi $\lambda<hc/A$ tengsizlikni qanoatlantirish kerak. Stoletov tajribalarida $\lambda<hc/A$, bundan A=4,2 Ev ekanligini topish qiyin emas.

19.12. $5{,}17\cdot10^{-7}$*m*; $5{,}4\cdot10^{-7}$m; $6{,}2\cdot10^{-7}$m; $6{,}6\cdot10^{-7}$m;

19.13. ε=4,5ev**,**

19.14. 1) A=4,5 ev; 2) $\upsilon_{max}=9{,}1\cdot10^5$m/sek; 3)$W_{max}=3{,}8\cdot10^{-19}$J;

19.15. Fotoeffekt $\nu_0=6\cdot10^{14}$ sek^{-1} bo'lganda boshlanganligidan bunda elektron chiqish ishi

$$A=h\nu_0=\frac{6{,}62\cdot10^{-34}\cdot6\cdot10^{14}}{1{,}6\cdot10^{-19}}ev=2{,}48ev$$

So'ngra $h\nu = A + \frac{m\upsilon^2}{2}$ ga ega bo'lamiz. Uchib chiquvchi elektronlarni ushlab qolish uchun tutuvchi elektr maydon berish zarur; $eU_1 = \frac{m\upsilon^2 2}{}$ bo'ladi. Shunday qilib,hv=A+eU$_1$ bunda. $\nu = \frac{A + eU_1}{h}$ Masalaning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak v=13,2·10^{14} sek^{-1} kelib chiqadi.

19.16. U= 1,75v. **19.17.** 1) 2040 Å; 2) 2340 Å.

19.18. 3,45·10^{-35} kg·m/sek

19.19. h=6,6·10^{-34}J·sek

19.20. 1)$U_x = \frac{h\nu - A}{e} + U_0 = 1{,}5v$; 2)$\upsilon = \sqrt{\frac{2}{m}\left(h\upsilon - A + eU_0\right)} = 7{,}3 \cdot 10^5 m/sek$

19.21. λ≤2540Åda

19.22. p=F/S, bundagi p – youg'lik bosimi, F – doirachaning S sirtiga yorug'lik bosimining kuchi. Lekin $F = \frac{M}{l} = \frac{k\alpha}{l}$, bundagi M – aylantiruvchi moment *l* – doiracha markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa va α – doirachaning burilish burchagi. Shu'la ko'zgudan *y* masofa naridagi shkala bo'yicha x kattalikka og'ishi uchun ko'zguchaning burilish burchagi $tg2\alpha = \frac{x}{y}$ shartni yoki kichik burchaklarda $tg2\alpha \approx 2\alpha = \frac{x}{y}$ shartini qaanoatlantirsin. Shunday qilib, $\alpha = \frac{x}{2y}$. Unda natijada $p = \frac{kx}{2lyS}$. Masalaning qiymatlarini o'rniga qo'ysak, 1) p=3,85·10^{-6}*N/m*^{2}; 2) E = 7,7 · 10^{-2} *J/m*^{2} · *sek*

19.23.1) p=3,55·10^{-7} *N/m*^{2} 2) N=2,1·10^{-3} *Vt*

19.24.1)1,2·10^{17} l / *sm*^{2}·*sek*; 2) a)1,42·10^{-6}*N/m*^{2}; b) 2,13·10^{-6}*N/m*^{2}; v) 2,84·10^{-6}*N/m*^{2};

19.25. 1) p=4,5·10^{-6}*N/m*^{2}; 2) m=7,8·10^{-16} *kg*

19.26. p=1,2^{-5} *N/m*^{2}

19.27. 1)p=7·10^{-7}*N/m*^{2}; 2) p=3,5·10^{-7}*N/m*^{2}

19.28. 2,9·10^{21}kvant

19.29. 1)Δλ=0,024 Å va λ=λ$_0$+ Δλ=0,732Å; Δλ=0,048Å va λ=0,756Å

19.30. λ$_0$=0,242Å

19.31. 1) Δλ=0,024Å; 2)$W_e = \frac{hc\Delta\lambda}{\lambda_0\lambda} = 6{,}6 \cdot 10^3 ev$; 3) Δλ=0,048Å va λ=0,756Å

19.32. W=2,6·10^{5}ev; p$_б$=9,3·10^{-12} *kg·m/sek*

19.33. W=0,1Mev. **19.34.** 1)λ=12,3Å; 2)λ=1,23Å

19.35. 1) λ=0,29Å; 2)λ=0,029Å

19.36. 1) λ=7,3Å; 2)λ=1,44Å; 3)λ=6,6·10^{-27}*sm*, ya'ni sharchaning to'lqin xossalarini payqab bo'lmaydi.

19.37 0,122 Å; 0,0087Å.
19.38. m = $1{,}67\cdot10^{-27}$
19.39.

$\upsilon\cdot10^{-8}$m/sek	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
$\lambda\cdot10^{12}$, m	2,70	2,25	1,82	1,39	0,925

19.40. λ=0,1 Å
19.41. λ=1,8 Å

20-§. Bor atomi. Rentgen nurlari

20.1. 1) $r_1=0{,}53\cdot10^{-10}m$; $r_2=2{,}12\cdot10^{-10}m$; $r_3=4{,}77\cdot10^{-10}m$; 2)$v_1=2{,}19\cdot10^{6}$ *m/sek*; $v_2=1{,}1\cdot10^{6}$ *m/sek*; $v_3=7{,}3\cdot10^{5}$ *m/sek*.

20.2. $W_k=\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2h^2k^2}=13{,}6\ EV$; $W_n=2W_k=-27{,}2\ EV$; $W_{to'la}=W_k+W_n=-13{,}6\ EV$.

20.3. $W_1=2{,}18\cdot10^{-18}$ j=13,6ev; $W_2=5{,}44\cdot10^{-19}$ j=3,40ev; $W_3=2{,}42\cdot10^{-19}$ *j*=1,15 *EV*; $W_4=0$.

20.4. 1) $T=1{,}43\cdot10^{-16}$ *sek* ; 2)$\omega=4{,}4\cdot10^{16}$ *rad/sek.*

20.5. barcha seriyalardagi vodorod spektral chiziqlarning to'lqin uzunligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{k^2}-\frac{1}{n^2}\right)$$

k=1, n=2, 3, 4, …… bo'lganida ultrabinafsha sohasidagi Layman seriyasi;
k=2, n=3, 4, 5, …… bo'lganida ko'rinadigan sohadagi Balmer seriyasi;
k=3, n=4, 5, 6, …… bo'lganida infraqizil sohadagi Pashon seriyasi;
k=4, n=5,6,7,……... bo'lganida infraqizil sohadagi Brekket seriyasi;
k=5, n=6,7,8,……...bo'lganida infraqizil Pfund seriyasi.

Shunday qilib, spektrning ko'zga ko'rinadigan sohadagi seriyasi k=2 va n=3,4,5,… qiymatlariga muvofiq keladi. Ravshanki, shu seriyadagi spectral chiziqlarning eng to'lqin uzunligi n = ∞ da bo'ladi. Unda (1) dan $\frac{1}{\lambda_1}=\frac{R}{4}$ yoki $\lambda_1=\frac{4}{R}=3{,}65\cdot10^{-7}m$ (uchinchi qiymatli raqamga qadar aniqlikda). Eng katta to'lqin uzunligi n=3 ga muvofiq keladi: $\lambda_2=6{,}56\cdot10^{-17}$ *m*. Shunday qilib, vodorodning ko'zga ko'rinadigan spektri λ_1=3650Å dan λ_2=6560Å gacha to'lqin uzunligi intervalda yoradi.

20.6. 1)$\lambda=1{,}12\cdot10^{-7}$ *m*; 2)$v=1{,}90\cdot10^{6}$ *m/sek.*

20.7. AtomU_l ionlanish potensialli $eU_l=A_l$ tenglamasi bilan aniqlanadi, bunda A_l–elektronni normal orbitadan cheksizlikka chiqarish uchun sarflangan ish. Vodorod atomi uchun

$$A_l=h\nu=hcR\left(\frac{1}{k^2}-\frac{1}{n^2}\right).\ k=1\ va\ n=\infty$$

bo'lganda A_I=hcR va ionlanish potensialli $U_i = \frac{A_i}{e} = \frac{hcR}{e} = 13{,}6v$

20.8. 10,2v.

20.9. 1) vodorod spektri barcha seriyalarining hamma chiziqlari vodorod atomi ionlanganida paydo bo'ladi. Bu elektronlar energiyasi 13,6 *EV* ga yetganida sodir bo'ladi. 2) $\upsilon_{\min}\sqrt{\frac{2eU_i}{m}} = 2{,}2\cdot 10^6 m/sek$

20.10. Atomni birinchi g'alayonlangan holatga o'tkazish uchun zarur bo'lgan energiya W_1=10,2 *ev*. Atomni ikkinchi g'alayonlangan holatga o'tkazish uchun (k=1, n=3) zarur bo'lgan energiya W_2=12,1 ev ekanligini topish qiyin emas. Shunday qilib, bombardimon qiluvchi elektronlar energiyasi 10,2≤W≤12,1ev, miqyosida bo'lsa, vodorod spektri faqat bitta spektral chiziqqa ega bo'ladi.

20.11. W_{min}=12,1ev; $\lambda_1=1{,}21\cdot 10^{-7}m$; $\lambda_2=1{,}03\cdot 10^{-7}m$; $\lambda_3=6{,}56\cdot 10^{-7}m$.

20.12. 973Å≤λ≤1026Å. **20.13.** 2,56ev.

20.14. 973Å≤λ≤1026Å. **20.15**. n=3 dan k=2 o'tishga

20.16. λ=3,3Å **20.17.** 1) $r_1=2{,}66\cdot 10^{-11}m$; 2)$v_1=4{,}34\cdot 10^6$ *m/sek*

20.18. 1) U=40,8*V*; 2) U=91,8*V*. **20.19**. 1) U=54*V*; 2)U=122*V*.

20.20. λ=304Å **20.21.** λ=135Å **20.22.** λ=5890Å

20.23. 2,1*V* da **20.24**. λ=2540A

20.25. Eng kichik burchak birinchi tartib cpektrga muvofiq keladi, ya'ni λ=2dsinθ, bundan $\theta = \frac{\lambda}{2d} = 0{,}033$ yoki $\theta=1^0 54'$

20.26. Tosh tuz bir kilomolining hajmi $V = \frac{\mu}{\rho}$. Shu hajmda $2N_0$ ion bor, bundagi N_0–Avogadro soni. Unda bitta ionga to'g'ri keladigan hajmi: $V' = \frac{\mu}{2\rho N_0}$. Demak, ionlar o'rtasidagi d masofa (ya'ni panjara doimiysi) $V'=d^3$ shartidan topiladi, ya'ni

$$d = \sqrt[3]{V'} = \sqrt[3]{\frac{\mu}{2\rho N_0}} = 2{,}81\cdot 10^{-10} m = 2{,}81\,\text{Å}$$

20.27. Rentgen trubasining elektrodlariga beilgan potensiallar ayirmasi U kattalashganida birinchi tartib spektda spectral chiziq paydo bo'ladi, uning to'lqin uzunligi λ quyidagi tenglamani qanoatlantiradi

$$eU = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$$

lekin Vulf – Bregg formulasi bo'yicha

$$\lambda=2d\sin\theta.$$

(1) va (2) dan quyidagilarni topamiz.

$$h = \frac{eU}{c} = \frac{eU\,2d\sin\theta}{c}$$

Masalaningson qiymatlarini (3) ga qo'ysak,

$$h=6{,}6\cdot 10^{-24} J\cdot sek$$

20.28. *$h=6,6\cdot10^{-24}$ J·sek.*
20.29. 1) 0,413 Å; 2) 0,310 Å; 3) 0,248 Å **20.30**. 0,27 Å
20.31. 770 kv.
20.32. Atom K – orbitasidan elektron yo'qtilgan zahoti K–seriyaning barcha chiziqlari (shuningdek qolgan seriyalarning chiziqlari) bir vaqtda paydo bo'ladi. Buning uchun $cU = h\nu_1 = \frac{hc}{\lambda_1}$ nisbatini qanoatlantiruvchi U potensiallar ayirmasini qo'shish kekak, bundagi λ_1 – cheksiz uzoqlashgan elektronning K – orbitaga o'tishiga muvofiq keluvchi to'lqin uzunligi, ya'ni K – seriya chegarasini belgilab beruvchi to'lqin uzunligi. Bizdagi hol uchun bu chegara bularga teng (jadvalga qarang): 1) 1,38Å 2) 0,484Å 3) 0,178Å 4)0,158Å. Qidirilayotgan potensiallar ayirmasi $U = \frac{hc}{e\lambda_1}$ formulasidan topiladi. Son qiymatlarinio'rniga qo'ysak, bular kelib chiqadi: 1) 9kv; 2) 25,3 *kv*;
3) 69 kv; 4) 79 kv.
20.33. $\frac{1}{\lambda} = R(z-b)^2\left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2}\right)$. (1)
K – seriyasining eng katta to'lqin uzunligi K_a chiziqg'iga to'g'ri keladi. Bunda (1) formulasiga b=1, k=1, n=2 larni qo'yishimiz kerak. (1) formulasini λga nisbatan hal qilib va son qiymatlarini o'rniga qo'ysak: 1) 1,94Å, 2) 1,55Å, 3) 0,720 Å, 4) 0,574 Å, 5) 0,234Å, 6) 0,228Å va 7) 0,205 Å kelib chiqadi. K_a to'lin chiziqlari uzunliklarinig tajribada topilgan qiymatlari bunday: 1) 1,94 Å, 2) 1,54Å, 3) 0,712 Å, 4) 0,563 Å, 5) 0,220Å, 6) 0,214 Å, 7) 0,190 Å.
20.34. Elektroning M – qatlamdan L – qatlamga o'tishi k=2 va n=3 qiymatlariga uvofiq keladi. Mendeleev jadvalida volframning tartib nomeri Z=74. Shu son qiymatlarini Mozli formulasiga qo'yib b=5,5 ekanligini topamiz.
20.35. Z=40 (sirkoniy). **20.36**. $\frac{N_1}{N} = \frac{\mu D_э}{N_0 l} = 3{,}5\cdot10^{-10}$
20.37. $1,6\cdot10^{11}$ juft ion. **20.38**. $I_n=2,7\cdot10^{16}$a.
20.39. $x=5\cdot10^{-4}m$ $м=0,5$ *mm* **20.40.** 3,7 marta **20.41**. $x=0,08mm$
20.42. 1)

Modda	Suv	Alyuminiy	Temir	Qo'rg'shin
μ, $м^{-1}$	6,7	16	44	77
$\mu_м \cdot 10^3$, m^2/kg	6,7	6,2	5,6	6,8

2) λ=0,0124 Å.
20.43. $n = \frac{\ln 80}{\ln 2} = 6{,}35$

21 - §. Radioktivlik

21.1. va **21.2.** dt vaqt uchida parachalanuvchi radioktiv modda atomlarining soni

$$dN=-\lambda Ndt. \quad (1)$$

Mavjud N atomlar sonini Δt vaqt mobaynida o'zgarmaydi, deb hisoblash mumkin bo'lsa, ra'ni Δt vaqt oralig'i rarim emirilish davri T dan ancha kichik bo'lgandagina shu formuladan oxirgi vaqt oralig'i Δt uchun qo'llasa bo'ladi. Jadvaldan ko'rib turibdiki , bir sutkada parchaalanuvchi poloniy atomlari sonini quyidagi formuladan topishimiz mumkin:

$$|\Delta N| = \lambda N\Delta t = \frac{\ln 2}{T} N\Delta t \qquad (2)$$

masalaning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak,

$$\Delta N = \frac{0{,}693}{138} 10^6 sutka^{-1} = 5025 sutka^{-1}$$ bo'ladi.

Lekin 21.2 masalani yechishda bu taqribiy formuladan foydalanib bo'lmaydi, chunki radoning yarim yemirilish davri 3,82 sutkadir, xolos. Bir sutkada parchalanuvchi radon atomlari sonini topish uchun $N=N_1e^{-\lambda t}$ formulasidan foydalanish lozim. Unda izlanadigan son

$$\Delta N=N_1-N=N_1-N_{1e}^{-\lambda t}=N_1(1-e^{-\lambda t}).$$

21.2. masalaning son qiymatlarini o'rniga qo'yib $\Delta N=10^6(1-0825)=175000$ sutka^{-1} ekanligini topamiz. ΔN ni (2) taqribiy formula bo'yicha topadigan bo'lsak. ΔN=192000 sutka^{-1} kelib chiqadi, ya'ni 10% chamasi xatolikka yo'l qo'yamiz.

(1) va (2) formulalar bo'yicha 21.1 masalaning yechimi uchinchi qiymatli raqamga qadar aniqlikda birday javob olib kelishiga o'quvchilarning ishonch hosil qilishlari takif etiladi.

21.3. $3{,}7\cdot10^{10}$*parcha/sek*=1 kyuri. **21.4.** $m=6{,}5\cdot10^{-9}$ *kg*.

21.5. $m=2{,}2\cdot10^{-7}$*kg=0,22mg.* **21.6.** $\lambda=2{,}1\cdot10^{-6}$ *sek*$^{-1}$

21.7. 1)$7{,}9\cdot10^{7}$*parcha/sek·kg*; 2)$5{,}7\cdot10^{18}$ *parcha/sek·kg.*

21.8. $m=3{,}5\cdot10^{-20}$*kg*. **21.9.** 53 irg'itish . **21.10.** 40 sutkadan so'ng.

21.11. Har bir izotopning tabiiy uran umumiy radioaktivligiga kiritadigan radioaktivlik protsent ulushi har bir izotopning 1 sekunddagi emirilishlar sonining tabiiy uran 1 sekunddagi yemirilishlar umumiy soniga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi. Tabiiy uran massasini M bilan belgilaymiz. Unda izotoplar massasi tegishlicha $M_1=6\cdot10^{-5}M$, $M_2=7{,}1\cdot10^{-3}M$ va $M_3=99{,}28\cdot10^{-2}M$ bo'ladi. Har bir ozotop beradigan 1 sekunddagi yemirilishlar soni:

$$\Delta N_1 = \frac{\ln 2}{T_1} N_1\Delta t = \frac{\ln 2 N_0 M_1 \Delta t}{T_1 A_1},$$

$$\Delta N_2 = \frac{\ln 2 N_0 M_2 \Delta t}{T_2 A_2},$$

$$\Delta N_3 = \frac{\ln 2 N_0 M_3 \Delta t}{T_3 A_3}$$

Bundagi N_0 -Avogadro soni, T_i – izotopning yarim yemirilish davri, A_l – uning atom og'iriligi. Bunda har bir izotop uchun izlanayotgan nisbat:

$$x_i = \frac{\Delta N_i}{\Delta N_1 + \Delta N_2 + \Delta N_3} = \frac{\dfrac{M}{A_i T_i}}{\dfrac{M_1}{A_1 T_1} + \dfrac{M_2}{A_2 T_2} + \dfrac{M_3}{A_3 T_3}}$$

Son qiymatlarini o'rniga qo'yib, tabiiy uranning butun radioktivligi $_{62}U^{235}$ va $_{92}U^{234}$ izotoplarining radioaktivligi esa yo'qolib boradigan darajada oz ekanligiga ishonch hosil qilish qiyin emas.

21.12. 1) $\upsilon=1{,}52\cdot10^7$m/sek.

2) α – zarraha uchib chiqayotganda ajraladigan to'la energiya α – zarracha kinetic energiyasi W_1 bilan qoldiq yadro W_2 kinetik energiyasining yig'ndisiga teng. Shunday qilib,

$$W_x=W_1+W_2. \quad (1)$$

Bundan tashqari, harakat miqdorining saqlanish qonuni ham o'rinli. Chunki emirilishga qadar sistemaning harakat miqdori nolga teng bo'lib, emirilishdan so'ng

$$mv_1=mv_2 \quad (2)$$

(2) dan quyidagilarmi chiqarish qiyin emas:

$$(m_1\upsilon_1)^2 = \frac{m_1\upsilon_1^2 2m_1}{2} = W_1 2m_1 = (m_2\upsilon_2)^2 = \frac{m_2\upsilon_2^2}{2} 2m_2 = 2m_2W_2$$

unda (1)dan

$$W_x = W_1 + \frac{2m_1W_1}{2m_2} = W_1\left(1+\frac{m_1}{m_2}\right) = W_1\frac{m_2+m_1}{m_2}$$

Masalaning son qiymatlarini o'rniga qo'ysak W_x=4,87Mev.

21.13. 1) Q=120 *J*; 2)Q=1,6 *J*; **21.14**. Q=$5{,}2\cdot10^{12}$*J*;

21.15. $2{,}8\cdot10^8$ *parcha/sek.* **21.16.** $N_0=6\cdot10^{26}$ $kmol^{-1}$.

21.17. m = $4{,}8\cdot10^{-9}$ *kg*.

21.18. 1) 12,6 sutkadan so'ng 2) 110-rasm $\frac{N}{N'}$ ning t vaqtga bog'liqlik xarakteri berilgan.

21.19. 111-rasm $\frac{N}{N'}$=f(t) bog'lanish xarakteri berilgan. 2) Yarim emirilish

davri egrilikkning ordinatasi 0,5 ga baravar nuqtasi abstsissasi sifatida topiladi. Bundagi hol ushun masshtab bilan chizilgan $\frac{N}{N'}$=f(t) egrilikdan T=3,8 sutka ekanligini topish mumkin.

21.20. $T \cong 4$ soat **21.21**. 10,4 sutkadan keyin

21.22. $N_{ko'r} = N_{ur}\left(1 - e^{-\frac{0,693t}{T_{ur}}}\right)$ yoki $\frac{M_{ko'r}}{A_{ko'r}} = \frac{M_{ur}}{A_{ur}} = \left(1 - e^{-\frac{0,693t}{T_{ur}}}\right)$ bunda t=3·10^{9}yil.

21.23. 2,18·10^{10} atom **21.24**. 7·10^3 *kg* rudadan.

21.25. 1,1·10^{-7} sham. **21.26**. 63,2%. **21.27**. 1,67·10^8 *parcha/sek.*

21.28. 5,25·10^{15} *parcha/sek ·kg.*

21.29. Aralashtigunga qadar peparatning solishtirma aktivligi:

$$a_1 = \frac{\Delta N}{m_1 \Delta t} = \frac{\lambda N}{m_1} = \frac{\ln 2 N_0 m_1}{T A_1 m_1} = \frac{\ln 2 N_0}{T A_1} \quad (1)$$

Aralashtirilgandan keyin

$$a_2 = \frac{\Delta N}{(m_1 + m_2)\Delta t} = \frac{\ln 2 N_0 m_1}{T A_1 (m_1 + m_2)} \quad (2)$$

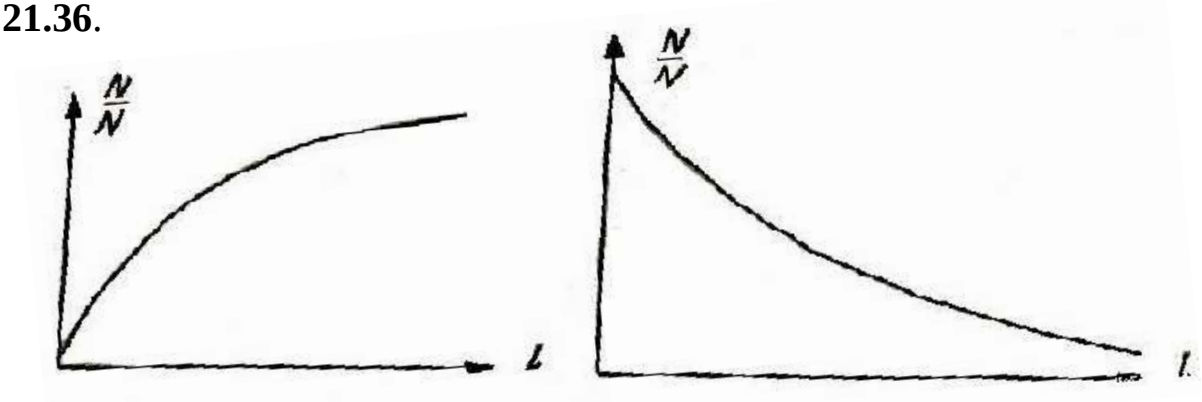
(1) va (2) dan

$$\Delta a \frac{\ln 2 N_0}{T A_1}\left(1 - \frac{m_1}{m_1 + m_2}\right) = \frac{\ln 2 N_0 m_2}{T A_1 (m_1 + m_2)} = 4,9 \cdot 10^{17}\, parcha/sek \cdot kg = 1,32 \cdot 10^7\, kyuri/kg$$

21.30. 11mg **21.31**. $_{84}Ra^{226}$. **21.32.** $_{88}Ra^{226}$ **21.33**. $_{92}U^{235}$.

21.34. $_2He^4$ **21.35.** $_{55}Cs^{133}$

21.36.



110-rasm 111-rasm

1)v=1,92·10^7*m/sek*; 2)W=7,83Mev (21.12. masalaning yechimiga qarang); 3)n=2,26·10^{5}juft ion; 4)T_n=1,33·10^{-9}a.

22 §. Yadro reaksiyalari

22.1. 1) 12 proton va 12 nyeytron 2) 12 proton va 13 nyeytron 3) 12 proton va 14 nyeytron.

22.2.$\Delta M=ZM_{1n}$ $+(M-Z)M_n-M_A$ Bizda (jadvalga qarang) $\Delta M=3\cdot1,00814+4\cdot1,00899-7,01823$ *m.a.b.*=0,04215m.a.b. Massa atom birligi 931 M_{yev} energiya muvofiq kelganligidan (17.20-masalaga qarang), natija $3Li^7$ yadrosining bog'lanish energiyasi $W=0,04215\cdot931$ $M_{yev}=39,3M_{yev}$ bo'ladi. $_3Li^7$ yadrosini nuklonlarga parchalash uchun shu energiyani sarflash kerak.

22.3. W=28,3 M_{yev} **22.4.** 225 M_{yev}

22.5. 1) W=8,5 M_{yev} 2) W=7,7 M_{yev} $_1H^3$ yadrosi $_2He^3$ yadrosiga qaraganda turg'unroq.

22.6.W_0=7,97 M_{yev} 22.7. W=2,2 M_{yev}

22.8. 1) 5,6 M_{yev} 2)7,5 M_{yev} 3) 8,35 M_{yev} 4) 8,55 M_{yev} 5) 8,75 M_{yev} 6)8,5 M_{yev} 7) 7,9 M_{yev} 8) 7,6 M_{yev}

22.9. $W=c^2\left(\sum M_1-\sum M_2\right)$. Bizdagi holda dastlabki zarrachalar massalarining yig'indisi $\sum M_1$=7,01823+1,00814=8,02637. Zarrachalar massalarining hosil bo'lgan yigindisi $\sum M_2$=4,00388+4,00388=8,00776. Shunday qilib, massalar defekti ΔM=0,01861m.a.b. Binobarin, reaksiyada ajralgan energiya $W=0,01861\cdot931$ M_{yev}=17,3 M_{yev}

22.10.1,18 M_{yev} **22.11.** 1) 4,04 M_{yev} 2) 3,26 M_{yev}

22.12. 1) 18,3 M_{yev} 2) 22,4 M_{yev} 3) 4,02 M_{yev}

22.13. $M=5,7\cdot10^5$kg **2.15.** 15 M_{yev}

22.16. 4,35 M_{yev}

22.17.$_7N^{14}+_0n^1\rightarrow_6C^{14}+_1H$; $_6C^{14}\rightarrow_{-1}e^0+_7N^{14}$

22.18. $1,1\cdot10^{23}$parch/sek·kg **22.19.**T=15 soat

22.20.1)) $W_1=5,35\cdot10^{22}M_{yev}$; 2)$W_2=3,6\cdot10^{29}$ M_{yev}

Shunday qilib $\frac{W_2}{W_1}\cong7\cdot10^6$, ya'niy shu o'zgarishni amalga oshirish uchun mazkur reaksiyada ajraladigan energiyadan taxminan 7 mln. marta ko'proq yenergiya sarflashi kerak.

22.21. 6, 017 *m.a.b.*

22.22. O'tkazilgan sikl natijasida to'rtta vodorod yadrosi bitta geliy yadrosiga aylanadi. O'zini ximyaviy katalizator sifatida tutuvchi ugleroddan yana foydalanish mumkin. Mazkur sikl natijasida $4,3\cdot10^{-12}$J ga baravar energiya bo'shashini topish qiyin emas. Ikkinchi tomondan, quyosh doimiysi kattaligi va yerdan quyoshgacha masofa ma`lum bo'lgani holda quyoshning 1 sekunddagi nurlanishini topamiz, $W=3,8\cdot10^{26}$ *J*. Vodorodning to'rtta atomi $4,3\cdot10^{-12}$ *J* ga barovar energiya bersa, $3,8\cdot10^{-26}$ *J* energiya chiqarish uchun bir sekundda M= $5,9\cdot10^{11}$ *kg* miqdor vodorod sarflash zarur bo'ladi. Quyosh

massasi $2\cdot10^{30}kg$ bo'lganligidan quyosh moddasidagi vodorod zapasi $2\cdot10^{30}\cdot0{,}35\ kg=7\cdot10^{29}\ kg$. Demak, mazkur vodorod zapasi $4\cdot10^{10}$ yilga etadi.

22.23. m=1,00899 *m.a.b.*

22.24. Ta`rifga ko'ra

$$k_1=\frac{N_1}{N_2} \qquad (1)$$

bundagi N_1-muayyan vaqt oralig'ida hosil bo'lgan atomlar soni va N_2-shu vaqt manbayida nishonni bombardimon qiluvchi zarrachalar soni. Ikkinchi tomondan, preparat aktivligi 1 sekunddagi parchalanishlar soni bilan aniqlanadigan

$$k_2=\frac{\lambda N_1}{N_2}=\frac{\ln 2N_1}{TN_2} \qquad (2)$$

bundagi T- hosil bo'lgan radioaktiv izotopning yarmi yemirilish davri. Shunday qilib, (1) va (2) dan $k_2=\frac{\ln 2}{T}k_1$

22.26. $k_1=2\ 10^{-3}=1/500$ ya`ni 500 dan faqat bitta proton reaksiyani vujudga keltiradi.

22.27. $k_1=1{,}2\ 10^{-3}$

22.28. 2) Manba tayyorlanganidan keyin bir sekunddagi parchalanishlar soni $a_1=\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right)_1=\lambda N_1$; t vaqt o'tganidan keyin bir sekunddagi parchalanishlar soni $a_2=\left(\frac{\Delta N}{\Delta t}\right)_2=\lambda N_2$ bundagi $N_2=N_1e^{-\lambda t}$. Bunga ko'ra n=4000 zarrachagina reaktsiya vujudga keltirishini nazarda tutsak, manbaga kiritilgan radio atomlari sonini topamiz.

$$N'=nN_1=\frac{nN^2}{e^{-\lambda t}}=nN_2e^{\lambda t}$$

Unda radon massasi bunday bo'ladi.

$$M=\frac{AN'}{N_0}=\frac{A}{N}nN_2e^{\lambda t}=\frac{Ane^{\lambda t}a_2}{N_0\lambda} \qquad (1)$$

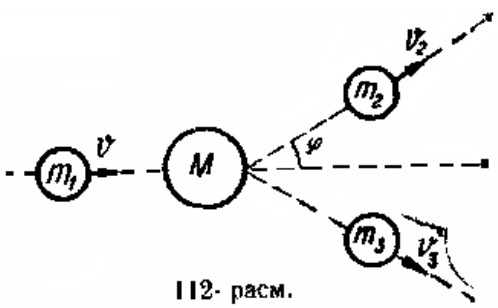
Bizda A=222*kg/kg*·atom $n=4\cdot10^3$ $e^{\lambda t}=e^{\frac{\ln 2t}{T}}=2{,}45$, $a_2=1{,}2\cdot10^6 sek^{-1}$ va $N_0=6{,}02\cdot10^{26}kg\cdot atom^{-1}$. Mazkur qiymatlarni qo'shsak $M=2{,}1\cdot10^{-9}kg=2{,}1\ mkg$ bo'ladi.

22.29. $9{,}3\cdot10^6 sek^{-1}$ **22.30.** 1)$W=6{,}9M_{yev}$; 2) $5\cdot77\cdot10^{-12}$ *parcha/sek.*

22.31. 112-rasm m_1, m_2 va m_3- bombardimon qiluvchi α-zarracha, proton va chiqaruvchi yadro (bizdagi holda kislarod yadrosi) massa sonlari W_1 W_2va W_3 ularning kinetik energiyalari. M azot yadrosi qo'zg'almas bo'lsa energiyaning saqlanish qonuni bunday yoziladi.

$W_1+Q=W_2+W_3$ (1)

Bundagi Q yadro reaksiyasining energiyasi. Harakat



112- расм.

miqdorining saqlanish qonuni vektor shaklida bunday ko'rinishga ega bo'ladi.

$$p_1 = p_2 + p_3 \quad (2)$$

(2) dan harakat miqdorining son qiymatlari uchun (112-rasmga qarang) quyidagiga ega bo'lamiz: $p_3^2 = p_1^2 + p_2^2 - 2p_1p_2\cos\varphi$ (3)

Ma`lumki

$$p^2 = (m\upsilon)^2 = \frac{m\upsilon^2}{2}2m = W2m \quad (4)$$

bo'lganligidan (3) tenglama bunday ko'rinish oladi:

$$2m_3W_3 = 2m_1W_1 + 2m_2W_2 - 2\cos\varphi\sqrt{2m_1W_1 2m_2W_2}$$

yoki

$$W_3 = \frac{m_1}{m_3}W + \frac{m_2}{m_3}W_2 - \frac{2\cos\varphi}{m_3}\sqrt{m_1m_2W_1W_2} \quad (5)$$

(1) va (5) dan W_3 energiyasini chiqarib tashlab, bombardimon qiluvchi zarrachalar kinetik energiyasi bilan olingan zarrachalar kinetik energiyasini bog'lovchi ushbu formulani olamiz:

$$W_1\left(\frac{m_3 - m_1}{m_3}\right) + Q = W_2\left(\frac{m_2 + m_3}{m_3}\right) - \frac{2\cos\varphi}{m_3}\sqrt{m_1m_2W_1W_2} \quad (6)$$

Bu erda Q=-1,18 M_{yev}. (6) ni cosφ ga nisbatan hal qilsak va son qiymatlarini o'rniga qo'ysak

$$\cos\varphi = \frac{m_2 + m_3}{2}\sqrt{\frac{W_2}{m_1m_2W_1}} - \frac{m_3 - m_1}{2}\sqrt{\frac{W_1}{m_1m_2W_2}} - \frac{m_3Q}{2\sqrt{m_1m_2W_1W_2}} = 0{,}59 \text{ va } \varphi \cong 54^0$$

22.32. 1) W_K= 8,75 M_{ev}. 2) $\varphi \cong 87^0$

22.33. 2) Q=-0,78 M_{ev}—reaksiya energiya yutish bilan bo'ladi. 3) $W_x = (Q)\frac{M+m}{M} = 1{,}04\ M_{ev}$,buvdagi M-tinch yadro massasi va t—bombardimon qiluvchi zarracha massasi.

22.34. W_x=1,52 M_{ev}. **22.35.**W_x=1,89Mev.

22.36.Q=-0,30 Mev. 3)W_x=0,35Mev, 4) W=W_x+Q=0,05 Mev.

22.37.1)Q=2,8 Mev; 2) υ=9,3-106 m/sek; W_α = 1,8 Mev.

22.38.W=1 Mev. **22.39.** hv=2,2 Mev. **22.40.** hv=16,6 Mev.

22.41. 2,3-104 *kvt-s.* **22.42**. M=31 *g*.
22.43. 2) Q=17,6 Mev 3) W=11,8-104 *kvt-s.*

23- §. Elementar zarrachalar. Zarracha tezlatgichlar

23.1.1) $N=2{,}2\cdot10^{16}$; 2) $N=1{,}1\cdot10^{16}$.
23.2.M=12 *m.a.b*. (grafit). **23.3.** 92%.
234.1) ≈100%; 2)1,9%,. ya`ni qo'rg'oshin qatlamida neytronlar tarkibida vodorod (masalan, parafin) bo'lgan moddaning tegishli qatlamidagiga qaraganda birmuncha bo'shroq tormozlanadi.
23.5. Qo'zg'almas protonga qarab uchuvchi neytronning v tezlik yo'nalishi zarrachalar uchuvchi to'g'ri burchak bissektrissasi bo'ladi.

Bunda mazkur zarrachalar tezligi birday bo'lib $\upsilon' = \frac{\upsilon\sqrt{2}}{2}$ ga teng.

Binobarin, energiya neytron bilan proton o'rtasida o'rta hisobda baravar taqsimlanadi.
23.6. Neytron har safar to'qnashganida kinetik energiyasi yarmiga kamayadi (bundan oldingi masalaga qarang). Binobarin, p to'qnashuvdan keyin neytron energiyasi $W = \left(\frac{1}{2}\right)^n W_0$,bo'ladi. Bundan $n\lg 2 = \lg\frac{W_0}{W} = \lg\left(2\cdot10^7\right)$ va $n = \frac{\lg\left(2\cdot10^7\right)}{\lg 2} = 24$ to'qnashuv

23.7. $q=2e=3{,}2\cdot10^{-19}k$. **23.8.** $\frac{q}{m} = 4{,}8\cdot10^7 k/kg$

23.9.1) $m=1{,}23\cdot10^{-30}$ *kg*; $\upsilon=2{,}02\cdot10^8$ *m/sek*; W=1,8·105 ev; $\frac{e}{m} = 1{,}3\cdot10^{11} k/kg$ 3) υ=2,52 108 *m/sek.*
23.10. Shartga ko'ra, $\frac{W}{W_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = 30$ bundan $\upsilon=2{,}998\cdot10^8$ *m/sek.*

Harakatdagi mezonning laboratoriya soati bo'yicha yashash vaqti $\tau' = \frac{\tau_0}{\sqrt{1-\beta^2}} = 30\tau^0$ Shu vaqt ichida mezon $l=\upsilon\tau'=\upsilon\cdot30\tau_0\cong1800$ *m* =18 *km* masofani o'tadi.
23.11. 8 marta.
23.12. 1) Har bir fotonning energiyasi W_0=0,51 Mev; 2)λ=0,024Å
23.13. hv energiyali γ-kvant juft zarrachaga aylansa, energiya saqlanish qonuniga binoan

$$hv=2m_0c^2+W_1+W_2$$

bundagi m_0c^2—har bir zarrachaning tinch holatdagi energiyasi, W_1 va W_2-zarrachalarning paydo bo'lish paytidagi kinetik energiyasi. Bunda m_0c^2=0,51 Mev, binobarin, 2 m_0c^2= 1,02 Mev. Unda $W_1 + W_2$ =

=(2,62—1,02) Mev = 1,60 Mev

23.14. Lorens kuchi $Bq\upsilon = \frac{m\upsilon^2}{R}$ bundan. $B = \frac{m\upsilon}{qR}$. Nisbiylik nazariyasining formulalariga muvofiq zarracha impulsi p=mυ, uning W kinetik energiyasi bilan $p = \frac{1}{c}\sqrt{W(W + 2m_0c^2)}$ nisbatda bog'langan, bundagi m_0-zarrachaning tinch holatdagi massasi. Bundan

$$B = \frac{1}{cqR}\sqrt{W(W + 2m_0c^2)} \quad (1)$$

Har bir zarrachaning kinetik energiyasi (bundan avvalgi masalaning echimiga qarang) W=2,34 Mev ekanligini ko'rsatish qiyin emas. (1) ga son qiymatlarini qo'ysak, B = 0,31 tl kelib chiqadi.

23.15. W=67,5 Mev **23.16.** 940 Mev.

23.17. t=273 m_0, bunda m_0—elektronning tinch holatdagi massasi,
2)υ=2,48·108 *m/sek.*

23.18. 1) $\nu = \frac{Bq}{2\pi m}$; a) ν=9,7·10^6 *gs*= 9,7 Mgs; b) ν=19,4 *Mgs*; v) ν=9,7 Mes.

23.19 1)W=$2\pi^2 m\upsilon^2 R^2$ 2) a) W=13,8 Mev, b) W=6,9 Mev; v) W=27,6 Mev

23.20.1) B=0,9 *tl*; 2) W=4,8 Mev.

23.21.1) B=1,8 *tl*; W=9,6 Mev; 2) B=1,8 *tl*, W=19,2 Mev.

23.22. 1 g radiy 1 *sek* da 3,7·10^{10} α-zarracha chiqaradi. 15 mka lik tok 1 sek dagi 4,7·10^{13} α-zarracha oqimiga muvofiq keladi. Shunday qilib, mazkur siklotron 1 g radiydan ming martadan ziyod mahsuldorroq.

23.23. $U = \frac{R^2B^2q}{2m} = 1{,}2 \cdot 10^7 v$ **23. 24**. R=0,36 *m*

23.25.1)Deytonlar va α-zarrachalar uchui B=1,3 *vb/m²*; protonlar uchun V=0,65 *vb/m²*.

2) Deytonlar, protonlar va α-zarrachalar uchun υ=3,13·10^7 m/sek. Siklotrondan uchib chiquvchi zarrachalar energiyasi bu zarrachalar uchun turlicha bo'ladi. Deytonlar uchun W=10,2 Mev, protonlar uchun W=5,1 Mev α-zarrachalar uchun W=20,4 Mev

3) Har to'la aylanishda zaryadlangan zarracha duantlar o'rtasidagi fazoni ikki marta bosib o'tadi, binobarin, ikki marta qo'shimcha impuls oladi. Shuning uchun N aylanishda zaryadlaigan zarracha tezlashtiruvchi potensial U'=2NU ga ekvivalent energiyaga ega bo'ladn, U-bundagi duantlar o'rtasiga berilgan potensiallar ayirmasi. Bundan $N = \frac{U'}{2U}$ Deytonlar va α-zarrachalar uchun N=68 va protonlar uchun N=34.

23.26.W= 188 Mav.

23.27. 1) $\frac{M}{M_0} = 1{,}1$ 2) $\beta = \frac{\upsilon}{c} = 0{,}44$ va $\upsilon = 1{,}32 \cdot 10^5$ *m/sek.*

23.28. 1) $B = \frac{2\pi m_0 \nu_0}{q} = \frac{2\pi m \nu}{q} = 1{,}62\ tl$

2) $\frac{\nu_0}{\nu} = \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}}$ bo'lganligidan

$$W = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1 \right) = \frac{m_0 c^2 (\nu_0 - \nu)}{\nu} = 300 Mev$$

23.29. 1) $\frac{T}{T_0} = 1{,}7$; 2) $\frac{T}{T_0} = 1{,}9$