

### **3-ma`ruza. Elektr zanjirlar nazariyasuda qo`llaniladigan asosiy fizik kattaliklar.**

Reja:

1. Elektr zaryad.
2. Tok va uni tashkil etuvchilari.
3. Elektr kuchlanish, elektr potentsiallari ayirmasi.
4. Elektr quvvat va energiya

#### **1. Elektr zaryad.**

Elektr va magnit maydonlari, tarixiy ma'lumotlardan ham ko'rinadiki, ko'p yillar alohida-alohidahodisa, voqiylik sifatida o'rganib kelingan. Elektr maydonini qadimgi Yunonistonda ham jismlarni zaryadlanib qolishi tajribalari orqali kuzatishgan. Ammo bu kuzatuvlardan nazariya asoslarini va qonuniyatlari yaratilmagan.hattoki «atom» - bo'linmas zarrachadir degan noto'g'ri tasavvur ikki yarim ming yildan ko'p mavjud bo'ldi. XIX asr oxiri XX asrda elektr va magnit maydonini nazariyasini yaratish, amalda qo'llash bo'yicha misli qurilmagan inqilobiy kashfiyotlar va yangiliklar yaratildi. Ayniqsa elektromagnit maydoni ta'sirida jismlarga ishlov berish, ularning xossalarini o'zgartirish insoniyat uchun foydali yangiliklar yaratilishiga olib keldi.

Elektr maydonining o'ziga xosliklari ham mavjud. Ushbu maydonning kuch chiziqlari uzluksiz bo'lishi bilan bir qatorda (ya'ni elektr maydoni berk halqa tarzida tarqaladi) uni aniq qutblarga ajratish mumkin. Istalgan kattaliklardagi zarrachalarda musbat va manfiy qutblarni yaqqol ajratib,hatto ularning o'zaro ta'sirlashishini ham kuzatishimiz mumkin. Ushbuhodisani 1-rasmda ko'rsatishga harakat qilamiz.

Ushbu rasmning a) va b) tasvirlaridan ko'rinadiki, bir xil ishorali zaryadlarning elektr maydon kuch chiziqlari bir-biridan itariladi. Rasmning v) tasvirida turli xildagi ishorali zarrachalarning elektr maydon kuch chiziqlari bir-biriga tortiladi, ya'ni musbat ishorali zaryaddan chiqib manfiy ishorali zaryadda yakunlanadi. Elektr maydonining bu xossasidan amalda ko'p foydalaniladi. Masalan, galvanik elementlar, elektrolizli qurilmalar, elektr kinetik ta'sirli hamda elektron nurli qurilmalar va boshqalar.

#### **2. Tok va uni tashkil etuvchilari.**

Zaryad tashuvchilarning bir tomonga yo'naltirilgan harakatlanishi hodisasi va (yoki) elektr maydonining vaqt bo'yicha magnit maydoni hosil qilgan holda o'zgarishihodisasini to'la elektr toki deb ataladi.

To'la elektr toki uchta asosiy turga bo'linadi:

- 1) o'tkazuvchanlik toki;
- 2) kuchish toki;
- 3) siljish toki.

Ta'rif: O'tkazuvchanlik elektr toki deb, erkin elektr zaryadi tashuvchilarining modda ichida yoki bo'shliqda yo'naltirilgan harakati hodisasiga aytiladi.

$$\text{Elektr toki skalyar kattalikdir: } i = \frac{dq}{dt}$$

S sirtidagi har xil elementlarda zaryadlangan zarrachalarni harakatlanish yo'nalishi xilma - xil bo'lishi mumkin. Sirt cheksiz kichraytirilib borganda, ya'ni  $\Delta S \rightarrow 0$ , holat tobora turg'unlashib boradi. Bayon etilganlar asosida ko'rib chiqish uchun vektor kattalik – tok zichligi tushunchasi kiritiladi. Ushbu vektor miqdor jihatdan  $\Delta i$  tokni o'zi oqib o'tayotgan  $dS$  sirt elementiga nisbatining limitiga teng bo'lib, zaryadlangan zarrachalar harakatlanish yo'nalishi va  $dS$  sirt elementiga perpendikulyar yo'nalgandir. Limit nolga intilganda

$$I = \lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta i}{\Delta S} = \frac{di}{dS} \quad (3.1)$$

Ushbu vektorning yo'nalishi musbat zaryadlangan zarrachalar harakatlanishi bilan mos tushadi va aksincha, manfiy zaryadlangan zarrachalar harakatlanishiga teskari yo'nalgandir.

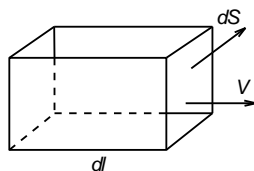
Ba'zi moddalar elektr o'tkazuvchanlik deb ataluvchi xossaga ega bo'ladilar va vaqt davomida o'zgaras bo'lgan elektr maydoni ta'siri ostida vaqt bo'yicha o'zgaras bo'lgan elektr tokini o'tkazadilar.

Ko'chirish elektr toki deganda, elektr zaryadini bo'shliq fazoda zaryadlangan zarrachalar yoki jismlarning harakatlanishi orqali ko'chirish hodisasiga aytiladi.

Tokning ushbu turi o'tkazuvchanlik elektr tokidan shu bilan farqlanadiki, uning zichligini  $I = \gamma \cdot E$  nisbat orqali ifodalab bo'lmaydi. Elektr zaryadli zarrachalar yoki zaryadlangan jismlarning elektr maydonida erkin harakatlanishi holatida esa, ularning tezligi elektr maydoni  $E$  kuchlanganligiga proporsional bog'liq bo'lmaydi.

Fazoda  $dl$ ,  $dS$  kesimga ega to'g'ri burchakli  $V$  paralelepiped olib (3.1-rasm). Faraz  $dl$  qilaylikki,  $dl$  qirrasini tezlik  $V$  vektoriga parallel bo'lsin. Parallelepiped ichidagi zaryad miqdori  $dq = \rho \cdot dl \cdot dS$  ga teng.

Parallelepiped ichidagi barcha zaryad  $dS$  sirdan  $dt$  vaqt oraligida oqib o'tadi va bunda zaryadlangan elementar zarrachalar  $dl$  masofani o'tadi. Ushbu  $dt$



vaqt

### 3.1-rasm.

oralig'i quyidagi  $dl = V dt$  shart orqali aniqlanadi.  $dS$  sirdan o'tayotgan elementar tok:

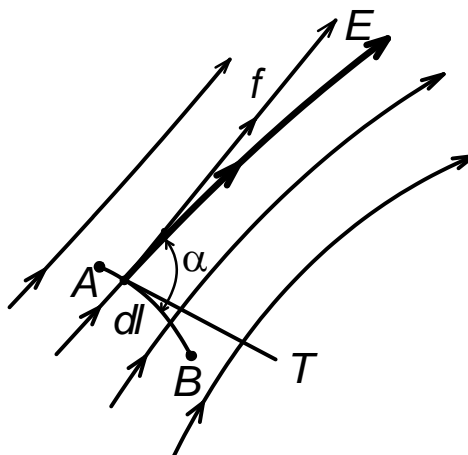
$$di = \frac{dq}{dt} = \rho \cdot V \cdot dS \quad \text{ea} \quad I = \frac{di}{dS} = \rho \cdot V \quad (3.2)$$

Elektr tokining uchinchi turi elektr siljish toki deb ataladi. Tokning ushbu turi o'zgarasiz elektr maydoni ta'siri ostida dielektrlarda hosil bo'ladi.

Ma'lumki, elektr maydonining vaqt bo'yicha har qanday o'zgarishi natijasida dielektrikdagi P qutblanish ham o'zgaradi. Mazkur holatda dielektrik moddasida moddaning atomlari va molekularidagi elektr zaryadlangan elementar zarrachalarning harakatlanishi sodir bo'ladi. Dielektrikdagi ushbu tok - qutblanish elektr toki deb ataladi. Dielektrikda zaryadlangan zarrachalar erkin holatda bo'lmasdan, elektr maydon ta'sirida faqatgina siljishlari mumkin. Shuning uchun qutblanish elektr tokini siljishi elektr toki ham deb ataladi.

### 3. Elektr kuchlanish, elektr potensial

Zaryad elektr maydonida muayyan bir yo'l bo'yicha ko'chirilganda unga ta'sir qiluvchi maydon kuchlari ma'lum miqdorda ish bajaradi. Ushbu ish miqdorining ko'chirilgan zaryadga nisbati fizikaviy kattalik bo'lib, elektr kuchlanishi deb ataladi. Faraz qilaylik zaryadli zarracha  $dl$  yo'l bo'ylab ko'chirilayapti (3.2-rasm).



3.2-rasm.

Maydonning A nuqtasidan B nuqtasigacha bo'lgan butun bu yo'l bo'ylab zaryadlangan zarracha ko'chirilganda maydon kuchlari tomonidan bajariladigan ishning matematik ifodasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$A = \int_A^B f \cdot \cos \alpha \cdot dl = q \int_A^B E \cdot \cos \alpha \cdot dl = q \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (3.3)$$

Ushbu chiziqli integral A nuqtadan B nuqtasigacha bo'lgan berilgan yo'l bo'yicha elektr kuchlanishiga teng. Kuchlanishni V harfi bilan belgilash qabul qilingan.

Binobarin:

$$V_{AB} = \int_A^B E \cdot \cos \alpha \cdot dl = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (3.4)$$

U holda quyidagiga ega bo'lamiz:

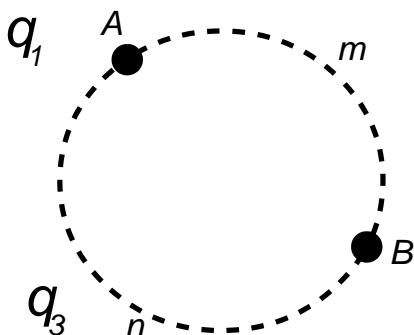
$$A = q \cdot V_{AB} \quad (3.5)$$

Ta'rif: Elektr kuchlanishi deb, ko'rib chiqilayotgan yo'l bo'ylab elektr maydonini tavsiflovchi va elektr maydoni kuchlanganligining ushbu yo'l bo'ylab chiziqli integraliga teng bo'lgan fizik kattalikka aytiladi.

Elektr potentsiallari farqini ko'rib chiqaylik. 3.3-rasmda elektrostatik (zaryadlangan jismlar harakatsiz turgan) maydon tasvirlangan. Ma'lumki, elektrostatik maydonda ixtiyoriy olingan yopiq kontur uchun maydon kuchlanganligining chiziqli integrali nolga teng:  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$ .

Elektrostatik maydonning ushbu xususiyati energiyaning saklanish qonuniga asoslangan. Faraz qilaylik yopiq  $A_m V_n A$  konturbo'yicha  $q$  zaryadga ega bo'lgan nuktali jism harakatlanayotgan bo'lsin.

Ko'rilayotgan konturning har bir oxirgi nuqtalarida maydon kuchlarining ishi qarama - qarshi qiymatga ega bo'ladi (har xil ishorali).



Agarda konturning boshida harakat maydon kuchlari yo'nalishi bilan bir xil yo'nalgan bo'lsa, kontur oxirida esa maydon kuchlariga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi (mos holda musbat (+) va manfiy (-) ishorali ishlarga ega bo'lamiz). Butun yopiq kontur bo'yicha bajarilgan ish miqdori nolga teng bo'ladi:

### 3.3-rasm.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \text{ yoki } \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \quad (3.6)$$

Haqiqatdan ham, agarda mazkur holat mavjud bo'lmaganda istalgan vaqtda  $A_m V_n A$  konturni shunday aylanib chiqish yo'nalishini tanlash imkonini mavjud bo'lar ediki, bu holda bajarilgan ish miqdori musbat qiymatni hosil qilardi.

Ko'rib chiqilayotgan kontur uchun quyidagi ifodaga egamiz :

$$\oint_{A_m B_n A} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_{A_m B} \vec{E} \cdot d\vec{l} + \int_{B_n A} \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \quad (3.7)$$

bundan

$$\int_{A_m B} \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_{B_n A} \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_{A_n B} \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (3.8)$$

$m$  va  $n$  yo'l qismlari ixtiyoriy tanlab olinganligi sababli, elektrostatik maydonda  $\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$  integralning qiymati integrallash usulini tanlashga bog'liq bo'lmagan, faqatgina  $A$  va  $B$  nuqtalar koordinatalarining funksiyasi bo'lib qoladi.

Ta'rif: Yuqorida keltirilgan integralga teng kattalikni  $A$  va  $B$  nuqtalar elektr potentsiallarining farqi deb ataladi va  $V_A - V_B$  ko'rinishda belgilanadi.

U holda:

$$V_A - V_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (3.9)$$

tenglikka ega bo'lamiz.

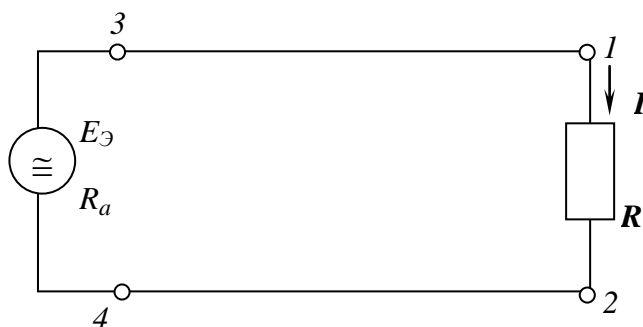
## 4. Elektr quvvat va energiya

Elektr zanjirlarning hisoblanishlarning tahlilining qulayligini nazarga tutib, quyidagi nazariy soddalashtirishlarga yo'l qo'yamiz. Yuqorida barcha elektromagnit tuzilmalarda demak, elektr zanjirlarda ham yagona elektromagnit

maydon vujudga kelishini ta'kidlab o'tgan edik. Lekin amalda ko'pincha elektrotexnik uskuna asboblarda elektr magnit maydonning yoki elektr maydoni yoki magnit maydoni ustundir. Demak, masalan, kondensatorlarda faqat elektr maydoni hisobga olamiz, induktivlikda esa faqat magnit maydon mavjud deb hisoblaymiz. Kondensatorlarda ikki plastinka orasida  $\varepsilon$  – sindiruvchanlikni dielektirikda elektr energiya elektr maydon ko'rinishda jamg'ariladi va bu maydon kondensator plastinkalarning orasidagi hajmi bilan cheklangan. Induktivlikda va sig'imda elektr energiya iste'mol qilinmaydi faqat elektr yoki magnit maydonda elektr energiya jamg'ariladi va manba bilan energiya almashiladi. Elektr energiyasining boshqa turiga shu jumladan issiqlik energiyasiga o'tishining aktiv qarshilik ifodalaydi. SHunday qilib elektr zanjirning induktiv va sig'im elementlarda elektr energiya to'planadi deb hisoblaymiz.

Berk zanjirdagi tokning miqdori zanjirning bir qismi uchun RM qonuni asosida aniqlanadi. Zanjirdagi tok uning 1 va 2 qutblari orasidagi potentsial ayirma to'g'ri proporsional bo'lib iste'molchining qarshiligiga teskari proporsionaldir.

Berk zanjirdagi tokning miqdori zanjirning bir qismi uchun Om qonuni asosida aniqlanadi. Zanjirdagi tok uning 1 va 2 qutblarda orasidagi potentsial ayirmasiga to'g'ri proporsional bo'lib, iste'molchining qarshiligiga teskari proporsionaldir (2.1.-rasm)



**3.4-rasm.**

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R} = \frac{U_{12}}{R} \quad (3.10)$$

Zaryad miqdori tok orqali quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$q = I \cdot t \quad (3.11)$$

Unda bajarilgan ish:

$$A = (\varphi_1 - \varphi_2) q = U \cdot I \cdot t \quad (3.12)$$

Zanjirning tashqi qismida, ya'ni iste'molchida bajarilgan ish:

$$A_{ist} = U_{ist} \cdot I \cdot t. \text{ Manbaning isrof energiyasi: } A_0 = U_0 \cdot I \cdot t$$

Lekin  $E = U_{ist} - U_0$  demak,  $A_{ist} + A_0 = A_m$ , ya'ni manbaning ishlab chiqarishdagi energiyasi:

$$A = E \cdot I \cdot t \quad (3.13)$$

Endi elektr tokining quvvatini aniqlamokchi bo'lsak, elektr energiyasining vaqtga nisbatini olishimiz kerak:

$$P_m = \frac{A}{t} = E \cdot I \quad (3.14)$$

$R_m$  – manbaning elektr quvvati

Demak:  $R_{ist} = U_{ist} \cdot I$  – iste'molchining elektr quvvati

$P_0 = U_0 \cdot I$  - manbaning isrof quvvati

Quvvatning o'lchov birligi: [Vt, kVt, MVt]

Ajralib chiqqan issiqlik miqdori o'tkazgichdan o'tayotgan tokning kvadratiga, qarshilik va tok o'tib turgan vaqt to'g'ri proporsionaldir.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad (3.15)$$

bu erda:

$Q$  - o'tkazgichda ajralib chiqqan issiqlik miqdori.

Om qonuniga asosan  $U = I \cdot R$  quvvat  $P = U \cdot I = I^2 \cdot R$

Demak,  $Q = P \cdot t$

Nazorat savollari:

1. Zaryadlangan zarrachani elektr maydoni ta'sirida butun yo'l bo'ylab harakatlanishida maydon kuchlari bajaradigan ish formulasini keltiring.
2. Elektr kuchlanishi deb nimaga aytiladi ?
3. Potensiallar farqi tushinchasiga ta'rif bering.
4. To'liq tok qanday toklardan tarkib topgan?
5. O'tkazuvchanlik tokiga ta'rif bering.
6. «Siljish toki» deganda nima tushuniladi?
7. Ko'chirish tokining mohiyatini tushintirib bering.