

31- Labaratoriya ishi

ELEKTRO STATIK MAYDONNI TEKSHIRISH

Kerakli materiallar. 1. Turli shakildagi elektrodli elektrolitik vanna 2. Telefon yoki galvonometr 3. Voltmetr 4. Reostat

Ishning maqsadi: Elektrostatik maydonni tekshirish ekvipyutensial chiziqlarni aniqlash.

Nazariy muqaddima

Tajribalarni ko'rsatishicha zaryadlangan jismlar o'zaro ta'sirlashadi: bir xil ishorali zaryadlangan jismlar bir-birini itaradi, Har xil ishorali zaryadlangan jismlar esa o'zaro tortishadi.

Agar biror zaryadlangan jismning o'lchamlarini shu jumladan boshqa jismlargacha bo'lgan masofaga nisbatan cheksiz kichik deb hisoblash mumkin bo'lsa, bunday zaryadlangan jism nuqtaviy zaryad deb aytiladi.

Ikkita nuqtaviy zaryadning o'zaro ta'sir kuchi kulon qonuni bilan aniqlanadi.

$$F = K \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$$

bu yerda K – proporsionalik koeffitsienti, SI sistemasida

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

ϵ_0 – elektr doimiysi

ϵ – muhitning dielektrik singdiruvchanligi.

Qo'zg'almas zaryadlangan jismlarning o'zaro ta'siri, shu zaryadlangan jismlar vujudga keltirgan elektrostatik maydon orqali yuz beradi.

Elektrostatik maydonni asosiy xarakteristik kattaliklaridan biri elektrostatik maydonni kuchlanganlik vektori (\vec{E}) dir. Elektrostatik maydon kuchlanganligi vektori son qiymati jihatidan ushbu maydonga kiritilgan birlik sinash zaryadi ta'sir

qiluvchi kuchga teng. Vektor \vec{E} ning yo'nalishi musbat zaryadga ta'sir qilayotgan kuchning yo'nalishiga mos keladi.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Elektr maydon kuchlanganligining birligi qilib, bir birlik zaryadga bir birlikni kuch ta'sir etuvchi nuqtadagi kuchlanganlik

$$[E] = 1 \frac{H}{Kl} = 1 \frac{B}{M}$$

qabul qilinadi. SI birliklar sistemasida elektr maydon kuchlanganligi B/M orqali ifodalanadi. Maydonni grafik usulda ta'sirlashuv uchun \vec{E} vektor chiziqlari tushunchasi kiritiladi. Elektr maydon chiziqlari yoki kuch chiziqlari deb shunday chiziqqa aytiladiki uni har bir nuqtasiga o'tkazilgan urunma elektr maydon kuchlanganlik vektorining yo'nalishini beradi (1-rasm). Kuch chiziqlariga normal bo'lgan bir birlik yuzadan o'tuvchi kuch chiziqlari soni maydon kuchlanganlik vektorining qiymatini beradi.

1 – rasm. Elektr maydon kuch chiziqlari.

Kuch chiziqlari musbat zaryadlarda boshlanib manfiy zaryadlarda tugaydi.

Elektrostatik maydonni xarakterlovchi kattalik potensial bo'lib, zaryadning potensial energiyasi W , shu zaryad kattaligiga nisbati bilan o'lchanadi.

$$\varphi = \frac{W}{q}$$

Ya'ni elektr maydonining berilgan nuqtasini potensial deb shu nuqtaga olib kiritilgan birlik zaryadning potensial energiyasiga teng bo'lgan kattalikka aytiladi.

$$W = K \frac{q_0 q_1}{r} \text{ ekanligini e'tiborga olgan holda}$$

$$\varphi = \frac{q}{r} K \text{ deb yozish mumkin.}$$

Bu formula maydonning berilgan nuqtasidagi potensialning qiymatini beradi.

Elektr maydonida zaryad harakatlanganda potensial energiyasini o'zgarishiga teng bo'lgan ish bajaradi. $A=(W_2-W_1)$

$$W_2 = q_0 \phi_2 \quad \text{va} \quad W_1 = q_0 \phi_1 \text{ ekanligini e'tiborga olib}$$

$$A = q_0 (\phi_2 - \phi_1) \text{ (4) ni hosil qilamiz.}$$

Bu yerda ϕ_1 va ϕ_2 – maydonning berilgan nuqtalarini potentsiali.

q_0 – maydonning bir nuqtasidan ikkinchi nuqtasiga harakatlanuvchi zaryad

Potensial bilan maydon kuchlanganligi orasidagi bog'lanishni topaylik. Zaryadni kuchlanganlik chizig'i bo'yicha biror kesmaga ko'chirishda bajargan ish

$$dA = Fdl = qEdl \quad (5) \text{ ga teng}$$

Bu ishni zaryad potensial energiyasini kamayishi hisobiga bajaradi.

$$dW = -qd\phi \quad (6)$$

bu yerda $d\phi$ - potensialni o'zgarishi

$$\text{Oxirgi ikki tenglamadan } qE dl = -qd\phi \quad (7)$$

$$\text{Bu yerda } E = -\frac{d\phi}{dl} = -\text{grad}\varphi \quad (8)$$

$d\phi$ - ifoda berilgan yo'nalishda potensialning o'zgarish dl tezligini ko'rsatadi.

Elektr maydon kuchlanganligi potensialning teskari ishora bilan olingan gradientiga teng. Minus ishora maydon kuchlanganligi potensial kamayishi tomonga yo'nalganligini ko'rsatadi (2-rasm).

Elektr maydonga bir xil potentsialli nuqtalarning geometrik o'rinlaridan tashkil topgan sirtga ekvipotensial sirt deyiladi.

Ekipotensial sirt nuqtalari uchun $\phi = \text{const}$. Ekipotensial sirtning barcha nuqtalari bir xil potentsialda bo'lgani tufayli unda zaryad ko'chishi ish talab qilmaydi. Bu degan so'z, zaryadga ta'sir qiluvchi kuch har doim siljishga perpendikulyar demakdir. Bundan kuch chiziqlari ekvipotensial sirtlarga doim perpendikulyar bo'ladi, degan xulosa chiqadi. Ekipotensial chiziqlar yordamida kuch chiziqlarini elektr maydonidagi taqsimotini topish mumkin. Ushbu ishdan maqsad ham shu taqsimotni topishdir.

2-rasm. Ekipotensial chiziqlar.

Ekipotensial va kuch chiziqlari taqsimotini o'rganishidagi eng sodda va ishonchli metod bu elektrodlar sistemasi orasidagi maydonni o'rganishdir. Tekshiriladigan maydonni hosil qiluvchi elektrodlar o'zgaruvchan tok maydoniga ulanib, elektr tokini yomon o'tkazuvchi suyuqlik (masalan, vodoprovod suvi) qo'yilgan vanna ishiga joylashtiriladi. Kalit ulanganda elektrodlar orasidagi suyuqlik orqali o'garuvchan tok o'ta boshlaydi. Natijada ekvipotensial sirtlarning shakli xuddi elektrodlarda doimiy potentsial va elektrodlar orasida elektr tokini o'tkazmaydigan muhit mavjud bo'lgandagi kabi bo'ladi.

Agarda bunday vannaga indikator bilan ulangan kichkina sharcha ko'rinishidagi elektrozondni tushirilsa, zond va zond tushirilgan nuqta potentsiali noldan farqli bo'lganda indikator tok mavjudligini ko'rsatadi; agarda zond va ushbu nuqta potentsiali teng bo'lsa indikator o'tmaydi. Indikator sifatida telefon yoki galvanometr ishlatish mumkin. Shunday usulda zondga ma'lum kuchlanish berib, indikator yordami bilan bir xil bo'lgan nuqtalarni topish mumkin va bu nuqtalarni o'zaro birlashtirib mos potentsial uchun ekvipotensial chiziq o'tkaziladi. Zond potentsiali o'zgartirilib, har bir potentsialga mos

bo'lgan ko'pgina ekvipotensial chiziqlarni chizish mumkin. Ular yordamida esa kuch chiziqlari o'tkaziladi.

Bizni kafedra laboratoriyasida elektrostatik maydonni tekshirish kontruksiyasi jihatidan biroz farq qiluvchi ikki qurilma olib boriladi.

Birinchi qurilma

Qurilma sxemasi 3 – rasmda tasvirlangan. Yassi elektrostatik vanna elektrostatik maydonni tekislikda tekshirishga imkon beradi. Indikator qilib qarshiligi katta bo'lgan telefon olinadi. Telefon simlarining bir uchi potentsiometrغا ulanib, ikkinchi uchi zond vazifasini o'taydi. Eletrodlarga kuchlanish saqlagich qarshilik (qizdiruvchi lampa) orqali o'zgaruvchan tok manbaidan beriladi.

3-rasm. Qurilmaning sxemasi.

Zondga kuchlanish potentsiometr orqali beriladi. Kuchlanish voltmetr orqali o'lchanadi. Vanna tubiga mahkamlangan millimetrlarga darajalangan qog'ozda teng potensial nuqtalari holati belgilanadi.

Birinchi qurilmada ishni bajarish tartibi

1. 3 – rasm bo'yicha elektr sxemasi tekshirishsin.
2. Vannadagi suvni miqdori tekshirilsin, ehtiyoj bo'lsa, qo'shilsin.
3. Millimetrga darajalangan qog'oz bo'lagiga mos masshtabda elektrodlarni shakli va formasi tushirilsin.
4. Potentsiometr yordamida zondga ma'lum potensial berilsin. Zond koordinata o'qi qiymatlari ($U=0, +4, -4, +6, -6, +8, -8$ va hokazo) bo'lganda to'g'ri chiziq bo'yicha harakatlansin, va telefon tovushlarining so'nggan holatlariga mos keluvchi koordinataga nuqtalari topilsin. Topilgan nuqtalarni grafikka tushirib bir chiziq bilan o'zaro birlashtirilib ekvipotensial chiziq o'tkaziladi.

5. Zond potentsiali o'zgartirilib tajriba bir necha bor takrorlansin, teng potentsial chiziq-lari o'tkazilsin.
6. Ekvipotentsial chiziq-lar yordamida luchlanganlik chiziq-lari qurilsin va ularni yo'nalishi ko'rsatilsin.

Ikkinchi qurilma

4-rasm. Qurilmaning sxemasi.

Ikkinchi qurilma birinchisidan asosan konstuksiyasi bo'yicha farq qiladi. Qurilma umumiy ko'rinishi 4 – rasmda berilgan. Organik shishadan qilingan vannada (1) elektrod-lar (2) kerakli holatda qisqich-lar yordamida mahkamlanadi. Bu qurilmada elektr maydonni tekshirish, ya'ni ekvipotentsial chiziq holatini aniqlash maxsus qurilma pantografda grafik usulda bajariladi.

Pantograf richagi uchiga gorizont-al tekislik bo'yicha harakatlana oladigan vertikal zond (3) mahkamlanadi. Zondni pastki qismi elektrolitga joylashtiladi, yuqori qismi esa egiluvchi sim yordamida galvanometr bilan ulanadi. Pantograf richagini ikkinchi uchiga vertikal qalam – nayza (4) o'rnatilgan, uning o'rnatilgan, uning yordamida teng potentsial nuqtalari holati qog'oz bo'lagida belgilanadi. Pantograf richagi sistemasi shunday quriladiki, zondni barcha gorizont-al siljish-lari qalamni qog'ozi ustidagi avtomatik vujudga keltiriladi.

Agar maydonning biror nuqtasida zond joylashtirilganda galvanometr strelkasi "nolga" kelsa, demak zond potentsial va shu nuqtadagi maydon potentsiali o'zaro teng bo'ladi. Berilgan potentsialda galvonometr nolni ko'rsatishiga qarab zond yordamida bir necha (6-7) ta nuqta aniqlanadi ularni o'rni qog'oz bo'lagiga pantograf nayzasi yordamida belgilanadi.

Ishni bajarish tartibi

1. Toza qog'oz bo'lgan qurilma stoliga joylashtiriladi (6), vanna va keragicha suv quyiladi, elektrodlar qisqichlarga mahkamlanadi.
2. T_2 tumbler "trubo" holatiga so'ngra T_2 tumbler "БКЛ" holatiga qo'yiladi.
3. Potensial surgichi rahbar ko'rsatgan kuchlanishga qo'yiladi, zondni vaanada siljitib galvanometr ko'rsatishi nol bo'lgandagi nuqta topiladi. Tumbler T_2 "tochno" holatiga o'tkazilib galvanometrda tok kuchi $U - 0$ holat qalam yordamida qog'ozda belgilanadi. Shu metod bilan ushbu kuchlanishdagi 6-7 nuqta topiladi. Qog'ozda topilgan nuqtalarni o'zaro birlashtirib ushbu potensial (φ)ga mos keluvchi ekvipotensial chiziq olinadi.
4. Shunday usulda $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ potenciallar uchun ham tajriba o'tkaziladi.
5. Olingan ekvipotensial chiziqlar yordamida elektrostatik maydon kuchlanganlik chiziqlari ularni, ularni yo'nalishi ko'rsatilsin.

Kontrol savollar

1. Elektrostatik maydon deb nimaga aytiladi?
2. Elektostatik maydon kuchlanganligi deb nimaga aytiladi? Va qanday o'lchanadi?
3. Potensial va potenciallar gradienti deb nimaga aytiladi?
4. Maydon kuchlanganligi bilan potensial orasida qanday bog'lanish bor?
5. Elektrostatik maydon kuch chiziqlari deb nimaga aytiladi?
6. Qanday chiziq ekvipotensial chiziq deyiladi?
7. Zaryadni ekvipotensial chiziq bo'yicha ko'chirishda bajarilgan ish nimaga teng?