

8-Amaliy mashg‘ulot

Mavzu: Elektr maydonida dielektriklarning xususiyatlari. Elektr maydonida o‘tkazgichlar. Elektr sig‘imi. Kondensatorlar.

Elektrostatik maydon potensiali. Elektrostatik maydon kuchlanganligi va potensiallar ayirmasi orasidagi bog‘lanish. Elektrostatik maydonda potensial va potensiallar farqini hisoblash.

$$A = q_1 \left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_1} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_2} \right) \quad (8.1)$$

bajarilgan ish formulasi.

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

$$\frac{W_p}{q_1} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r} \quad (8.2)$$

(8.2) 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 (φ) deb ataladi. (8.2) 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:

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad (8.3)$$

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.

$$\varphi = \frac{W_{P_1} + W_{P_2} + \dots + W_{P_N}}{q_0} = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_N \quad (8.4)$$

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:

$$A = q_1 \left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_1} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_2} \right) = q_1 (\varphi_1 - \varphi_2) \quad (8.5)$$

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

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 \quad (8.6)$$

Demak, elektrostatik maydotsda zaryadni kuchiriqda bajarilgan ish zaryadning miqdori bilan zaryad ko'chgan nuqtalar orasidagi kuchlanishning ko'paytasiga 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.

Yakkalangan o'tkazgich zaryadi va potensiali orasidagi bog'lanish. Elektr sig'imi. Kondensatorlar. Sodda kondensatorlar sig'imirini hisoblash.

Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash.

$$\frac{W_p}{q_1} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r}$$

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

$$\varphi = \frac{W_{P1} + W_{P2} + \dots + W_{PN}}{q_0} = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_N$$

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

$$U = \varphi_1 - \varphi_2$$

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$

$$C = \frac{\sigma S}{Ed}$$

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

$$C = \frac{4\pi\epsilon_0 r_1 r_2}{r_2 - r_1}$$

$$C_{um} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

$$\frac{1}{C_{YM}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Zaryadlangan o'tkazgich va kondensatorning xususiy energiyasi. Qo'zg'almas nuqtaviy zaryadlar sistemasi energiyasi. Elektr maydon energiyasi.

$$A = q\varphi/2$$

$$A = C\varphi^2/2$$

$$A = q^2/2C$$

$$W_{kon} = \frac{q(\varphi_1 - \varphi_2)}{2} = \frac{C(\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

$$W_{kon} = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{\epsilon_0\epsilon SE^2 d^2}{2d} = \frac{\epsilon_0\epsilon E^2}{2} V$$

$$w = \frac{W}{V} = \frac{\epsilon_0\epsilon E^2}{2V} V = \frac{\epsilon_0\epsilon E^2}{2}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar:

8.1. 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.

8.2. Elektr maydonga kiritilgan elektron 10 kV potensiallar farqini o'tganda elektr maydon kuchlari ta'sirida qanday tezlikka erishadi.

8.3. Vakuumda $q_1=-10$ nKl va $q_2=20$ nKl nuqtaviy zaryadlar o'zaro ta'sirlashmokda. Ularni tutashtiruvi to'g'ri chizikda ikkinchi zaryaddan qanday masofalarda (sm) maydon potensiali nolga teng bo'ladi? Zaryadlar orasidagi masofa 42 sm ga teng.

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

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

8.6. Massasi 10 mg, 2nC 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?

8.7. Elektronning boshlang'ich tezligi "0" ga teng bo'lsa, kuchlanganligi 91 V/m bo'lgan bir jinsli elektr maydonda 0,5 sm masofani qancha vaqtda o'tadi.

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

8.9. 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 vaqtdan so'ng quyi plastinkaga uriladi.

8.10. Oralaridagi masofa 1 sm bo'lgan ikki vertikal plastinkalar orasiga 0.1 g massali sharcha osilgan, plastinkalarga 1 kV potensiallr farqi berilganda ip vertikaldan 30° burchakka og'di. Sharchaning zaryadini aniqlang?

8.11. Uzunligi 0.5 sm bo'lgan dielektrik tayoqcha uchlariga $+10nC$ va $-10nC$ zaryad berilgan kichik sharchalar mahkamlangan. Tayoqcha oralaridagi masofa 10sm bo'lgan 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.

8.12. Massasi 10^{-8} gramm bo'lgan 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?

8.13. 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.

8.14. 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.

8.15. 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'rtaidan uchib o'ta olmasligi uchun, ularga qanday minimal potensiallar farqi qo'yish kerak?

8.16. Havoda joylashgan sig'imi 5 pF bo'lgan metal sharga 0.18 μ C zaryad berildi. Uning potensiali qanday bo'ladi.

8.17. Yassi havo kondensatori plastinkalari kvadrat shaklida va vakuumda bir biridan 0,88 mm masofada joylashgan. Agar kondensatorning sig'imi 1 pF bo'lsa kvadratning tomonini aniqlang?

8.18. Yassi havo kondensatorining sig'imi 1 μ F. Plastinkalar orasidagi fazo

dielektrik singdiruvchanli 2 ga teng bo'lgan parafin bilan to'ldirilsa uning sig'imi qanday bo'ladi.

8.19. Sig'imi $0.25 \mu\text{F}$ bo'lgan kondensator 100 V potensiallar farqigacha zaryadlangan. Kondensator zaryadini aniqlang?

8.20. Sig'imi $2\mu\text{F}$ bo'lgan kondensatordagi kuchlanish 4 V ga kamaytirildi. Kondensatorning zaryadi qanchaga kamayadi.

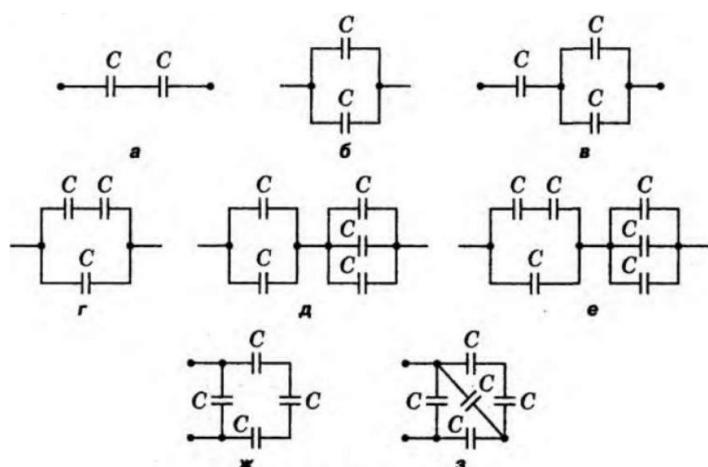
8.21. Havoda joylashgan metal sharga $2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ zaryad berilganda uning potensiali 18 kV ga teng bo'ldi. Sharning elektr sig'imini aniqlang?

8.22. Diametri 20 m bo'lgan havo shari havoga ishqalanish natijasida 300 kV potensialgacha zaryadlangan. Yerning elektr maydon kuchlanganligi 100V/m ga teng bo'lsa, Yerning elektr maydoni tomonidan sharga qanday kuch ta'sir qiladi.

8.23. Yassi havo kondensatori 200 V doimiy kuchlanish manbaiga ulangan. Plastinkalr orasidagi masofa 1sm dan 2 sm gacha ortirilsa, ular orasidagi elektr maydon kuchlanganligi qanchaga kamayadi.

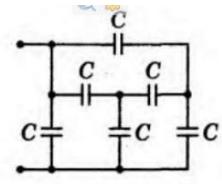
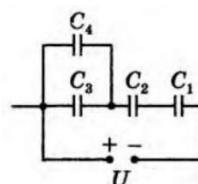
8.24. Yassi kondensator qoplamlari orasidagi masofa 2 sm. Plastinkalar 100 V potensiallar farqigacha zaryadlangan. Zaryad o'zgarmagan holda, plastiklar orasidagi masofa 6 sm ga ortirilsa qoplamar orasidagi potensiallar farqi necha V ga teng bo'ladi.

8.25. Quyidagi rasmida keltirilgan kondensatorlar sistemasining sig'imini aniqlang. Barcha kondensatorlarning sig'imi $1 \mu\text{F}$ ga teng.



8.26. Ikkita kondensatorning parallel ulangandagi sig'imi $8 \mu\text{F}$, ketma-ket ulangandagi sig'imi $1,5 \mu\text{F}$ ga teng bo'lsa, bu kondensatorlar sig'imini aniqlang?

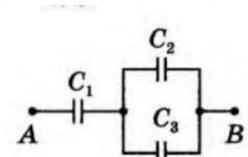
8.27. Quyidagi rasmida tasvirlangan kondensatorlar sistemasining umumiyligini aniqlang. Barcha kondensatorlar sig'imi bir hil $2 \mu\text{F}$ ga teng.



8.28. Sig'imi 20 pF bo'lgan yassi havo kondensatori qoplamlari orasidagi masofa 1 mm ga teng. Kondensator 400 V potensiallar farqigacha zaryadlangan bo'lsa, kondensator qoplamlari bir biriga qanday kuch bilan tortiladi.

8.29. $3 \mu\text{F}$ sig'imi kondensator 300 V kuchlanishgacha zaryadlandi va $2 \mu\text{F}$ sig'imi 200 V kuchlanishgacha zaryadlangan kondensatorga parallel ulandi. Kondensatorlarda qanday kuchlanish qaror topadi.

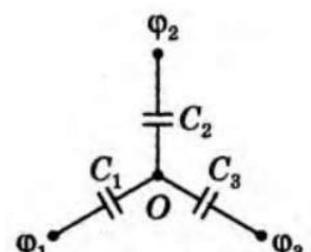
8.30. Quyidagi rasmida tasvirlangan kondensatorlardan tuzilgan elektr zanjirining A va B nuqtalar orasidagi potensiallar farqi 18 V , $C_1=2\mu\text{F}$, $C_2=4\mu\text{F}$, $C_3=6\mu\text{F}$ ga teng bo'lsa, kondensatorlar zaryadini aniqlang?



8.31. Radiuslari 15 mm va 45 mm bo'lgan o'tkazgich sharlar bir biridan yetarlicha uzoq masofada joylashgan, 90V va 20 V potensialgacha zaryadlangan. Sferalar ingichka o'tkazgich orqali tutashtirilsa, sferalardagi potensial qanday bo'ladi?

8.32. 100 kV potensialgacha zaryadlangan 5 sm radiusli shar ingichka o'tkazgich yordamida 6 cm radiusli zaryadlanmagan sharga tutashtirildi. Ular xavoda joylashgan bo'lasa, har bir sharning zaryadini aniqlang?

8.33. Sig'imi $C_1=1 \mu\text{F}$, $C_2=2 \mu\text{F}$, $C_3=4 \mu\text{F}$ bo'lgan, zaryadlanmagan kondensatorlar "yulduzcha" shaklida ulandi quyidagi rasm va kondensatorlarning bo'sh uchlari manbadan zaryadlandi. Ulardagi potensiallar $\varphi_1=2 \text{ V}$, $\varphi_2=1 \text{ V}$, $\varphi_3=-1 \text{ V}$ ga teng bo'ldi. O nuqtadagi potensialni aniqlang.



8.34. Yassi kondensatorning qoplamlari yuzasi 600 sm^2 va moy shimdirilgan qog'oz bilan ajratilgan. Kondensator zaryadi $2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, dilektrik qalinligi 2 mm bo'lsa,

kondensator energiyasini aniqlang. Qog'ozning dielektrik singdiruvchanligi 2 ga teng.

8.35. 1500 V potensialgacha zaryadlangan, 10 sm radiusli metal shar Yerga ulansa, qancha issiqlik miqdori ajraladi?

8.36. Kondensator zaryadlandi va manbadan uzib, huddi shunday sig'imli zaryadlanmagan kondensatorga parallel ulandi. Kondensatorlar sistemasining energiyasi necha marta kamayadi?

8.37. Fotoaparatning chaqnovchi lampasi 300 V kuchlanishgacha zaryadlangan $800 \mu\text{F}$ sig'imli kondensator bilan taminlangan. Suratga olish paytida ekspozitsiya vaqtি 2.4 ms bo'lsa, lampaning o'rtacha quvvatini aniqlang.

8.38. Sig'imi 100 pF va 2400 pF kondensatorlar ketma-ket ulandi. Kondensatorlardagi kuchlanishi 150V bolsa, kondensatorlar sistemasining energiyasini aniqlang?

8.39. 20 ta paralel ulangan kondensatorlar batareyasini zaryadlashda 10 J issiqlik miqdori ajraldi. Har bir kondensatorning sig'imi $4 \mu\text{F}$ bo'lsa, kondensatorlardagi kuchlanishni aniqlang.

8.40. Ketma-ket ulangan $2 \mu\text{F}$ va $3 \mu\text{F}$ sig'imli ikkita kondensator doimiy kuchlanish manbaidan zaryadlandi, so'ngra manbadan uzib, zaryadsizlantirildi. Razryadlanish jarayonida 1.5 mJ energiya ajraldi. Kondensatorlarning razryadlanishgacha bo'lган zaryadini toping.

8.41. Zaryadlangan yassi havo kondensatori qoplamlari orasidagi masofa 0.1 mm , energiyasi esa 10^{-8} J . Qoplamlarning o'zaro ta'sir kuchini aniqlang?

8.42. Qoplamlari orasidagi masofa 2 sm , qoplamlar yuzasi 200 sm^2 ga teng bo'lган yassi kondensator 3 kV kuchlanishgacha zaryadlangan va tok manbaidan uzelgan. Keyin qoplamlar orasidagi masofa 5 sm gacha oshirildi. Qoplamlarni uzoqlashtirishda bajarilgan ishni aniqlang.

8.43. Qoplamlari orasidagi masofa 1 sm , qoplamlar yuzasi 200 sm^2 ga teng bo'lган yassi kondensator 2 kV kuchlanishgacha zaryadlangan va tok manbaidan uzelgan. Keyin qoplamlar orasiga dielektrik singdiruvchanligi 2.6 ga teng bo'lган dielektrik to'ldirildi. Kondensator energiyasi o'zgarishini aniqlang.

8.44. Payvandlash qurilmasi kondensatorining sig’imi 1 mF , kuchlanish 1200 V ga yetganda impuls uzatadi(kondensator tok beradi). Impuls davomiyligi $1 \mu\text{s}$ bo’lsa, razryadlanishning o’rtacha foydali quvvatini aniqlang. Qirilmaning FIK 4% ga teng.

8.45. Kichik musbat zaryadlangan sharch gorizontal joylashgan yassi kondensator qoplamlari orasidan, qoplamlardan bir xil masofada to’g’ri chiziq bo’ylab uchib o’tadi(og’masdan). Kondensatorlarga kuchlanish oshirilganda, bu sharcha harakat yo’nalishidan og’gani va chiqish paytida qoplamlardan biriga urinib o’tgani aniqlandi. Sharchaning kondensator qoplamlari orasidagi uchush vaqtı 0.5 s , qoplamlar orasidagi masofa 25 sm bo’lsa, kondensator energiyasi necha marta ortgan?

8.46. Dielektrik singdiruvchanligi 2 ga teng bo’lgan muxitdagি kuchlanganligi 10^6 V/m bo’lgan elektr maydon energayasining zichligini aniqlang.

8.47. Plastinkalari orasidagi elektr maydon energiya zichligi $17,7 \cdot 10^{-6} \text{ J/m}^3$ bo’lgan havo kondensatoridagi kuchlanganlik necha V/m ga teng bo’ladi?

8.48. Plastinkalari orasidagi masofa $0,8 \text{ mm}$ bo’lgan yassi kondensator 80 V kuchlanishgacha zaryadlangan. Agar plastinkalar orasidagi muhitning dielektrik singdiruvchanligi 2 ga teng bo’lsa, kondensator elektr maydoni energiyasi zichligini (J/m^3) toping.

8.49. Agar 1 mkF sig’imli kondensator energiyasi unga parallel ulangan 5 mkF sig’imli kondensator energiyasidan $0,02 \text{ J}$ kam bo’lsa, ulargaqanday kuchlanish berilgan.

8.50. Yassi havo kondensatorida har bir plastinka-ning yuzi 100 sm^2 , ular orasidagi masofa 1 sm bo’lsa, elektr mandon kuchlanganligi 200 kV/m bo’lganda, uning energiyasi qancha bo’ladi.

8.51. Simni payvandlash uchun 2000 V kuchlanishgacha zaryadlangan 2000 mkF sig’imga ega bo’lgan kondensator ishlatildi. Payvandlashda kondensatorning razryad vaqtı $2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ va qurilmaning foydali ish koeffitsienta 10% bo’lsa, uning foydali quvvati qancha bo’ladi.

8.52. Elektr maydon kuchlanganligi 2000 V/m bo’lganda, elektr maydon

energiyasi zichligi $9 \cdot 10^{-5}$ J/m³ bo‘ladigan muhitning dielektrik singdiruvchanligini baholang.

8.53. Zaryadlangan va kuchlanish manbandan uzilgan W energiyali kondensatorдан uni to‘ldirib turgan ϵ dielektrik singdiruvchanlik plastinani chiqarib olish uchun qanday ish bajarish kerak?