

53(075.8)

Т-87.

I.G.TURSUNOV

UMUMIY FIZIKA

53 (095.8)

T-87.

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

TOSHKENT VILOYATI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

I.G.TURSUNOV

UMUMIY FIZIKA
(Elektr va magnetizm)

O'quv qo'llanma

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT VILOYATI CHIRCHIQ
DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI
AXBOROT RESURS MARKAZI

Toshkent
«ISHONCHLI HAMKOR»
2021

UO'K 53(075.8)

KBK 22.3я73

T 87

O'quv qo'llanmada pedagogika instituti talabalari uchun o'quv rejaga asosan o'tiladigan umumiy fizika kursining "Elektr va magnetizm" bo'limining nazariy asoslari bayon qilingan.

Muallif:
prof.v.b. I.G.Tursunov

Mas'ul muharrir:
prof. M.Qurbonov

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi-ning 2021-yil 31 maydagi 237-sonli buyrug'iga asosan o'quv qo'llanma sifatida nashrga tavsiya etilgan.

ISBN 978-9943-7092-4-9

I. ELEKTROSTATIKA

1-§. Jismlarning elektrlanishi. Elektr zaryadi

XVI asrning oxirida angliyalik vrach va fizik Gilbert ipakka ishqalangan qahraboning o'ziga yengil buyumlarni tortish qobiliyati bilan bog'liq bo'lgan hodisalarni o'rganadi. Gilbert shunga doir tajribalar o'tkazib, faqat ipakka ishqalangan qahrabogina emas, balki oldindan mo'ynaga, movutga va shunga o'xshash boshqa yumshoq materiallarga ishqalangan shisha, chinni va boshqa ko'p jismlarning ham yengil buyumlarni o'ziga tortish xossasi bor ekanligini payqadi. Gilbert bu hodisani *elektrlanish* deb atagan.

Faqat ikki tur elektrlanish bo'lar ekan: *musbat* (masalan, mo'ynaga ishqalangan shishaning elektrlanishi) va *manfiy* (masalan, shishaga ishqalangan mo'ynaning elektrlanishi). Shuningdek, turli ishorali elektrlangan jismlarning o'zaro tortishishi va bir xil ishorali elektrlangan jismlarning esa o'zaro itarishadi.

Moddalarning elektrlanishi uzoq vaqtlargacha jism ichida harakatlanuvchi yoki bir jismdan ikkinchi jismga oqib o'tuvchi alohida (musbat va manfiy) elektrlangan suyuqliklar tabiati bilan tushuntirib kelingan. Faqat 1881 yildagina nemis fizigi va fiziologi Gelmgols elektr hodisalarni *elektr zaryadlangan elementar zarralarning* mavjudligi bilan tushuntiruvchi gipotezani aytdi. Keyinchalik elektronning (1897 yilda ingliz fizigi J.J.Tomson tomonidan) va protonning (1919 yilda ingliz fizigi Rezerford tomonidan) kashf etilishi munosabati bilan bu gipoteza isbotlandi. Elektronning massasi $m = 9,1082 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, uning zaryadi $e = -1,60091 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$. Proton musbat zaryadga ega bo'lib, kattaligi elektron zaryadiga teng, uning massasi esa elektron massasidan 1836 marta katta. Shuningdek, boshqa elementar zarralar (pozitronlar, mezonlar, neytronlar, neytrino va hokazo) ham mavjud bo'lib, ularning orasida zaryadlilari ham, neytrallari ham mavjuddir.

Barcha elementar zarralarning zaryadi kattaligi jihatdan bir xil bo'lib, elektron zaryadiga teng va elementar elektr zaryadi deb ataladi. Elementar zaryad (ma'lum bo'lgan) elektr zaryadlar ichida eng kichigidir; u o'ziga xos "elektr atomi" dir.

Elektrlangan (zaryadlangan) jismda musbat va manfiy elementar zaryadlar soni turlicha; zaryadlanmagan jismda ularning soni o'zaro teng bo'ladi.

Elektr zaryadlari erkin harakatlana oladigan jismlar o'tkazgichlar deyiladi. O'tkazgichlarni ikki xil turga ajratish mumkin. Barcha metallar birinchi tur o'tkazgichlarga kiradi. Metallarda harakatlanuvchi zaryadlar *erkin elektronlardir*; erkin elektronlarning ko'chishi bu turdagi o'tkazgichlarda hech qanday kimyoviy o'zgarishlar hosil qilmaydi. *Ikkinchi tur* o'tkazgichlarga elektrolitlar (tuzlar) kislotalar va ishqorlarning eritmaları kiradi va musbat va manfiy *ionlarning* tartibli harakatlanishi eritmada kimyoviy o'zgarishlar bo'lishiga sababchidir.

Moddada zaryadlangan zarralarning ko'chishi cheklangan (erkin elektronlari kam bo'lgan yoki ionlari deyarli bo'lmagan) jismlar *dielektriklar* yoki *izolyatorlar* deyiladi. Masalan, qahrabo, shisha, distillangan suv, spirt va shunga o'xshash bir qator moddalar dielektrikdir. *Yarim o'tkazgichlar* (selen, germaniy, kremniy, grafit va shunga o'xshashlar) o'z xususiyatlariga ko'ra oraliq holatda bo'ladilar. Ularning *elektr o'tkazuvchanligi* asosan tashqi sharoitlarga, jumladan, temperaturaga bog'liqdir.

Elektr zaryadlari biror jarayonda qatnashar ekan bir jismdan ikkinchi jismga ko'chishi yoki bir jismning o'zida qayta taqsimlanishi mumkin, biroq yo'qolishi va paydo bo'lishi mumkin emas. Boshqacha aytganda, *izolyatsiyalangan sistemada elektr zaryadlarning algebraik yig'indisi o'zgarmaydi*.

Bu qoida *elektr zaryadlarning saqlanish qonuni* deyiladi.

Elektr zaryadning (*elektr miqdorining*) o'lchov birligi, qayd qilib o'tilganidek, *Kulon (Kl)* dir. Bu birlik o'tkazgichdagi (*I*) tok kuchini o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan o'tgan (*q*) elektr zaryadi va uning o'tish vaqti (*t*) bilan bog'lovchi munosabatdan aniqlanadi:

$$q = I t \quad (1)$$

(1) ifodaga ko'ra 1 Kl zaryad o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan 1 sekunda 1 A tok olib o'tgan elektr zaryadiga teng:

$$1 \text{ Kl} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$$

Tok kuchining birligi – *Amper* XBS (Xalqaro birliklar sistemasi) da asosiy birlikdir. 1 A tok *kuchi* parallel ikki tokli o'tkazgichning o'zaro ta'siridan aniqlanadi.

2-§. Vakuumdagi elektr zaryadlarining o'zaro ta'siri. Elektr maydoni va uning kuchlanganligi

Elektrostatika elektr jihatdan zaryadlangan va tinch turgan jismlarning o'zaro ta'siri va muvozanat shartlarini, shuningdek bu jismlarning elektr zaryadlariga bog'liq bo'lgan xossalarni o'rganadi.

Elektrostatikaga doir birinchi miqdoriy ilmiy tadqiqotlarni 1785 yilda fransuz fizigi SH. Kulon o'tkazgan edi. Kulon tajriba yo'li bilan (buralma tarozilar yordamida) quyidagi qonunni aniqladi:

ikkita nuqtaviy zaryad vakuumda zaryadlarning va kattaliklariga to'g'ri proporsional, ular orasidagi masofa kvadrati ga teskari proporsional bo'lgan va bu zaryadlarni birlashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan kuch bilan o'zaro ta'sirlashadi:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad (2)$$

bu yerda *k* – proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, birliklarning sistemasiga bog'liq ravishda tanlanadi.

(2) formula faqat nuqtaviy zaryadlar uchunгина emas, balki chekli o'lchamdagi zaryadlangan sharlar uchun ham o'rinalidir. Bunday holda sharlarning markazlari orasidagi masofa bo'ladi. Boshqa shakldagi jismlarning o'zaro ta'sir kuchi bu jismlarning zaryadlarini tashkil qilgan barcha nuqtaviy zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchlarini vektorlar yig'indisidan iborat.

(2) formuladagi proporsionallik koeffitsiyentini SI (XBS)da quyidagi ko'rinishda ifodalash maqsadga muvofiq (qulay):

$$k = \frac{k_0}{\epsilon_0} \text{ yoki } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \text{ bo'lib, bunda } k_0 = \frac{1}{4\pi} \text{ deb olinadi. } (3)$$

bu yerda *k₀* - proporsionallik koeffitsiyenti, *ε₀* – kattalik esa elektr doimiysi (vakuumning absolyut dielektrik singdiruvchanligi)

deyiladi. Odatda k va ε_0 ning qiymatlarini tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

(3) ifodani nazarga olib, vakuumda nuqtaviy zaryadlarning o'zaro ta'siri uchun Kulon qonunini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \varepsilon_0 r^2}. \quad (4)$$

Tajribalarda ε_0 kattalikning qiymati $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Kl}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$ ekanligi aniqlandi. XBS da ε_0 ning o'lchamligini Kulon qonuni (4) dan aniqlash oson:

$$[\varepsilon_0] = \frac{[q_1][q_2]}{[F][r^2]} = \frac{\text{Kl}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2} = \text{m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{sek}^4 \cdot \text{A}^2.$$

Elektr doimiysi ε_0 ning o'lchov birligi metrda Farada (F/m) deb belgilash qabul qilingan. Shunday qilib,

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

Tajribalar shuni ko'rsatdiki, bir-biridan biror masofada turgan har qanday elektr zaryadlari elektr maydoni orqali o'zaro ta'sirlashadi. Elektr zaryadlarning o'zaro ta'sir qilishiga vosita bo'lgan materiya turi elektr maydoni deyiladi. Zaryadlangan har bir jism atrofida elektr maydoni hosil qiladi. Bu maydonga qo'yilgan har bir zaryad (4) formulaga muvofiq kuch ta'siriga uchraydi. Elektr maydoni manbai zaryadlangan ionlardir.

Q zaryad maydonining biror nuqtasida nuqtaviy musbat q_0 zaryad—"sinash zaryadi" turgan bo'lsin. Unda ushbu zaryadga biror F_0 kuch ta'sir qiladi. Biroq $\frac{F_0}{q_0}$ nisbat sinash zaryadi kattaligiga bog'liq bo'lmaydi, u elektr maydonining xarakteristikasi bo'lib xizmat qilishi mumkin. Quyidagi

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_0}{q_0} \quad (5)$$

vektor kattalik elektr maydonning kuchlanganligi deyiladi. Shunday qilib, muayyan nuqtadagi elektr maydoni kuchlanganligi kattaligi jihatidan shu nuqtaga qo'yilgan musbat birlik zaryadga

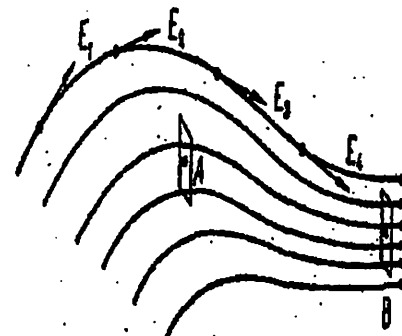
ta'sir qiluvchi kuchga teng va biz tanlagan hol uchun kuchlanganlik o'lchamlari:

$$[E] = \frac{[F]}{[q]} = \frac{[N]}{[Cl]} = \text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{sek}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}.$$

$$\frac{N}{Cl} = \frac{\text{Volt}}{\text{metr}} \quad (\text{bu yerda Volt elektr maydoni potensialining o'lchov birligi}).$$

Shuning uchun elektr maydoni kuchlanganligining o'lchov birligi metrga volt (V/m) deb ataladi.

Elektr maydonini kuch chiziqlari yordamida uning yo'nalishini tasvirlash mumkin. Elektr maydonining kuch chiziqlari deb uning har bir nuqtasiga o'tkazilgan urinma kuchlanganlik vektori bilan ustma-ust tushadigan chiziqqa aytiladi (1-rasm).



1-rasm.

Kuch chiziqlari shunday quyuqlikda chiziladiki, maydonga perpendikulyar bo'lgan tasavvur qilingan 1m^2 yuza orqali o'tayotgan chiziqlar soni maydonning shu yerdagi kuchlanganlik kattaligiga teng bo'lsin.

Shunday chizilganda elektr maydonining tasviriga qarab maydon kuchlanganligining faqat yo'nalishi to'g'risidagina emas, balki kattaligi haqida ham fikr yuritish mumkin. Masalan, A nuqta atrofida $E = 2 \text{ V/m}$, B nuqta atrofida esa $E = 4 \text{ V/m}$ (1-rasmga qarang).

Agar elektr maydonining hamma nuqtalarida YE kuchlanganlik bir xil bo'lsa, elektr maydoni *bir jinsli* deyiladi. Aks holda esa maydon *bir jinslimas* deb qaraladi.