



**Сумський
державний
університет**

**Електричний заряд. Закон
збереження електричного
заряду. Електростатика
провідників. Закон Кулона.
Принцип суперпозиції
електричних сил**

Практичне заняття №9



Відскануйте QR-код за допомогою смартфона, пройдіть тестування (0,5 б)



<https://vseosvita.ua/test/start/rfr773>

Особливості розв'язування задач

- **Задачі на закон Кулона є переважно задачами на рівновагу тіл, що мають електричний заряд.**
1. Встановити, рівновага якого тіла (системи тіл) розглядається у задачі.
 2. Виконати рисунок, на якому зобразити: тіло, рівновага якого вивчається; тіла, з якими воно взаємодіє(крім Землі); усі сили, що діють на це тіло.
 3. Записати умову рівноваги у векторній формі: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$.
 4. Провести вісі координат та записати цю умову рівноваги у проекціях на обрані вісі (Ох та Оу або лише одна вісь, якщо рух одномірний).
 5. Проаналізувати, чи всі величини, що входять в отримані рівняння відомі. За потреби записати формули для знаходження невідомих величин.
 6. Розв'язати отриману систему рівнянь: виразити шукану величину, підставити числові значення.

Особливості розв'язування задач

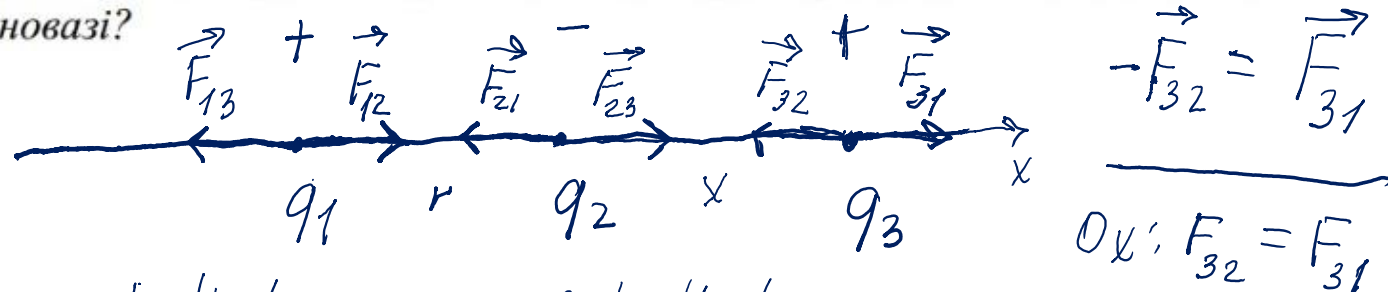
Порада 1. Вісі координат треба проводити так, щоб під час визначення проєкцій сил можна було скористатися кутами, які задані в умові задачі.

Порада 2. Додатковими умовами можуть бути й величини або тригонометричні функції, що визначаються із трикутників, які можна виділити з рисунка до умови задачі.

Проводячи розрахунки, множник $k=1/4\pi\epsilon_0$ беремо рівним $9 \cdot 10^9$ м/Ф.

Пам'ятаємо, що у формулу закону Кулона входять МОДУЛІ зарядів q_1 та q_2 .

Приклад 1. Заряди 40 нКл і -10 нКл розташовані на відстані 10 см один від одного. Яким треба взяти третій заряд і де його треба розмістити, щоб система перебувала у рівновазі?



$q_3 = ?$ $x = ?$
 $q_1 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$
 $q_2 = -10^{-8} \text{ Кл}$
 $r = 0,1 \text{ м}$

$$F_{32} = k \frac{|q_3||q_2|}{x^2}; \quad F_{31} = k \frac{|q_3||q_1|}{(r+x)^2}; \quad \frac{|q_3||q_2|}{x^2} = \frac{|q_3||q_1|}{(r+x)^2}$$

$$F_{12} = F_{21} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$F_{13} = F_{31}, \quad F_{23} = F_{32}$$

$0 \text{ Кл}; F_{32} = F_{31}$

$$q_3 q_2 (r+x)^2 = q_3 q_1 x^2$$

$$q_2 (r^2 + 2rx + x^2) = q_1 x^2$$

$$q_2 r^2 + 2rx q_2 + q_2 x^2 = q_1 x^2$$

$$(q_1 - q_2) x^2 - 2rx q_2 - q_2 r^2 = 0 \Rightarrow x = 0,1 \text{ (м)};$$

$q_3 = \text{---}$

Приклад 2. На двох нитках однакої довжини, закріплених в одній точці, підвішені дві кульки. Порівняти кути відхилення ниток від вертикалі, якщо: а) кульки мають однакові маси, заряджені однойменно і заряд першої кульки більше заряду другої; б) заряди кульок однакові, а маса першої кульки більше маси другої.

$$F_{31} = F_{13}$$

$$\cancel{k} \frac{|q_3||q_1|}{(x+r)^2} = \cancel{k} \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow q_3 = \frac{(r+x)^2}{r} \cdot q_2$$

$$q_3 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ (Кл)},$$

Приклад 2. На двох нитках однакової довжини, закріплених в одній точці, підвишені дві кульки. Порівняти кути відхилення ниток від вертикалі, якщо: а) кульки мають однакові маси, заряджені однойменно і заряд першої кульки більше заряду другої; б) заряди кульок однакові, а маса першої кульки більше маси другої.

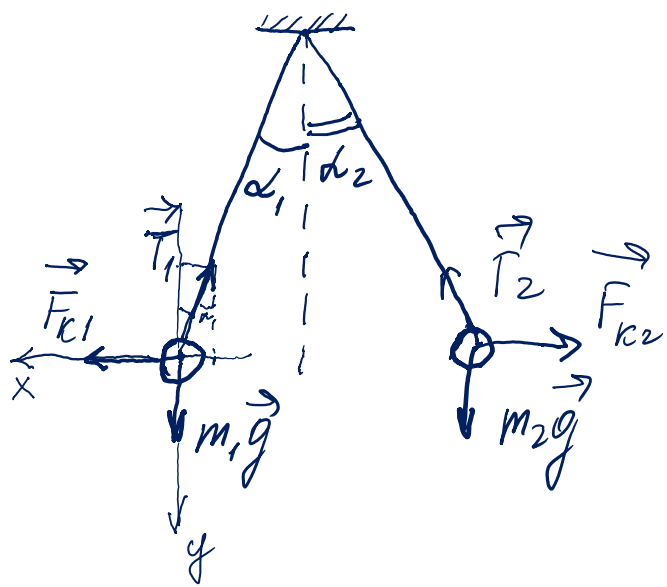
$(\alpha_1 - \alpha_2)?$

а) $m_1 = m_2$

$q_1 = 2q_2$

б) $q_1 = q_2$

$m_1 = 2m_2$



I: $m_1 \vec{g} + \vec{T}_1 + \vec{F}_{k1} = 0$

$Ox: -T_1 \sin \alpha_1 + F_{k1} = 0$

$Oy: m_1 g - T_1 \cos \alpha_1 = 0$

1:2

$\text{tg} \alpha_1 = \frac{F_{k1}}{m_1 g}$

II: $\text{tg} \alpha_2 = \frac{F_{k2}}{m_2 g}$

а) $m_1 = m_2$; оскільки $q_1 = 2q_2$, то $F_{k1} = F_{k2} \Rightarrow \frac{\text{tg} \alpha_1}{\text{tg} \alpha_2} = 1 \Rightarrow \alpha_1 = \alpha_2$

$F_{k1} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = F_{k2}$

б) $q_1 = q_2 \Rightarrow F_{k1} = F_{k2} = F_k$, $m_1 = 2m_2$, маємо

$\text{tg} \alpha_1 = \frac{F_k}{2m_2 g} \Rightarrow \text{tg} \alpha_2 > \text{tg} \alpha_1$

$\text{tg} \alpha_2 = \frac{F_k}{m_2 g} \Rightarrow \alpha_2 > \alpha_1$

Задача для самостійного розв'язання

- Задача. Три заряджені кульки зв'язані одна з одною двома нитками і розміщені на одній прямій. Довжина кожної нитки $l=1\text{ м}$. Знайти силу натягу нитки, яка з'єднує першу і другу кульки. Заряди кульок $q_1=9\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, $q_2=1\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$, $q_3=8\cdot 10^{-9}\text{ Кл}$. Розмірами кульок можна знехтувати.