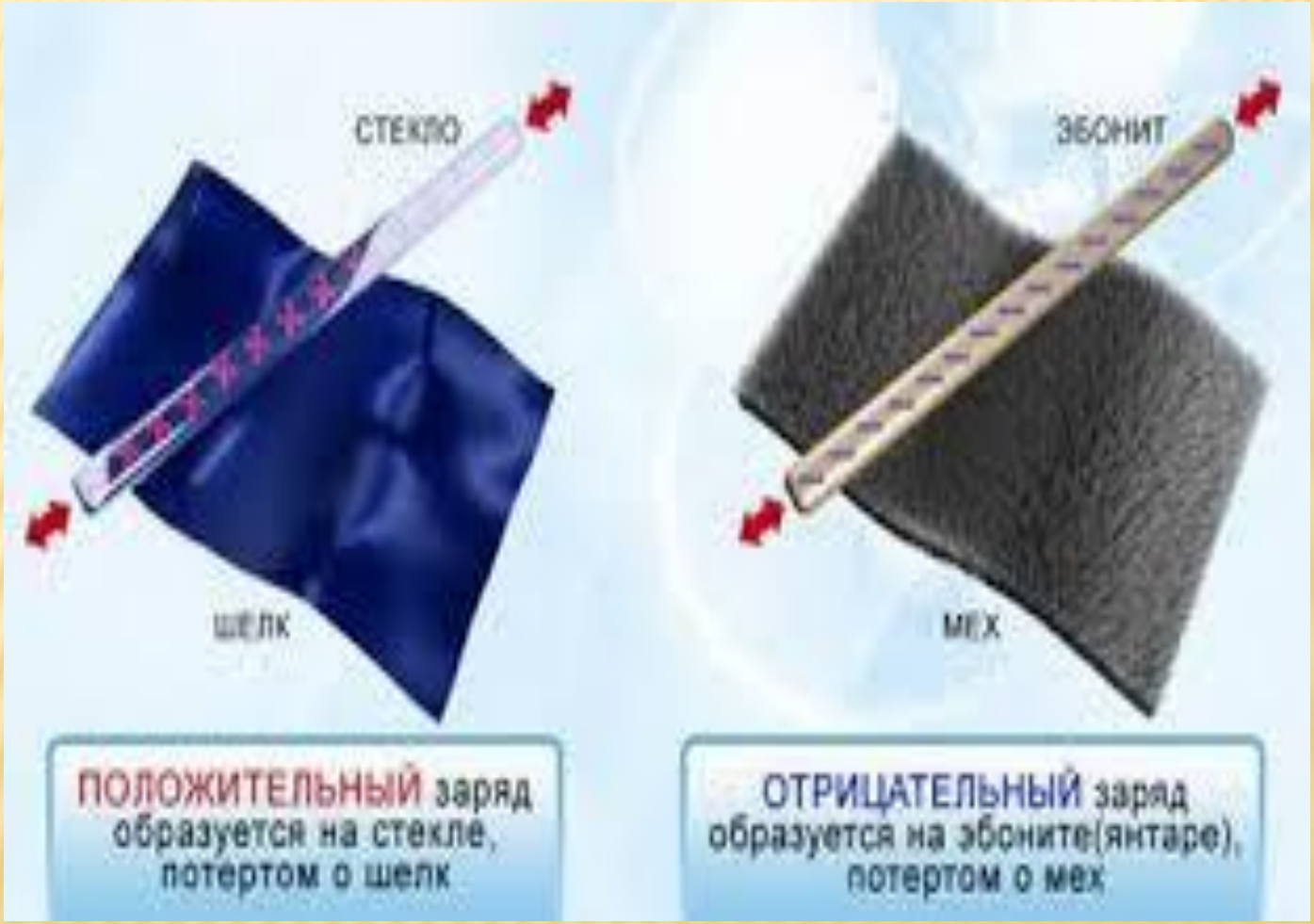
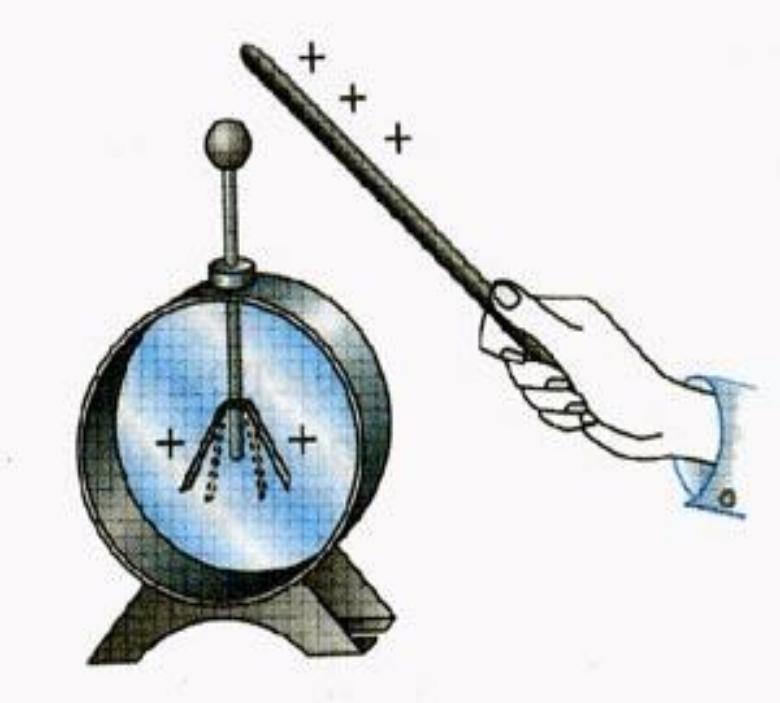
Електричний заряд.
Електростатичне поле. Конденсатори.

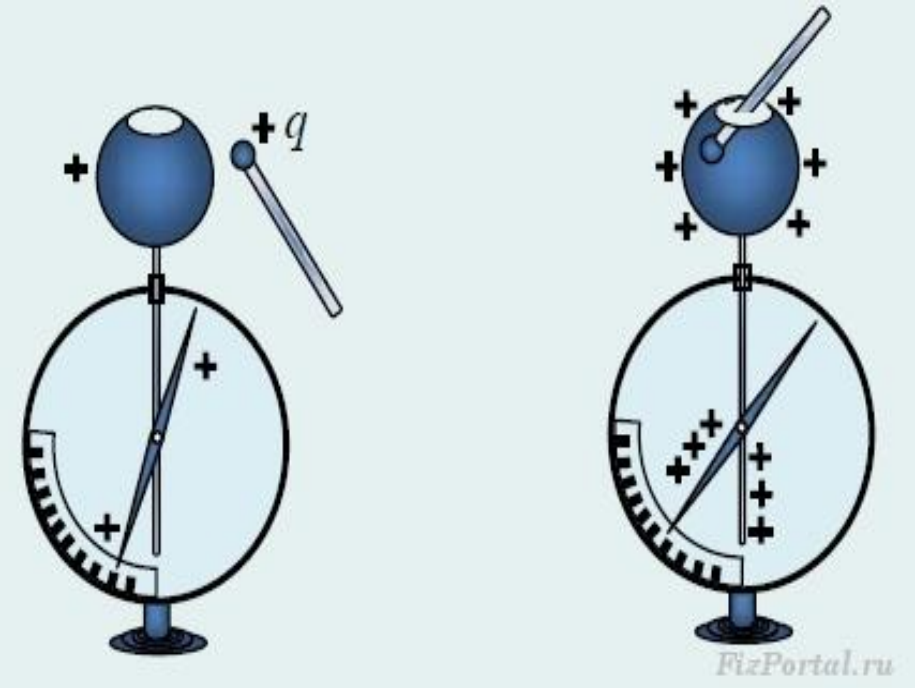
ВИДИ ЗАРЯДІВ



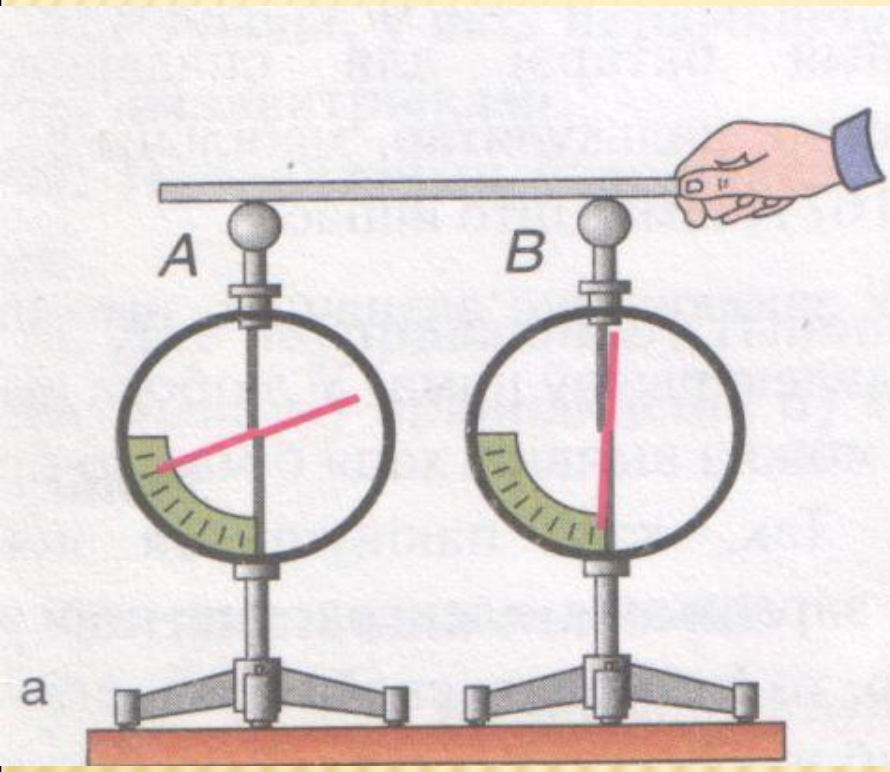
БУДОВА ЕЛЕКТРОСКОПА ТА ЕЛЕКТРОМЕТРА

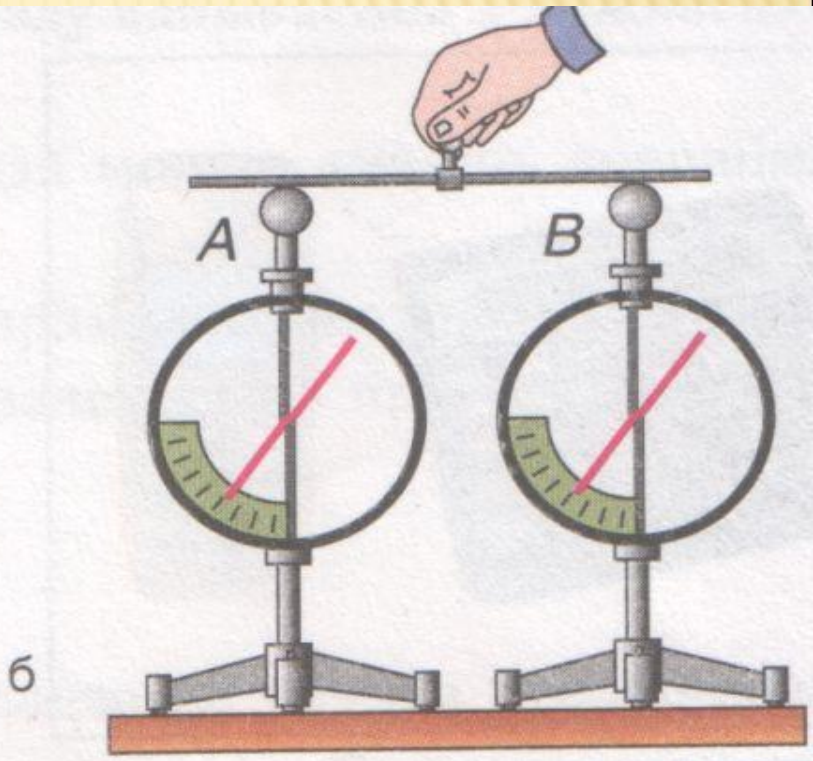
ПРИНЦИП РОБОТИ ЕЛЕКТРОСКОПА ТА ЕЛЕКТРОМЕТРА





ПОДІЛЬНІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОГО ЗАРЯДУ





ЗАКОН ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ЗАРЯДУ

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

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

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

ЗАКОН КУЛОНА

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

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

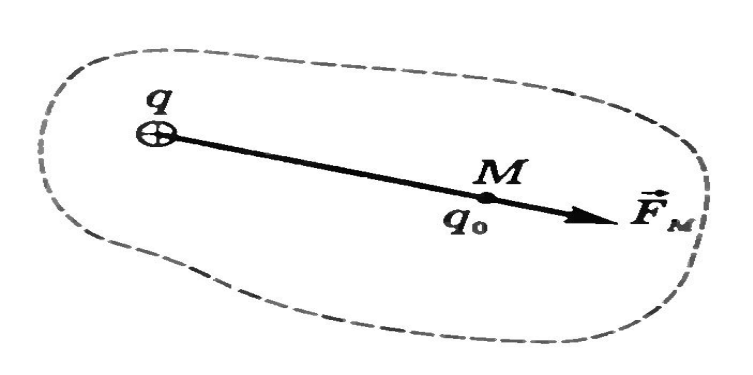
де $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot 10^9 \frac{\text{Н}\cdot\text{м}^2}{\text{Кл}^2}$ — коефіцієнт пропорційності.

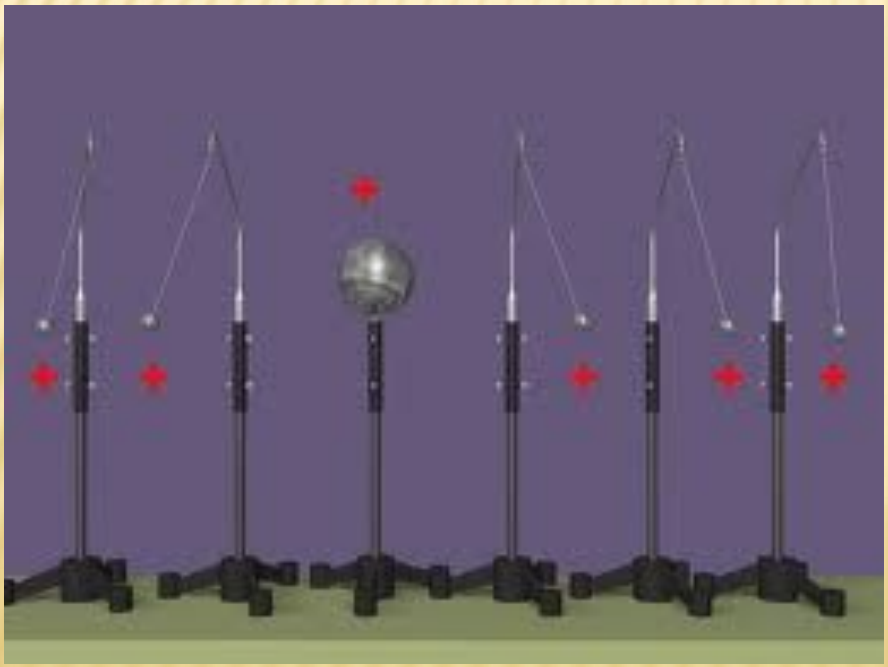
$$\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8{,}85\cdot 10^{-12}\frac{\text{Кл}^2}{\text{Н}\cdot\text{м}^2}.$$

$$F = \frac{|q_1||q_2|}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ

- Для визначення напрямку поля – одиничний пробний позитивний заряд q_0





$$F_M \sim q_0$$

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

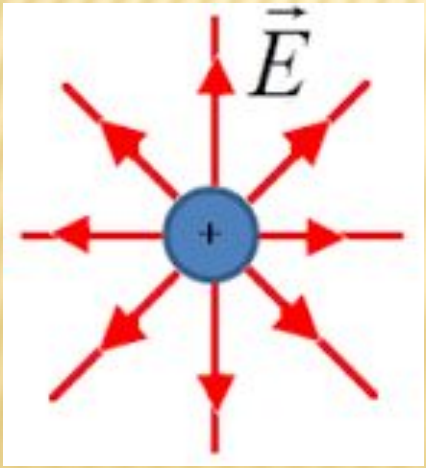
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

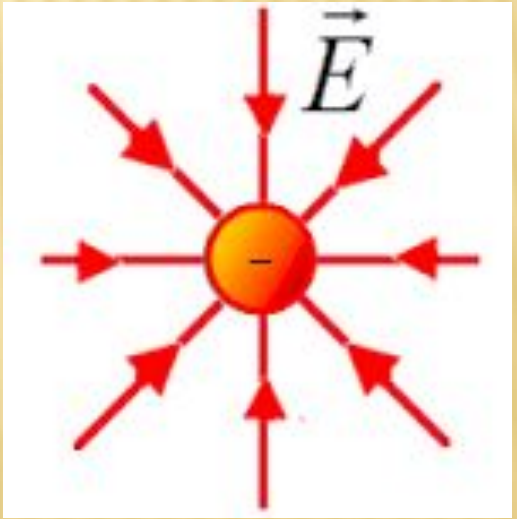
НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ

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:

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

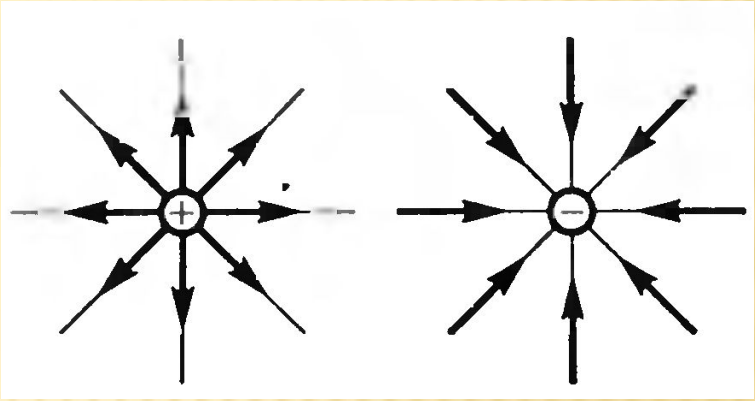
$\left(\frac{\text{Н}}{\text{Кл}}\right)$ $\left(\frac{\text{В}}{\text{м}}\right)$

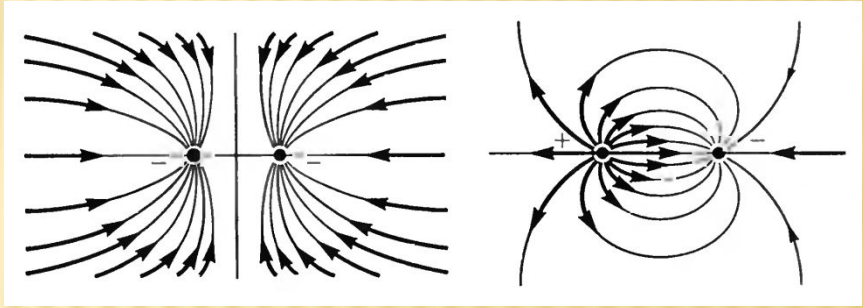


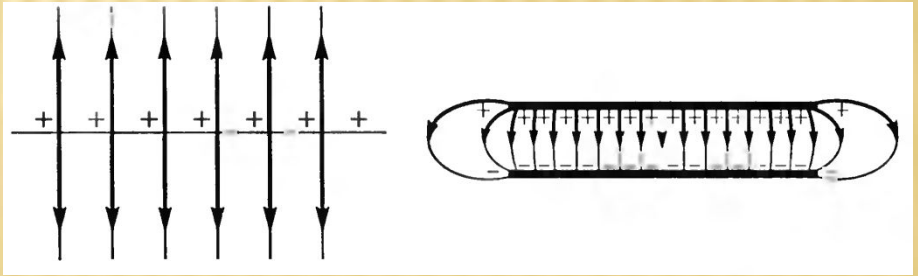


ГРАФІЧНЕ ЗОБРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

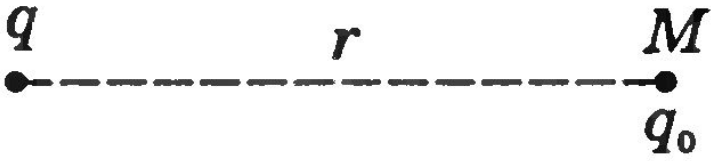
- У вигляді ліній напруженості поля
- Вектор напруженості напрямлений по дотичній до лінії напруженості
- Лінії напруженості незамкнені. Вони починаються на поверхні позитивного заряду і закінчуються на поверхні негативного заряду
- Лінії не перетинаються







НАПРУЖЕНІСТЬ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ ТОЧКОВОГО ЗАРЯДУ



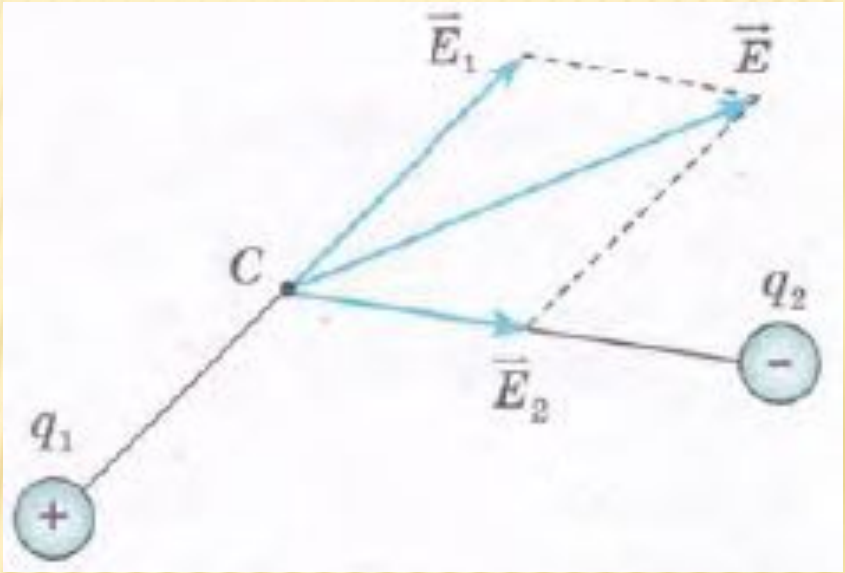
$$F = \frac{|q||q_0|}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad E = \frac{F}{|q_0|} = \frac{|q||q_0|}{|q_0|4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{|q|}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$E = \frac{|q|}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}$$

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

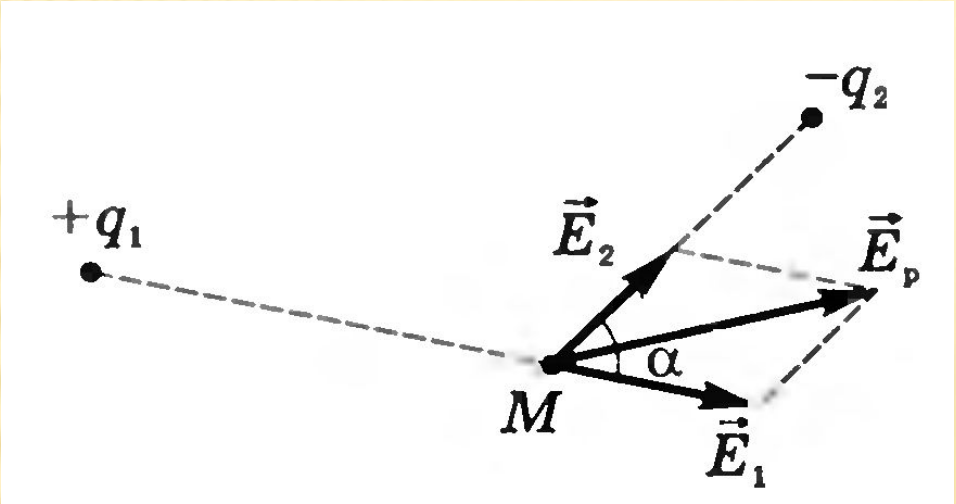
ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦІЇ (НАКЛАДАННЯ) ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛІВ

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:



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

ПРИКЛАД

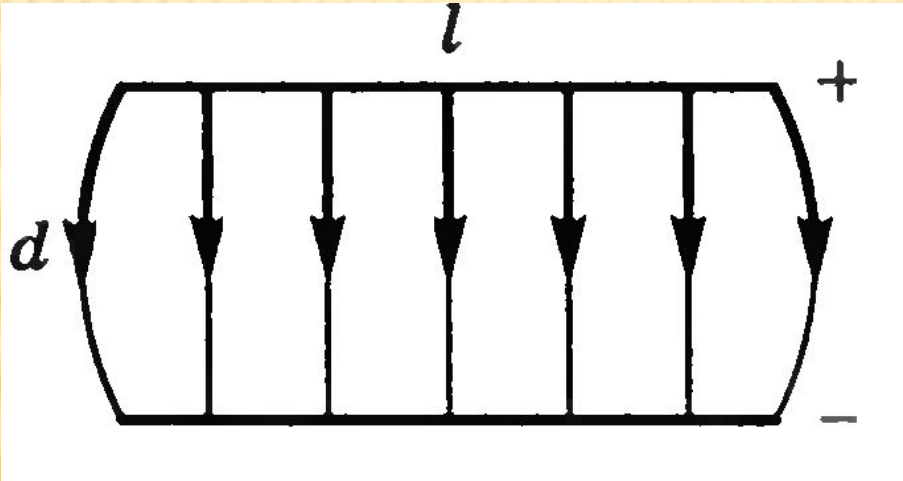


$$\vec{E}_p = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

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

ОДНОРІДНЕ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНЕ ПОЛЕ

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



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

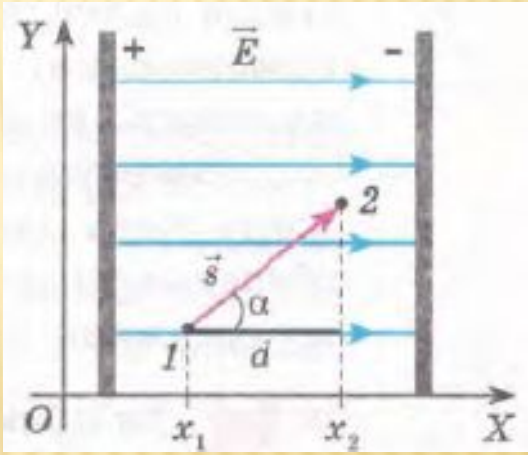
$$(d << l)$$

РОБОТА З ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗАРЯДУ В ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОМУ ПОЛІ

$$A = Fs\cos\alpha,$$

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 с напрямком осі OX. Отже, *робота сил однорідного електростатичного поля в ході переміщення електричного заряду з точки 1 у точку 2* ($A_{1\to2}$) *дорівнює*:

$$A_{1\to2} = qE(x_2 - x_1),$$ або

$$A_{1\to2} = qEd$$

$$A_{1\to2} = kQq\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

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 $W_п$ електричного заряду, поміщеного в дану точку поля, до значення q цього заряду:

$$\varphi = \frac{W_п}{q}$$

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 $q_1, q_2, \ldots, q_n$, потенціал φ поля в будь-якій точці цього поля дорівнює *алгебраїчній сумі потенціалів* $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n$, *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:

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

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 НАПРУЖЕНІСТЮ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНОГО ПОЛЯ ТА РІЗНИЦЕЮ ПОТЕНЦІАЛІВ

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

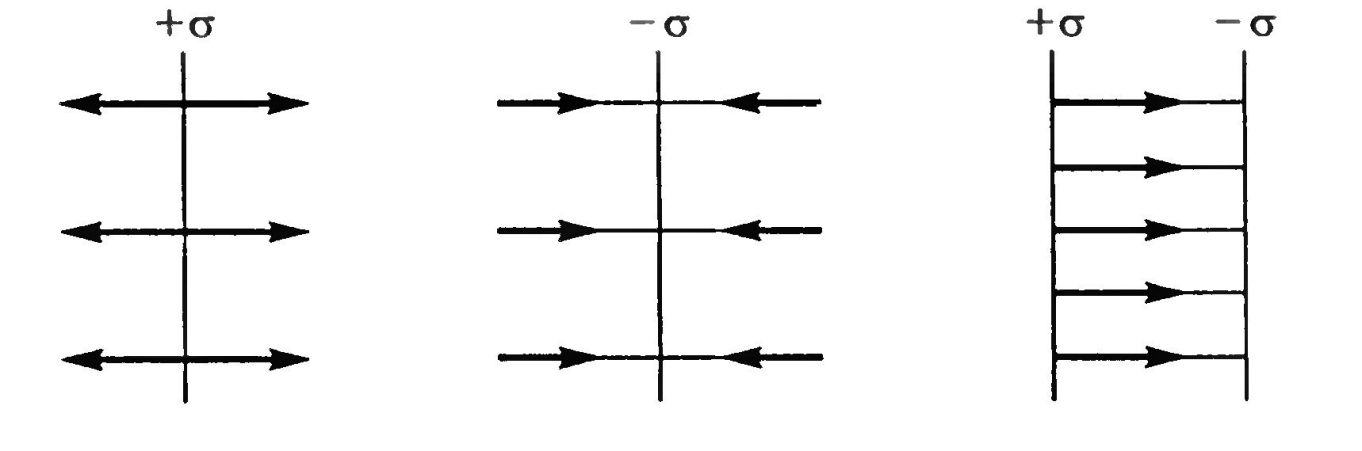
Одиницю напруженості поля в СІ — **вольт на метр** $\left(\frac{\text{В}}{\text{м}}\right)$ — встановлено на підставі формули (5). *Напруженість однорідного електричного поля дорівнює* 1 В/м, *якщо різниця потенціалів між точками, розташованими на відстані* 1 м *у цьому полі, дорівнює* 1 В.

Електроємність С – 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.

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

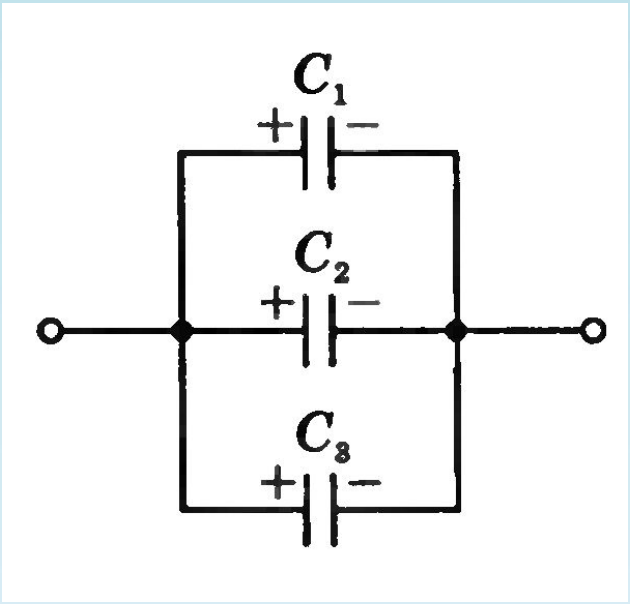
http://edu-teacherzv.ucoz.ru

Електроємність плоского конденсатора



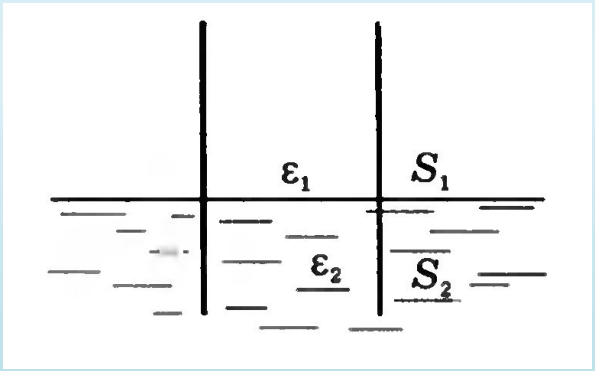
$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$$

Паралельне з’єднання конденсаторів.



$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

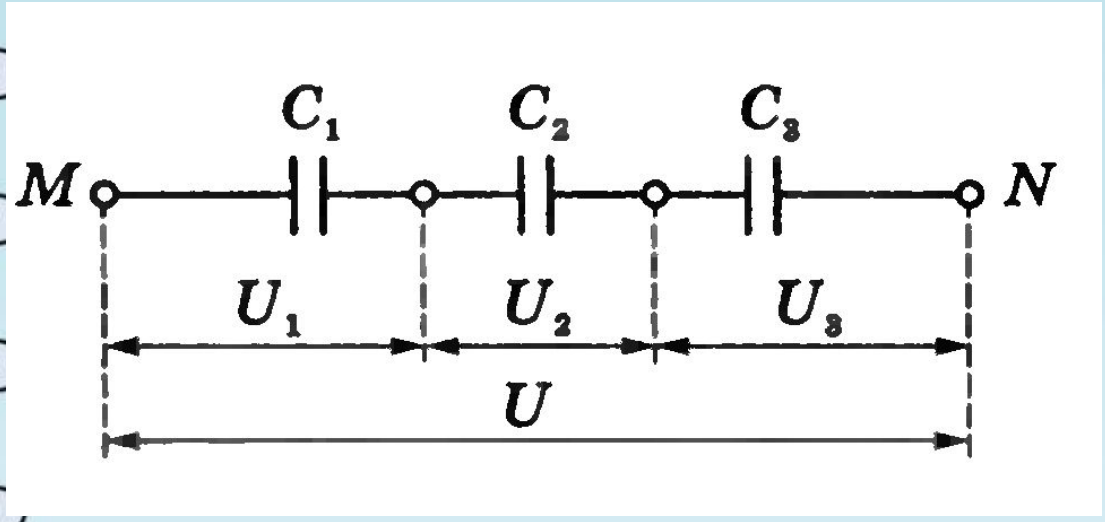
$$U_1 = U_2 = U_3$$



$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

http://edu-teacherzv.ucoz.ru

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

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0\varepsilon \cdot r \cdot R}{R - r}$$

Де R та r – радіуси внутрішньої та зовнішньої сфер

http://edu-teacher.ucoz.ru

КЛАСИФІКАЦІЯ КОНДЕНСАТОРІВ

КОНДЕНСАТОРИ ВАКУУМНІ (ОБКЛАДАННЯ БЕЗ ДІЕЛЕКТРИКА ЗНАХОДЯТЬСЯ У ВАКУУМІ).

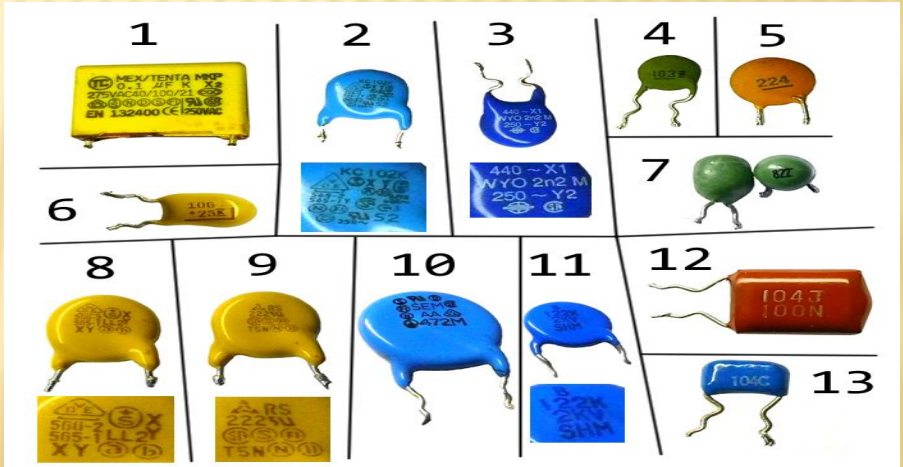
КОНДЕНСАТОРИ З ГАЗОПОДІБНИМ ДІЕЛЕКТРИКОМ.

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, пилинка масою 2·10-14 кг. Відстань між пластинами конденсатора 5 см. Чому дорівнює електричний заряд порошинки?

http://edu-teacherzv.ucoz.ru

Дано:
$U=12{,}25\cdot10^3$В $m=2\cdot10^{-14}$кг $\Delta d=5\cdot10^{-2}$м
q-?

Розв’язування:

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

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

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

$$q=\frac{2\cdot10^{-14}\,кг\cdot9{,}8\,{м}/{с^2}\cdot5\cdot10^{-2}\,м}{12б25\cdot10^3\,В}=8\cdot10^{-19}\,Кл$$

http://edu-teacherzv.ucoz.ru