

# Електричний заряд. Закон збереження заряду. Закон Кулона.

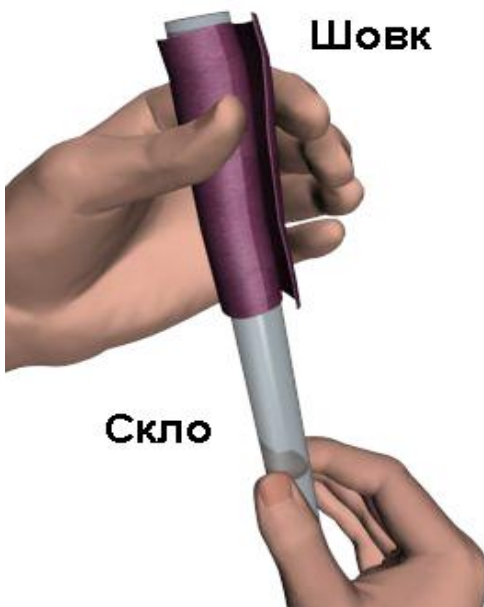
Перед вивченням нового матеріалу повторіть основні поняття

1. Що означає вислів «наелектризоване тіло»?
2. Як можна наелектризувати тіло?
3. Які два роди зарядів існують?
4. Як взаємодіють між собою заряджені тіла?
5. Як пояснити електризацію тіл?
6. Як розподілиться заряд між зарядженими кульками при дотику?
7. Яка одиниця вимірювання електричного заряду?
8. Що таке точковий заряд?
9. Чи однакова сила взаємодії між двома кульками в олії і воді?

Електричний заряд – це міра властивості електромагнітних частинок взаємодіяти між собою з силами обернено пропорційними відстані між ними, які на багато порядків більші за силу гравітаційної взаємодії.

!!!!!!!

1. Частинка може і не мати заряду, але тільки частинка є носієм заряду.
2. Заряд буває позитивний і негативний. Вибір знаку умовний.
3. Однойменні відштовхуються, різнойменні – притягуються.
4. Найменший заряд –  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.
5. Заряд дискретний.

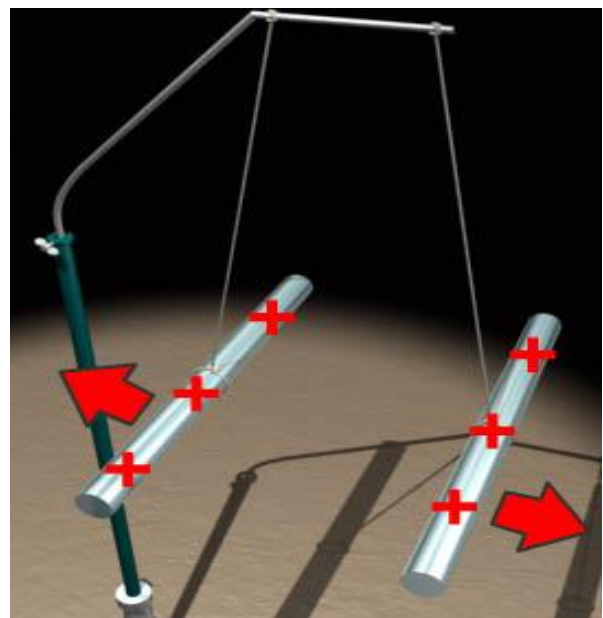
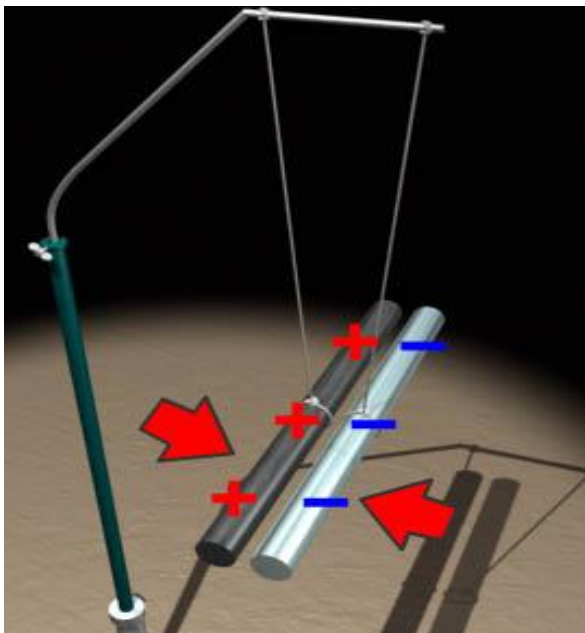


Дослід	Коментарі
<p>1. Електризація ебонітової або скляної палички хутром, шовком.</p> <p>2. Тертя двох смужок із поліетилену – вони розійдуться на певний кут, тертя скляної палички об шовк</p>	<p>1. Під час досліду електризується обидва тіла, отримуючи заряди, рівні за числовим значенням і протилежні за знаком.</p> <p>2. Під час тертя тіл ні позитивні, ні негативні заряди не створилися. Під час взаємодії: відбувається перерозподіл заряду, внаслідок чого на одному тілі виявився надлишок негативного заряду (електронів), на другому – недостача електронів, тому заряд позитивний. Якщо електрична нейтральність порушена, то тіло називається наелектризованим.</p>

- При електризації тіл виконується дуже важливий закон – збереження заряду: в ізольованій системі алгебраїчна сума зарядів всіх частинок залишається незмінною

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$$

При взаємодії сумарний заряд розподіляється порівну.



Дослід	Коментарі
На двох штативах висять на шовкових нитках дві кульки. Кульки відштовхнулись.	Після дотику заряд між кульками поділився порівну. Чим більший заряд має перша кулька, тим більшою буде сила відштовхування.

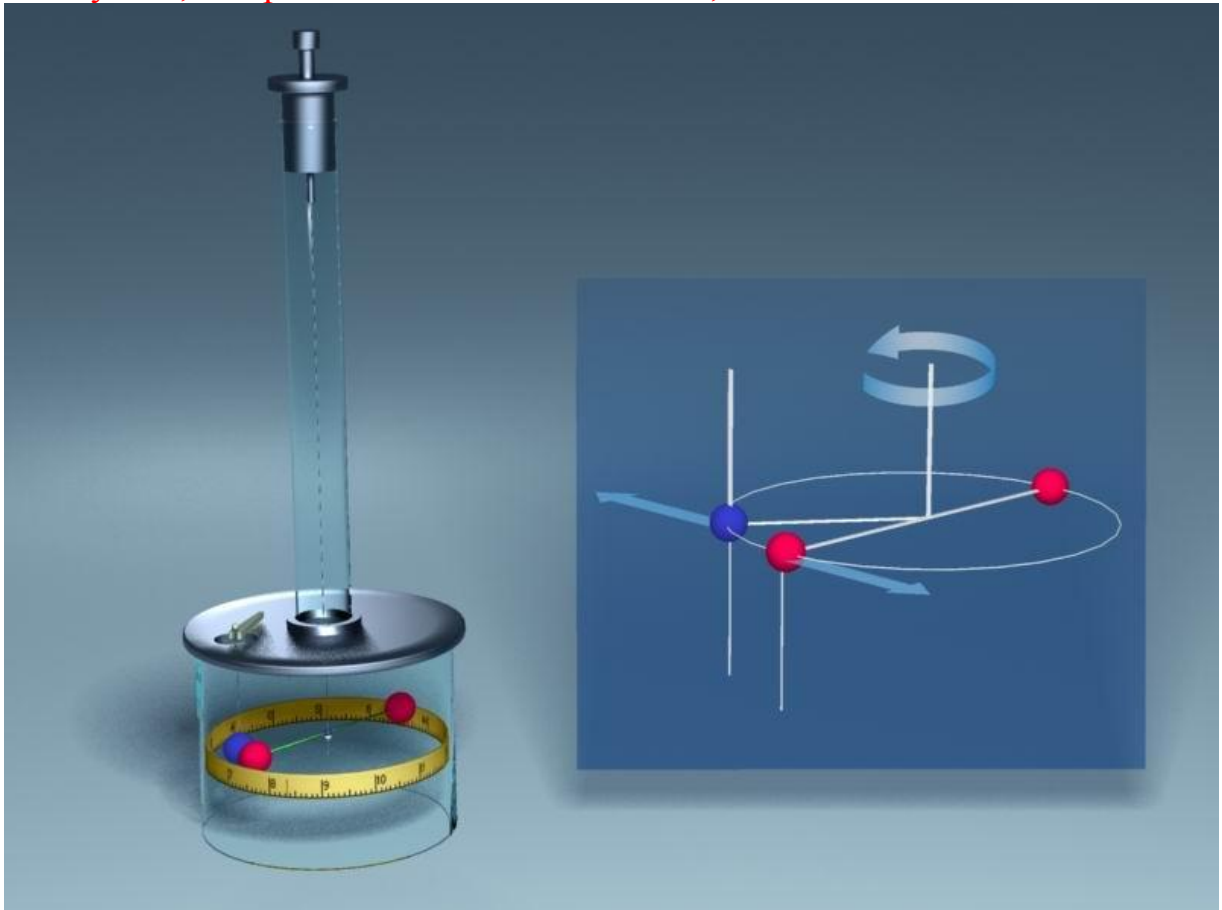
Отже, тепер перед нами постала проблема, як виміряти силу взаємодії між зарядами.

У 1785 році член Паризької Академії наук Шарль Кулон встановив один із найважливіших законів електростатики. На честь вченого названо одиницю заряду – Кулон. Кулону спало на думку, що закон взаємодії зарядів має бути схожим на закон гравітаційної взаємодії мас

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Цей закон справджується для точкових тіл. А закон Кулона буде сформульований для точкових зарядів.

Точковий заряд – це заряд, розміщений на тілі, розмірами якого можна знехтувати, в порівнянні з відстанями до тіл, з якими взаємодіє.



Під час дослідів на крутильних терезах Кулон встановив:

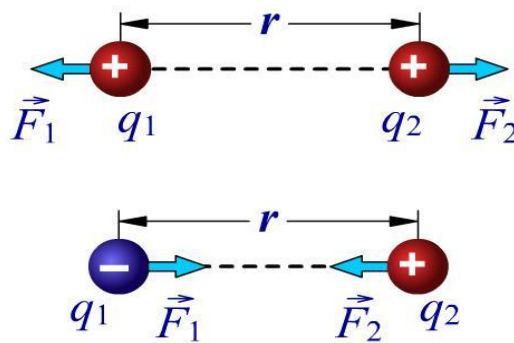
1.  $F \approx |q_1| |q_2|$  при фіксованій відстані між зарядженими тілами;

2. При незмінних  $q_1$  і  $q_2$   
 $F \approx 1/R^2$

Об'єднаючи результати дослідів Кулон встановив, що сила взаємодії двох точкових зарядів у вакуумі прямо пропорційна добуткові модулів зарядів, обернено пропорційна квадрату відстані між ним і напрямлена вздовж прямої, яка об'єднує центри зарядів.

$k$  – Коефіцієнт пропорційності  $k=1/4\pi\epsilon_0$ , де  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{Ф/м}$   
 $k=9 \cdot 10^9 \text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$

Сили взаємодії між зарядами напрямлені вздовж прямої, яка сполучає центри зарядів.



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

У середовищі із електричною проникністю  $\epsilon$  кулонівська сила зменшується в  $\epsilon$  разів.

**!!!!!!!Математичні вирази для закону всесвітнього тяжіння Ньютона і закону Кулона:  $F=G m_1m_2/r^2$  і  $F=kq_1 \cdot q_2/r^2$  - симетричні, прості, а тому красиві.** Попри їхню схожість, між ними є суттєва відмінність: ми не знаємо тіл з від'ємною масою, а заряди бувають додатними і від'ємними.

Ознаки подібності	Ознаки відмінності
1. Справедливі для точкових тіл або зарядів.	1. Гравітаційні сили – сили притягання, а кулонівські виявляють себе, як і сили притягання, так і сили відштовхування.
2. Гравітаційні і кулонівські сили далеко діючі (спадають з відстанню повільно).	2. Гравітаційні сили – універсальні, кулонівські діють тільки лише між зарядженими тілами.
3. Гравітаційні і кулонівські сили – центральні.	3. Кулонівські сили набагато більші, ніж гравітаційні.

Подібність законів всесвітнього тяжіння і Кулона помічено давно. Майже 30 років Ейнштейн намагався з'ясувати причини і наслідки такої подібності

гравітаційного і електричного полів. Ейнштейн вважав, що електрична і гравітаційна взаємодії є різними виявами якоїсь однієї, фундаментальнішої взаємодії тіл. Спроба створити теорію поля Ейнштейну не вдалося. Учений не знав про існування ще двох типів взаємодії – ядерної і слабкої, зумовлених взаємним перетворенням елементарних частинок. Єдина теорія поля повинна об'єднувати всі чотири типи взаємодії.

Цікаво, що закон Кулона і закон всесвітнього тяжіння Ньютона не єдині у своїй подібності.

У 1915 році скандинавський вчений Бьорнесс вивчав коливання повітряних бульбашок у воді. Дві бульбашки взаємодіють з силою

$$F = kV_1V_2/R^2 \cdot \cos\varphi.$$

Взаємодії у трьох законах різні, а формули однакові. Чому?

Може, в основу матеріального світу покладено кілька простих загальних принципів, зрозуміти які ми не можемо. Із них і випливають усі ті різноманітні явища, свідками яких ми є. При цьому кожне з таких явищ несе відбиток свого походження, зберігає свої родові риси.

## **Розв'язування задач.**

1. Дві кульки з зарядами  $5\text{нКл}$  і  $-3\text{нКл}$  доторкнулись одна до одної і розійшлись. Знайти силу кулонівської взаємодії до і після доторку?
2. Чи можуть притягуватися дві однойменно зарядженні металеві кульки?
3. Яким чином заряджений провідник може віддавати весь свій заряд іншому ізольованому провіднику? (пояснити циліндр Фарадея)
4. Як зміниться сила кулонівської взаємодії двох точкових зарядів при збільшенні кожного заряду в 3 рази і зменшенні відстані в 2 рази?
5. Два однакових точкових заряди взаємодіють в вакуумі на відстані  $0,1\text{м}$  з такою ж силою, як і в гасі на відстані  $0,07\text{м}$ . Визначити діелектричну проникність гасу.
6. Заряди  $10$  і  $16\text{нКл}$  розташовані на відстані  $7\text{см}$  один від одного. Яка сила буде діяти на заряд  $2\text{нКл}$ , розташований в точці, що віддалена від меншого заряду на  $3\text{см}$ , а від більшого на  $4\text{см}$ ?
7. При однакових точкових зарядах  $20\text{нКл}$ , розташованих в вершинах рівностороннього трикутника, на кожний заряд діє сила  $10\text{мН}$ . Знайти довжину сторони трикутника.