

Fizik

1
kurs

MAVZU: Geometrik va to‘lqin optikasi bo‘limiga doir masalalar yechish

O‘qituvchi:

“TIQXMMI” MTU FIZIKA va KIMYO KAFEDRASI

fizika fani o‘qituvchisi O‘rinbayev Sharofiddin Maksudovich

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 dioptriya ifodalanadi.

Nur bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tayotganda yorug'likning sinish qonuni ro'y beradi:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n = \frac{v_1}{v_2},$$

bunda i – tushish burchagi, r -sinish burchagi, n -ikkinchi muhitning birinchi muhitga nisbatan sindirish ko'rsatkichi, v_1 va v_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 qoidasi ko'zgularniki singaridir. Bitta qilib qo'shilgan ikki yupqa linzaning optik kuchi quyidagiga teng:

$$D = D_1 + D_2,$$

bunda D_1 va D_2 – lizalarning optik kuchlari.

Ko'zgular va linzalardagi ko'ndalang kattalashtirish

$$k = \frac{y'}{y} = \frac{a_2}{a_1}$$

formula bilan aniqlanadi; bunda y -buyumning balandligi va y' -tasvirning balandligi.

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 masofasi, 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 xarakterlanadi:

$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$

I yorug'lik kuchiga ega bo'lgan nuqtaviy manba undan r masofasidagi yuzda

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}$$

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, $R = \rho E$, bundagi ρ - sochilish (qaytish) koeffitsienti.

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.

16-§. To'lqin optikasi

Doppler prinsipiga ko'ra qayd qiluvchi asbob qabul qilinadigan yorug'lik chastotasi ν' yorug'lik manbai yuboradigan ν chastota bilan quyidagi munosabatda bog'langan:

$$\nu' = \nu \sqrt{\frac{1 - \frac{g}{c}}{1 + \frac{g}{c}}}$$

bunda ν -qayd qiluvchi asbobning manbaga nisbatan nisbiy tezligi, c -yorug'lik tarqalishi tezligi. ν ning musbat qiymati yorug'lik manbaining uzoqlashishiga tog'ri keladi. $\nu \ll c$ da oldingi formulani taxminan quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\nu' \cong \nu \frac{1}{1 + \frac{g}{c}}$$

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 $L \gg d$ deb hisoblanadi.

Yassi-parallel plastinkalardagi (o'tuvchi yorug'likda) yorug'lik interferensiyasining natijasi quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

yorug'likning kuchayishi

$$2hn \cos r = 2k \frac{\lambda}{2} \quad (k=0,1,2,\dots),$$

yorug'likning susayishi

$$2hn \cos r = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \quad (k=0,1,2,\dots),$$

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)

$$r_k = \sqrt{kR\lambda} \quad (k=0,1,2,\dots)$$

va qorong'i halqalari radiuslari

$$r_k = \sqrt{(2k-1)R \frac{\lambda}{2}} \quad (k=0,1,2,\dots)$$

formulalari bilan aniqlanadi, bunda R -linzaning energilik radiusi.

Qaytgan yorug'likda yorug' va qorong'i halqalarining joylashuvi ularning o'tuvchi yorug'likdaxisiga qaraganda teskari bo'ladi.

Parallel nurlar dastasi normal tushganda tirqish difraksiyasida yoritilganlik minimumlarining vaziyati quyidagi shart bilan aniqlanadi:

$$\alpha \sin \varphi = \pm k\lambda \quad (k=1,2,3,\dots),$$

bunda α -tirqishning eni, φ -difraksiya burchagi va λ -tushayotgan yorug'lik to'liqining uzunligi.

Difraksion panjarada yorug'lik maksimumlari panjaraga tushirilgan normal bilan tashkil etuvchi orasidagi burchak φ quyidagi munosabatni qanoatlantiradigan yo'nalishlarda(yorug'lik panjaraga tik tushganida) kuzatiladi:

$$d \sin \varphi = \pm k\lambda \quad (k= 0,1,2,\dots),$$

bunda d -panjara doimisi, φ -difraksiya burchagi, λ -to'liqin uzunligi va k -spektr tartibi.

Panjara doimiysi yoki davri $d=1/N_0$, bunda N_0 -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 umumiy soni, k -spektr tartibi, λ va $\lambda+\Delta\lambda$ -panjaraga ajratiladigan bir-biriga yaqin ikki spektral chiziqlarning to'liqin 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:

$$I_{\perp} = 0,5I_0[\sin(i-r)/\sin(i+r)]^2,$$

va

$$I_{\parallel} = 0,5I_0[\operatorname{tg}(i-r)/\operatorname{tg}(i+r)]^2.$$

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_0 -tushaytgan tabiiy yorug'lik intensivligi; i -tushish burchagi va r -sinish burchagi.

Agar $i+r=90^{\circ}$ bo'lsa, $I_{\parallel}=0$ bo'ladi. Bu holda dielektrik ko'zguning i tushish burchagi n sindirish ko'rsatkichi bilan $\operatorname{tgi}=n$ munosabatda bog'langan (Bryuster qonuni).

Polyarizator va analizator orqali o'tuvchi yorug'lik intensivligi quyidagiga teng (Malyos qonuni):

$$I=I_0 \cos^2 \varphi,$$

bunda φ -polarizator bilan analizator bosh tekisliklari o'rtasidagi burchak, I_0 -polarizator orqali o'tgan yorug'lik intensivligi.

16.1. Quyosh spektri fotosuratga olinganida uning chap va o'ng chetlarida olingan spektrlardagi ($\lambda=5890\text{\AA}$) sariq spektral chiziq $0,08\text{ \AA}$ ga siljiganligi topilgan. Quyosh diskining chiziqli aylanish tezligi topilsin.

16.2. Agar α -zarrachalar dastasi bo'ylab kuzatilganida geliy chizig'ining ($\lambda=4922\text{ \AA}$) maksimal doppler siljishi 8 \AA ga teng bo'lsa, geliyli razryad trubkasining elektrodlari orasiga qanday potentsiallar ayirmasi qo'yilgan bo'ladi?

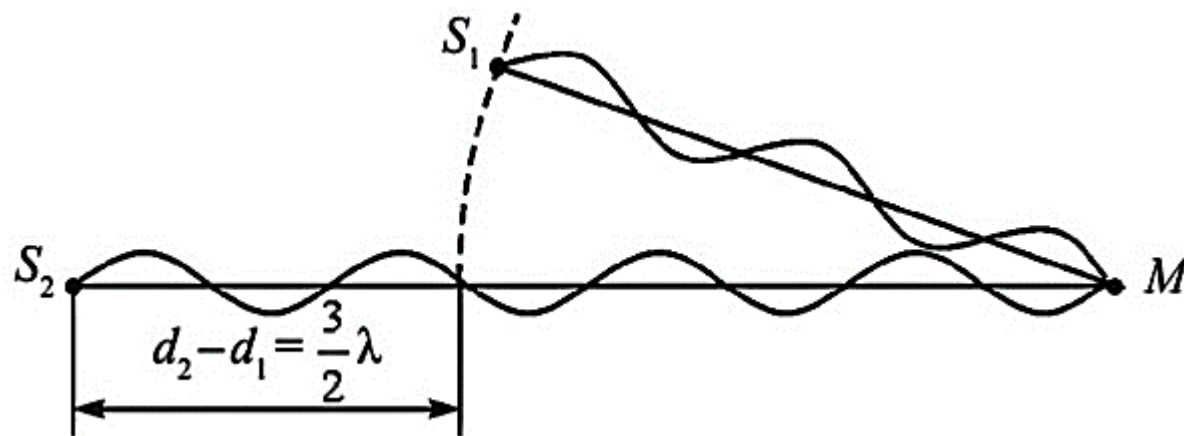
16.3. Andromeda « ϵ » yulduzning spektri fotosuratiga olinganda titan chizig'i ($\lambda=4,954 \cdot 10^5\text{ sm}$) spektrning binafsha uchi tomon $1,7\text{ \AA}$ ga siljiganligi topilgan. Yulduz Yerga nisbatan qanday harakat qiladi?

16.4. Agar yashil yorug'lik filtrini ($\lambda=5 \cdot 10^5\text{ sm}$) qizil yorug'lik filtriga ($\lambda=6,5 \cdot 10^5\text{ sm}$) almashtirilsa, Yung tajribasida ekrandagi qo'shni interferensiya yo'llari o'rtasidagi masofa necha marta oshadi?

16.5. Yung tajribasida to'lqin uzunligi $\lambda=6 \cdot 10^5\text{ sm}$ 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.

To'lqinlar interferensiyasi

Chastotalari teng va fazalar farqi o'zgarmas bo'lgan to'lqinlar kogerent to'lqinlar deyiladi. Kogerent to'lqinlar uchrashganda bir-birini kuchaytirishi yoki susaytirishi to'lqinlar **interfarensiyasi** deyiladi.

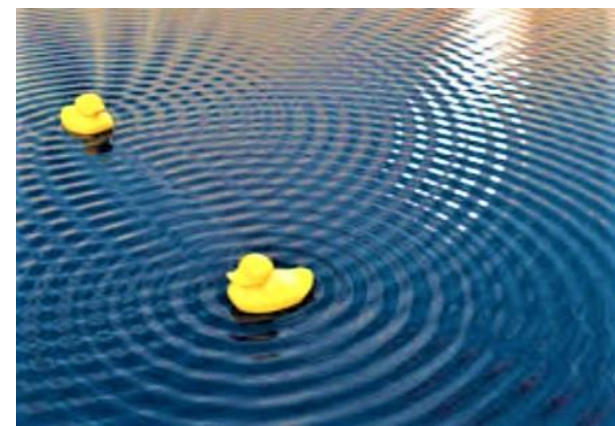


S_1 va S_2 kogerent to'lqinlar manbayi.

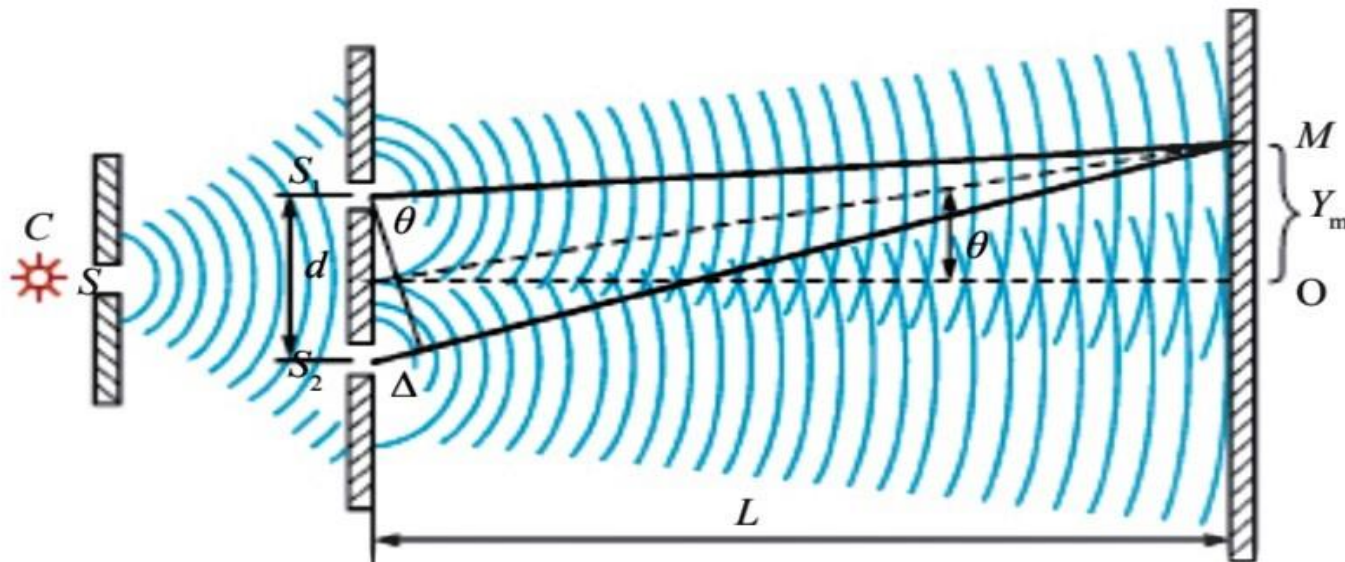
$d_2 - d_1 = \Delta d$ — to'lqinlarning yo'l farqi.

$\Delta d = 2k \frac{\lambda}{2}$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) tebranishlar kuchayadi.

$\Delta d = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$ ($k = 0, 1, 2, \dots$), tebranishlar susayadi.



Yung metodi

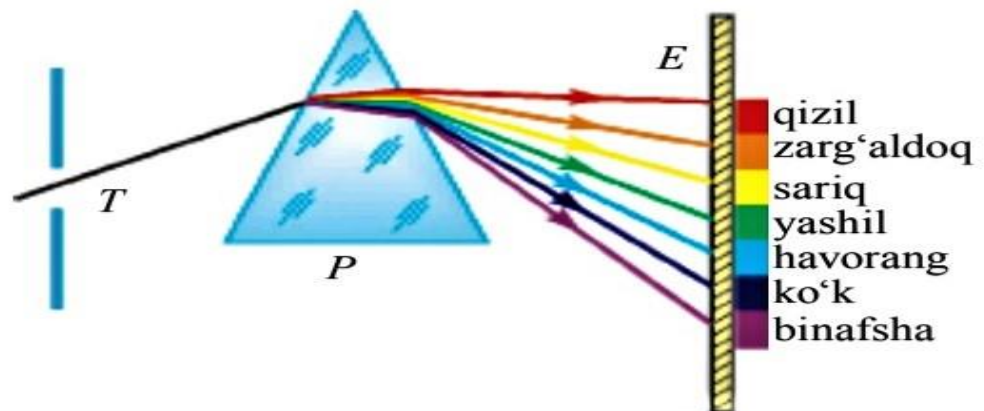
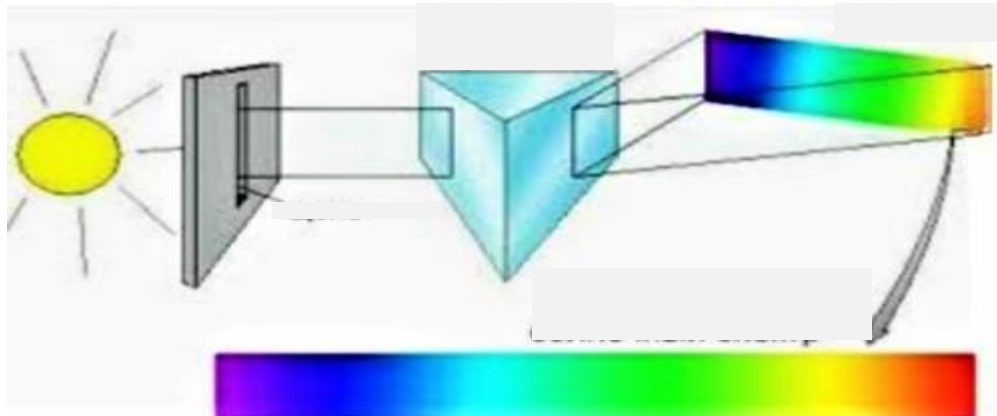


Yung tajribada to'liqin uzunligini aniq hisobladi.

Binafsha rang uchun $\lambda = 0,42 \mu m$;

Qizil rang uchun $\lambda = 0,7 \mu m$.

Nyuton tajribasi



Yorig'lik tezligi

Nyuton Quyoshdan keluvchi oq nur barcha rangli nurlarning yig'indisidan iborat ekanligini isbotladi.

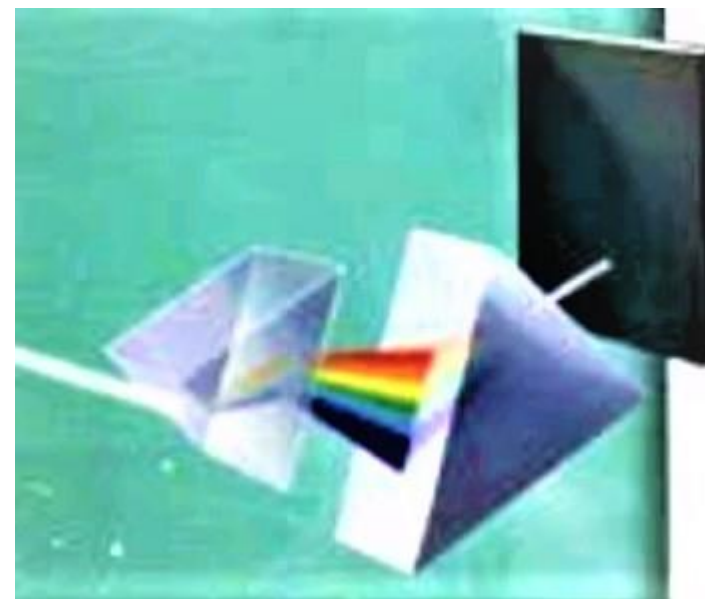
Yorug'lik fazoda juda katta tezlik bilan tarqaluvchi to'loqindir. Uning rangi chastotasiga bog'liq.

$$\lambda_q = 7,6 \cdot 10^{-7} m$$

$$\lambda_b = 3,8 \cdot 10^{-7} m$$

$$c = 3 \cdot 10^8 m/s$$

$$\vartheta = \lambda \nu$$



Dispersiya hodisasi

$n = \frac{c}{v}$ nur sindirish ko'rsatkichining yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liqligiga **dispersiya** deyiladi.

Suvda $v_q = 228\,000$ km/s , $v_b = 227\,000$ km/s

Sulfitda $v_q = 185\,000$ km/s , $v_b = 177\,000$ km/s



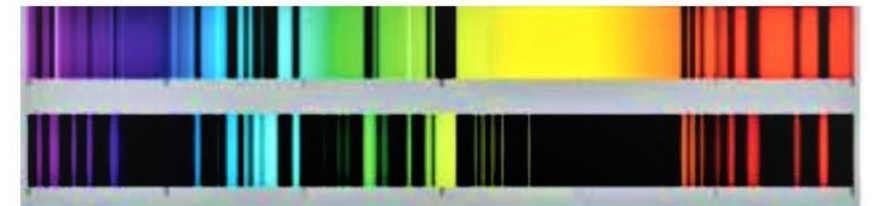
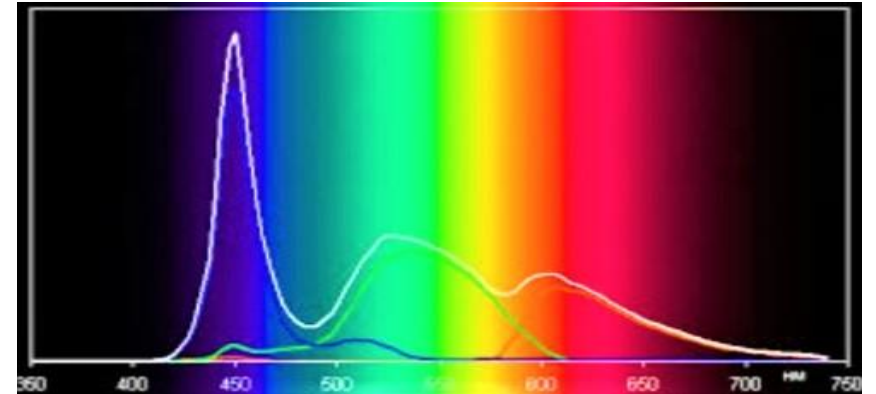
Spektrlar

Spektrlarning turlari.

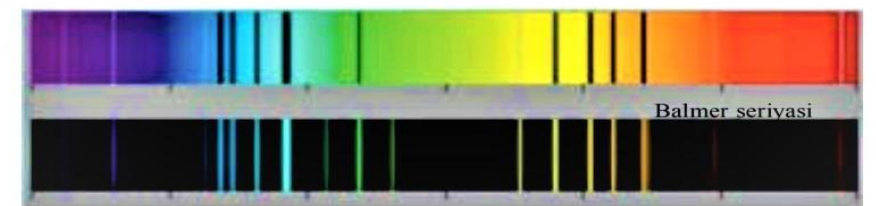
1. Tutash spektr. Quyosh va cho'g'lanma lampadan chiqqan yorug'lik tutash spektrga ega.

2. Polosali spektr. Ayrim bir-biriga bog'lanmagan yoki kuchsiz bog'langan molekulalar chiqaradi.

3. Chiziqli spektrlar. Bunday spektrni bir-biriga bog'lanmagan atomlar chiqaradi.



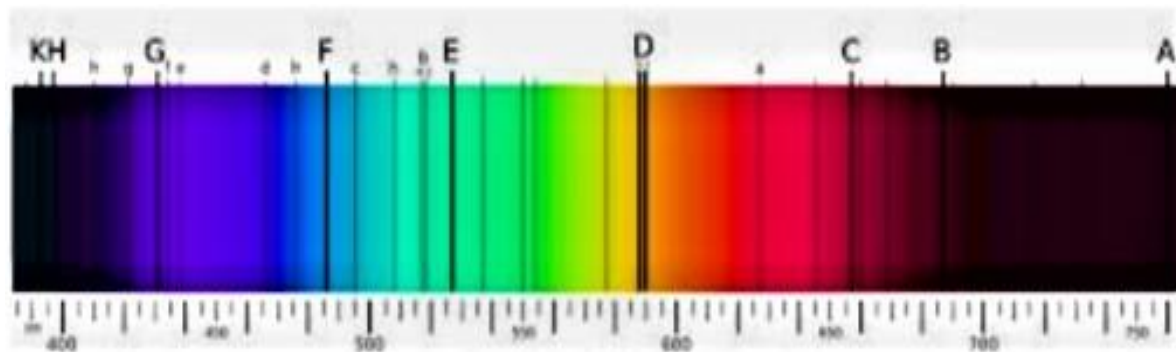
Stronsiy elementining spektri



Rux elementining spektri

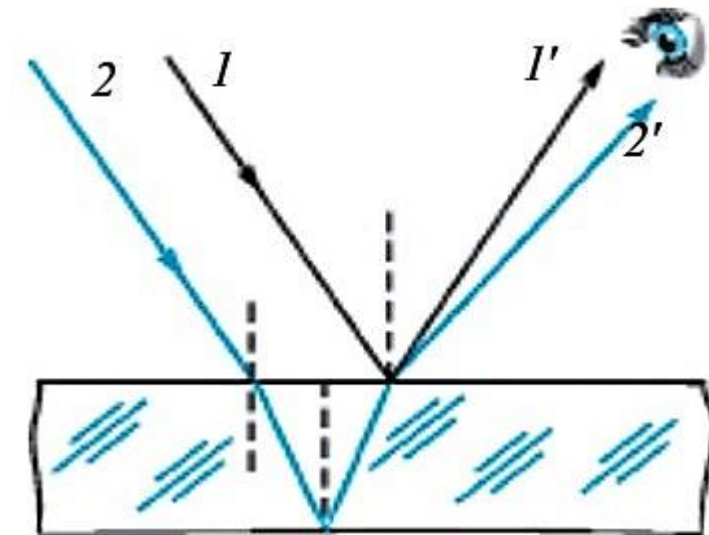
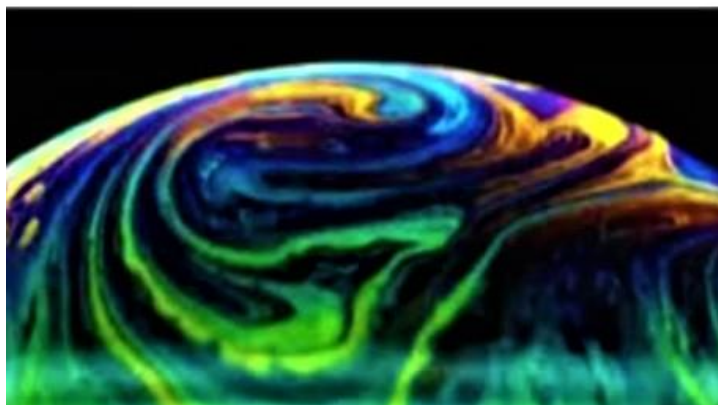
Spektral analiz

Spektrlariga ko'ra moddaning kimyoviy tarkibini aniqlashga **spektral analiz** deyiladi. Bu juda sezgir usul bo'lib, tekshirish uchun zarur bo'lgan modda massasi 10^{-10} g dan oshmaydi.



Yupqa plyonkadagi ranglar

Oq yorug'lik to'liq uzunligi **380** dan **760 nm** oraliqda bo'lgan to'liqlardan iborat bo'lganligidan qabul qiluvchining turli nuqtalarida bir-birini kuchaytiradi va rangli tasvir ko'rinadi.



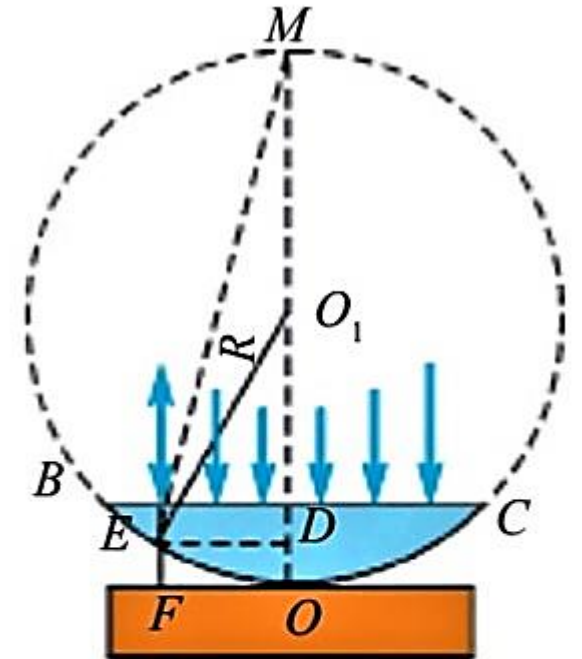
Nyuton halqalari

Yupqa plastina ustiga qavariq sirtga ega bo'lgan linza qo'yilgan bo'lsin.

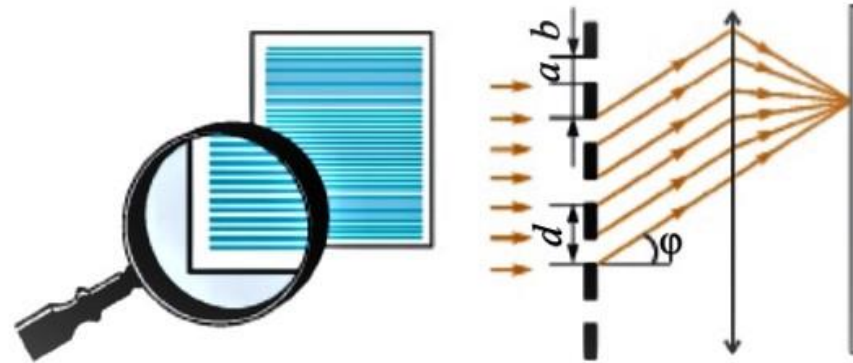
$$r_{yor} = \sqrt{\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda R} -$$

yorug' halqalar radiusi; R – linzaning egrilik radiusi, $m = 0, 1, 2, 3 \dots$

$$r_{qor} = \sqrt{m\lambda R} - \text{qorong'i halqalar radiusi.}$$



Yorug'lik difraksiyasi



To'lqinning o'z yo'lida uchragan to'siqni aylanib o'tishiga to'lqinlar difraksiyasi deyiladi.

$a + b = d$ difraksion panjara doimiysi yoki davri. $n = \frac{2k+1}{2}$

$$d \sin \varphi = n\lambda$$

$n = k$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) – difraksion maksimumlarning tartib raqami.

Masala

Difraksion panjaraga to'lqin uzunligi **500 nm** bo'lgan monoxromatik yorug'lik tushmoqda.

Ikkinchi tartibli spektr **30°** burchak ostida ko'rinsa, shu panjaraning domiysi nimaga teng?

Berilgan:

$$\lambda = 500 \text{ nm} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$n = 2$$

$$\varphi = 30^{\circ}$$

Formulasi:

$$d \sin \varphi = n\lambda$$

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \varphi}$$

Topish kerak: d —?

Yechilishi:
$$d = \frac{2 \cdot 500 \cdot 10^{-9}}{\sin 30^{\circ}} \text{ m} = \frac{10^{-6}}{0,5} \text{ m} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Javob: $d = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar

Kompyuter diski va lazer bilan interferensiya va difraksiyaga doir tajriba o'tkazing. Kuzatishlar asosida xulosa yozing.

