

Урок 89 Електричне поле

Мета уроку:

Навчальна: Формувати уявлення про електричне поле як про вид матерії, що передає електричні взаємодії; формувати знання про силову характеристику електричного поля – напруженість; формувати уявлення про графічне зображення електричного поля за допомогою ліній напруженості.

Розвивальна. Сприяти збагаченню словникового запасу; формуванню пізнавальної самостійності; розвитку спостережливості, уваги, пам'яті, уяви, мислення; виробленню звички до планування своїх дій.

Виховна. Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок засвоєння нових знань.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Яким є механізм взаємодії зарядів?

Яким чином заряди «відчувають» один одного і взаємодіють на відстані?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Електричне поле

М. Фарадей:

- *Електричні заряди не діють один на одного безпосередньо.*
- *Кожний заряд створює у навколишньому просторі електричне поле, і взаємодія зарядів відбувається через їхні поля.*
- *Електричне поле поширюється в просторі з величезною, але скінченною швидкістю, – зі швидкістю поширення світла.*

Електричне поле – форма матерії, яка існує навколо заряджених тіл і виявляється в дії з деякою силою на заряджене тіло, що перебуває в цьому полі.

Електричне поле є складовою єдиного електромагнітного поля.

Джерелами електричного поля можуть бути рухомі й нерухомі електричні заряди та змінні магнітні поля.

Електростатичне поле – це електричне поле, створене тільки нерухомими зарядами та є незмінним у часі (статичним).

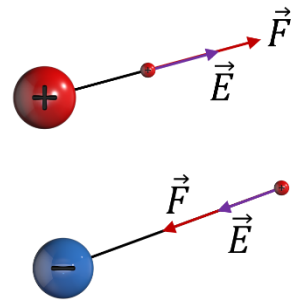
2. Напруженість електричного поля в даній точці

Електричне поле має певні властивості, які можна дослідити за допомогою *пробного електричного заряду*.

Пробний електричний заряд – позитивно заряджене тіло, поле якого не змінює поле, у яке він внесений.

Напруженість електричного поля $\vec{E}$ в даній точці – це векторна фізична величина, яка є силовою характеристикою електричного поля й дорівнює відношенню сили $\vec{F}$, з якою електричне поле діє на пробний заряд, поміщений у цю точку поля, до значення q цього заряду.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad [E] = 1 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$



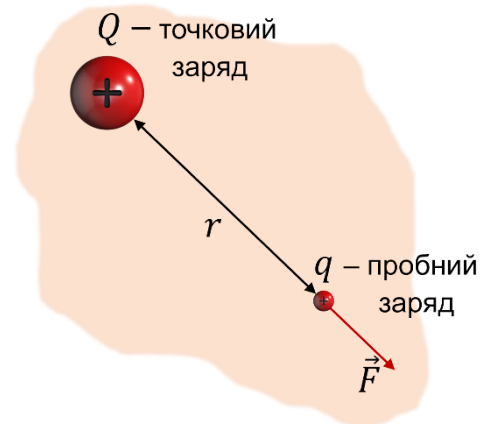
За напрямком вектора напруженості в даній точці електричного поля беруть напрямок сили, яка діяла б на пробний позитивний заряд, якби він був поміщений у цю точку поля.

3. Напруженість електричного поля точкового заряду

Нехай точковим зарядом Q у вакуумі створено електричне поле. Дослідимо це поле за допомогою пробного заряду q , розташованого на відстані r від заряду Q .

З боку поля на пробний заряд q діє сила Кулона:

$$F = k \frac{|Q| \cdot |q|}{r^2} \quad E = \frac{F}{|q|} = k \frac{|Q| \cdot |q|}{r^2 |q|} = k \frac{|Q|}{r^2}$$



Модуль напруженості $\vec{E}$ електричного поля, створеного точковим зарядом Q на відстані r від цього заряду, обчислюють за формулою:

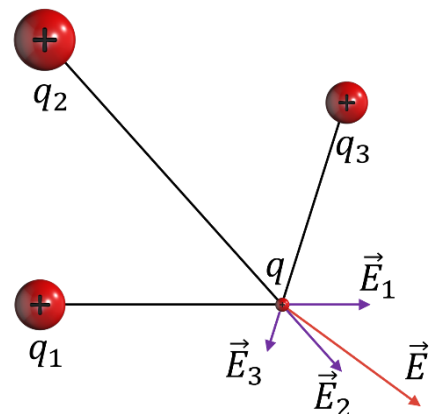
$$E = k \frac{|Q|}{r^2} \quad \text{або} \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|Q|}{r^2}$$

4. Принцип суперпозиції полів

Принцип суперпозиції (накладання) електричних полів:

Напруженість електричного поля системи зарядів у даній точці простору дорівнює векторній сумі напруженостей полів, які створюються цими зарядами в даній точці.

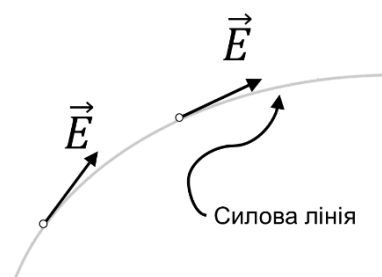
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$



5. Графічне зображення електричних полів

Електричне поле можна зобразити *графічно*, використавши *силові лінії*.

Лінії напруженості електричного поля (силові лінії) – лінії, дотичні до яких у кожній точці

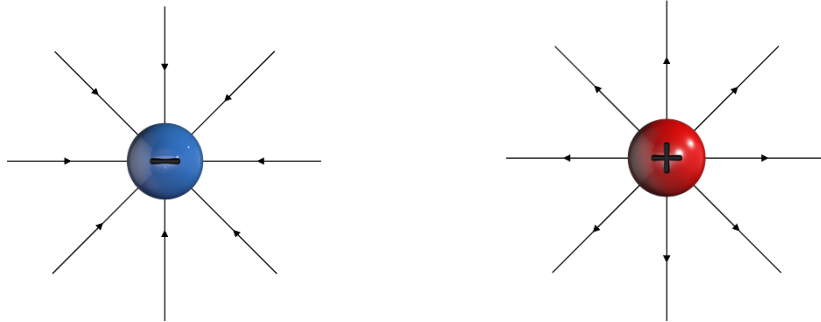


збігаються з напрямком вектора напруженості електричного поля.

Властивості силових ліній:

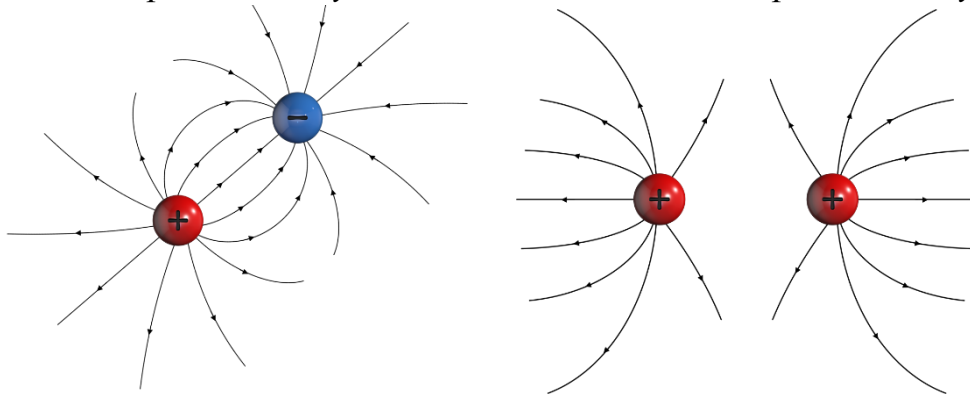
- вони не перетинаються;
- не мають зламів;
- починаються на позитивних зарядах і закінчуються на негативних.

Силові лінії електричного поля, створеного точковим зарядом:

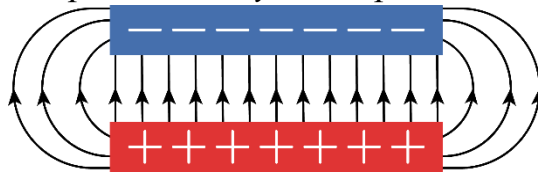


Силові лінії електричних полів, створених системою:

Двох різнойменно заряджених кульок та двох позитивно заряджених кульок.



Двох пластин, заряди яких рівні за модулем і протилежні за знаком.



Однорідне електростатичне поле – це поле, напруженість якого в усіх точках однакова за модулем і напрямком.

Прикладом такого поля є поле всередині простору між зарядженими пластинами (біля країв пластин поле неоднорідне).

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. На заряд 8 нКл, внесений у дану точку поля, діє сила 40 мН. Знайти модуль напруженості поля в даній точці.

Дано:

$$q = 8 \text{ нКл} = 8 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$F = 40 \text{ мН}$$

Розв'язання

Напруженість електричного поля в даній точці:

$$E = \frac{F}{|q|} \quad [E] = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

$$= 40 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

$$E - ?$$

$$E = \frac{40 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{-9}} = 5 \cdot 10^6 \left(\frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right)$$

$$\text{Відповідь: } E = 5 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}.$$

2. Яку напруженість має електричне поле, створене точковим зарядом 3 нКл на відстані 20 см від цього заряду?

Дано:

$$q = 3 \text{ нКл} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$r = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

$$E - ?$$

Розв'язання

Напруженість електричного поля точкового заряду:

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \quad [E] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

$$E = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-9}}{0,2^2} = 675 \left(\frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right)$$

$$\text{Відповідь: } E = 675 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}.$$

3. У деякій точці електричного поля, створеного точковим зарядом, на заряд 0,1 мкКл діє сила 4 мН. Знайти напруженість електричного поля в цій точці й визначити заряд, який створив поле, якщо точка віддалена від цього заряду на 30 см.

Дано:

$$q_1 = 0,1 \text{ мкКл} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$F = 4 \text{ мН}$$

$$= 4 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$$

$$r = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

$$q_2 - ?$$

Розв'язання

Напруженість електричного поля в даній точці:

$$E = \frac{F}{|q_1|} \quad [E] = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \quad E = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-7}} = 4 \cdot 10^4 \left(\frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right)$$

Напруженість електричного поля точкового заряду:

$$E = k \frac{|q_2|}{r^2} \Rightarrow q_2 = \frac{Er^2}{k}$$

$$[q_2] = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \cdot \text{м}^2}{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}} = \text{Кл}$$

$$q_2 = \frac{4 \cdot 10^4 \cdot (0,3)^2}{9 \cdot 10^9} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ (Кл)}$$

$$\text{Відповідь: } E = 4 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}; q_2 = 0,4 \text{ мкКл}.$$

4. Відстань між двома точковими зарядами, модулі яких дорівнюють 8 нКл кожний, становить 40 см. Знайти напруженість поля всередині відрізка, що з'єднує ці заряди. Розглянути випадки: а) заряди позитивні; б) заряди негативні; в) один заряд позитивний, інший негативний.

Дано:

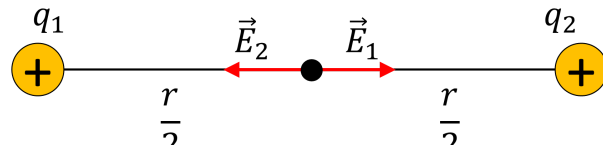
$$q_1 = q_2 = q = 8 \text{ нКл}$$

$$r = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

 $E = ?$ **Розв'язання**

а) Заряди позитивні:

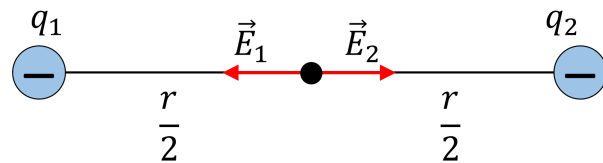


$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad E = E_1 - E_2$$

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = k \frac{4|q|}{r^2} \quad E_2 = k \frac{|q_2|}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = k \frac{4|q|}{r^2}$$

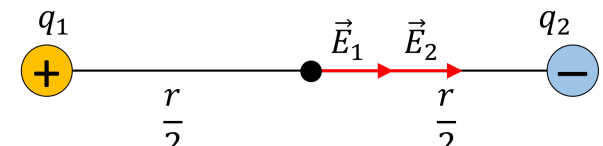
$$E = k \frac{4|q|}{r^2} - k \frac{4|q|}{r^2} = 0$$

б) Заряди негативні:



Аналогічно як і в попередньому випадку: $E = 0$

в) Один заряд позитивний, інший негативний:



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad E = E_1 + E_2$$

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = k \frac{4|q|}{r^2} \quad E_2 = k \frac{|q_2|}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = k \frac{4|q|}{r^2}$$

$$E = k \frac{4|q|}{r^2} + k \frac{4|q|}{r^2} = k \frac{8|q|}{r^2}$$

$$[E] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

$$E = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{8 \cdot 8 \cdot 10^{-9}}{0,4^2} = 3600 \left(\frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right)$$

Відповідь: 0; 0; $3,6 \frac{\text{кН}}{\text{Кл}}$.

5. Відстань між двома точковими зарядами, модулі яких дорівнюють 5 нКл і 15 нКл, становить 50 см. Знайти напрямок і модуль напруженості поля в точці, розташованій на відрізку, який з'єднує ці заряди, на відстані 20 см від меншого заряду. Розглянути випадки: а) заряди позитивні; б) заряди негативні; в) менший заряд позитивний, більший негативний.

Дано:

$$q_1 = 5 \text{ нКл} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 15 \text{ нКл} = 15 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

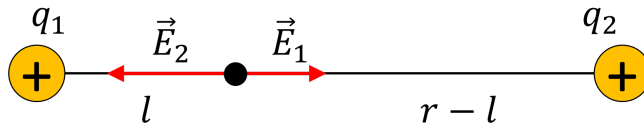
$$r = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

 $E = ?$ **Розв'язання**

а) Заряди позитивні:



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad E = E_2 - E_1$$

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{l^2} \quad E_2 = k \frac{|q_2|}{(r-l)^2}$$

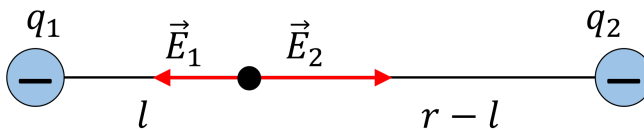
$$E = k \left(\frac{|q_2|}{(r-l)^2} - \frac{|q_1|}{l^2} \right)$$

$$[E] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \left(\frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} - \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} \right) = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

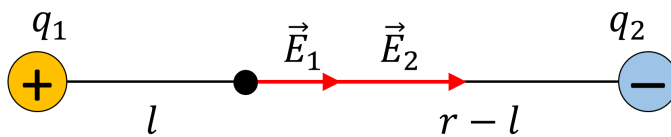
$$E = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{15 \cdot 10^{-9}}{(0,5-0,2)^2} - \frac{5 \cdot 10^{-9}}{0,2^2} \right) = 375 \left(\frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right)$$

Напруженість направлена у бік меншого заряду q_1 .

б) Заряди негативні:

Аналогічно як і в попередньому випадку: $E = 375 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ Напруженість направлена у бік більшого заряду q_2 .

в) Менший заряд позитивний, більший негативний:



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \quad E = E_1 + E_2$$

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{l^2} \quad E_2 = k \frac{|q_2|}{(r-l)^2}$$

$$E = k \left(\frac{|q_1|}{l^2} + \frac{|q_2|}{(r-l)^2} \right) \quad [E] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \left(\frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} + \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} \right) = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

$$E = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{5 \cdot 10^{-9}}{0,2^2} + \frac{15 \cdot 10^{-9}}{(0,5-0,2)^2} \right) = 2625 \left(\frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right)$$

Напруженість направлена у бік більшого заряду q_2 .

Відповідь: $375 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ – у бік меншого заряду; $375 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ – у бік більшого заряду; $2625 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ – у бік більшого заряду.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. Що називають електричним полем?
2. Які об'єкти створюють електричне поле?
3. Що є силовою характеристикою електричного поля? За якою формулою її розраховують?
4. Як визначити напруженість поля, створеного точковим зарядом Q ?
5. У чому полягає принцип суперпозиції полів?
6. Що називають лінією напруженості електричного поля?
7. Чи можуть лінії напруженості електричного поля перетинатися? бути паралельними?

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 41, Вправа № 41 (1, 2, 4)