

## 7-Amaliy mashg‘ulot

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

Elektr maydoni potensiali.

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:

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

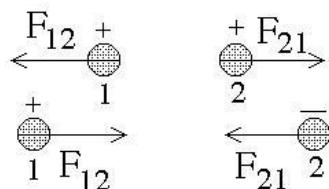
Bu yerda  $k$ - proporsionallik koeffisienti bo‘lib, o‘lchov sistemasiga bog‘liq va tajribada aniqlanadi. XB sistemasida u quyidagicha yoziladi:

$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ ,  $\epsilon_0$ - 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<sub>2</sub> zaryad tomonidan q<sub>1</sub> zaryadga ta’sir etuvchi kuch:  $r_{12}$ - q<sub>1</sub> zaryaddan q<sub>2</sub> 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

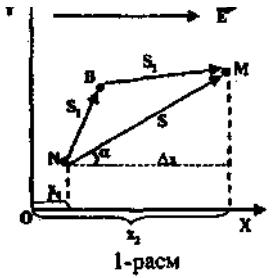
$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2} \cdot$  Bir qancha zaryadlar maydonining (masalan dipol maydonining) kuchlanganligi geometrik qo'shish qoidasi bo'yicha topiladi.

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 chiziqa  $a$  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  $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon}$  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 induksiyanining 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 tanlayiiz (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:



$$A = FS \cos \alpha = qES \cos \alpha \quad (1)$$

Bu yerda  $\alpha$  kuch bilan kuchish orasidagi burchak. Bu ifodaga asosan zaryadga ta'sir kilayotgan 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.

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

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

ko'rinishga keladi. Endi elektrostatik maydonda  $q$  zaryadni NBM siiik 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‘laman kuchga konservativ kuch deyiladi. Demak elektrostatik kuchi ham, xudsi og‘irlilik, 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‘zgarishita 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 znergiyasining 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 nolinchi 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 energiyacini 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 ( $\phi$ ) deb ataladi. (9.2) ifodadan: Maydonning biror nuqtasiga cheksiz uzoqlikdan kiritilgan zaryad olgan

potensial energiyasining shu zaryadning mqdori nisbatiga teng bo‘lgan kattalikka maydonning shu nuqtadagi potensiali deyiladi.

Kuchlanganlik elektr maydonini kuch tomonidan tavsiflovchi kattalikdir. Potensial esa elektr maydonini energiya tomonidan tavsiflovchi katta-likdir. Nuqtaviy q zaryadning potensiali quyidagicha aniqlanadi:

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

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 potensiali 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 potensiali har bir zaryadning o‘sha nuqtada hosil qilgan potensiallarining algebraik yig‘indisiga teng. Potensial skalyar kattalikdir. Musbat ishorali zaryadlar hosil qilgan elektr maydonining potensiali musbat, manfiy ishorali zaryadlar hosil qilgan maydon-ning potensiali esa manfiy ishora bilan olinadn.

Potensial tushunchasidan foydalanib,  $q_1$  zaryadni maydon hosil qiluvchi  $q$  zaryaddan  $q_1$  uzoqlikdagi nuqtadan  $g_2$  uzoqlikdagi nuqtaga ko‘chirishda baja-rilgan ishni topamiz:

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

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

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

Demak, elektrostatik maydotsda zaryadni kuchiriшда bajarilgan ish zaryadning miqdori bilan zaryad ko‘chgan nuqtalar orasidagi kuchlanishning ko‘paytmasiga teng ekan.

Potensial va potensiallar ayirmasining o'lchov birligi italyan olim Voltaning 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 zariadini 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'lган 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'lган 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'lган bir xil sharchalar uzunligi 25 sm dan bo'lган 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'lган 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 ishoralidir.(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:  $9.6 \cdot 10^4$ )

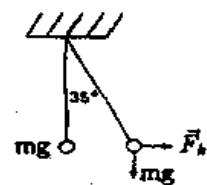
**7.10.** Agar NaCl kristallidagi ikkita qo‘shni ion orasidagi o‘rtacha masofa  $3 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$  bo‘lsa, ular qanday kuch (nN) bilan ta’sirlashishini toping. (Javob: 2.56 nN)

**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.  $m=10 \text{ g}$ ,  $\tan 35^\circ=0,7$



**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  $120 \text{ mKl}$  zaryadga  $3 \text{ mN}$  kuch ta’sir etayapti. Shu nuqtadagi maydon kuchlanganligini toping ( $\text{V/m}$ ).

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

**7.18.** Vakuumda kuchlanganligi 1 kV/m bo'lgan maydonda joylashgan zaryadga ta'sir etuvchi kuch 1 mkN bo'lsa, uning zaryad miqdori qancha bo'ladi?

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

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

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

**7.22.** Elektr maydoning biror nuqtasiga kiritilgan  $1.5 \mu Kl$  zaryadga 3 mN ta'sir etadi. Bu nuqtaga  $2 \mu C$  zaryad kiritilsa unga qanday kuch ta'sir etadi?

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

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

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

**7.26.** Tomini 0.1 m bo'lgan kvadrat uchlariga  $q$ ,  $2q$ ,  $3q$ ,  $4q$  nuqtaviy zaryadlar birin ketin joylashtirildi. Agar  $q=3 nC$  bo'lsa, kvadrat markazidagi elektr maydon kuchlanganligini aniqlang?

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

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

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

**7.29.** Radiusi 1sm bo'lган mis shar moyga tushirilgan. Agar shar  $36 \cdot 10^3$  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'lган. Shudring tomchisining sirtidagi maydon kuchlanganligi tuman tomchisining sirtidagi maydon kuchlanganligidan necha marta katta?

**7.32.** 2 nC dan bo'lган 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'lган ingichka o'tkazgich halqa tekis zaryadlangan, halqaning umumiyligi 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 ( $\text{kV/m}$ ) qanday?

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

**7.36.** Tomonlari a bo'lган 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'lган 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 topping.

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

**7.40.**  $q_1 = -2 \mu\text{C}$  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?

**7.41.** 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 ( $\text{nC}$ ) bo'ladi?

**7.43.** Elektr maydon kuchlanganligi  $2,5 \text{ kV/m}$ , orasidagi masofa 4 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 sm masofaga ko'chirishda 0,012 J ish bajarildi. Zaryad miqdorini toping.

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

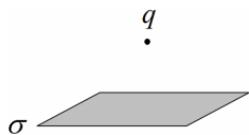
**7.47.** Cheksiz uzunlikdagi plastinkada zaryadning sirt zichligi  $354 \text{ nC/m}^2$  bo'lsa, shu plastinkaning maydon kuchlanganligini ( $\text{kV/m}$ ) toping.

**7.48.** Musbat zaryadlangan, 3 g massali metall sharcha ingichka ipga osilgan. Sharchaning zaryadi  $20 \mu\text{C}$ . Sharcha yuqoriga yo'nalgan bir jinsli elektr maydoniga kiritilganida ipdagagi 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  $45 \text{ kV/m}$  bo‘lib, yuqoriga vertikal yo‘nalgan. Sharchaning zaryadini ( $\text{nC}$ ) toping.

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



**7.51.** Maydonning potensiali  $2 \text{ mV}$  bo‘lgan nuqtasida  $1 \text{ C}$  zaryadning potensial energiyasini toping ( $\text{mJ}$ ).

**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  $8 \text{ cm}$  masofaga ko‘chirildi. Zaryadni ko‘chirishda maydon bajargan ishni ( $\text{J}$ ) toping.

**7.53.**  $0,01 \text{ kg}$  massali sharcha  $1,7 \text{ nC}$  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  $60 \text{ sm}$  masofada joylashgan  $2 \mu\text{C}$  va  $3 \mu\text{C}$  nuqtaviy zaryadlarni  $30 \text{ sm}$  masofagacha yaqinlashtirish uchun qancha ish bajarish kerak.

**7.56.** Elektr maydonga kiritilgan elektron  $10 \text{ kV}$  potensiallar 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’sirlashmokda. Ularni tutashtiruvi to‘g‘ri chizikda ikkinchi zaryaddan qanday masofalarda ( $\text{sm}$ ) maydon potensiali nolga teng bo‘ladi? Zaryadlar orasidagi masofa  $42 \text{ sm}$  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 potensialini 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 sm bo'lsa, plastinkalar orasidagi potensiallar farqini aniqlang?

**7.60.** Massasi 10 mg,  $2\text{nC}$  zaryadli zarracha uzoq masofadan 10 sm radiusli og'ir shar tomon yaqinlashmoqda. Zaryadlangan sharning 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 V/m bo'lган bir jinsli elektr maydonda 0,5 sm masofani qancha vaqtida o'tadi.

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

**7.63.** Gorizontal joylashgan ikki yassi parallel metal plastinkalar orasida, quyi plastinkadan 10 sm masofada zaryadlangan sharcha muaalaq turibdi. Plastinkalar orasidagi potensiallar farqi 400 V. Agar plastinkalar orasidagi potensiallar farqi bir onda 200 V gacha kamaytirilsa sharcha qancha vaqtadan so'ng quyi plastinkaga uriladi.

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

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

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

masofa 5 sm ga teng, potensiallar farqi esa 6 kV, zaryadi  $1,6 \cdot 10^{-16}$  C ga kamaytirilsa u muvozanatda qolishi uchun plastinkalar orasidagi potensiallar 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 potensialini aniqlang.

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

**7.69.** 5 kV potensiallar 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 potensiallar farqi qo'yish kerak?