

План уроку 61

Тема: Електродинаміка.

Тема уроку: Зв'язок напруженості електричного поля з різницею потенціалів.

Мета уроку: ознайомити учнів з енергетичною характеристикою електростатичного поля

На заряд, що знаходиться в полі, діє електричне поле, створене іншим зарядом. Під час переміщення заряду, діюча на нього з боку поля сила виконує роботу. Тому можна стверджувати, що заряджене тіло в електричному полі має енергію. Розглянемо дві пластинки, розміщені вертикально. Ліва пластинка B заряджена негативно, а права C - позитивно (рис. 4.1.14). Обчислимо роботу, що виконується полем A під час переміщення заряду q із точки 1, яка знаходиться на відстані d_1 від пластини B , у точку 2, розміщену на відстані $d_2 < d_1$ від тієї ж пластинки. Точки 1 і 2 лежать на одній силовій лінії.

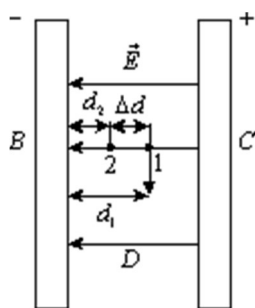


Рис.4.1.14.

На ділянці шляху $Dd = d_1 - d_2$ електричне поле виконує додатну роботу:

$$A = qE(d_1 - d_2) = - (qEd_2 - qEd_1).$$

Оскільки ця робота не залежить від форми траєкторії, то вона дорівнює зміні потенціальної енергії, взятій з протилежним знаком:

$$A = - (W_{p2} - W_{p1}) = - DW_p.$$

Порівнюючи рівняння бачимо, що потенціальна енергія заряду в однорідному електричному полі

$$W_p = qEd,$$

де заряд q може бути і позитивним, і негативним.

На замкненій траєкторії, коли заряд повертається в початкову точку, робота поля дорівнює нулю:

$$A = DW_p = - (W_{p2} - W_{p1}) = 0.$$

Поля, що мають цю властивість, називають **потенціальними** (гравітаційні, електростатичні).

Потенціальна енергія в електростатичному полі пропорційна заряду, тому відношення W_p до q не залежить від вміщеного в поле заряду. Це дозволяє ввести нову кількісну характеристику поля - потенціал - відношення потенціальної енергії до заряду:

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

$$[\varphi] = V = \text{Дж/Кл.}$$

Потенціал - скалярна фізична величина, що є енергетичною характеристикою електричного поля і визначає потенціальну енергію заряду q в довільній точці електричного поля.

Потенціал поля в даній точці рівний тій роботі, яку виконає поле переміщуючи одиничний заряд з даної точки в нескінченність, тобто туди, де поля немає

Потенціал однорідного поля

$$\varphi = \frac{W_p}{q} = Ed$$

.В загальному випадку, якщо поле неоднорідне

$$E(r) = -\varphi(r)'$$

тобто функція залежності напруженості поля від відстані є похідною від функції потенціалу, взятій з знаком "мінус". **Знак тут вказує на те, що вектор напруженості направлений завжди в сторону зменшення потенціалу**

Потенціал поля точкового заряду

$$\varphi = \frac{kq}{\epsilon r}$$

.Потенціал в довільній точці поля визначають як суму потенціалів, створених окремими точковими зарядами:

$$j = j_1 + j_2 + \dots + j_n.$$

Практичне значення має не сам потенціал, а його зміна. Оскільки $W_p = qj$, то робота

$$A = - (W_{p2} - W_{p1}) = - q(j_2 - j_1) = q(j_1 - j_2) = qU,$$

де $U = (j_1 - j_2)$ - різниця потенціалів або напруга. Вона дорівнює:

$$U = (j_1 - j_2) = \frac{A}{q}.$$

Різниця потенціалів або напруга між двома точками - це фізична скалярна величина, що дорівнює відношенню роботи поля, яка виконується для переміщення заряду із початкової точки поля в кінцеву, до величини цього заряду.

Напруга вимірюється у СІ у вольтах (В):

$$[1\text{В}] = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}}$$

Напруга $U = 1\text{ В}$, якщо під час переміщення заряду в 1 Кл із однієї точки в іншу поле виконує роботу в 1 Дж .

Знаючи потенціал в кожній точці поля, можна знайти напруженість поля. Між напруженістю електростатичного поля E і напругою існує зв'язок.

Оскільки $A = qEd$ і $A = qU$, то у разі рівності лівих частин рівними будуть і праві частини цих формул. Отже, звідси

$$E = \frac{U}{\Delta d}$$

Ця формула показує:

- 1) чим менше змінюється потенціал на відстані Δd , тим меншою є напруженість електричного поля;
- 2) якщо потенціал не змінюється, то напруженість дорівнює нулю;
- 3) напруженість електричного поля напрямлена в бік зменшення потенціалу.

Виходячи з формули (4.1.11), одиницею напруженості буде:

$$[E] = \text{В/м} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл} \cdot \text{м}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Кл} \cdot \text{м}} = \text{Н/Кл}$$

Під час переміщення заряду під кутом 90° до силових ліній електричне поле не виконує роботу, оскільки сила перпендикулярна до переміщення, а це означає, що всі точки поверхні, перпендикулярної до силових ліній, мають однаковий потенціал. Поверхні однакового потенціалу називають **еквіпотенціальними**. Еквіпотенціальні поверхні однорідного поля є **площинами** (рис.4.1.15), а поля точкового заряду - **концентричними сферами** (рис.4.1.16).

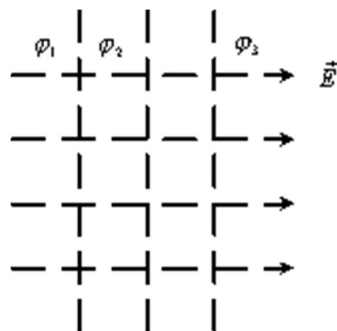


Рис.4.1.15.

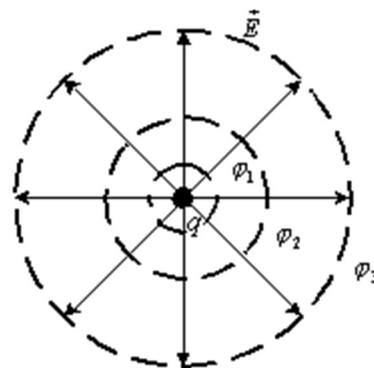


Рис.4.1.16.



[Переглянути дослід>>](#)

Силкові лінії, так само, як і екіпотенціальні поверхні, якісно характеризують розподіл поля в просторі. Вектор напруженості електричного поля перпендикулярний до екіпотенціальних поверхонь. Екіпотенціальною є будь-яка поверхня провідника в електростатичному полі.