

## 7-Amaliy mashg'ulot

**Mavzu:** Vakuumda elektrostatik maydon. Maydon kuchlanganligi.

Elektr maydoni potentsiali.

Zaryadni saqlanish qonuni:

$$q = eN_p + (-e)N_e,$$

Ya'ni zaryadlar o'rtasidagi kuch zaryadlarni birlashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'yicha yo'nalgan bo'ladi, kattaliklari teng va yo'nalishlari qarama-qarshi bo'ladi. Bu kuchlarning kattaligi  $q_1$  va  $q_2$  zaryadlarga to'g'ri proporsional va ular orasidagi  $r_{12}$  masofaning kvadratiga teskari proporsional:

$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2},$$

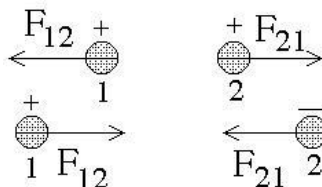
bu yerda  $k$ - proporsionallik koeffisienti bo'lib, o'lchov sistemasiga bog'liq va tajribada aniqlanadi. XB sistemasida u quyidagicha yoziladi:

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ ,  $\epsilon_0$ - doimiylikka elektr doimiysi deyiladi. Tajribada  $\epsilon_0$ -ning qiymati

uchun quyidagi natijani beradi:  $\epsilon_0 = 0,885 \cdot 10^{-11}$  F/ m. Bu yerda F/m elektr doimiysining o'lchov birligi. Kulon qonunini vektor ko'rinishida ham yozish mumkin.

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|\vec{r}_{12}}{r_{12}^3},$$

Bu yerda  $F_{12}$ - $q_2$  zaryad tomonidan  $q_1$  zaryadga ta'sir etuvchi kuch:  $r_{12}$ -  $q_1$  zaryaddan  $q_2$  zaryadga o'tkazilgan birlik vektor.



**1-rasm.**

1-Rasmda bu kuchning yo'nalishi ko'rsatilgan. Kuchlarning yo'nalishi zaryadning ishorasiga bog'liq.

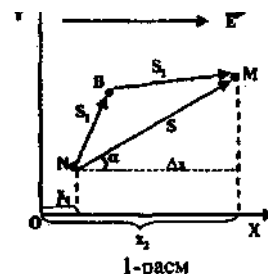
Elektr maydoni kuchlanganligi  $E = \frac{F}{q}$  formula bilan aniqlanadi, bunda  $F$  -  $q$  sinov zaryadga ta'sir etuvchi kuch. Nuqtaviy zaryadning maydon kuchlanganligi  $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$ . Bir qancha zaryadlar maydonining (masalan dipol maydonining) kuchlanganligi geometrik qo'shish qoidasi bo'yicha topiladi.

Zaryadlangan cheksiz uzun ip maydonining kuchlanganligi  $E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0\epsilon a}$  ga teng, bunda  $\tau$  - 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 chizqda  $a$  uzoqlikda yotgan nuqtadagi maydonning kuchlanganligi  $E = \frac{\tau \sin \theta}{2\pi\epsilon_0\epsilon a}$  ga teng bo'lib, bunda  $\theta$ -ipga o'tkazilgan normal yo'nalishi bilan tekshirilayotgan nuqtadan ip uchiga tushirilgan radius-vektor orasidagi burchak.

Zaryadlangan cheksiz tekislik maydonining kuchlanganligi  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon}$  ga teng, bunda  $\sigma$ -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  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon} (1 - \frac{a}{\sqrt{R^2 + a^2}})$  ga teng. Qarama-qarshi ishora bilan zaryadlangan ikkita parallel cheksiz tekislik maydonining (yassi kondensator maydonining) kuchlanganligi  $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon}$  zaryadlangan shar maydonining kuchlanganligi

Gauss teoremasi bo'yicha ixtiyoriy yopiq sirt orqali o'tgan kuchlanganlik oqimi  $N_E = \frac{\sum q}{\epsilon_0\epsilon}$  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.

Elektr maydoniga kiritilgan zaryadga maydon tomonidan elektr kuchi ta'sir qiladi. Bu kuch ta'sirida zaryad elektr maydon yo'nalishida ( $q>0$ , bo'lganda) yoki unga teskari yo'nalishda ( $q<0$ , bo'lganda) ko'chadi va bunda elektr maydoni ish bajaradi. Bu ishni aniqlaylik. Elektr zaryadi bir jinsli elektr maydonida joylashgan bo'lsin. Zaryadning koordinatasini aniqlash maqsadida XOY koordinata tekisligidan foydalanamiz. X o'qini maydon kuchlanganligi bilan bir tomonga yo'nalishda tanlaymiz (1-rasm). Musbat ishorali zaryadga maydon tomonidan ta'sir etayotgan kuch xam X o'qi bilan bir tomonga yo'nalgan bo'ladi. Agar maydondagi zaryad  $F=qE$  kuch ta'sirida s yo'l bo'ylab N nuqtadan M nuqtaga ko'chgan bo'lsa, uni ko'chirishda elektr kuchining bajargan ishi quyidagicha aniqlanadi:



$$A = FScos\alpha = qEScos\alpha \quad (1)$$

Bu yerda  $\alpha$  kuch bilan kuchish orasidagi burchak. Bu ifodaga asosan zaryadga ta'sir qilayotgan kuch yo'nalishi bilan zaryadning ko'chish yo'nalishi o'zaro perpendikulyar ( $\alpha=90^\circ$ ) bo'lsa, bu kuchning bajargan ishi nolga teng bo'ladi.

$Scos\alpha = x_2 - x_1 = \Delta x$  (1-rasm) ekanligidan (1) tenglik

$$A = qE\Delta x \quad (2)$$

ko'rinishga keladi. Endi elektrostatik maydonda  $q$  zaryadni NBM siiiik chiziq bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ishni hisoblaylik. Ish skalyar kattalik bo'lganligi uchun NBM yo'lda bajarilgan ish NB va VM yullarda bajarilgan ishlarning algebraik yig'indisiga teng bo'ladi,

$$A = A_1 + A_2 \quad (3)$$

Zaryadni ko'chirishdagi  $A_1$  va  $A_2$  ishlar xuddi zaryadni NM yo'l bo'ylab ko'chirishda bajarilgan ish kabi aniqlanadi ya'ni:

$$A_1 = qE\Delta x_1 \text{ va } A_2 = qE\Delta x_2 \quad (4)$$

$\Delta x_1$  va  $\Delta x_2$  mos ravishda  $s_1$  va  $s_2$  ko'chish vektor-larining X o'qdagi proeksiyalari. U holda (4) ifodalarga ko'ra (3) tenglik quyidagi ko'rinishga keladi:

$$A = qE(\Delta x_1 + \Delta x_2) = qE\Delta x \quad (5)$$

(5) ifodadan quyidagi xulosa kelib chiqadi. Bir jinsli elektr maydonida zaryadni ko‘chirishda bajarilgan ish kuchish yo‘lining shakliga bog‘liq bo‘lmay, faqat zarad kuchgan nuqtalarning boshlang‘ich va oxirgi vaziyatlari (ya’ni  $\Delta x$ )ga bog‘liq bo‘ladi, bunday maydon potensial maydon deyiladi. Demak, elektrostatik maydon potensial maydon ekan. SHuning uchun elektrostatik maydonda zaryadni yopik kontur bo‘ylab ko‘chirishda bajarilgan ish doimo nolga teng bo‘ladi. Bajargan ishi zaryadning harakat traektoriyasiga bog‘liq bo‘lmagan kuchga konservativ kuch deyiladi. Demak elektrostatik kuchi ham, xudsi og‘irlik, zlastiklik kuchlari kabi konservativ kuch hisoblanadi.

### **Elektr maydonidagi nuqtaviy zaryadning potensial energiyasi.**

Har qanday kuch ta’siri ostida turgan jism potensial energiyaga ega bo‘ladi. Elektr maydonida turgan har qanday zaryadlangan jism ham elektr kuchi ta’siri ostida turganligi uchun potensial energiyaga ega bo‘lishi kerak. Bajarilgan ish esa doim teskari ishora bilan olingan potensial energiyaning o‘zgarishiga teng bo‘ladi:

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -\Delta W_P \quad (6)$$

Bu tenglik elektr maydonining bajargan ishi va nuqtaviy zaryadning potensial energiyalari farqi orasidagi bog‘lanishni ifodalaydi. (2) ifodaga asosan  $A = -qE(x_1 - x_2)$  ko‘rinishda yozish mumkin. (2) va (6) ifodalardan quydagiga ega bo‘lamiz:

$$\Delta W_P = -qE\Delta x \quad (7)$$

Demak, bir jinsli elektr maydoniga kiritilgan nuqtaviy zaryad potensial energiyasining o‘zgarishi zaryad miqdoriga, maydon kuchlanganligiga va qaralayotgan nuqtalar orasidagi masofaga bog‘liq, bo‘ladi.

Maydon musbat ish bajarsa, maydondagi zaryadli jismning potensial energiyasi kamayadi ( $\Delta W_P < 0$ ).

Aksincha, maydon manfiy ish bajarsa, maydondagi zaryadli jismning potensial energiyasi oshadi ( $\Delta W_P > 0$ ).

Agar zaryadni elektrostatik maydondan cheksiz uzoqlashtirsak, maydon kuchlanganligi nolga intiladi va maydon bilan zaryad orasidagi o‘zaro ta’sir kuchi yo‘qoladi. Natijada zaryadning potensial energiyasi nolga teng bo‘ladi. Demak,

cheksiz uzoqlikda yotgan zaryadning potensial energiyasini nolinch sath deb tanlash mumkin.

Elektrostatik maydonni vakuumda  $q$  nuqtaviy zaryad hosil qilib turgan bo'lsa, undan  $r$  masofa uzoqlikdagi nuqtaga kiritilgan  $q_1$  zaryadning potensial energiyasi

$$W = \frac{qq_1}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (8)$$

ga teng bo'lib, bu formula nuqtaviy zaryadlarning o'zaro ta'sir potensial energiyasini ifodalaydi. Agap zaryad elektrostatik maydonni biror dielektrik ichida hosil qilib turgan bo'lsa unga kiritilgan  $q_1$  zaryadning potensial energiyasi  $\epsilon$  marta kamayadi, ya'ni

$$W = \frac{qq_1}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r} \quad (9)$$

Bu formulalardan bir xil ishoraga ega bo'lgan o'zaro ta'sirlashuvchi zaryadlarning o'zaro ta'sir potensial energiyasi doim musbat va har xil ishorali zaryadlarning o'zaro ta'sir potensial energiyasi manfiy ekanligi ko'rinadi. SHuningdek  $q_1$  zaryadni  $q$  zaryaddan cheksiz katta masofaga uzoqlashtirsak, ularning o'zaro ta'sir potensial energiyasi ham nolgacha kamayishligi kelib chiqadi.

(6) va (9) ifodalarga ko'ra  $q_1$  zaryadni maydon hosil qiluvchi  $q$  zaryaddan  $r_1$  masofa uzoqlikda yotgan nuqtadan  $r_2$  masofa uzoqlikda yotgan nuqtaga ko'chirishda elektr kuchlari

$$A = q_1 \left( \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_1} - \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_2} \right) \quad (9.1)$$

ga teng bo'lgan ishni bajaradi.

(9.1) ifodaning ikkala tomonini  $q_1$  ga bo'lib, maydonga kiritilgan birlik zaryadga to'g'ri keladi-gan potensial energiyaning ifodasini topamiz:

$$\frac{W_p}{q_1} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r} \quad (9.2)$$

(9.2) ifodadagi  $W/q$ , nisbat  $q_1$  sinash zaryadiga bog'liq bo'lmasdan  $q$  zaryad elektr maydonining undan  $r$  masofada joylashgan nuqtasini energetik tavsifi bo'lib xizmat qiladi. Bu nisbatga elektrostatik maydon potensiali ( $\varphi$ ) deb ataladi. (9.2) ifodadan: Maydonning biror nuqtasiga cheksiz uzoqlikdan kiritilgan zaryad olgan

potensial energiyasining shu zaryadning miqdori nisbatiga teng bo'lgan kattalikka maydonning shu nuqtadagi potentsiali deyiladi.

Kuchlanganlik elektr maydonini kuch tomonidan tavsiflovchi kattalikdir. Potensial esa elektr maydonini energiya tomonidan tavsiflovchi kattalikdir. Nuqtaviy  $q$  zaryadning potentsiali quyidagicha aniqlanadi:

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r} \quad (9.3)$$

Agar elektr maydonini bir nechta nuqtaviy zaryadlar  $\{q_1, q_2, \dots, q_n\}$  hosil qilayotgan bo'lsa, unga kiritilgan  $q_c$  zaryadning potensial energiyasi maydon hosil qiluvchi har bir zaryadning  $q_c$  zaryad bilan o'zaro ta'sir potensial energiyalarining algebraik yig'indisiga teng bo'ladi. U holda natijaviy maydon biror nuqtasining potentsiali quyidagiga teng bo'ladi.

$$\varphi = \frac{W_{p1} + W_{p2} + \dots + W_{pN}}{q_0} = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_N \quad (9.4)$$

Zaryadlar tizimining biror nuqtada hosil qilgan elektr maydonining potentsiali har bir zaryadning o'sha nuqtada hosil qilgan potentsiallarining algebraik yig'indisiga teng. Potensial skalyar kattalikdir. Musbat ishorali zaryadlar hosil qilgan elektr maydonining potentsiali musbat, manfiy ishorali zaryadlar hosil qilgan maydonning potentsiali esa manfiy ishora bilan olinadi.

Potensial tushunchasidan foydalanib,  $q_1$  zaryadni maydon hosil qiluvchi  $q$  zaryaddan  $q_1$  uzoqlikdagi nuqtadan  $g_2$  uzoqlikdagi nuqtaga ko'chirishda bajarilgan ishni topamiz:

$$A = q_1 \left( \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_1} - \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_2} \right) = q_1(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (9.5)$$

Bu ifodadagi  $\varphi_1 - \varphi_2$  ayirma nuqtalar orasidagi potentsiallar farqidan iborat bo'lib, unga elektr kuchlanish deyiladi va quyidagicha yoziladi:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 \quad (9.6)$$

Demak, elektrostatik maydonda zaryadni kuchirishda bajarilgan ish zaryadning miqdori bilan zaryad ko'chgan nuqtalar orasidagi kuchlanishning ko'paytmasiga teng ekan.

Potensial va potensiallar ayirmasining o'lchov birligi italyan olim Voltning sharafiga Volt (V) deb ataladi.  $\varphi = W/q$  dan  $1V = 1J/1Kl$  ga teng.

Ta'rifga ko'ra 1 Kl zaryadni elektr maydonning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga ko'chirishda maydoni 1J ish bajaradigan, nuqtalar potensial-larinipg ayirmasi 1V ga teng bo'ladi.

### **Mustaqil yech ish uchun masalalar:**

**7.1.** Zaryadlangan jismda  $25 \cdot 10^4$  ta ortiqcha elektroni bor. Jismning zaryadini hisoblang? (Javob:  $1,6 \cdot 10^{-14} C$ )

**7.2.** Vakuumda biri ikkinchisidan 10 sm masofada joylashgan va zaryadlari 250 nKl va 400 nKl bo'lgan ikki nuqtaviy zaryadlar orasidaga ta'sir kuchini toping (mN).

**7.3.** Vakuumda bir-biridan 2 sm masofada joylashgan 4 va 10 nKl zaryadga ega bo'lgan ikkita zarra o'zaro qanday kuch ta'sirlashadi (mN)?

**7.4.** Ikkita nuqtaviy zaryadning miqdori 2 martadan, ular orasidagi masofa ham 2 marta orttirilganda, o'zaro ta'sir kuchi qanday o'zgaradi?

**7.5.** Ikkita nuqtaviy zaryadlar orasidagi masofa 5 sm ga kamaytirilganda, ularning o'zaro ta'sir kuchi 4 marta ortdi. Zaryadlar orasidagi boshlang'ich masofani toping (sm)

**7.6.** Massalari 0.1 g dan bo'lgan bir xil sharchalar uzunligi 25 sm dan bo'lgan iplarga bir-biriga tekkizilgan holda osiltirib qo'yilgan. Sharchalarga bir xil zaryad berilganda, ular bir-biridan 5 sm uzoqlashdi. Sharchalarga qanchadan zaryad berilgan?

**7.7.** Zaryadlari mos ravishda 1.67 va 3.33 nKl bo'lgan ikki jism bir-biridan 20 sm masofada joylashtirilgan. Qanday masofaga -0.67 nKl zaryadli uchinchi jism joylashtirilsa, ular o'zaro muvozanatga keladi? Jismlar massalari hisobga olinmasa ham bo'ladi.

**7.8.** Vodorod atomining yadrosi bilan elektroni orasidagi tortishish kuchi topilsin. Vodorod atomining radiusi  $0,5 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ , yadro zaryadi elektron zaryadiga miqdor jihatidan teng va qarama-qarshi ishorali. (Javob:  $9,23 \cdot 10^{-8} \text{ N}$ )

**7.9.** Agar massasi 18 g bo'lgan suv elektronlarining 0,1 qismini yo'qotsa, qanday zaryad hosil bo'ladi (C)? (Javob:  $9,6 \cdot 10^4$ )

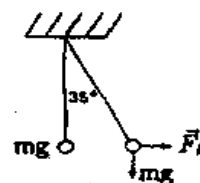
**7.10.** Agar NaCl kristallidagi ikkita qo'shni ion orasidagi o'rtacha masofa  $3 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$  bo'lsa, ular qanday kuch (nN) bilan ta'sirlashishini toping. (Javob: 2,56 nN)

**7.11.** Ikkita protonning nyuton tortishish kuchi ularning Kulon itarishish kuchidan necha marta kichik? Protonning zaryadi son jixatdan elektron zaryadiga teng. (Javob:  $1,25 \cdot 10^{36}$  marta)

**7.12.** Har birining og'irligi 0,2 kg bo'lgan ikkita zaryadlangan metal 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. (Javob:  $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ )

**7.13.** Ikkita nuqtaviy zaryadlar orasidagi masofa 5 sm ga kamaytirilganda, ularning o'zaro ta'sir kuchi 4 marta ortdi. Zaryadlar orasidagi boshlang'ich masofani toping (sm).

**7.14.** Chizmada ikkita bir xil metall sharchalarning zaryadlanishidan keyingi holatlari tasvirlangan. Sharchalarning o'zaro ta'sir kuchining qiymati necha Nyuton ekanligini aniqlang.  $m=10 \text{ g}$ ,  $\text{tg}35^\circ=0,7$



**7.15.**  $q_1 = -2 \mu\text{C}$  va  $q_2 = 4 \mu\text{C}$  bo'lgan nuqtaviy zaryadlar orasidagi masofa 2 sm. Shu zaryadlarning o'rtasidagi 6 mg massali,  $q_3 = -1 \mu\text{C}$  zaryadli zarracha qanday tezlanish ( $\text{m/s}^2$ ) oladi?

**7.16.** Elektr maydonining biror nuqtasidagi 120 mKl zaryadga 3 mN kuch ta'sir etayapti. Shu nuqtadagi maydon kuchlanganligini toping (V/m).

**7.17.** Bir jinsli elektrostatik maydonda  $2 \cdot 10^{-5} \text{ Kl}$  zaryadga 4 N kuch ta'sir etadi. Bu nuqtadagi maydon kuchlanganligini toping (V/m).



**7.18.** Vakuumba kuchlanganligi  $1 \text{ kV/m}$  bo'lgan maydonda joylashgan zaryadga ta'sir etuvchi kuch  $1 \text{ mN}$  bo'lsa, uning zaryad miqdori qancha bo'ladi?

**7.19.** Elektr maydon kuchlanganligi  $100 \text{ V/m}$  bo'lgan elektrostatik maydonda  $40 \text{ mKl}$  zaryadga ta'sir etuvchi kuch nimaga teng(N)?

**7.20.** Vertikal pastga yo'nalgan, kuchlanganligi  $1 \text{ kV/m}$  bo'lgan bir jinsli elektr maydonda zaryadi  $+1 \text{ nKl}$  va massasi  $0,1 \text{ mg}$  bo'lgan chang zarrasi harakatlanmokda. Zarraning tezlanishi nimaga teng ( $\text{m/s}^2$ )?

**7.21.**  $1 \cdot 10^{14} \text{ g}$  massali zaryadlangan tomchi, kuchlanganligi  $100 \text{ N/Kl}$  bo'lgan bir jinsli elektr maydonda muvozanatda turibdi. Tomchining zaryadini aniqlang (Kl).

**7.22.** Elektr maydoning biror nuqtasiga kiritilgan  $1,5 \text{ } \mu\text{Kl}$  zaryadga  $3 \text{ mN}$  ta'sir etadi. Bu nuqtaga  $2 \text{ } \mu\text{C}$  zaryad kiritilsa unga qanday kuch ta'sir etadi?

**7.23.** Nuqtaviy zaryad o'zidan  $10 \text{ sm}$  masofada  $800 \text{ N/C}$  elektr maydon kuchlanganligi hosil qiladi. Bu zaryadan  $20 \text{ sm}$  masofada elektr maydon kuchlanganligi qanday bo'ladi?

**7.24.** Nuqtaviy zaryadan  $1 \text{ m}$  masofada hosil bo'lgan elektr maydon kuchlanganligi  $10 \text{ N/C}$  ga teng. Bu zaryadan qanday masofada elektr maydon kuchlanganligi  $1000 \text{ N/C}$  bo'ladi?

**7.25.** Izoliyatsiyalangan ipga osilgan  $0,4 \text{ gr}$  massali, zaryadi  $C$  bo'lgan sharcha gorizonttal yo'nalgan bir jinsli elektr maydoniga kiritilganda ip vertikal bilan  $45^\circ$  burchak hosil qildi. Elektr maydon kuchlanganligini aniqlang.

**7.26.** Tomini  $0,1 \text{ m}$  bo'lgan kvadrat uchlariga  $q, 2q, 3q, 4q$  nuqtaviy zaryadlar birin ketin joylashtirildi. Agar  $q=3 \text{ nC}$  bo'lsa, kvadrat markazidagi elektr maydon kuchlanganligini aniqlang?

**7.27.** To'g'ri burchakli uchburchakning o'tkir burchakli uchlariga  $+2 \text{ nC}$  va  $-2 \text{ nC}$  nuqtaviy zaryadlar joylashtirilgan. To'g'ri burchak uchidagi elektr maydon kuchlanganligini aniqlang? Katetlari  $3 \text{ sm}$  va  $4 \text{ sm}$ .

**7.28.** Kichik sharcha elastik prujinaga osilgan va elektr maydon kuchlanganligi  $50 \text{ kN/C}$  bo'lgan bir jinsli elektr maydonda joylashgan. Sharchaga  $4 \text{ } \mu\text{C}$  zaryad berilganda prujina uzunligi  $5 \text{ mm}$  ga qisqardi. Elektr maydon

kuchlanganligi chiziqlari vertikal yuqoriga yo'nalgan bo'lsa, prujinaning bikirligi qanday.

**7.29.** Radiusi 1sm bo'lgan mis shar moyga tushirilgan. Agar shar  $36 \cdot 10^3 \text{ N/C}$  bir jinsli elektr maydonda muvozanatda turgan bo'lsa, uning zaryadi qanday? 1.30. Kuchlanganlik chiziqlari vertikal yuqoriga yo'nalgan. Misning zichligi  $8900 \text{ kg/m}^3$ , moyning zichligi  $900 \text{ kg/m}^3$

**7.31.** Shudring tomchilari bir xil zaryadlangan 216 ta tuman tomchilarining qo'shilishidan hosil bo'lgan. Shudring tomchisining sirtidagi maydon kuchlanganligi tuman tomchisining sirtidagi maydon kuchlanganligidan necha marta katta?

**7.32.** 2 nC dan bo'lgan 3 ta musbat nuqtaviy zaryad teng tomonli uchburchak uchlarida joylashgan. Uchburchakning tomoni 30 sm ga teng. Bu uchburchakka tetraedrning uchidagi elektr maydon kuchlanganligini aniqlang?

**7.33.** Radiusi 10 sm bo'lgan ingichka o'tkazgich halqa tekis zaryadlangan, halqaning umumiy zaryadi 5 nC ga teng. Halqaning o'qida, halqa markazidan 10 sm masofadagi elektr maydon kuchlanganligini aniqlang?

**7.34.** Bir jinsli elektr maydonda plastinkadan 3 m masofada turgan  $6 \mu\text{C}$  zaryadga 15 N elektr kuchi ta'sir qilayotgan bo'lsa, bu maydon kuchlanganligi (kV/m) qanday?

**7.35.** Zaryad miqdori  $+q$  va  $+9q$  bo'lgan ikkita zaryad bir-biridan 8 sm masofada joylashgan. Elektr maydon kuchlanganligi nolga teng bo'lgan nuqta birinchi zaryaddan qanday masofada (sm) joylashgan?

**7.36.** Tomonlari  $a$  bo'lgan kvadratning uchlariga manfiy bir xil  $q$  zaryadlar joylashtirilgan. Kvadrat markazida elektr maydon kuchlanganligi nimaga teng?

**7.37.** Zaryad miqdori  $+16 \text{ nC}$  va  $+36 \text{ nC}$  bo'lgan ikkita zaryad bir – biridan 40 sm masofada joylashgan. Ikkinchi zaryaddan qanday masofada (sm) ular hosil qilayotgan elektr maydon kuchlanganligi nolga teng bo'ladi?

**7.38.** To'g'ri burchakli uchburchakning katetlari  $a$  va  $b$  ga teng. shu uchburchakning o'tkir burchaklariga  $q$  zaryadlar qo'yilgan. Shu uchburchakning to'g'ri burchagi uchida hosil bo'ladigan elektr maydon kuchlanganligini toping.

**7.39.** Zaryad miqdori  $-20\text{ nC}$  va  $+80\text{ nC}$  bo'lgan ikkita zaryad bir – biridan  $60\text{ sm}$  masofada joylashgan. Ikkinchi zaryaddan qanday masofada (sm) ular hosil qilayotgan elektr maydon kuchlanganligi nolga teng bo'ladi?

**7.40.**  $q_1 = -2\text{ }\mu\text{C}$  va  $q_2 = 4\text{ }\mu\text{C}$  bo'lgan nuqtaviy zaryadlar orasidagi masofa  $2\text{ sm}$ . Shu zaryadlarning o'rtasidagi  $6\text{ mg}$  massali,  $q_3 = -1\text{ }\mu\text{C}$  zaryadli zarracha qanday tezlanish ( $\text{m/s}^2$ ) oladi?

**7.41.** Neytral metal jismga ingichka sterjen tegizilishi natijasida jismdan  $2 \cdot 10^{20}$  ta elektron olindi. Bunda u qanday zaryadlangan?

**7.42.** 2 ta jismningbiriga  $25 \cdot 10^9$  ta elektron yetishmaydi, ikkinchisida esa  $5 \cdot 10^{10}$  ta ortiqcha elektron bor. Jismlar birlashtirilganda umumiy zaryad qanday (nC) bo'ladi?

**7.43.** Elektr maydon kuchlanganligi  $2,5\text{ kV/m}$ , orasidagi masofa  $4\text{ mm}$  bo'lgan parallel plastinkalar maydonida elektron bir plastinkadan ikkinchi plastinkaga etib bordi. Bajarilgan ishni aniqlang (J).

**7.44.** Maydon kuchlanganligi  $2 \cdot 10^8\text{ N/Kl}$  bo'lgan bir jinsli elektr maydonda zaryadni  $2\text{ sm}$  masofaga ko'chirishda  $0,012\text{ J}$  ish bajarildi. Zaryad miqdorini toping.

**7.45.** Ikkita bir xil musbat  $1 \cdot 10^{-8}\text{ Kl}$  nuqtaviy zaryad vakuumda bir-biridan  $100\text{ sm}$  masofada turibdi. Zaryadlarni bir-biriga  $50\text{ sm}$  gacha yaqinlashtirish uchun qancha ish bajarish kerak.

**7.46.** Bir jinsli elektr maydon kuchlanganligi  $1000\text{ V/m}$  va bu maydon  $2\text{ m}^3$  suv ichida joylashgan. Bu maydonning energiyasini ( $\mu\text{J}$ ) hisoblang. Suv uchun dielektrik singdiruvchanlik 81 ga teng.

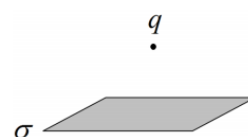
**7.47.** Cheksiz uzunlikdagi plastinkada zaryadning sirt zichligi  $354\text{ nC/m}^2$  bo'lsa, shu plastinkaning maydon kuchlanganligini ( $\text{kV/m}$ ) toping.

**7.48.** Musbat zaryadlangan,  $3\text{ g}$  massali metall sharcha ingichka ipga osilgan. Sharchaning zaryadi  $20\text{ }\mu\text{C}$ . Sharcha yuqoriga yo'nalgan bir jinsli elektr maydoniga kiritilganida ipdagi taranglik kuchi 3 marta kamaydi. Elektr maydon kuchlanganligini ( $\text{kV/m}$ ) toping.

**7.49.** Massasi  $0,18\text{ g}$  va moddasining zichligi  $1800\text{ kg/m}^3$  bo'lgan musbat zaryadlagan sharcha zichligi  $900\text{ kg/m}^3$  bo'lgan suyuq dielektrida muallaq holatda

turibdi. Dielektrikdagi bir jinsli elektr maydonning kuchlanganligi 45 kV/m bo'lib, yuqoriga vertikal yo'nalgan. Sharchaning zaryadini (nC) toping.

**7.50.** Rasmda tasvirlangan tekislik zaryadining sirt zichligi  $8,85 \cdot 10^{-10} \text{ C/m}^2$ . Massasi 1 mg bo'lgan zarra tekislik ustida muallaq turib qolgan bo'lsa, zarraning zaryadi ( $\mu\text{C}$ ) qancha bo'lgan?



**7.51.** Maydonning potentsiali 2 mV bo'lgan nuqtasida 1 C zaryadning potensial energiyasini toping (mJ).

**7.52.**  $7 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  zaryad kuchlanganligi  $6 \cdot 10^5 \text{ V/m}$  bo'lgan bir jinsli elektr maydonda kuchlanganlik chizig'iga  $60^\circ$  burchak ostida 8 cm masofaga ko'chirildi. Zaryadni ko'chirishda maydon bajargan ishni (J) toping.

**7.53.** 0,01 kg massali sharcha 1,7 nC zaryadga ega. Agar sharchaga faqat elektr kuchlari ta'sir qilayotgan bo'lsa, kuchlanganligi  $3 \cdot 10^4 \text{ V/m}$  bo'lgan bir jinsli elektr maydonida qanday tezlanish ( $\text{cm/s}^2$ ) bilan harakat qiladi?

**7.54.** Avval bir elektron to'xtatildi, ikkinchi elektron esa  $v$  boshlang'ich tezlik bilan uzoqlikdan yaqinlasha boshladi. Bu elektronlar qanday eng qisqa masofaga yaqinlashadilar?

**7.55.** Havoda bir biridan 60 sm masofada joylashgan  $2 \mu\text{C}$  va  $3 \mu\text{C}$  nuqtaviy zaryadlarni 30 sm masofagacha yaqinlashtirish uchun qancha ish bajarish kerak.

**7.56.** Elektr maydonga kiritilgan elektron 10 kV potentsiallar farqini o'tganda elektr maydon kuchlari ta'sirida qanday tezlikka erishadi.

**7.57.** Vakuumda  $q_1 = -10 \text{ nKl}$  va  $q_2 = 20 \text{ nKl}$  nuqtaviy zaryadlar o'zaro ta'sirlashmolda. Ularni tutashtiruvchi to'g'ri chizikda ikkinchi zaryaddan qanday masofalarda (sm) maydon potentsiali nolga teng bo'ladi? Zaryadlar orasidagi masofa 42 sm ga teng.

**7.58.** Elektronning tezligi  $2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$  dan  $4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$  gacha ortgan bo'lsa, yo'l boshidagi va oxiridagi nuqtalar orasidagi elektr maydon potentsialini aniqlang?

**7.59.** Bir biriga parallel joylashgan plastinkalardan birining zaryadi  $q=12 \text{ pC}$  ikkinchisini esa 4 marta katta. Har bir plastinkaning yuzi  $200 \text{ sm}^2$ , oralaridagi masofa  $6 \text{ sm}$  bo'lsa, plastinkalar orasidagi potentsiallar farqini aniqlang?

**7.60.** Massasi  $10 \text{ mg}$ ,  $2 \text{ nC}$  zaryadli zarracha uzoq masofadan  $10 \text{ sm}$  radiusli og'ir shar tomon yaqinlashmoqda. Zaryadlangan sharining zaryadi  $1 \mu\text{C}$  bo'lsa, zarrachaning qanday minimal tezligida (uzoq masofadagi) u shar sirtigacha yetib keladi?

**7.61.** Elektronning boshlang'ich tezligi "0" ga teng bo'lsa, kuchlanganligi  $91 \text{ V/m}$  bo'lgan bir jinsli elektr maydonda  $0,5 \text{ sm}$  masofani qancha vaqtda o'tadi.

**7.62.** Gorizontal joylashgan metal plastinkalar orasida, zaryadi "e" bo'lgan yog' tomchisi muallaq turibdi. Plastinkalarga berilgan potentsiallar farqi  $500 \text{ V}$  ular orasidagi masofa  $5 \text{ sm}$ , moyning zichligi  $900 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa tomchining radiusini aniqlang?

**7.63.** Gorizontal joylashgan ikki yassi parallel metal plastinkalar orasida, quyi plastinkadan  $10 \text{ sm}$  masofada zaryadlangan sharcha muallaq turibdi. Plastinkalar orasidagi potentsiallar farqi  $400 \text{ V}$ . Agar plastinkalar orasidagi potentsiallar farqi bir onda  $200 \text{ V}$  gacha kamaytirilsa sharcha qancha vaqtdan so'ng quyi plastinkaga uriladi.

**7.64.** Oralaridagi masofa  $1 \text{ sm}$  bo'lgan ikki vertikal plastinkalar orasiga  $0.1 \text{ g}$  massali sharcha osilgan, plastinkalarga  $1 \text{ kV}$  potentsiallar farqi berilganda ip vertikalidan  $30^\circ$  burchakka og'di. Sharchaning zaryadini aniqlang?

**7.65.** Uzunligi  $0.5 \text{ sm}$  bo'lgan dielektrik tayoqcha uchlariga  $+10 \text{ nC}$  va  $-10 \text{ nC}$  zaryad berilgan kichik sharchalar mahkamlangan. Tayoqcha oralaridagi masofa  $10 \text{ sm}$  bo'lgan gorizontal joylashgan metal plastinkalar orasiga kiritildi. Tayoqcha  $0,01 \text{ N}$  kuchga chiday olsa, plastinkalar orasidagi potentsiallar farqining qanday minimal qiymatida tayoqcha uzulib ketadi. Sharchalar va tayoqcha massasi hisobga olinmasin.

**7.66.** Massasi  $10^{-8} \text{ gramm}$  bo'lgan chang zarrasi gorizontal joylashgan ikkita yassi plastinka orasida muvozanatda turibdi. Plastinkalar orasidagi

masofa 5 sm ga teng, potentsiallar farqi esa 6 kV, zaryadi  $1,6 \cdot 10^{-16}$  C ga kamaytirilsa u muvozanatda qolishi uchun plastinkalar orasidagi potentsiallar farqini qanchaga oshirish kerak?

**7.67.** Har birining zaryadi  $2 \cdot 10^{-10}$  C dan bo'lgan, 1 mm radiusli 10 ta mayda suv tomchilari qo'shilib, bitta katta tomchi hosil bo'ldi. Katta tomchining potentsialini aniqlang.

**7.68.** Sferik shakldagi, har birining potentsiali 3 V bo'lgan 100 ta mayda tomchilar birlashib, huddi shu shakldagi bitta tomchi hosil bo'ldi. Hosil bo'lgan tomchining potentsialini aniqlang.

**7.69.** 5 kV potentsiallar farqi yordamida tezlatilgan elektronlar oqimi ikki parallel metal plastinkalar orasiga uchib kiradi. Plastinkalar uzunligi 5 sm, plastinkalar orasidagi masofa 1 sm bo'lsa, elektronlar plastinkalar o'rtasidan uchib o'ta olmasligi uchun, ularga qanday minimal potentsiallar farqi qo'yish kerak?