

Fizika

1
kurs

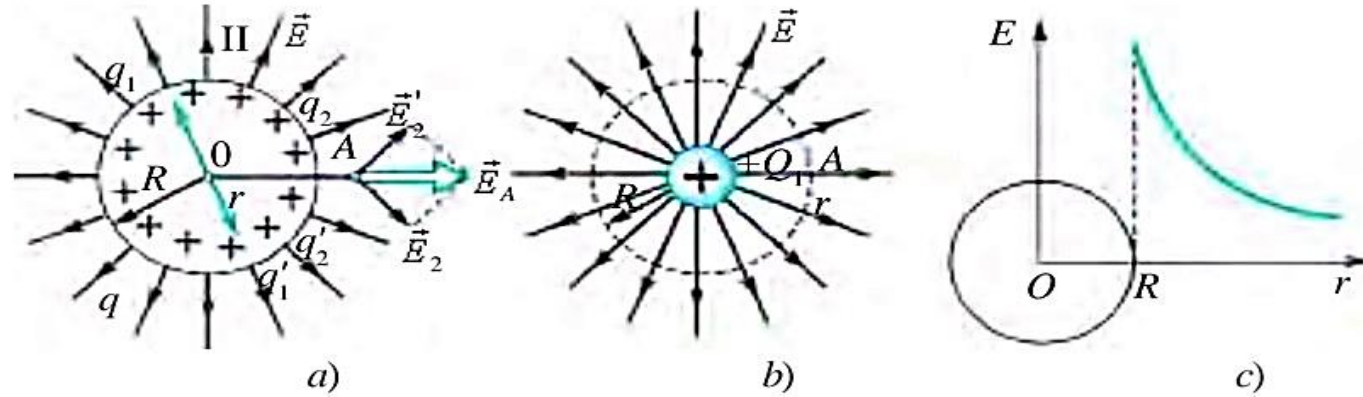
MAVZU: Elektrostatika bo'limiga doir masalalar yechish

O'qituvchi:

“TIQXMMI” MTU FIZIKA va KIMYO KAFEDRASI

fizika fani o'qituvchisi O'rinbayev Sharofiddin Maksudovich

Zaryadlangan sharning elektr maydoni



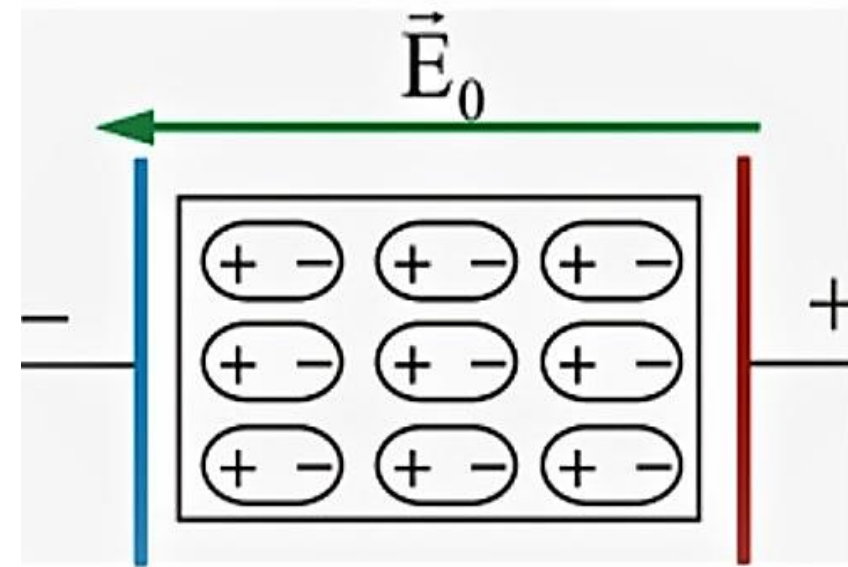
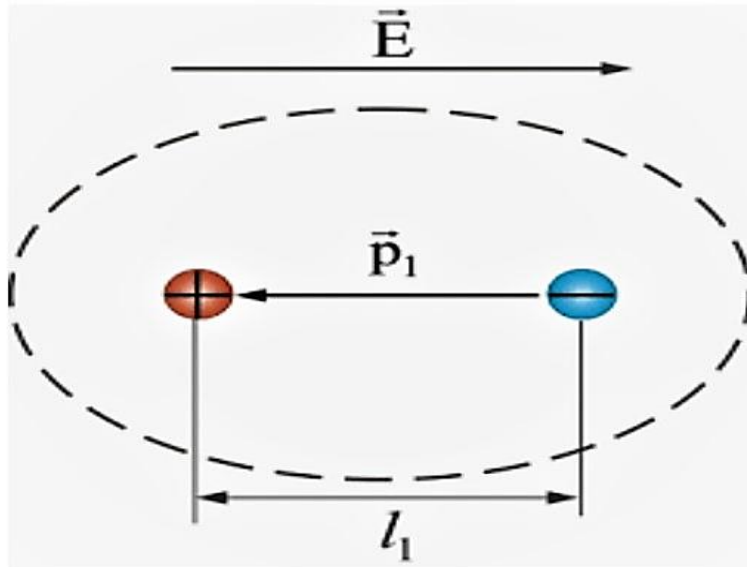
$$q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q'_1 + q'_2 + q'_3 \dots$$

Zaryadlangan sferaning ichida maydon kuchlanganligi nolga teng.

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2}; \quad E = \frac{|q|}{4\pi\epsilon_0 r^2} = k \cdot \frac{|q|}{r^2}$$

Dielektrikning qutblanishi

Musbat va manfiy zaryadlarning markazlari ustma-ust tushmasligi **dielektrikning qutblanishi** deyiladi.

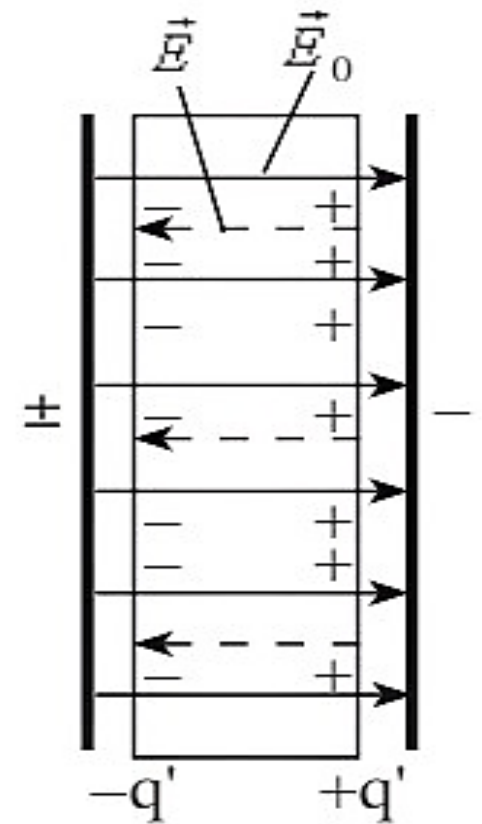


Dielektrik singdiruvchanlik

Dielektrik tufayli maydonning necha marta susayganligini ko'rsatadigan kattalik **dielektrik singdiruvchanlik** deyiladi.

$$\varepsilon = \frac{E_0}{E} \quad E = k \frac{|q|}{\varepsilon \cdot r^2} \quad F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon \cdot r^2}$$

Dielektrik singdiruvchanlik o'lchamsiz kattalikdir.



Masala

Radiusi 6 cm bo'lgan sharga 25 nC zaryad berilgan, shar sirtidan 4 cm uzoqlikdagi elektr maydon kuchlanganligini toping.

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}$$

Berilgan:

$$q = 25 \text{ nC} = 25 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$R = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$$

$$r = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}$$

Formula:

$$E = k \frac{q}{(R+r)^2}$$

Topish kerak: E —?

Yechish:
$$E = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{25 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{(0,06 \text{ m} + 0,04 \text{ m})^2} = 2250 \text{ N/C}$$

Javob:
$$E = 2250 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 2,25 \frac{\text{kN}}{\text{C}}$$

Masala

Ikkita nuqtaviy zaryad dielektrikning ichida 5 cm masofada qanday kuch bilan ta'sirlashsa, vakuumda 10 cm masofada shunday kuch bilan ta'sirlashadi. Dielektrikning dielektrik singdiruvchanligini aniqlang.

Berilgan:

$$r_1 = 5 \text{ cm}$$

$$r_2 = 10 \text{ cm}$$

$$\varepsilon_2 = 1$$

$$F_1 = F_2$$

Topish kerak: ε_1 —?

Yechish:
$$\varepsilon_1 = \frac{1 \cdot (10 \text{ cm})^2}{(5 \text{ cm})^2} = 4$$

Javob: $\varepsilon_1 = 4$

Formula:

$$F_1 = F_2$$

$$k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon_1 \cdot r_1^2} = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon_2 \cdot r_2^2}$$

$$\varepsilon_1 \cdot r_1^2 = \varepsilon_2 \cdot r_2^2$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\varepsilon_2 \cdot r_2^2}{r_1^2}$$

Mustaqil bajarish uchun topshiriqlar

1. Mavzuni o'qish va mavzuga oid savollarga javob yozish.
(120-bet)

2. Radiusi **15 cm** bo'lgan sharga **5 nC** zaryad berilgan, shar sirtidan **5 cm** uzoqlikdagi elektr maydon kuchlanganligini toping. $k = 9 \cdot 10^9 N \cdot \frac{m^2}{C^2}$

3. Ikkita nuqtaviy zaryad dielektrikning ichida **7,5 cm** masofada qanday kuch bilan ta'sirlashsa, vakuumda **25 cm** masofada shunday kuch bilan ta'sirlashadi. Dielektrikning dielektrik singdiruvchanligini aniqlang.

Kulon qonuni bo'yicha orasidagi masofaga nisbatan o'lchamlari kichik bo'lgan ikkita zaryadlangan jismning o'zaro ta'sir kuchi

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$$

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

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$$

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 $\sum q$ - 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

$$E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0\epsilon a}$$

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

$$E = \frac{\tau \sin\theta}{2\pi\epsilon_0\epsilon a}$$

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

$$E = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon_0\epsilon}$$

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

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon} \left(1 - \frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}} \right)$$

ga teng.

Qarama-qarshi ishora bilan zaryadlangan ikkita parallel cheksiz tekislik maydonining (yassi kondensator maydonining) kuchlanganligi

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon}$$

ga teng.

Zaryadlangan shar maydonining kuchlanganligi

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$$

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 $D = \epsilon_0\epsilon E = \sigma$ tenglikdan topiladi.

Elektr maydonning ikkita nuqtasi orasidagi potensiallar ayirmasi musbat zaryad birligini bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko'chirishda bajarilgan ishdan topiladi.

$$U_1 - U_2 = \frac{A}{q}$$

Nuqtaviy zaryad maydonining potentsiali

$$U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$$

ga teng, bunda r -zaryaddan to potentsiali aniqlanadigan nuqttagacha bo'lgan oraliq.

Elektr maydoni kuchlanganligi va potentsialning 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 potentsiallar ayirmasi, d -plastinkalar oralig'i.

Yakkalangan o'tkazgichning potentsiali 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.
Xususiyl 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

$$C=C_1+C_2+C_3+\dots;$$

Ketma-ket ulanganda esa

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

Zaryadlangan yakka o'tkazgichning energiyasi quyidagi uch formuladan bittasi orqali topilishi mumkin:

$$W = \frac{1}{2}qU, W = \frac{1}{2}CU^2, W = \frac{q^2}{2C}$$

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 potentsiallar 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. Vodород atomning yadrosi bilan elektroni orasidagi tortishish kuchi topilsin. Vodород 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 $2 \leq r \leq 10$ *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: 1) elektronlar uchun, 2) protonlar uchun yechilsin.

9.8. Ikkita nuqtaviy zaryad potensial elektrostatik energiyasining ular oralig'iga bog'lanish grafigi $2 \leq r \leq 10$ sm intervalda har 2 sm oraliqda qilib chizilsin. Zaryadlar $q_1=10^{-9}$ Kl va $q_2=3 \cdot 10^{-9}$ Kl; $\epsilon=1$. 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; $\epsilon=1$.

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.