

Таркатма материаллар. 14 – ма’ruza.

Mavzu: Dielektriklar. elektr maydondagi dielektriklar

Agar elektr maydoniga dielektrik kiritilsa, shu maydonda hamda dielektrikda ko’p o’zgarishlar kuzatiladi. Bu o’zgarishlar sababini tushunish uchun atom va molekularning tarkibida (+) zaryadlangan yadrolar va (-) zaryadlangan elektronlar borligini hisobga olish kerak. Elektronlar atom yoki molekular chegaralarida katta tezlik bilan harakat qilib, yadroga nisbatan o’z holatlarini o’zgartirib turadi.

Molekula o’lchamlariga qaraganda katta masofalarda elektronlarning ta’sirini manfiy zaryadlarning og’irlik markazi, deb ataladi. Xuddi shunga o’xshash yadrolar zaryadlarining ta’siri musbat zaryadlar og’irlik markazi deb ataladi.

Zaryadlarning og’irlik markazini jismning og’irlik markaziga o’xshab aniqlash mumkin, u vaqtda zaryadlarning massalari ularning zaryadlari bilan almashtiriladi. Demak, (+) va (-) zaryadlar og’irlik markazi radius - vektori quyidagicha aniqlanadi:

$$r^+ = \frac{\sum q_i^+ r_i^+}{\sum q_i^+} = \frac{\sum q_i^+ r_i^+}{q} \quad (1)$$

$$r^- = \frac{\sum q_i^- r_i^-}{\sum q_i^-} = \frac{\sum q_i^- r_i^-}{q} \quad (2)$$

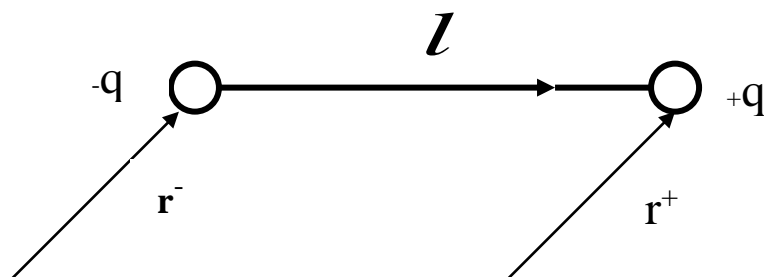
r_i^+ , r_i^- , i (+) va (-) zaryad joylashgan nuqtaning radius vektori.

q - molekulaning yig’indi (+) va (-) zaryadi.

Molekula neytral bo’lishi uchun tashqi elektr maydon bo’lmaganda (+) va (-) zaryadlar teng.

Agarda zaryadlarning og’irlik markazi siljigan bo’lsa, molekula elektr dipolga o’xshaydi va qutbli molekula deb ataladi.

Qutbli molekula xususiy elektr momenti R ni (1) va (2) formulalardan iborat, bu moment (1-chizmada) quyidagicha aniqlanadi:



1 - chizma

$$P = ql = q(r^+ - r^-) = q^+ i r^+_i + q^- i r^-_i \quad (3)$$

$$P = q_k r_k \quad (4)$$

q_k - yig'indi molekulaning barcha (+) va (-) zaryadlari bo'yicha olingan kattalik. G_k – radius – vektor.

Tashqi maydon yo'qligida turli ishorali zaryadlarning og'irlik markazlari xususiy elektr momentiga ega bo'lmaydi va qutbsiz molekula deyiladi.

Tashqi maydon ta'sirida qutbsiz molekulaning zaryadlari bir-biriga nisbatan siljiydi, bunda (+) zaryadlar maydon tomon, (-) zaryadlar esa maydonga qarshi siljiydi. Natijada molekula elektr momentiga ega bo'ladi. Bu moment tashqi maydon kuchlanganligiga proporsional:

$$P = B \varepsilon_0 E \quad (5)$$

So – elektr doimiysi - molekulaning qutblanganligi deb ataladi.

Qutbsiz molekulaning qutblanish jarayoni (+) va (-) zaryadlari bir-biri bilan elastik kuchlar yordamida bog'langan dipol kabi bo'ladi. Shu sababli qutbsiz molekula tashqi elektr maydonidagi elastik dipol vazifasini o'taydi.

Tashqi maydonning qutbli molekulaga ta'siri elektr momenti maydon yo'nalish bo'yicha bo'ladi. Qutbli molekula tashqi maydonda o'zini kattiq dipol sifatida namoyon qiladi.

BIR JINSLI VA BIR JINSLI BO'LMAGAN ELEKTR MAYDONLARDAGI DIPOL.

Agar dipolni bir jinsli elektr maydoniga joylashtirilsa, u holda dipolni tashkil qilgan +q va -q zaryadlarga kattaliklari teng, lekin yo'nalishlari qarama-qarshi f_1 va f_2 kuchlar ta'sir qiladi (2-chizma).

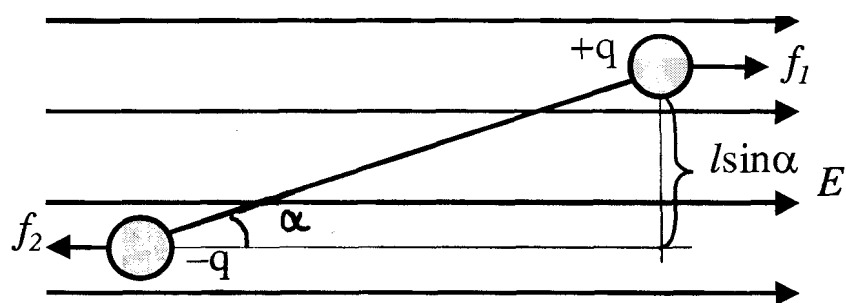
Bu kuch yelkasining uzunligi $l \sin \alpha$ ga teng. Kuchlardan har birining moduli qE ga teng. Dipolga ta'sir qilayotgan juft kuchlar momentining kattaligi:

$$M = qEl \sin \alpha = RE \sin \alpha \quad (1)$$

R - dipolning elektr momenti. (1) ning vektor ko'rinishi:

$$\mathbf{M} = [\mathbf{R}\mathbf{E}] \quad (2)$$

(2)da berilgan moment dipolni uning momenti R maydon yo'nalishiga mos ravishda yo'naladigan qilib burishga intiladi. R va Ye vektorlar orasidagi $d\alpha$ burilishni orttirish uchun elektr maydonida dipolga ta'sir qilayotgan kuchlarga qarshi quyidagi ishni bajarish kerak:



2 - chizma

$$dA = M d\alpha = PE \sin \alpha d\alpha \quad (3)$$

Bu ish dipolning elektr maydonidagi potensial energiyasini oshirishga sarf bo'ladi:

$$dW = PE \sin \alpha d\alpha \quad (4)$$

Buni integrallasak:

$$W = -RE \cos \alpha + \text{const} \quad (5)$$

Bunda $\text{const} = 0$ desak:

$$W = -RE \cos \alpha = -\mathbf{R}\mathbf{E} \quad (6)$$

Agar dipol maydon E yo'nalishga mos bo'lsa, uning energiyasi eng kichik $-RE$ ga teng va aksincha, dipol momenti Ye ga qarama-qarshi yo'nalgan bo'lsa, dipol energiyasi eng katta RE ga teng.

Bir jinsli bo'lmagan maydonda dipol zaryadlariga ta'sir qilayotgan kuchlarning kattaligi teng emas.

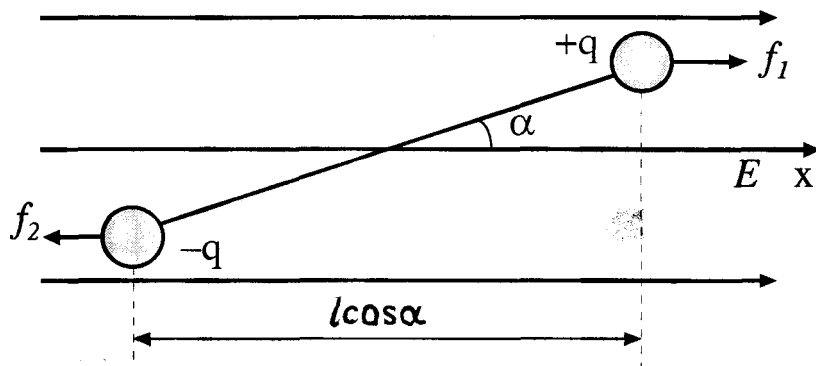
f_1 va f_2 kuchlarni kollinearlar deb hisoblanadi.

Dipolning (+) zaryadi (-) ga nisbatan x yo'nalish bo'yicha $\Delta X = l \cos \alpha$ kattalikka siljiydi.

$$\Delta E = \frac{\partial E}{\partial x} \Delta x = \frac{\partial E}{\partial x} l \cos \alpha. \text{ Bu zaryadlarning joylashish nuqtasidagi kuchlanganlik}$$

farqi dipolga ta'sir etuvchi $f_1 + f_2$ kuchlar teng ta'sir etuvchisi 0 dan farqli bo'lganda:

$$f = q \Delta E = q \frac{dE}{dx} l \cos \alpha = P \frac{dE}{dx} \cos \alpha$$



3 - chizma

Shunday qilib bir jinsli bo'lmagan elektr maydonida bir aylantiruvchi moment (2) dan tashqari (7) kuch ham ta'sir qiladi.

Bu kuch ta'sirida dipol kuchliroq maydon tomonga tortilishi (a-burchak o'tkir) yoki bunday maydondan itarilishi mumkin.

DIELEKTRIKNING QUTBLANISHI.

Tashqi elektr maydon bo'lmasa dielektriklar molekullarning dipol momentlari har ikkala holda ham nolga teng bo'ladi (qutbsiz va qutbli molekullar).

Tashqi maydon ta'sirida dielektrik qutblanadi. Muayyan nuqtadagi qutblanishni harakterlash uchun kichik qajm ΔV ajratish kerak. Shu hajmdan molekullar momentlarining yig'indisi $\sum_{\Delta v} P_i$ ni topish kerak:

$$P = \sum_{\Delta v} \frac{P_i}{\Delta V} \quad (1)$$

(1)dagi R kattalik dielektrikning qutblanish deb ataladi. Istalgan tipdagi dielektriklarda (segno-toelektrikdan tashqari) kuchlanganlik bog'lanishi:

$$P = x_1 \varepsilon_0 E_1 \quad (2)$$

ε_0 - elektr doimiysi, dipol earyadining sirt zichligi

$$\sigma^1 = P \quad \sigma^1 = P \cos \alpha = P_n \quad \sigma^1 = x \varepsilon_0 E_n \quad (3)$$

x-ga bog'liq bo'lmagan dielektrikning dielektrik qabul qiluvchanligi (o'lchamsiz kattalik).

a) qutbsiz molekullardan tuzilgan dielektrik uchun (2) dan:

$$P = n \beta \varepsilon_0 E \quad (4)$$

bo'ladi.

n-hajm birligidagi molekullarning soni

$$x = ns \quad (4^a)$$

b) qutbli molekulalardan tashkil topgan dielektrlklarda molekulalarning issiqlik harakati ularning dipol elementlarini har xil yo'nilishlar bo'yicha tarqatib tashqi maydonga to'sqinlik qiladi. Temperatura o'zgarmasa. (2) formula o'rinli bo'ladi. Ye o'zgarmas bo'lsa, qutbli vektor temperaturasi ortishi bilan kamayyadi. Bunday dielektrik, T ga teskari proporsional.

Ion bog'lanishli kristallarda molekulalar o'z mustaqqilligini yo'qotadi. Butun kristal katta molekulaga aylanadi. Kristalning ionlariga tashqi maydon ta'sir qilganda panjaralar bir-biriga nisbatan siljiydi, natijada dielektrik qutblanadi. Qutblanish vektori bu vaqtda ham (2) formula bilan aniqlanadi.