

2 - AMALIY MASHG'ULOT.

FARADEY QONUNI. ELEKTR SIG'IMINING ISHLASHIGA DOIR MASALALAR ECHISH

Mashg'ulotning maqsadi: Talabalarga Faradey konuni va elektr sig'imining ishlashiga doir ma'lumotlarni berish, hamda bilim va ko'nikmalarni masalalar yordamida shakllantirishdan iborat.

Mashg'ulotning rejasi: 1. Nazariy qism.

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar echish.
3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.
4. Nazorat savollari.

Tayanch so'zlar va iboralar: kondensator batareyasi, algebraik yig'indi, sig'im, zaryad.

1. Nazariy qism.



Maykl Faradey. Ingliz fizigi Maykl Faradey 22-sentyabr 1791 yilda London shahrining chekkasida yashovchi temirchilar oilasida tug'ilgan.

U o'nikki yil davomida boshlang'ich maktabni bitirdi. YOsh olim o'z bilimini oshirishga harakat qildi va ilmiy izlanishlari yo'lida tabiiy fanlar, ya'ni kimyo va fizika fanlari bilan shug'ullandi. Dastlab Maykl Faradey Angliya laboratoriyalarida o'z ilmiy izlanishlari yo'lida kimyoviy tajribalar bilan mustaqil shug'ullandi.

Faradey elektr va magnit hodisalar o'rtasidagi munosabatlarni tadqiq qildi, hamda 1831 yil elektromagnit induksiya hodisasini kashf etdi.

Faradey, energiyani saqlanish qonunini kashf qilishdan oldin, 1840 yilda tabiatda mavjud energiyani boshqa turdagi energiyaga o'zgartirishni taklif etdi, hamda elektr uzatish g'oyasini kiritdi. Faradeyning elektr va magnit maydonlari to'g'risidagi g'oyalari fizikaning rivojlanish yo'lida katta ta'sir ko'rsatdi.

Maykl Faradey o'z ilmiy kashfiyotlari yo'lida dunyo bo'ylab ko'p yutuqlarni qo'lga kiritdi. Buyuk kashfiyotchi, 25-avgust 1867yilda vafot etgan.

Kondensator. Sig'im.

Kondensator deb, dielektrik bilan ajratilgan ikkita o'tkazgich sistemasiga aytiladi Bundan tashqari, ma'lum kattalikdagi elektr sig'imini hosil qilish maqsadida yaratilgan elektrotexnik qurilmaga ham, *kondensator* deb nomlanadi.

Ikki o'tkazgichning o'zaro elektr sig'imi ularning potentsiallar ayirmasini bir birlikka o'zgartirish uchun zarur bo'lgan zaryadga miqdor jixatdan teng bo'lgan fizik kattalikka tengdir:

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} \text{ (F)}$$

bu erda, q – zaryad, (Kl); $\varphi_1 - \varphi_2$ – potentsiallar farqi, ya'ni kuchlanish, (V).

Kondensatorlarning sig'imi turiga ko'ra, quyidagi formulalar bilan hisoblanadi:

a) *Yassi kondensatorning elektr sig'imi* C plastinkaning yuzi S ga to'g'ri proporsional bo'lib, plastinkalar orasidagi masofa d ga teskari proporsionaldir, ya'ni:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{d} \cdot (F)$$

bu erda, S – bir plastinkaning yuzasi, (m^2); d – plastinkalar orasidagi masofa, (m).

b) *Silindrik kondensatorning elektr sig'imi* C silindrning balandligi l ga to'g'ri proporsional bo'lib, silindrning ichki r va tashqi radiuslari R ga nisbatiga teskari proporsionaldir, ya'ni:

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r l}{\ln \frac{R}{r}} \cdot (F)$$

bu erda, l – koaksial plastinkaning balandligi, (m); r va R – mos ravishda silindrning ichki va tashqi radiuslari, (m).

v) *Sferik kondensatorning elektr sig'imi* C sferaning ichki r va tashqi radiuslari R ning ko'paytmasiga to'g'ri proporsional bo'lib, sferaning tashqi R va ichki radiuslari r farqiga teskari proporsionaldir, ya'ni:

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r rR}{R - r} \cdot (F)$$

bu erda, r va R – mos ravishda sferaning ichki va tashqi radiuslari, (m).

Kondensator elektr maydonining energiyasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$W_e = \frac{CU^2}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{q}{C} = \frac{1}{2} q(\varphi_1 - \varphi_2) \quad (J)$$

bu erda, U – plastinalar orasidagi kuchlanish, (V).

2. Amaliy mashg'ulotga doir namunaviy masalalar echish.

2.1-masala. Yassi havo kondensatori qismalari $U=800$ V li manbaga ulangan. Kondensator plastinalari orasidagi masofa $d=5$ mm bo'lsa, kondensator elektr maydoni kuchlanganligini va uning plastinka oralariga kiritilgan $q=1,5 \cdot 10^{-7}$ Kl zaryadga ta'sir qiladigan kuchni hisoblang. Agar kondensator plastinkasining yuzi $S=24$ sm^2 bo'lsa, kondensator sig'imini aniqlang.

Kondensator boshqa muhitga, masalan, paxta yog'iga tushirilsa, uning sig'imi qanday o'zgaradi?

Echish. Yassi kondensator elektr maydonining kuchlanganligi

$$E = \frac{U}{d} = \frac{800}{5 \cdot 10^{-3}} = 16 \cdot 10^4 \text{ (V/m)}$$

Birlik q zaryad kondensator elektr maydoniga joylashtirilsa, unga maydonning ta'sir kuchi quyidagicha bo'ladi:

$$F = Eq = 16 \cdot 10^4 \cdot 1,5 \cdot 10^{-7} = 0,024 \text{ (N)}$$

YAssi havo kondensatorining sig'imi

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 24 \cdot 10^{-4}}{0,5 \cdot 10^{-2}} = 4,25 \cdot 10^{-12} = 4,25 \text{ (pF)}$$

Kondensator plastinkalari orasiga boshqa dielektrik material joylashtirilsa, uning sig'imi havoga nisbatan materialning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi ϵ_r marta ortadi, masalan spirt uchun $\epsilon_r=33$. Demak, sig'im:

$$C = \epsilon_r C = 33 \cdot 4,25 = 140 \text{ (pF)}$$

Paxta yog'i uchun $\epsilon_r=5$. Demak, sig'im:

$$C = \epsilon_r C = 5 \cdot 4,25 = 21,25 \text{ (pF)}$$

2.2-masala. Sig'imlari $C_1=0,5$ mkF va $C_2=1,5$ mkF li ikkita bir xil o'lchamli yassi kondensatorlar o'zaro ketma-ket birlashtirilib manbaga ulangan. Agar kondensatorlar qoplamalarining zaryadi $q=4,5 \cdot 10^{-4}$ Kl va kuchlanganlik $E=200$ V/sm bo'lsa, umumiy (ekvivalent) sig'imni, manba kuchlanishi, kondensatorlardagi kuchlanishlarni va kondensator plastinkalari orasidagi masofani aniqlang. Ekvivalent kondensator-ning elektr maydoni energiyasini hisoblang.

Echish. Kondensatorlardagi kuchlanishlar:

$$U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{4,5 \cdot 10^{-4}}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 900 \text{ (V)}$$

$$U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{4,5 \cdot 10^{-4}}{1,5 \cdot 10^{-6}} = 300 \text{ (V)}$$

Manba kuchlanishi:

$$U = U_1 + U_2 = 900 + 300 = 1200 \text{ (V)}$$

Ekvivalent sig'im:

$$C_{\text{экв}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{0,5 \cdot 1,5}{0,5 + 1,5} = 0,375 \text{ (mkF)}$$

Ekvivalent sig'imni $C=q/U$ ifodadan foydalanib topish ham mumkin:

$$C = \frac{q}{U} = \frac{4,5 \cdot 10^{-4}}{1200} = 0,375 \cdot 10^{-6} = 0,375 \text{ (mkF)}$$

$$d_2 = \frac{U_2}{E_2} = \frac{300}{200} = 1,5 \text{ (sm)}$$

Kondensator plastinkalarining yuzalari bir xil bo'lgani uchun:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Bundan birinchi kondensatorning plastinkalari orasidagi masofa

$$d_1 = \frac{C_2 d_2}{C_1} = \frac{1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,15}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 0,45 \text{ (sm)}$$

ga teng.

Elektr maydon energiyasi

$$W_e = \frac{CU^2}{2 - r} = \frac{0,375 \cdot 10^{-6} \cdot 1200^2}{2} = 0,29 \text{ (J)}$$

3. Amaliy mashg'ulotni bajarishga oid mustaqil variantlar.

2.3-masala. Sig'imi 1 mkF va plastinkalari orasidagi kuchlanish 50 V bo'lgan kondensator zaryadini toping.

2.4-masala. Plastinkalar yuzi 10^{-3} m^2 , plastinkalar orasidagi masofa 0,1 m va dielektrik singdiruvchanligi $\epsilon_r=7$ bo'lgan kondensator-ning sig'imini aniqlang.

2.5-masala. YAssi kondensatorning sig'imi:

- a) plastinkalar yuzi 3 marta ko'payganda;
- b) plastinkalar orasidagi masofa 4 marta kamayganda;
- s) plastinkalar yuzi 2 baravar va bir yo'la ular orasidagi masofa 3 marta kamayganda qanday o'zgaradi?

2.6-masala. Agar kondensator sig'imi 0,1 mkF, plastinkalar orasidagi masofa 2 mm va nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=50$ bo'lsa, plastinkalarning yuzini aniqlang.

2.7-masala. Diametri $d=10 \text{ mm}$ bo'lgan sferik kondensatorning plastinkalari orasidagi masofa 0,05 mm, nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=40$. Kondensator sig'imini toping.

2.8-masala. Agar yassi kondensator plastinkalarining yuzi 10^{-2} m^2 , plastinalar orasidagi masofa 0,05 mm, sig'imi esa 0,1 mkF bo'lsa, izolyasiyaning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi topilsin.

2.9-masala. YAssi kondensator plastinkalari yuzini 10^{-2} m^2 ga orttirilganda, uning sig'imi 3 marta ortdi. Plastinkalarning dastlabki yuzini toping.

2.10-masala. Silindrik kondensatorning balandligi 9 mm. Ichki va tashqi silindrlarning diametri 5-7 mm va 8-10 mm atrofida o'zgarsa, nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=10$ bo'lsa, kondensator sig'imi qaysi oraliqda o'zgaradi?

2.11-masala. Balandligi 9 mm, sig'imi 10; 20; 50 mkF bo'lgan silindrik kondensatorning ichki va tashqi silindr diametrlarining nisbatini toping. Nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=10$.

2.12-masala. Sferik kondensatorning ichki va tashqi sferalarining diametrlari mos ravishda 6-8 mm va 9-11 mm ga o'zgardi. Agar nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon_r=45$ bo'lsa, kondensator sig'imlari qaysi oraliqda

o'zgaradi?

2.13-masala. Sferik kondensatorning sig'imi 5; 7,5; 10 pF, tashqi diametri mm, nisbiy dielektrik singdiruvchanlik $\varepsilon_r=45$ bo'lsa, ichki sferaning diametri topilsin.

2.14-masala. Sig'imi 10 mkF, plastinkalar orasidagi kuchlanish 100 V bo'lgan kondensator elektr maydonining energiyasini aniqlang.

2.15-masala. Plastinkalar orasidagi kuchlanish 100 V bo'lgan kondensator elektr maydonining energiyasi 5 mJ. Kuchlanishi 250; 500; 750 V bo'lgan shu kondensator elektr maydonining energiyasini toping.

2.16-masala. Sig'imi 1 mkF bo'lgan kondensator yig'ish uchun, yuzasi 10^{-2} m^2 bo'lgan nechta plastinka olish kerak? Dielektrik sifatida nisbiy dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon_r=50$ va qalinligi 0,05 mm bo'lgan lakotkan olingan.

2.17-masala. Agar o'zgaruvchan kondensatorning plastinkalari orasidagi kuchlanish 100 V va plastinkalari o'zaro bir-birini 100% ga qoplaganda maydon energiyasi 0,1 J bo'lsa, plastinkalar bir-birini 30% ga qoplaganda kondensator sig'imi qancha bo'ladi?

2.18-masala. O'zgaruvchan kondensatorning o'qi qo'l yordamida $\omega=2,6$ radius/sekund burchak chastotasi bilan buralyapti. Agar harakatlanuvchi va qo'zg'almas plastinkalar radiuslari 30 mm va ular orasidagi masofa 0,1 mm bo'lsa, 1 sek davomida kondensator sig'imi qanchaga o'zgaradi?

2.19-masala. Silindrik kondensator yasash uchun eni bir xil 20 mm metal folga va polietilen plyonkadan foydalanilgan. Agar polietilen plyonkaning qalinligi 0,1 mm bo'lsa, sig'imi 2 pF bo'lgan kondensator yasash uchun qanday uzunlikdagi plyonka va folga olish kerak?