

Приклади розв'язування задач:

Задача з підручника Бар'яхтара (стор. 240)

Задача. На прямій, яка з'єднує позитивний заряд q_1 і негативний заряд q_2 , кожен із яких дорівнює за модулем $5 \cdot 10^{-7}$ Кл, розташований заряд $q_3 = -1 \cdot 10^{-8}$ Кл. Відстань r_1 між зарядами q_1 і q_3 дорівнює 6 см, відстань r_2 між зарядами q_2 і q_3 дорівнює 3 см. Обчисліть силу, яка діє на заряд q_3 , якщо він розташований між зарядами q_1 і q_2 .

Дано:

$$|q_1| = |q_2| = 5 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$|q_3| = 1 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$r_1 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

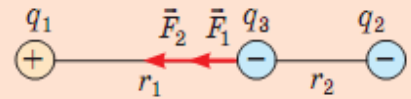
$$r_2 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

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

\vec{F} — ?

Аналіз фізичної проблеми, розв'язання

Виконаємо пояснювальний рисунок, на якому покажемо сили \vec{F}_1 і \vec{F}_2 , які діють на заряд q_3 з боку зарядів q_1 і q_2 .



Як видно з рисунка, модуль рівнодійної сили \vec{F} , з якою заряди q_1 і q_2 діють на заряд q_3 , дорівнює: $F = F_1 + F_2$.

За законом Кулона: $F_1 = k \frac{|q_1| |q_3|}{r_1^2}$; $F_2 = k \frac{|q_2| |q_3|}{r_2^2}$.

Перевіримо одиницю, знайдемо значення шуканої величини: $[F] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{\text{Кл}^2}{\text{м}^2} = \text{Н}$;

$$F_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8} \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{36 \cdot 10^{-4}} = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ (Н)}; \quad F_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8} \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{9 \cdot 10^{-4}} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ (Н)};$$

$$F = 5 \cdot 10^{-2} \text{ Н} + 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ Н} = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{ Н}.$$

Відповідь: $F = 62,5 \text{ мН}$.

Задача 3, Вправа 42 (Засекіна)

3. Дві маленькі кульки масою m підвішені поряд на тонких шовкових нитках завдовжки $l = 2$ м. Після того, як кульки зарядили однаковими за величиною й однойменними зарядами $q_1 = q_2 = 1 \cdot 10^{-8}$ Кл, вони розташувались на відстані $r = 16$ см одна від одної. Визначте натяг ниток.

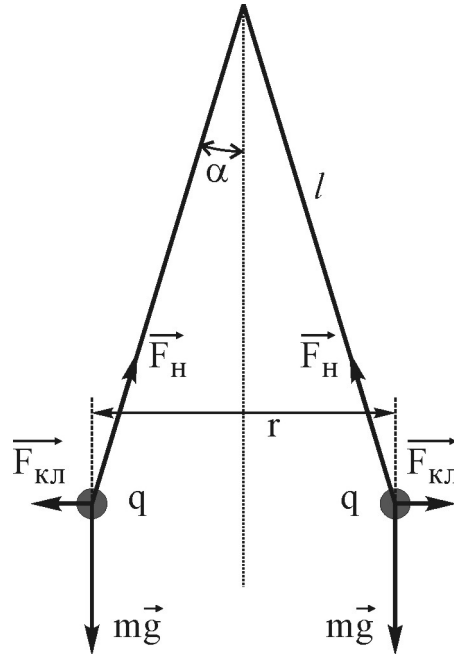
$$l = 2 \text{ м}$$

$$q_1 = q_2 = q = 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$r = 16 \text{ см} = 0,16 \text{ м}$$

$$F_H - ?$$

Розв'язування. Насамперед слід виконати схематичний рисунок до задачі:



На кожну з кульок діють три сили: сила тяжіння $m\vec{g}$, сила кулонівської взаємодії $\vec{F}_{кл}$ та сила натягу нитки \vec{F}_H , рівнодійна яких рівна нулю. Очевидно, що для вертикальних чи горизонтальних проекцій цих сил справджується:

$$\text{вертикально: } mg = F_H \cdot \cos \alpha,$$

$$\text{горизонтально: } F_{кл} = F_H \cdot \sin \alpha.$$

З другого рівняння:

$$F_H = \frac{F_{кл}}{\sin \alpha} = \frac{F_{кл}}{r/2} = \frac{2 \cdot l \cdot F_{кл}}{r}.$$

Оскільки $F_{кл} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = k \frac{q^2}{r^2}$, то

$$F_H = \frac{F_{кл}}{\sin \alpha} = \frac{F_{кл}}{r/2} = \frac{2 \cdot l}{r} k \frac{q^2}{r^2}.$$

$$\text{Обчислюємо: } F_H = \frac{F_{кл}}{\sin \alpha} = \frac{F_{кл}}{r/2} = \frac{2 \cdot 2 \text{ м}}{0,16 \text{ м}} \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{(10^{-8} \text{ Кл})^2}{(0,16 \text{ м})^2} \approx 8,8 \cdot 10^{-4} \text{ Н}.$$

Оскільки відповідь не збігається з запропонованою у підручнику ($3,5 \cdot 10^{-3}$ Н), довелося пошукати розв'язок цієї задачі в Інтернеті. Виявилось, що як звичайно, Засекіна знову допустила помилку в умові задачі. Насправді має бути

$q_1 = q_2 = q = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, щоби отримати такий результат (дивіться http://www.лена24.pф/Физика_для_10_класа_Мякишев/86.html). Дійсно, тоді отриманий нами результат достатньо просто помножити на 4, оскільки заряд беруть у квадраті.

Добре, що хоч тут помилок немає.

Задача з підручника Зесекіної (стор. 254)

Задача. Однойменні точкові заряди, модулі яких $q_1 = q_2 = q_3 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, розміщені у вершинах рівностороннього трикутника зі стороною $a = 20 \text{ см}$. Визначте силу, що діє в повітрі на один із цих зарядів з боку двох інших.

Дано:

$$\begin{aligned} q_1 = q_2 = q_3 &= 1 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} \\ a &= 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м} \\ F &= ? \end{aligned}$$

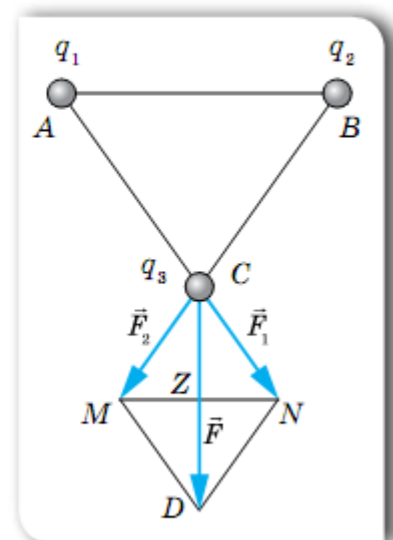
Розв'язання:

Виконаємо схематичний малюнок до задачі (мал. 242).

Визначимо силу, що діє на точковий заряд q_3 , який перебуває в точці C . Заряди q_1 (у точці A) і q_2 (у точці B) діють на заряд q_3 із силами \vec{F}_1 і \vec{F}_2 .

Рівнодійну цих сил $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ визначимо за правилом паралелограма.

Напрямок результуючої сили \vec{F} , що діє на заряд q_3 , зображено на малюнку 242. Обчислимо її модуль F , використовуючи модулі векторів F_1, F_2 , які дорівнюють довжинам відрізків, що зображу-



Мал. 242

ють ці вектори. Легко довести, що $F_1 = F_2$, $\angle DCM = 30^\circ$, оскільки $\angle MCN = \angle ACB = 60^\circ$. Тоді $\frac{F}{2} = F_1 \cos 30^\circ$, у $\triangle CNZ$ сторона $CZ = \frac{F}{2}$. За законом Ку-

лона модуль сили $F_1 = k \frac{q_1 q_3}{(AC)^2}$.

$$F_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{(0,2)^2 \text{ м}^2} = 0,225 \text{ Н};$$

$$F = 0,225 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,39 \text{ Н}.$$

Відповідь: 0,39 Н.