

11-MAVZU. ELEKTR MAYDONIDA DIELEKTRIKLAR VA O‘TKAZGICHLAR.

REJA:

1. Dielektrlarning qutblanishi.
2. Dielektrlarning elektron va dipolli qutblanishi.
3. Qutblanish vektori.
4. Elektrostik maydonda o‘tkazgichlar.
5. O‘tkazgichlarning elektr sig‘imi.
6. Kondensatorlar. Kondensatorlarning elektr sig‘imi.
7. Zaryadlangan kondensatorning energiyasi.

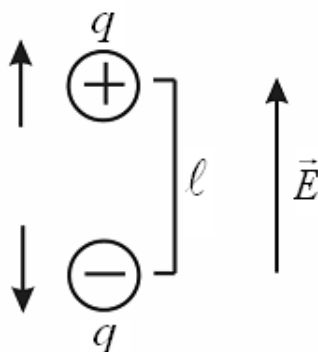
1. Dielektrlarning qutblanishi

Dielektrlar atom va molekulalardan tashkil topgan. Atom esa, musbat zaryadli yadro va manfiy zaryadli elektronlardan iboratdir. Atomning musbat zaryadi yadroda to‘plangan bo‘lib, manfiy ishorali elektronlar esa, yadro atrofida harakatda bo‘ladi.

Ko‘p hollarda manfiy zaryadlarning markazi musbat zaryadli yadro markazi bilan ustma - ust tushadi.

Birinchi turdagi dielektrlar (N_2 , H_2 , O_2 , CO_2 va b.) molekularidagi elektronlar yadro atrofida simmetrik joylashib tashqi elektrostik maydon bo‘lmaganda, musbat va manfiy zaryadlarning og‘irlik markazlari ustma - ust tushgan bo‘ladi. Bunday dielektrlar molekulari *qutbsiz molekular* deyiladi.

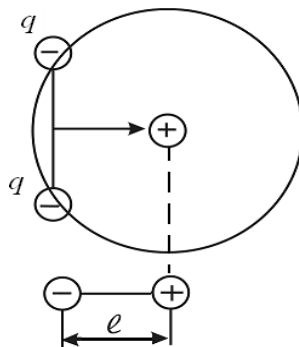
Tashqi elektrostik maydon \vec{E} ta’sirida qutbsiz molekula zaryadlari siljiy boshlaydi. Musbat zaryadlar maydon yo‘nalishda, manfiy zaryadlar maydonga teskari yo‘nalishda siljiydi (11.1-rasm). Shunday qilib, molekula $\vec{P} = q\vec{\ell}$ dipol momentiga ega bo‘ladi.



11.1 - rasm. Tashqi elektrostik maydon ta’sirida qutbsiz molekulaning dipol momentiga ega bo‘lishi

Ikkinchi turdagi dielektrlar (H_2O , NH_3 , SO_2 , CO ,.....) molekularidagi elektronlar yadro atrofida nosimmetrik joylashgan bo‘ladi va tashqi elektrostik maydon bo‘lmaganda ham musbat va manfiy zaryadlarning og‘irlik markazlari

ustma-ust tushmaydi. Bunday dielektrik molekulari tashqi maydonsiz ham dipol momentiga ega bo‘lib, ular *qutbli molekular* deb ataladi (11.2-rasm).



11.2-rasm. Qutbli molekula dipoli

Tashqi elektrostatik maydon bo‘lmaganda molekularning tartibsiz harakati tufayli dielektrik bo‘yicha molekularning umumiy dipol momentlari nolga teng bo‘ladi. Agar bunday dielektrik tashqi elektrostatik maydonga kiritilsa, maydon kuchlari dipollarni maydon yo‘nalishiga qarab burishga harakat qiladi va noldan farqli umumiy dipol momenti paydo bo‘ladi.

Tashqi elektrostatik maydon ta‘sirida ikkala turdagi dielektrikda ham noldan farqli dipol momentlari hosil bo‘ladi. Bu hodisa *dielektriklarning qutblanishi* deb ataladi.

Demak, *qutblanish* deb, tashqi elektrostatik maydon ta‘sirida dipollarning maydon kuch chiziqlari tomon yo‘nalishini o‘zgartirish jarayoniga aytiladi.

2. Dielektriklarning elektron va dipolli qutblanishi.

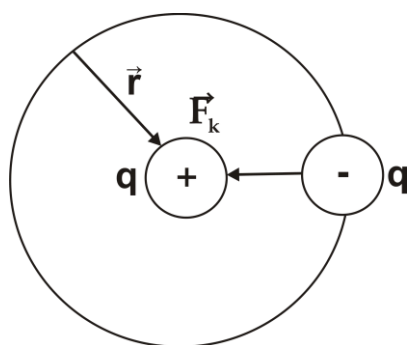
Quyidagi qutblanish turlari mavjuddir:

- 1) elektronli qutblanish;
- 2) orientatsiyaviy yoki dipolli qutblanish.

Elektronli qutblanish deb, qutbsiz molekularlardan tashkil topgan dielektrik, tashqi elektrostatik maydonga kiritilganda, atomlar elektron qobiqlarining deformatsiyasi hisobiga induksiyaviy dipol momentlari hosil bo‘lishiga aytiladi.

Orientatsiyaviy yoki dipolli qutblanish deb, qutbli molekularlardan tashkil topgan dielektrik tashqi elektrostatik maydonga kiritilganida, tartibsiz yo‘nalgan molekular dipol momentlarining maydon yo‘nalishiga qarab burilishiga aytiladi. Ammo, molekular issiqlik harakati natijasida faqat ayrim molekularning dipol momentlari maydon yo‘nalishi bo‘yicha joylashadi va u maydon kuchlanganligiga bog‘liq bo‘ladi.

Molekulari qutbsiz bo‘lgan dielektriklarning eng soddasi vodorod molekulasining atomidir. Tashqi elektrostatik maydon bo‘lmaganda $\vec{E} = 0$, vodorod atomidagi bitta elektron yadro atrofida \vec{r} radiusli orbita bo‘ylab harakatlanadi (11.3-rasm).



11.3-rasm. Vodorod atomining dipoli

Bu holda elektronning yadroga tortilish kuchi Kulon qonuniga asosan:

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

dan iborat bo'ladi, markazga intilma kuch esa

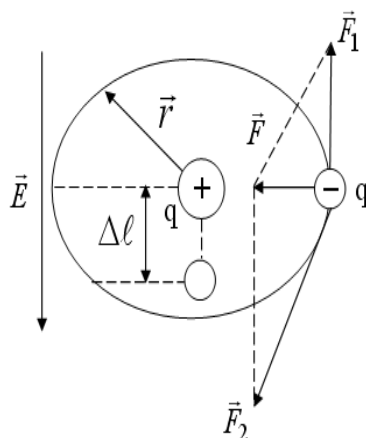
$$\vec{F}_{mi} = m\omega^2 \vec{r}$$

ga teng. Elektronning yadroga tortilish kuchi markazga intilma kuch bilan muvozanatda bo'ladi:

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = m\omega^2 r, \quad (11.1)$$

bu yerda ω – elektronning orbita bo'ylab harakatining burchak tezligidir.

Kuchlanganligi \vec{E} bo'lgan elektrostatik maydonga atom kiritilsa, elektron orbitasi deformatsiyalanib, \vec{E} – vektorning yo'nalishiga qarama - qarshi tomonga $\Delta\ell$ – masofaga siljiydi. Bunda $F_{mi} = m\omega^2 r$ markazga intilma kuch teng ta'sir etuvchi kuch F dan iborat bo'lib, elektrostatik maydonning elektronga ta'sir kuchi $F_1 = qE$ va elektronning yadroga tortilish kuchi F_2 dan iborat bo'ladi (4-rasm).



11.4-rasm. Vodorod atomi dipolining tashqi elektrostatik maydondagi deformatsiyasi

Rasmdagi burchaklardan

$$\frac{\Delta \ell}{r} = \frac{F_1}{F} \quad \text{va} \quad \frac{\Delta \ell}{r} = \frac{qE}{m\omega^2 r}, \quad (11.2)$$

munosabatlarga ega bo‘lamiz.

Demak, induksiyalangan dipolning yelkasi $\Delta \ell$ quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\Delta \ell = \frac{qE}{m\omega^2}, \quad (11.3)$$

va shu dipolning elektr momentini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P_\ell = q\Delta \ell = \frac{qE}{m\omega^2} q, \quad (11.4)$$

Agar (11.1) – ifodadagi $m\omega^2$ ni (11.4) – ifodaga qo‘yilsa, dipolning elektr momentini quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$m\omega^2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^3}, \quad P_\ell = \frac{q^2 4\pi\epsilon_0 r^3}{q^2} E$$

yoki

$$P_\ell = 4\pi\epsilon_0 r^3 E, \quad (11.5)$$

Buni vektor ko‘rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\vec{P}_\ell = 4\pi\epsilon_0 r^3 \vec{E}, \quad (11.6)$$

Agar atomning hajmini $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ ga teng deb olsak,

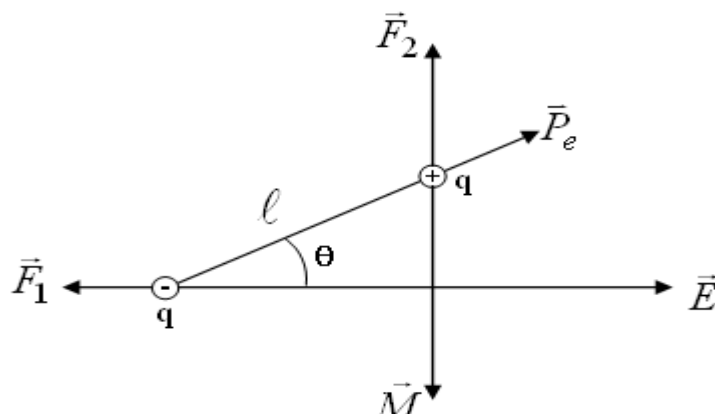
$$P_\ell = 4\pi\epsilon_0 r^3 E = 3V \cdot \epsilon_0 E$$

ga ega bo‘lamiz.

$\alpha = 3V$ – proporsionallik koeffitsiyenti bo‘lib, unga **atomning qutblanuvchanligi** deyiladi.

$$\vec{P}_\ell = \alpha\epsilon_0 \cdot \vec{E}, \quad (11.7)$$

Demak, **atomning qutblanuvchanligi** uning uchlangan hajmiga teng bo‘lgan fizik kattalikdir.



11.5-rasm. Tashqi elektrostatik maydonda dipolga ta'sir etuvchi kuchlar

Endi faraz qilaylik, bir jinsli ($\vec{E} = const$) tashqi elektrostatik maydonga dielektrikning qutbli molekulasi joylashtirilgan bo'lsin (11.5-rasm). Qutbli dipolning elektr momentining vektori \vec{P}_ℓ tashqi maydon kuchlanganligi vektori \vec{E} bilan θ burchak hosil qilsin. Dipolga quyidagi juft kuchlar ta'sir qiladi:

$$\vec{F}_1 = q\vec{E} \quad \text{va} \quad \vec{F}_2 = q\vec{E}, \quad (11.8)$$

Bu juft kuchlarning momenti \vec{M} ning son qiymati quyidagiga teng bo'ladi

$$M = F \cdot \ell \cdot \sin\theta = qE\ell \cdot \sin\theta = P_\ell \cdot E \cdot \sin\theta, \quad (11.9)$$

vektor ko'rinishda esa

$$\vec{M} = [\vec{P}_\ell \cdot \vec{E}] \quad (11.10)$$

bilan ifodalanadi.

\vec{M} vektor \vec{P}_ℓ va \vec{E} vektorlar yotgan tekislikka perpendikulyar bo'lib, soat milining yo'nalishi bilan mos tushadi.

Juft kuchlar momenti \vec{M} , dipolning elektr momenti \vec{P}_ℓ tashqi elektrostatik maydon kuchlanganligining vektori \vec{E} bilan mos tushgunicha ta'sir qiladi.

Dipolning elektrostatik maydon bo'ylab burilishi *dipolli qutblanish* yoki *orientatsiyaviy qutblanish* deb ataladi.

Agar dipol bir jinsli bo'lmagan ($\vec{E} \neq const$) elektrostatik maydonga kiritilsa, $+q$ zaryad atrofida \vec{E}_1 , $-q$ zaryad atrofida E_2 maydon kuchlanganliklari hosil bo'ladi.

Juft kuchlar yig'indisi quyidagiga teng bo'ladi.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = q(\vec{E}_1 - \vec{E}_2), \quad (11.11)$$

$\vec{E}_1 - \vec{E}_2$ dipolning yelkasi l bo'yicha, o'rtacha maydon kuchlanganligidir, ya'ni

$$\vec{E}_1 - \vec{E}_2 = \ell \cdot \left(\frac{d\vec{E}}{d\ell} \right), \quad (11.12)$$

demak,

$$\vec{F} = q\ell \cdot \left(\frac{d\vec{E}}{d\ell} \right) = P_\ell \cdot \left(\frac{d\vec{E}}{d\ell} \right) \quad (11.13)$$

Skalyar ko'rinishda esa,

$$F = \frac{d}{d\ell} (\vec{P} \cdot \vec{E})$$

ga tengdir. (13) – ifodani quyidagicha ifodalashimiz mumkin

$$\vec{F} = \text{grad}(\vec{P} \cdot \vec{E}), \quad (11.14)$$

3. Qutblanish vektori

Dielektrikning qutblanganlik darajasini xarakterlash uchun, qutblanish vektori deb ataluvchi fizik kattalik tushunchasi kiritiladi.

Qutblanish vektori (\vec{P}_ℓ) deb, dielektrikning bir birlik hajmidagi barcha dipollar elektr momentlarining vektor yig'indisiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi, ya'ni ΔV elementar hajmdagi n ta dipolning elektr momentlari yig'indisini ΔV hajmga bo'lgan nisbatiga teng

$$\vec{P}_\ell = \frac{1}{\Delta V} \sum_{i=1}^n \vec{P}_{\ell i} , \quad (11.15)$$

bunda $\vec{P}_{\ell i}$ – qutblangan i - molekulaning elektr momenti.

Agar qutbsiz molekulali izotrop dielektriklar bir jinsli elektrostatik maydonga kiritilsa, dipolning elektr momenti $P_{\ell i}$ barcha molekulalar uchun bir xil bo'ladi:

$$\vec{P}_\ell = \frac{1}{\Delta V} \sum_{i=1}^n \vec{P}_{\ell i} = \frac{n\vec{P}_{\ell i}}{\Delta V} = n_0 \vec{P}_{\ell i} , \quad (11.16)$$

bu yerda n_0 - dielektrikning birlik hajmidagi molekulalar soni – konsentratsiyasidir.

Demak, qutbsiz molekulada induksiyanlangan dipolning elektr momenti quyidagicha ifodalanadi:

$$\vec{P}_\ell = n_0 \cdot \epsilon_0 \alpha \cdot \vec{E} , \quad (11.17)$$

agar $n_0 \cdot \alpha = \chi_\ell$ deb belgilasak, α - *atomning qutblanuvchanligi*, χ_ℓ - dielektrikning *dielektrik qabul qiluvchanligini* bildiradi.

$$\chi_\ell = 4\pi r^3 \cdot n_0 , \quad (11.18)$$

Dielektrik qabul qiluvchanlik deb, bir birlik hajmdagi dielektrik molekulalarining qutblanuvchanligiga miqdor jihatdan teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

4. Elektrostatik maydondagi o'tkazgichlar

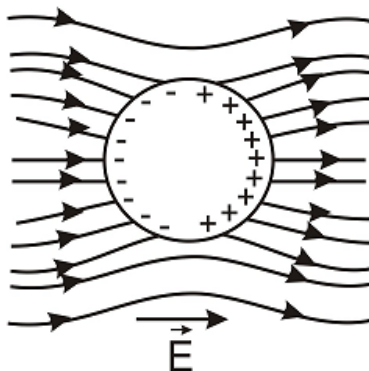
Erkin elektronlarga yoki ionlarga ega bo'lgan moddalar o'tkazgichlar deb ataladi, chunki tashqi elektr maydoni ta'sirida elektron yoki ionlar tartibli harakat qilishi mumkin.

Agar erkin zaryadlarga ega bo'lgan o'tkazgich tashqi elektrostatik maydonga joylashtirilsa, elektrostatik kuch ta'sirida, o'tkazgichdagi erkin elektronlar maydon kuchlanganligining vektoriga qarama-qarshi tomonga siljiydi. Natijada o'tkazgichning ikki tomonida har xil ishorali zaryadlar hosil bo'ladi: elektronlari ortiqcha bo'lgan uchi manfiy zaryadlanadi, elektronlar yetishmaydigan uchi esa, musbat zaryadlanadi.

Shunday qilib, tashqi elektrostatik maydon ta'sirida, o'tkazgichdagi mavjud zaryadlarni musbat va manfiy sirt zaryadlarga ajratish hodisasi elektrostatik

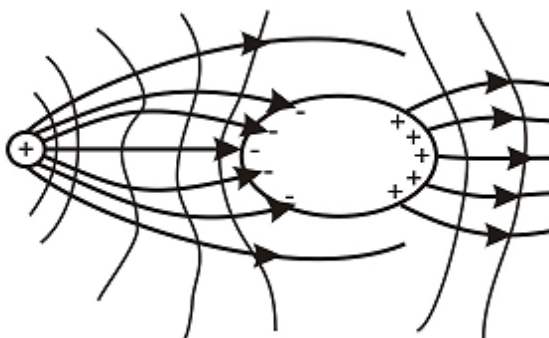
induksiya yoki ta'sir orqali zaryadlash deyiladi. Hosil bo'lgan zaryadlar *induksiyalangan zaryadlar* deb ataladi.

Elektrostatik maydonga kiritilgan o'tkazgichdagi induksiyalangan zaryadlar maydonning manzarasini o'zgartiradi. 11.6-rasmda bir jinsli ($\vec{E} = const$) elektrostatik maydonga kiritilgan metall sharning bu maydonni deformatsiyalashi tasvirlangan.



11.6 - rasm. Metall sharning elektrostatik maydonni deformatsiyalashi

11.7 - rasmda esa, nuqtaviy zaryad hosil qilgan elektrostatik maydonga kiritilgan o'tkazgichning bu maydonni qanday deformatsiyalashi ko'rsatilgan.



11.7 - rasm. O'tkazgichning nuqtaviy zaryad elektrostatik maydonini deformatsiyalashi

Musbat va manfiy zaryadlar qutbi hosil bo'lgani uchun ekvipotensial chiziqlar o'tkazgich sirti shakliga bog'liq. Ammo, o'tkazgichga kiruvchi va chiquvchi kuch chiziqlarining soni teng bo'lgani uchun o'tkazgich ichidagi zaryadlarning algebraik yig'indisi nolga teng bo'ladi.

Tashqi elektrostatik maydon ta'sirida o'tkazgichdagi zaryadlarning siljishi yoki manfiy va musbat qutblarni hosil bo'lishi ekvipotensial sirtlar paydo bo'lguncha davom etadi.

Tashqi elektrostatik maydonning kuch chiziqlari o'tkazgich sirti bo'yicha induksiyalangan manfiy zaryadlarda tugaydi. Kuch chiziqlari yana sirtqi musbat zaryadlarda davom etadi. Ammo, o'tkazgich ichida kuch chiziqlari yo'q bo'lgani uchun o'tkazgich ichida elektr maydoni bo'lmaydi.

Zaryadlarning sirt bo'yicha qayta taqsimlanishi ya'ni, manfiy va musbat qutblarning hosil bo'lishi, *elektrostatik induksiya hodisasi* deb ataladi.

O'tkazgich ichida elektr maydon bo'lmasligi sirt zaryadlarining teng taqsimlanganidan kelib chiqadi. Bu hol elektrostatik himoya yoki *moddalarning ekranlashishi* deb ataladi. Sirt zaryadlarining mavjudligi o'tkazgich ichida maydon bo'lmasligiga sabab bo'ladi, ya'ni tashqi elektr maydoni ta'sirini yo'qqa chiqaradi.

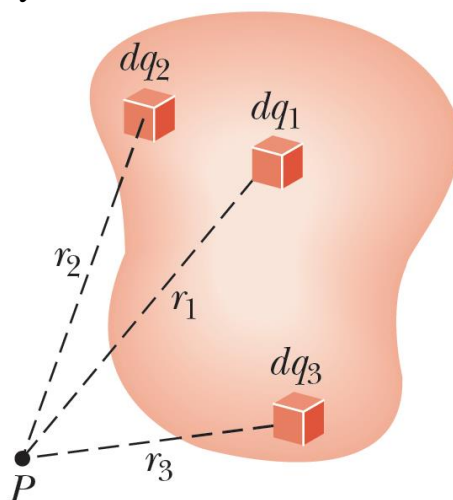
5. Elektr sig'imi

Yakkalangan o'tkazgich zaryadlansa, o'tkazgich sirti shakliga qarab, har xil sirt zaryadi zichligi σ bilan taqsimlanadi. Shuning uchun ham o'tkazgich har bir nuqtasidagi sirt zaryadining zichligi o'tkazgichdagi umumiy zaryad q ga proporsionaldir, ya'ni:

$$\sigma = kq, \quad (11.19)$$

bu yerda k – o'tkazgich sirtidagi tekshirilayotgan nuqtaning funksiyasi bo'lib, o'tkazgich sirtining shakli va o'lchamiga bog'liq.

Zaryadlangan o'tkazgich ekvipotensial sirtining φ - potensialini aniqlash uchun uning butun S sirti bo'ylab zaryadini aniqlaymiz (11.8-rasm). Bu sirtni, $dq = \sigma dS$ zaryadga ega bo'lgan dS – elementar yuzachalarga ajratib, dq – ni nuqtaviy zaryad deb hisoblaymiz.



11.8-rasm. dq - zaryadning r masofadagi potentsiali

Nuqtaviy dq zaryadning \vec{r} masofadagi maydon potentsiali quyidagiga teng bo'ladi.

$$d\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma dS}{r}, \quad (11.20)$$

yoki

$$d\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{k \cdot q \cdot dS}{r}, \quad (11.21)$$

(11.21) ifoda butun sirt bo'yicha integrallansa, zaryadlangan o'tkazgich sirtining potentsiali ifodasiga ega bo'lamiz:

$$\varphi = \oint_S \frac{kq dS}{4\pi\epsilon_0\epsilon r} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \oint_S \frac{kdS}{r}, \quad (11.22)$$

O'tkazgichning potentsiali q zaryadga proporsional bo'ladi. Shu zaryadning potentsialga nisbati o'zgarmas kattalikdir, u o'tkazgichning zaryad to'plash xususiyatini belgilaydi va *o'tkazgichning elektr sig'imi* deb ataladi.

$$C = \frac{q}{\varphi} = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon}{\oint_S \frac{kdS}{r}}, \quad (11.22)$$

Shunday qilib, yakkaingan o'tkazgichning *elektr sig'imi* deb, uning potentsialini bir birlikka o'zgartirish uchun zarur bo'lgan zaryadga miqdor jihatidan teng fizik kattalikka aytiladi.

6. Kondensatorlar

Sharning elektr sig'imi. R radiusli yakkaingan shar q – zaryadga ega bo'lsa (11.9-rasm), uning sirtidagi potentsiali quyidagiga teng bo'ladi:

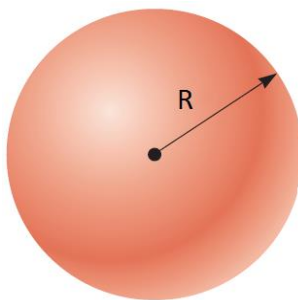
$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R},$$

bu yerda

$$C = \frac{q}{\varphi} = \frac{q4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot R}{q} = 4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot R, \quad (11.23)$$

Shunday qilib, sharning S – elektr sig'imi sharning radiusiga va muhitning dielektrik singdiruvchanligi ϵ ga proporsionaldir. (11.23) – ifodadan muhitning dielektrik singdiruvchanligini aniqlaymiz.

$$\epsilon = \frac{C}{4\pi\epsilon_0 R}, \quad (11.24)$$



11.9-rasm. R radiusli yakkaingan shar

Elektr sig'imi XB tizimida Farada bilan o'lchanadi va bu birlik juda katta o'lchov birligi hisoblanadi. $C = 1 F$ deb hisoblasak, $\epsilon = 1$ bo'lganda

$$R_{1F} = \frac{C}{4\pi\epsilon_0\epsilon} = \frac{F}{4\pi \cdot 1} \left(\frac{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9}{1} \cdot \frac{m}{F} \right)$$

bu yerda vakuumning dielektrik singdiruvchanlik ifodasidan foydalansak:

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \frac{F}{m} = 0,885 \cdot 10^{-11} F/m$$

$$R_{1F} = 9 \cdot 10^9 m = 9 \cdot 10^6 km$$

ga teng bo‘ladi. Bu Oy bilan Yer orasidagi masofaga nisbatan 23 marta kattadir.

Farada katta o‘lchov birligi bo‘lganligi uchun quyidagi kichik birliklar ishlatiladi:

$$1 \text{ mikrofarada } (\mu F) = 10^{-6} F$$

$$1 \text{ nanofarada } (nF) = 10^{-9} F$$

$$1 \text{ pikofarada } (pF) = 10^{-12} F$$

Radiusi $R = 9 \cdot 10^6 km$ ga teng bo‘lgan sharning sig‘imi $1F$ ga teng bo‘ladi. Yer radiusiga teng bo‘lgan sharnind sig‘imi $0,7mF$ teng.

Elektr sig‘imining ifodasi quyidagidan iborat bo‘lgani uchun

$$C = \frac{q}{\varphi},$$

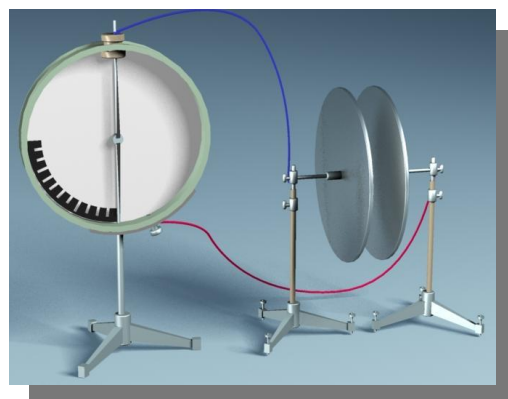
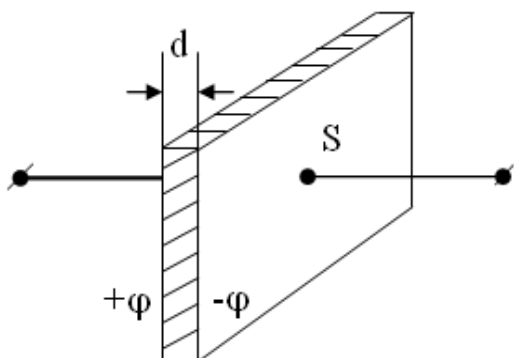
sig‘im asosan, o‘tkazgichning shakli va o‘lchamlariga hamda muhitning dielektrik singdiruvchanligiga proporsionaldir.

Amalda, nisbatan kichik o‘lchamlariga qaramay, yetarlicha zaryadlarni o‘zida yig‘a oladigan qurilmalar *kondensatorlar* deb ataladi.

Kondensator ikkita parallel o‘tkazgich qatlamidan iborat bo‘lib, ularda qarama-qarshi ishorali zaryadlar to‘planadi. Qoplamalar orasida dielektrik modda bo‘ladi.

Kondensator qoplamalari ikkita yassi plastinkadan, ikkita koaksial silindrdan yoki ikkita konsentrik sferadan iborat bo‘lishi mumkin va ular shakliga binoan *yassi, silindrik* yoki *sferik kondensatorlar* deb ataladi.

Odatda kondensatordagi elektr maydoni kuch chiziqlari bir qoplamada boshlanib, ikkinchisida tugaydi.



11.10-rasm. Yassi kondensator

Kondensator sig‘imi qoplamalardagi zaryad miqdoriga to‘g‘ri proporsional va qoplamalar orasidagi potentsiallar farqiga teskari proporsionaldir.

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}, \quad (11.25)$$

11.10-rasmda yassi kondensator tasvirlangan. Qoplamalar orasidagi elektr maydonini bir jinsli, S – yuzali ikkita yassi metall plastinkalar orasidagi masofani d ga teng deb hisoblaymiz, qoplamalarda esa $-q$ va $+q$ sirt zaryadlari induksiyalangan bo‘ladi.

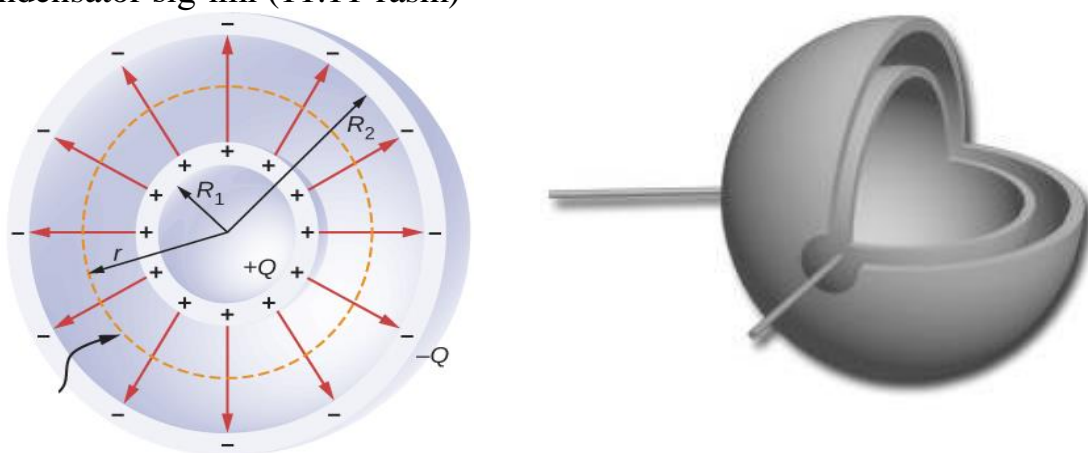
Qoplamalar orasida ε dielekrik singdiruvchanlikka ega bo‘lgan modda bo‘lsa, potentsiallar farqi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\sigma d}{\pi \varepsilon_0 \varepsilon}, \quad (11.26)$$

bu yerda $q = \sigma \cdot S$, σ - sirt zaryadi zichligi, S – qoplamalar yuzasi. Natijada, **yassi kondensator sig‘imi** quyidagiga teng bo‘ladi.

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 q}{\sigma d} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 \sigma \cdot S}{\sigma d} = \varepsilon_0 \varepsilon \frac{S}{d}, \quad (11.27)$$

Sferik kondensator Qoplamalarining radiuslari R_1 va R_2 bo‘lgan sferik kondensator sig‘imi (11.11-rasm)



11.11-rasm

$$C = \frac{Q}{\varphi_1 - \varphi_2} = 4\pi \varepsilon_0 \varepsilon \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_2 - R_1} \right), \quad (11.28)$$

Agarda R_2 tashqi radius va R_1 ichki radiusdan juda katta bo‘lsa

$$C = 4\pi \varepsilon_0 \varepsilon R_1, \quad (11.30)$$

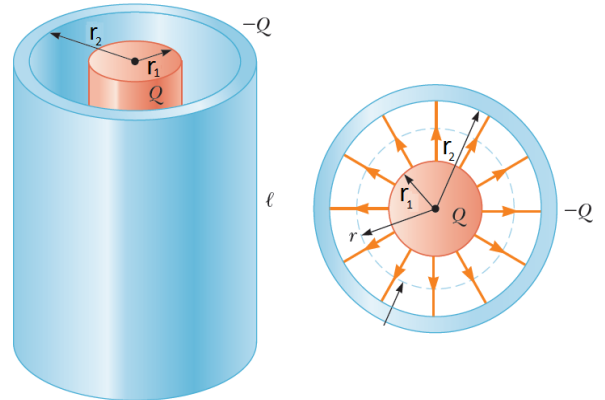
Agarda $R_1 - R_2 = d$ – qoplamalar orasidagi masofa qoplamalarning o‘rtacha radiusidan juda kichik bo‘lsa, sferik kondensatorning sig‘imi quyidagicha ifodalanadi:

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_2 - R_1} \approx 4\pi\epsilon_0\epsilon \frac{R^2}{d} = \epsilon_0\epsilon \frac{S}{d} \quad (11.31)$$

bu yerda $S = 4\pi r^2$ – qoplamalar sirtlarining yuzasidir.

Silindrik kondensator sig'imi (11.12-rasm)

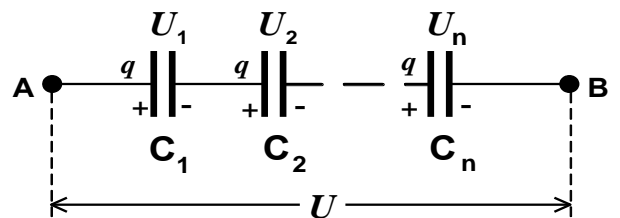
$$C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon\ell}{\ln \frac{r_2}{r_1}}, \quad (11.32)$$



11.12-rasm.

Turli qiymatdagi elektr sig'imlarini hosil qilish uchun kondensatorlar ketma-ket va parallel ulanadi.

1. Kondensatorlarni ketma-ket ulash (11.13-rasm)



11.13-rasm

Qoplamalardagi elektr zaryadlari miqdor jihatdan bir-birlariga teng bo'ladi:

$$q = q_1 = q_2 = q_3 = \dots = q_n = const$$

Tizimga qo'yilgan U kuchlanish alohida kondensatorlar orasida taqsimlanadi

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

Natijaviy sig'im

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots = \frac{1}{C_n} \quad (11.33)$$

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} \quad (11.34)$$

2. Kondensatorlarni parallel ulash (11.14-rasm). Kondensator plastinalari orasidagi kuchlanish A va V nuqtalar potentsiallar farqiga teng, shu sababli

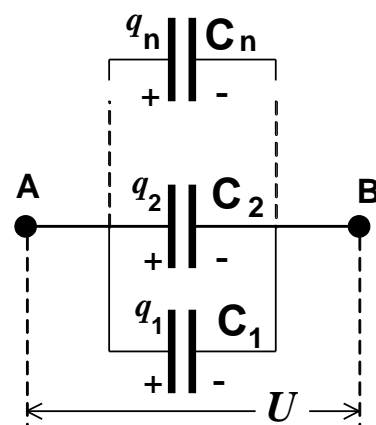
$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n = \varphi_A + \varphi_B$$

Parallel ulangan kondensatorlar tizimining zaryadi har bitta kondensator zaryadlari yig'indisiga teng.

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n$$

Demak, parallel ulanganda umumiy sigim har bir kondensatorlar sigimlari yigindisiga teng.

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n \quad (11.33)$$



11.14-rasm

7. Zaryadlangan kondensatorning energiyasi.

Manfiy zaryadlangan qoplamadan musbat zaryadlangan qoplamaga musbat zaryad ko'chirilganda elektrostatik maydon kuchi qarshiligiga nisbatan ish bajariladi.

$$dA = \Delta\varphi dq = \frac{q dq}{C}$$

Kondensator zaryadi 0 dan \$q\$ gacha ortganda tashqi kuchlar bajargan ish

$$A = \int_0^q \frac{q dq}{C} = \frac{q^2}{2C}$$

Energiya zaryadni ko'chirishda bajarilgan ishga teng bo'lganligi uchun

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{C(\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} = \frac{CU^2}{2} \quad (11.34)$$

Kondensator energiyasi – elektr maydonining kondensatorida yig'ilgan energiyasidir.

Zaryadlangan yassi kondensator energiyasini maydon kuchlanganligi orqali ifodalaymiz. Sig'im

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$$

Kuchlanish

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \int_0^d E \cdot dx = Ed$$

Natijada quyidagiga ega bo'lamiz:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{1}{2} \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} (Ed)^2 = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} Sd = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} V$$

Bu tenglamani ikkala tomonini \$V\$ ga bo'lib elektrostatik maydon energiyasi zichligini topa.

$$w = \frac{W}{V} = \frac{1}{2} \varepsilon\varepsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} ED \quad (11.35)$$

Mavzu bo'yicha nazorat uchun testlar

1. Yassi havo kondensatori plastinalar orasidagi masofa 1,5 mm va 150V kuchlanishgacha zaryadlangan. Kuchlanish 600 V gacha ortishi uchun, plastinalarni qancha masofaga uzoqlashtirish kerak bo'ladi (mm)?

- A)* 6 B) 12 C) 0,6 D) 1,2

2. Yassi havo kondensatori har bir plastinasining yuzi $62,3\text{sm}^2$ dan, ular orasidagi masofa esa, 5mm. Agar, kondensator plastinalarida elektr potentsiallari farqi 60 V bo'lsa, uning zaryadini aniqlang (nK).

- A) 6,6 B)* 0,66 C) 66 D) 0,066

3. Yassi kondensator plastinkalari orasidagi potentsiallar ayirmasi 90V. Har bir plastikaning yuzi 60sm^2 va 10^{-9}Kl . Plastinkalar bir-biridan qancha masofada turishi topilsa (mm).

- A) 1,6 B) 3,2 C) *4,8 D) 6,4

4. Noma'lum sig'imli 600V gacha zaryadlangan kondensatorning sig'imi 5 mkf bo'lgan, zaryadlanmagan kondensatorga parallel ulangandan keyin, batareyada kuchlanish 100V gacha tushib ketadi. Kondensatorning sig'imi qanday bo'ladi (mkF)?

- A) 11 B) 2 C) 10 D) *1

5. Agar, yassi kondensator har bir plastinkasining yuzi 15sm^2 dielektrik esa, qalinligi 0,8 mm slyudadan iborat bo'lsa, uning sig'imini hisoblang (pF). Dielektrik singdiruvchanlik $\epsilon=6$ ga teng. J: $C=100\text{pF}$

- A) *100 B) 10 C) 1 D) 200

6. Har bir qoplarning yuzi 600sm^2 dan bo'lgan, yassi qog'ozli kondensator energiyasini aniqlang. Kondensatorning zaryadi $2 \cdot 10^{-7}\text{Kl}$, qalinligi 2 mm bo'lgan, parafin shimdirilgan qog'oz dielektrik bo'lib xizmat qiladi (μJ).

- A) 3,8 B) 7,6 C) 8,3 D) *38

7. Yassi kondensator plastinkalarning oralig'i 4sm. Musbat plastinkadan proton va manfiy plastinkadan elektron bir vaqtda harakatlana boshlasa, ular musbat plastinkadan qanday masofada to'qnashadi (mJ)?

- A)* 522 B) 144 C) 288 D) 52,2

8. Yassi kondensator plastinkalarining oralig'i 1 sm ga teng. Plastinkalarning biridan - bir vaqtda, proton va α - zarracha harakatlana boshlaydi. Proton bir plastinkadan ikkinchisigacha bo'lgan yo'lini bosib o'tgan vaqt oralig'ida, α - zarracha qanday masofani bosib o'tadi (sm)?

- A) 1,5 B)* 0,5 C) 2 D) 2,5

9. Yassi havo kondensatoridagi elektr maydon energiyasini 16 marta kamaytirish uchun, plastinkalar orasidagi kuchlanishni, qanday o'zgartirish kerak bo'ladi? J: 4 marta kamaytirilgan.

- A) 5 B) 8 C) * 4 D) 2

10. Oraligi 15 sm bo'lgan ikkita parallel plastinka, 2 kV kuchlanishgacha zaryadlangan. Plastinkalar orasidagi $3 \cdot 10^{-4}\text{Kl}$ zaryadga, qanday kuch ta'sir qiladi (N)?

A) 9

B) 6

C) 8

D) 4

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Q.P.Abduraxmanov, V.S.Xamidov, N.A.Axmedova. FIZIKA. Darslik. Toshkent. 2018 y.
2. Q.P Abduraxmonov, O'. Egamov "Fizika kursi" darslik, Toshkent "O'quv ta'lim metodikasi" 2015 y.
3. Ismoilov M., Xabibullaev P.K., Xaliullin M. Fizika kursi Toshkent «O'zbekiston», 2000.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. — М., 2005., Т. I. Механика

Internet resurslari

1. www.my.estudy.uz/
2. www.fizika.uz/
3. www.elearning.zn.uz/