

Електричний заряд.

Електростатичне поле. Конденсатори.



СТАТИКА - BY ARHIPOVAOLGA



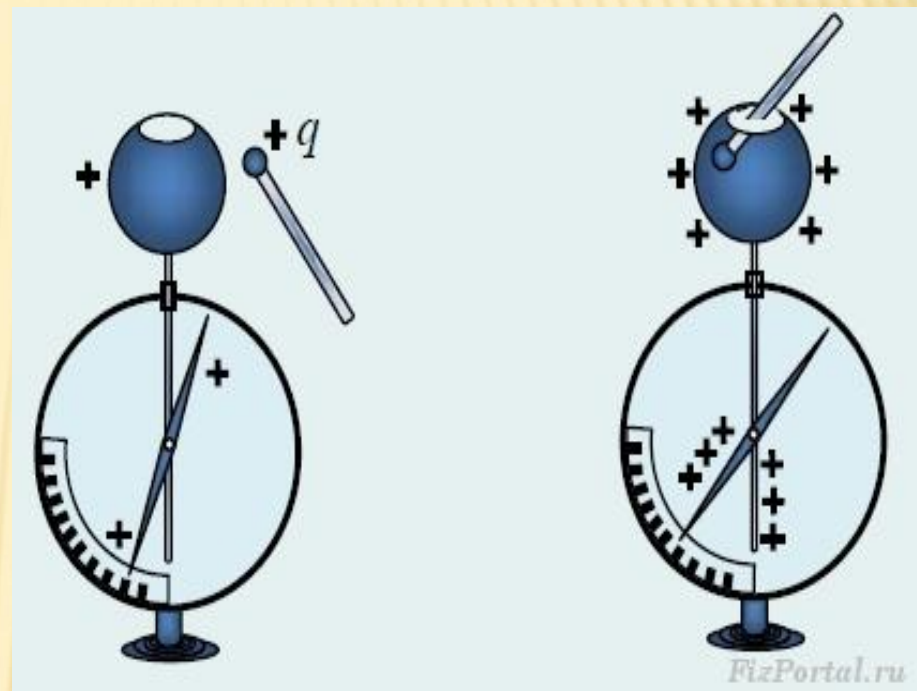
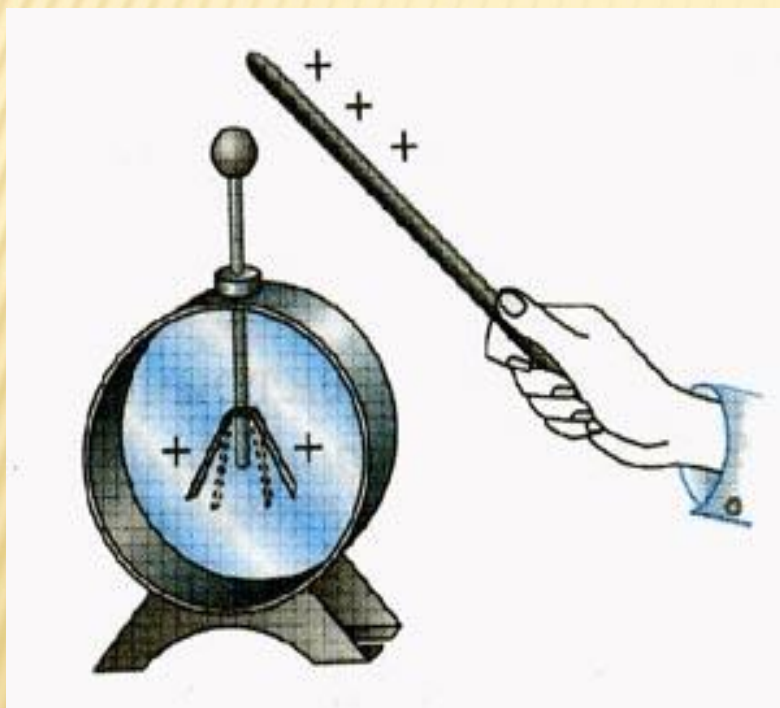
ВИДИ ЗАРЯДІВ



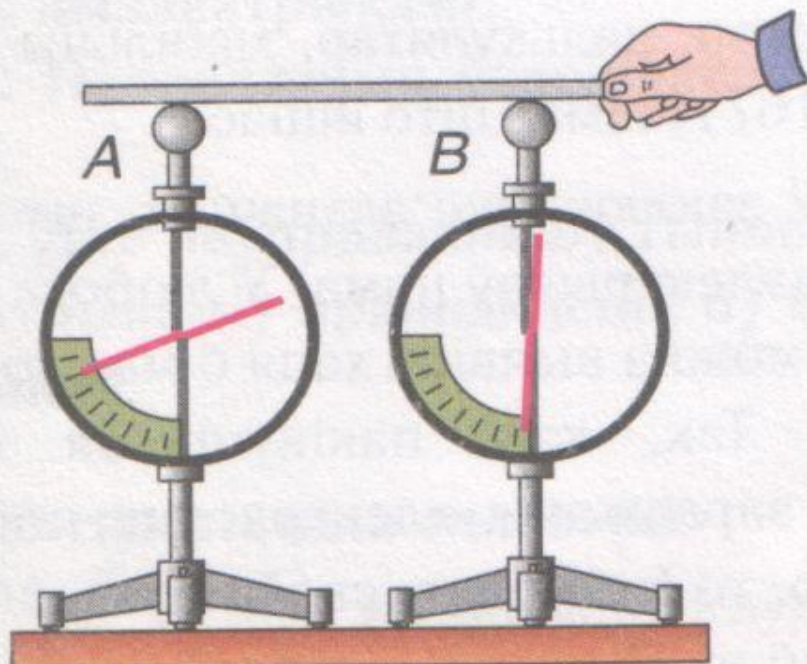
БУДОВА ЕЛЕКТРОСКОПА ТА ЕЛЕКТРОМЕТРА



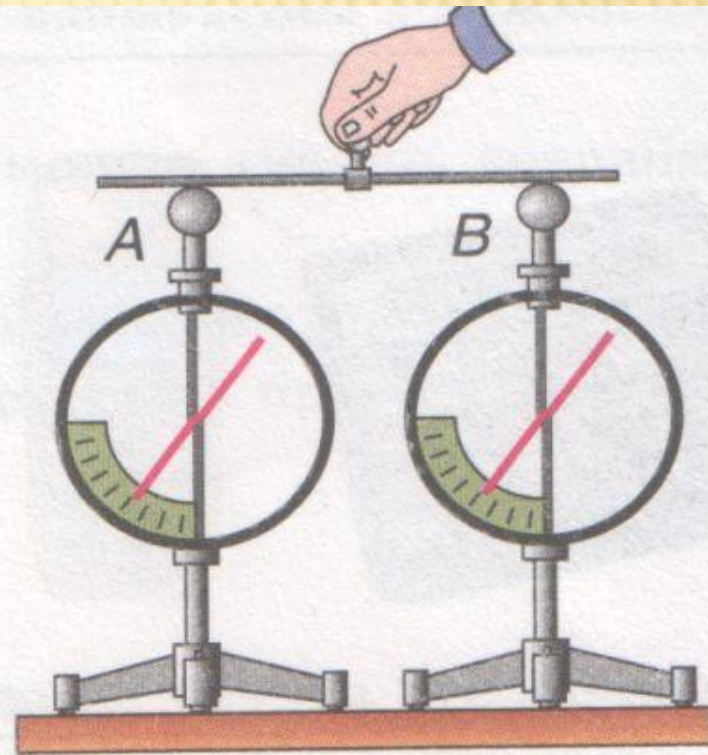
ПРИНЦИП РОБОТИ ЕЛЕКТРОСКОПА ТА ЕЛЕКТРОМЕТРА



ПОДІЛЬНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО ЗАРЯДУ



б



ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ЗАРЯДУ

Повний заряд замкненої системи тіл або частинок залишається незмінним під час усіх взаємодій, які відбуваються в цій системі:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const},$$

де $q_1, q_2, \dots, q_n$ — заряди тіл або частинок, які утворюють замкнену систему; n — кількість тіл або частинок.

ЗАКОН КУЛОНА

Значення сили $\vec{F}$ взаємодії двох нерухомих точкових зарядів q_1 і q_2 прямо пропорційне добутку модулів цих зарядів та обернено пропорційне квадрату відстані r між ними:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2},$$

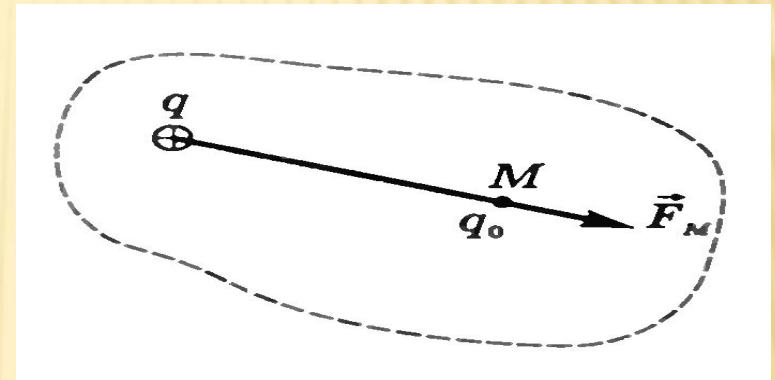
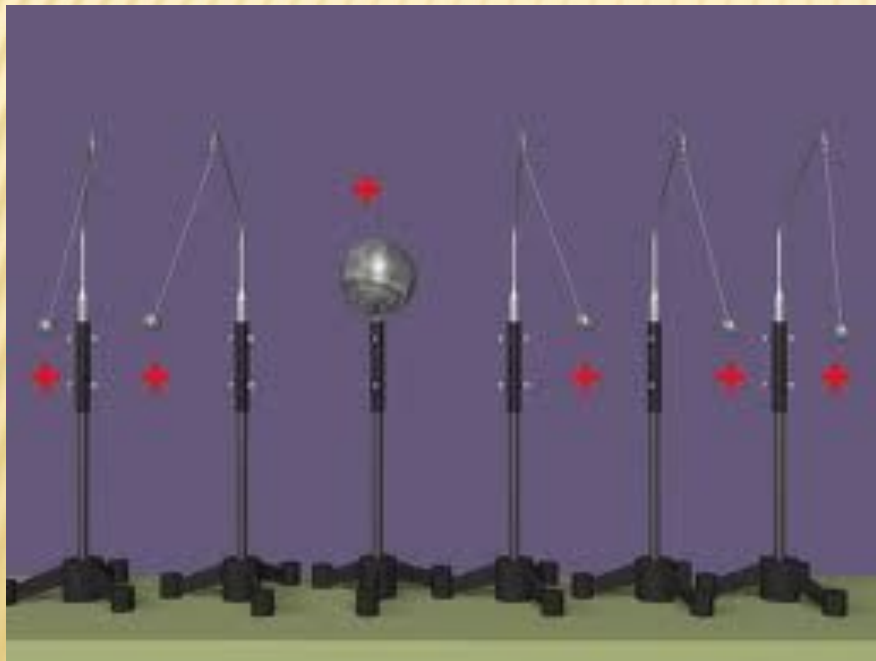
де $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$ — коефіцієнт пропорційності.

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}.$$

$$F = \frac{|q_1| |q_2|}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ

- Для визначення напрямку поля – одиничний пробний позитивний заряд q_0



$$F_M \sim q_0$$

$$\frac{\vec{F}}{q_0} = \text{const} \rightarrow$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

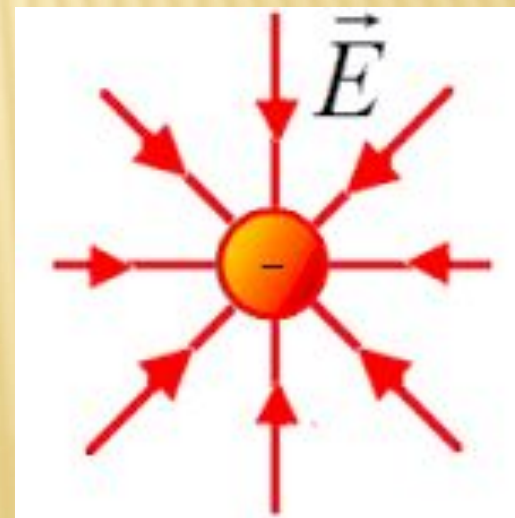
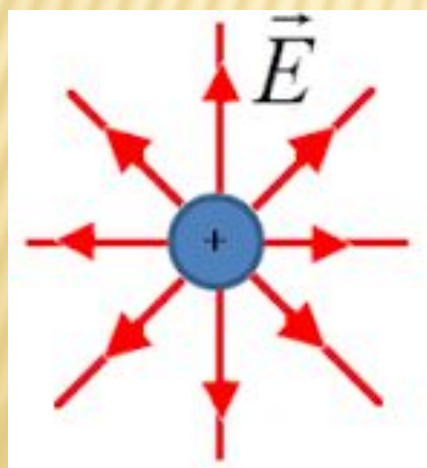
НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ

Напруженість електричного поля $\vec{E}$ — це векторна фізична величина, яка характеризує електричне поле й дорівнює відношенню сили $\vec{F}$, з якою електричне поле діє на пробний заряд, поміщений у деяку точку поля, до значення q цього заряду:

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

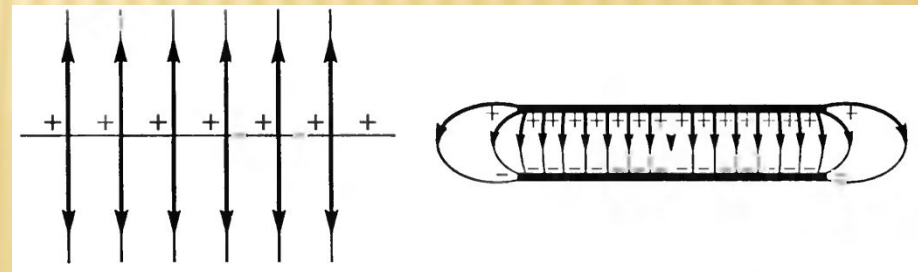
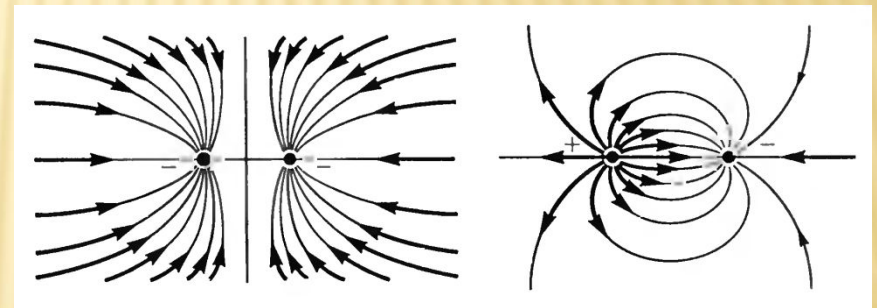
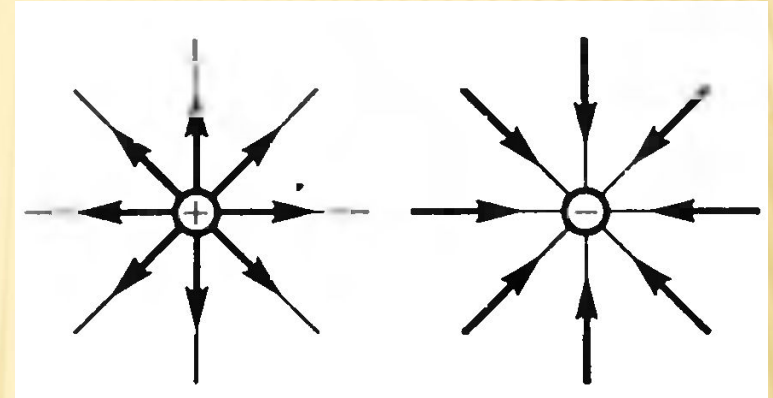
$$\left(\frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right)$$

$$\left(\frac{\text{В}}{\text{м}} \right)$$



ГРАФІЧНЕ ЗОБРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

- У вигляді ліній напруженості поля
- Вектор напруженості напрямлений по дотичній до лінії напруженості
- Лінії напруженості незамкнені. Вони починаються на поверхні позитивного заряду і закінчуються на поверхні негативного заряду
- Лінії не перетинаються



НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ ТОЧКОВОГО ЗАРЯДУ



$$F = \frac{|q||q_0|}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad E = \frac{F}{|q_0|} = \frac{|q||q_0|}{|q_0| 4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{|q|}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

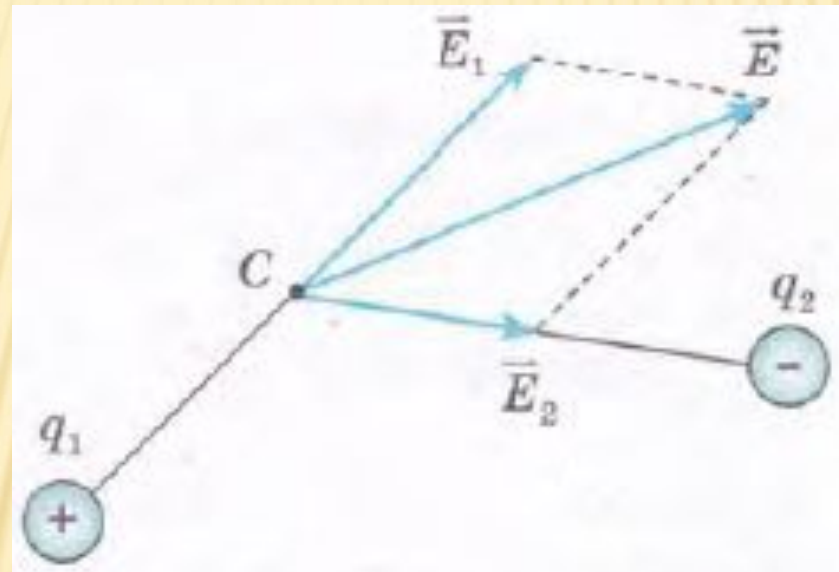
$$E = \frac{|q|}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2}$$

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

$$E = k \frac{q}{\epsilon r^2}$$

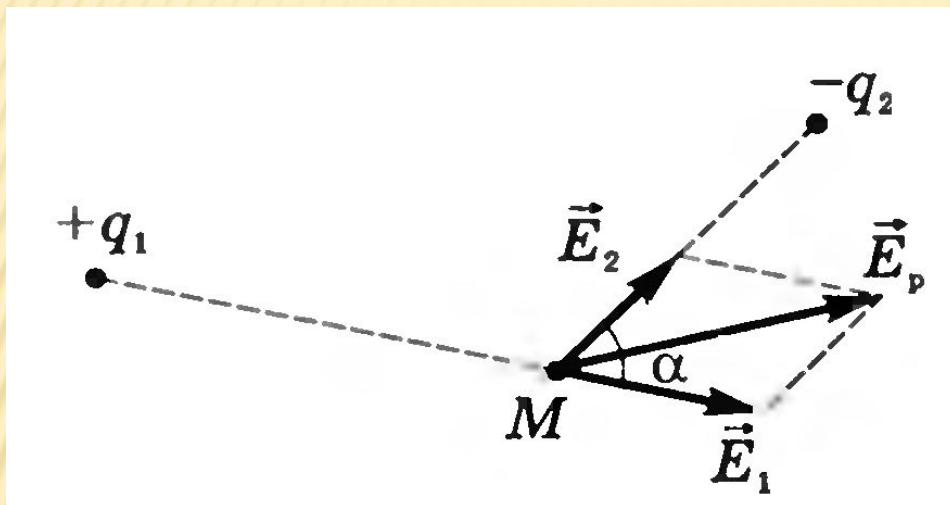
ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦІЇ (НАКЛАДАННЯ) ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛІВ

Напруженість електричного поля системи зарядів у даній точці простору дорівнює векторній сумі напруженостей полів, що їх окремо створили б ці заряди системи в даній точці:



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_k = \sum_{i=1}^k \vec{E}_i$$

ПРИКЛАД

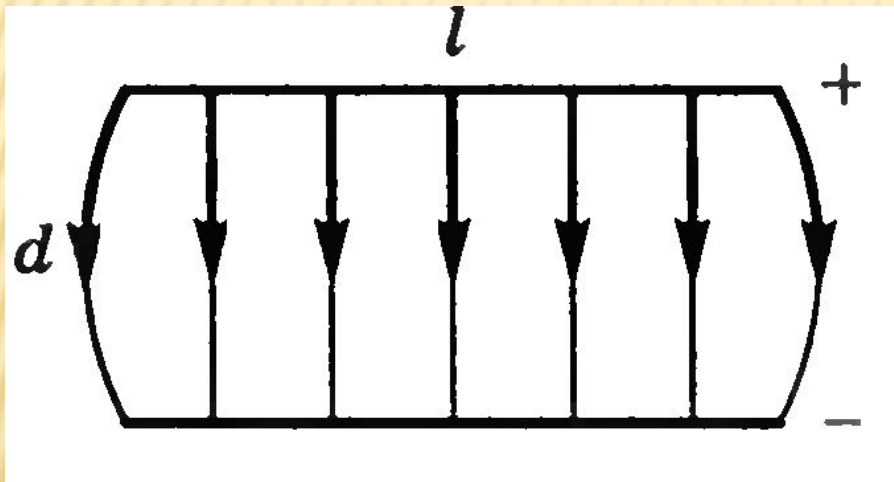


$$\vec{E}_p = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$E_p = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \alpha}$$

ОДНОРІДНЕ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНЕ ПОЛЕ

- Поле в якому напруженість має однакове значення по модулю і однаковий напрямок



$$\vec{E} = \overrightarrow{\text{const}}$$

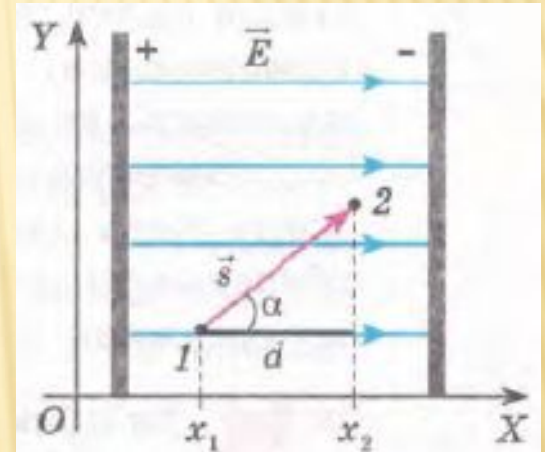
$$(d \ll l)$$

РОБОТА З ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗАРЯДУ В ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОМУ ПОЛІ

$$A = F s \cos \alpha,$$

де $\vec{s}$ — переміщення тіла; α — кут між векторами $\vec{F}$ і $\vec{s}$.

У нашому випадку сила $\vec{F}$, що діє на заряд q , дорівнює $\vec{F} = q\vec{E}$, а $s \cos \alpha = d = x_2 - x_1$ є проекцією вектора переміщення на напрямок силових



ліній поля, який у даному випадку збігається з напрямком осі OX . Отже, робота сил однорідного електростатичного поля в ході переміщення електричного заряду з точки 1 у точку 2 ($A_{1 \rightarrow 2}$) дорівнює:

$$A_{1 \rightarrow 2} = qE(x_2 - x_1), \quad \text{або}$$

$$A_{1 \rightarrow 2} = qEd$$

$$A_{1 \rightarrow 2} = kQq \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

ПОТЕНЦІАЛ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ

Потенціал φ електростатичного поля в даній точці — це скалярна фізична величина, яка характеризує енергетичні властивості електростатичного поля й дорівнює відношенню потенціальної енергії $W_{\text{п}}$ електричного заряду, поміщеного в дану точку поля, до значення q цього заряду:

$$\varphi = \frac{W_{\text{п}}}{q}$$

Одиниця потенціалу в СІ — **вольт** (В); $1 \text{ В} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}}$.

$$\varphi = k \frac{Q}{r}$$

Коли поле утворене кількома довільно розташованими зарядами $q_1, q_2, \dots, q_n$, потенціал φ поля в будь-якій точці цього поля дорівнює алгебраїчній сумі потенціалів $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$, створюваних кожним зарядом окремо:

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i$$

РІЗНИЦЯ ПОТЕНЦІАЛІВ

Різниця потенціалів між двома точками — це скалярна фізична величина, яка дорівнює відношенню роботи сил електростатичного поля з переміщення заряду з початкової точки в кінцеву до значення цього заряду:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A_{1 \rightarrow 2}}{q}$$

*Одиниця різниці потенціалів в СІ — **вольт (В)**.*

Слід зазначити, що різницю потенціалів $(\varphi_1 - \varphi_2)$ у подібних випадках також називають *напругою* (U).

Важливо не плутати зміну потенціалу $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ і різницю потенціалів (напругу) $\varphi_1 - \varphi_2$.

ЗВ'ЯЗОК МІЖ НАПРУЖЕНОСТЮ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ ТА РІЗНИЦЕЮ ПОТЕНЦІАЛІВ

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d} \quad \text{або} \quad E = \frac{U}{d}.$$

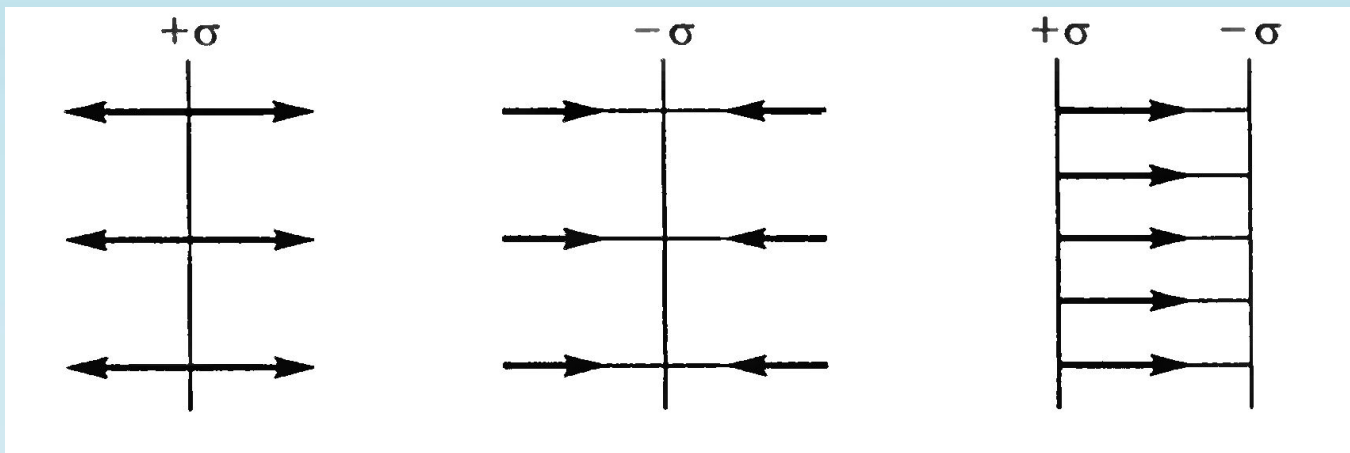
Одиницю напруженості поля в СІ — **вольт на метр** $\left(\frac{\text{В}}{\text{м}}\right)$ — встановлено на підставі формули (5). Напруженість однорідного електричного поля дорівнює 1 В/м, якщо різниця потенціалів між точками, розташованими на відстані 1 м у цьому полі, дорівнює 1 В.



Електроємність C – скалярна величина, що характеризує здатність провідників накопичувати і утримувати певний електричний заряд. Вона вимірюється відношенням заряду q , який надали відокремленому провідникові, до його потенціалу φ .

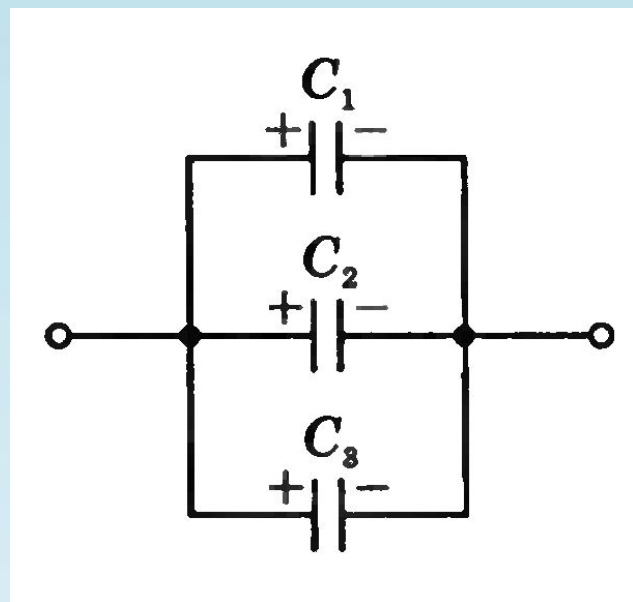
$$C = \frac{q}{\varphi}$$

Електроємність плоского конденсатора



$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

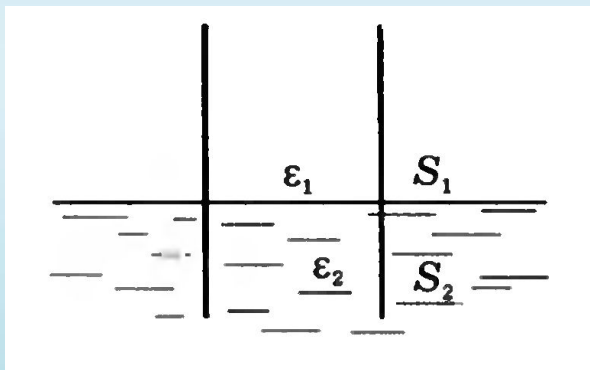
Паралельне з'єднання конденсаторів.



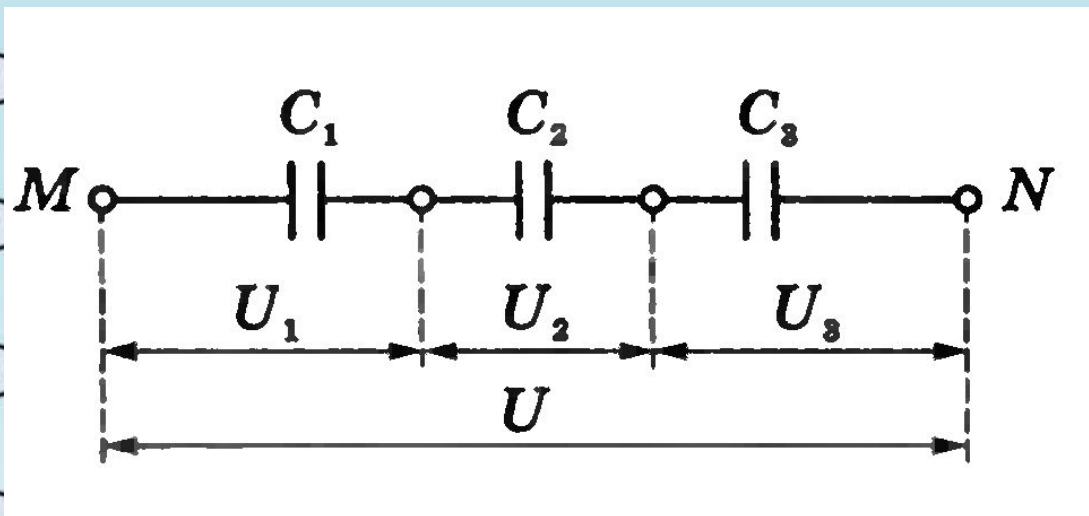
$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

$$U_1 = U_2 = U_3$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$



Послідовне з'єднання конденсаторів.



$$q = q_1 = q_2 = q_3$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

Ємність сферичного конденсатора



$$C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon \cdot r \cdot R}{R - r}$$

Де R та r – радіуси внутрішньої та зовнішньої сфер

КЛАСИФІКАЦІЯ КОНДЕНСАТОРІВ

КОНДЕНСАТОРИ ВАКУУМНІ (ОБКЛАДАННЯ БЕЗ ДІЕЛЕКТРИКА ЗНАХОДЯТЬСЯ У ВАКУУМІ).

КОНДЕНСАТОРИ З ГАЗОПОДІБНИМ ДІЕЛЕКТРИКОМ.

КОНДЕНСАТОРИ З РІДКИМ ДІЕЛЕКТРИКОМ.

КОНДЕНСАТОРИ З ТВЕРДИМ НЕОРГАНІЧНИМ ДІЕЛЕКТРИКОМ: СКЛЯНІ (СКЛОЕМАЛЬНІ, СКЛОКЕРАМІЧНІ, СКЛОПЛІВКОВІ), СЛЮДЯНІ, КЕРАМІЧНІ, ТОНКОШАРОВІ З НЕОРГАНІЧНИХ ПЛІВОК.

КОНДЕНСАТОРИ З ТВЕРДИМ ОРГАНІЧНИМ ДІЕЛЕКТРИКОМ: ПАПЕРОВІ, МЕТАЛОПАПЕРОВІ, ПЛІВКОВІ, КОМБІНОВАНІ — ПАПЕРОВОПЛІВКОВІ, ТОНКОШАРОВІ З ОРГАНІЧНИХ СИНТЕТИЧНИХ ПЛІВОК.

ЕЛЕКТРОЛІТИЧНІ І ОКСИДНО-НАПІВПРОВІДНИКОВІ КОНДЕНСАТОРИ. ТАКІ КОНДЕНСАТОРИ ВІДРІЗНЯЮТЬСЯ ВІД ВСІХ ІНШИХ ТИПІВ ПЕРШ ЗА ВСЕ СВОЄЮ ВЕЛИЧЕЗНОЮ ПИТОМОЮ МІСТКІСТЮ.





№1 Між пластинами конденсатора, різниця потенціалів якого 12,25 кВ, висить, не падаючи, пилінка масою $2 \cdot 10^{-14}$ кг. Відстань між пластинами конденсатора 5 см. Чому дорівнює електричний заряд порошинки?

Розв'

язування:



Дано:

$$U = 12,25 \cdot 10^3 \text{ В}$$

$$m = 2 \cdot 10^{-14} \text{ кг}$$

$$\Delta d = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

q-?

$$\overline{F_k} = q \overline{E}, \overline{F_T} = m \overline{g}$$

$$\overline{F_e} = \overline{F_T}$$

$$qE = mg, \text{ але } E = \frac{U}{\Delta d}; \frac{qU}{\Delta d} = mg \Rightarrow q = \frac{mg\Delta d}{U}$$

$$q = \frac{2 \cdot 10^{-14} \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{12625 \cdot 10^3 \text{ В}} = 8 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

