

## План уроку 60

**Тема: Електродинаміка.**

**Тема уроку: Потенціал електричного поля, різниця потенціалів.**

**Мета уроку:** Мета уроку: ознайомити учнів з енергетичною характеристикою електростатичного поля.

На кожен заряд, розміщений в електричному полі, діє сила, під дією якої він переміщується. При русі заряду електричне поле виконує певну роботу.

Роботу сил електричного поля можна розглядати як зміну потенціальної енергії, яку має кожне заряджене тіло, що перебуває в цьому електричному полі. Якщо позначити потенціальну енергію зарядженого тіла, що переміщується під дією електричних сил, у початковій і кінцевій точках траєкторії відповідно  $W_1$  і  $W_2$ , то робота сил електричного поля визначатиметься за формулою

$$A = W_1 - W_2 = - (W_2 - W_1).$$

Різні пробні заряди у даній точці поля матимуть різні потенціальні енергії. Водночас відношення потенціальної енергії пробних зарядів до їх значень для даної точки поля є величиною сталою. Фізична величина, яка визначається відношенням потенціальної енергії пробного заряду, що знаходиться у даній точці електричного поля, до значення заряду, називається потенціалом.

Потенціал позначається літерою  $\phi$  і записується у вигляді

$$\phi = \frac{W}{q}.$$

Потенціал є скалярною величиною. Потенціали точок поля позитивно зарядженого тіла мають додатне значення, потенціали ж негативно зарядженого тіла мають від'ємне значення.

$$1 \text{ В} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ Кл}}.$$

Одиницею потенціалу в СІ є 1 вольт (1В):

Потенціал характеризує електричне поле у даній його точці та є його енергетичною характеристикою.

Якщо позначити потенціали точок, в яких перебував пробний заряд до і після виконання роботи силами електричного поля з його переміщення.

відповідно  $\phi_1$  і  $\phi_2$  і врахувати, що  $W = \phi q$ , то можна записати

$$A = W_1 - W_2 = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

Значення цієї роботи пропорційне значенню переміщеного заряду і залежить від того, з якої в яку точку переміщується заряд. Фізична величина ( $\varphi_1$  і  $\varphi_2$ ) називається різницею потенціалів і визначається відношенням роботи з переміщення пробного заряду з початкової точки в кінцеву до значення цього заряду:

$$(\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{A}{q}$$

Значення потенціальної енергії залежить від вибору початку її відліку (вибору нульового рівня потенціальної енергії). Отже, значення потенціалу залежить від вибору точки, в якій потенціал дорівнює нулю. Такою точкою у фізиці вважають точку, що знаходиться у нескінченності. Тому потенціал даної точки електричного поля можна визначити як фізичну величину, що показує, яка робота виконується електричними силами під час переміщення одиничного позитивного пробного заряду із даної точки у нескінченність.

Слід зазначити, що поняття «нескінченність», де прийнято вважати  $\varphi = 0$ , фізично не визначено. Тому під час знаходження потенціалу в довільній точці поля завжди допускають неточність на значення потенціалу в точці, яку вважають розміщеною у нескінченності. Іншими словами, потенціал довільної точки поля визначають завжди з точністю до адитивної сталої. Тому поняття «потенціал» у цьому розумінні дещо фізично не визначено. Більш точним й однозначним поняттям є «різниця потенціалів» як фізична величина, що визначається роботою під час переміщення пробного заряду  $q = 1$  Кл між точками поля з потенціалами  $\varphi_1$  і  $\varphi_2$ .

На практиці часто буває зручнішим вважати рівним нулю потенціал Землі. Це допустимо, оскільки при будь-яких розрахунках важливо знати різницю потенціалів між деякими точками електричного поля, а не абсолютне значення потенціалів у цих точках. Вимірюють різницю

потенціалів заземленим електрометром, порівнюючи потенціал зарядженого електрометра з потенціалом Землі. Різницю потенціалів в електричному полі називають напругою. Позначають напругу літерою  $U$ . Одиницею напруги в СІ є 1 вольт (1 В).

$$U = \frac{A}{q} \text{ і } A = qEd$$

Враховуючи, що  $U = \frac{A}{q}$ , знаходимо зв'язок між напругою і

напруженістю електричного поля:

$$E = \frac{U}{q}$$

Вчені домовилися проводити поверхні так, щоб різниця потенціалів для двох сусідніх поверхонь була всюди одна й та сама. Тоді за густотою еквіпотенціальних поверхонь можна зробити висновок про значення напруженості поля: чим густіше розміщені ці поверхні, тим швидше змінюється потенціал під час переміщення вздовж нормалі до поверхонь і тим більша у цьому місці напруженість  $E$

### *Це цікаво знати*

Усе життя людину оточують природні атмосферні електричні поля. Найяскравіше проявляє себе електричне поле під час грози. Тоді його напруженість біля Землі досягає 10 кіловольт на метр (кВ/м). Але і в безхмарну погоду напруженість атмосферного поля в середньому становить 130 В/м. Ми говоримо про середнє значення тому, що, як і, допустимо, сонячна активність, атмосферне електричне поле коливаються циклічно, досягаючи максимуму в певні періоди. Найбільші значення припадають на 22-річний (два одинадцятирічних), річний, 27-добовий і добовий періоди. Залежить це значення і від географічного положення: максимальна сила електричного поля в помірних широтах, мінімальна — на полюсах і біля екватора. Але всі ці зміни сприймаються організмом як належне.

Внаслідок активної науково-технічної діяльності, особливо в останні десятиліття, людина привнесла свої корективи в атмосферу, що оточує нас. Рівень напруженості електричного поля зріс, і в деяких місцях став вже небезпечний для живого організму.

Особливо негативно електричне поле впливає на здоров'я людини там, де є високовольтні лінії електропередач (ЛЕП). Напруженість електричного поля безпосередньо під ЛЕП залежно, звичайно, від її конструкції, досягає іноді десятків кіловольт на метр.

На думку вчених, основний механізм біологічної дії електричного поля — поява в організмі «струмів зсуву». Так називається рух електрично заряджених частинок.

Дослідження показали, що ступінь функціональних розладів залежить від тривалості перебування людини в електричному полі. Найбільш чутлива до цього нервова система, опосередковано можуть виникати розлади діяльності і серцево-судинної системи, зміни у складі крові.

Тому люди, які знаходяться в зоні високовольтних споруд, мають дотримуватися всіх необхідних норм безпеки.

Вченими встановлена потенційна небезпека перебування людини в електричному полі, напруженість якого перевищує 25 кВ/м. Тут можна працювати тільки із застосуванням засобів індивідуального захисту.

Безпечним є рівень напруженості електричного поля в житлових будівлях, де людина перебуває за часом необмежено багато, — 0,5 кВ/м. Для порівняння можна навести приклад: такий електропобутовий прилад, як електроковдра, створює рівень

напруженості до 0,2 кВ/м. Допустимий рівень напруженості в районах житлової забудови становить 1 кВ. А ось у місцях, маповідвідуваних людьми (незабудовані території, сільськогосподарські угіддя), безпечний рівень встановлений до 15 кВ/м, у важкодоступних, практично непрохідних місцях — 20 кВ/м.

Не знаючи про те, як впливає на організм електричне поле високої напруги, деякі люди в зоні ЛЕП розбивають городи, довго і часто працюють там. Це неприпустимо! Навіть професіоналам, що за службовим обов'язком здійснюють контроль і ремонт ЛЕП, дозволяється працювати не більше, ніж півтори години в день, якщо напруженість там досягає 15 кВ/м, і не більше, ніж 10 хвилин при напруженості до 20 кВ/м.

У зоні електричного поля ЛЕП небажано гуляти, кататися на лижах, особливо дітям та людям з ослабленою серцево-судинною системою. Це стосується і міських територій, через які проходять високовольтні лінії. Потрібно максимально обмежити своє перебування в подібних місцях. Ночівлі ж беззастережно виключаються.

Хотілося б застерегти аматорів-садівників, щоб вони не будували ніяких металевих будиночків, сарайчиків для зберігання інвентарю на території ЛЕП. Дотик до такої споруди, навіть якщо людина ізольована від Землі, наприклад гумовим взуттям, може завдати дуже сильне і далеко не завжди безпечне для життя ураження струмом.