

Відповіді

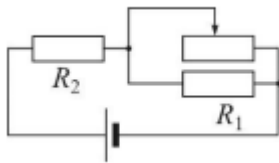
II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики 2024-2025 н.р.

10 клас

Задача 1.

Відповідь. 0,1 Вт

Розв'язання.



Нехай r - опір реостата, $R_1 = R_2 = R$. Загальний опір паралельної ділянки $R_{\text{пар}} = \frac{Rr}{R+r}$. Загальний опір кола $R_{\text{заг}} = \frac{R(R+2r)}{R+r}$. Струм у колі: $I = \frac{U(R+r)}{R(R+2r)}$. Напруга на

паралельній ділянці: $U_{\text{пар}} = IR_{\text{пар}} = \frac{Ur}{R+2r}$. Поділимо чисельник і знаменник на r .

$$U_{\text{пар}} = \frac{U}{\frac{R}{r}+2} \quad (1). \text{ Потужність, що виділяється на резисторі } R_1: P = \frac{U_{\text{пар}}^2}{R}.$$

Потужність максимальна, коли максимальний чисельник, а як бачимо із співвідношення (1), це буде тоді, коли r максимальне, тобто $r = 5 \text{ Ом}$.

$$\text{Тоді: } P_{\text{max}} = \frac{U^2}{R(\frac{R}{r}+2)^2} = 0,1 \text{ Вт}.$$

Задача 2.

Відповідь. 3 см.

Розв'язання.

Під час плавання у воді циліндри встановлюються вертикально, якщо виконується перша умова рівноваги:

$$m_{\text{д}}g + m_{\text{ал}}g = F_{\text{Ад}} + F_{\text{Аал}},$$

де $F_{\text{Ад}}$ та $F_{\text{Аал}}$ – відповідно сили Архімеда, що діють на занурену частину з'єднаних дерев'яного та алюмінієвого циліндрів. Записавши маси через густини та об'єми і підставивши значення сили Архімеда, отримаємо

$$L_{\text{д}}S\rho_{\text{д}}g + L_{\text{ал}}S\rho_{\text{ал}}g = \rho_{\text{в}}(L_{\text{д}} - \Delta L)Sg + \rho_{\text{в}}L_{\text{ал}}Sg.$$

Після виконання розрахунків матимемо: $L_{\text{ал}} = 3 \text{ см}$.

Задача 3.

Відповідь. 15 т

Розв'язання.

Задачу можна розв'язати, використовуючи закон збереження імпульсу.

Запишемо закон збереження імпульсу до та після удару:

До удару:

$$\text{Імпульс вагона: } p_{\text{вагон}} = m_{\text{вагон}} \cdot v_{\text{вагон}}$$

Імпульс платформи: $p_{\text{платформа}} = 0$ (оскільки платформа нерухома)

Після удару:

Імпульс вагона: $p'_{\text{вагон}} = m_{\text{вагон}} \cdot v'_{\text{вагон}}$

Імпульс платформи: $p'_{\text{платформа}} = m_{\text{платформа}} \cdot v'_{\text{платформа}}$

Закон збереження імпульсу:

$$m_{\text{вагон}} \cdot v_{\text{вагон}} = m_{\text{вагон}} \cdot v'_{\text{вагон}} + m_{\text{платформа}} \cdot v'_{\text{платформа}}$$

Підставляємо відомі величини:

$$m_{\text{вагон}} = 60 \text{ т} = 60\,000 \text{ кг}$$

$$v_{\text{вагон}} = 0,3 \text{ м/с}$$

$$v'_{\text{вагон}} = 0,2 \text{ м/с}$$

$$v'_{\text{платформа}} = 0,4 \text{ м/с}$$

Тепер виразимо масу платформи $m_{\text{платформа}}$:

$$60000 \cdot 0,3 = 60000 \cdot 0,2 + m_{\text{платформа}} \cdot 0,4$$

$$m_{\text{платформа}} = (60000 \cdot 0,3 - 60000 \cdot 0,2) / 0,4 = 15000 \text{ кг} = 15 \text{ т.}$$

Отже, маса платформи становить 15 т.

Задача 4.

Відповідь. Предмет впаде на землю через 6,47 сек. після випадіння з гондоли, а швидкість удару об землю буде приблизно 43,8 м/с.

Розв'язання.

Швидкість аеростата через 8 секунд:

$$v = v_0 + a \cdot t = 0 + 2,45 \cdot 8 = 19,6 \text{ (м/с)}$$

Висота, на якій знаходиться аеростат через 8 секунд:

$$h = v_0 \cdot t + a \cdot t^2 / 2 = 0 + \frac{1}{2} \cdot 2,45 \cdot 8^2 = 78,4 \text{ (м)}.$$

Після випадіння предмет отримує початкову швидкість, рівну швидкості аеростата, тобто $v_0 = 19,6 \text{ м/с}$ вгору. Предмет буде сповільнюватися під дією сили тяжіння ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$) і згодом почне падати вниз. Для визначення часу та швидкості при падінні розглянемо два етапи: підйом предмета до зупинки і подальше падіння вниз.

Час до зупинки предмета (поки його швидкість не стане рівною нулю):

$$t_1 = v_0 / g = 19,6 / 9,8 = 2 \text{ (с)}.$$

Максимальна висота, на яку підніметься предмет:

$$h_{\text{макс}} = h + v_0 \cdot t_1 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_1^2 = 78,4 + 19,6 \cdot 2 - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 2^2 = 98 \text{ (м)}$$

Тепер предмет починає падати з висоти 98 м з початковою швидкістю 0.

Визначимо час вільного падіння t_2 :

$$h_{\text{макс}} = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2$$

$$t_2 = \sqrt{2 \frac{h_{\text{макс}}}{g}} = \sqrt{2 \cdot \frac{98}{9.8}} = \sqrt{20} \approx 4,47 \text{ (с)}.$$

Загальний час руху предмета: час підйому плюс час падіння:

$$t_{\text{загальний}} = t_1 + t_2 = 2 + 4,47 = 6,47 \text{ (с)}.$$

Швидкість при ударі об землю:

$$v = g \cdot t_2 = 9,8 \cdot 4,47 \approx 43,8 \text{ (м/с)}.$$

Предмет впаде на землю через 6,47 секунд після випадіння з гондоли, а швидкість удару об землю буде приблизно 43,8 м/с.

Задача 5.

Відповідь. 1,79 см.

Розв'язання.

Використаємо закон Кулона, що описує силу взаємодії двох точкових зарядів:

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

де: F – сила взаємодії зарядів,

k – коефіцієнт пропорційності $\approx 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$,

q_1 і q_2 – значення зарядів,

R – відстань між зарядами.

До дотику заряджені тіла мають заряди $q_1 = q$ і $q_2 = -5q$, відстань між ними

$$r_1 = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}.$$

$$\text{Сила взаємодії до дотику: } F_1 = k \cdot \frac{|q \cdot (-5q)|}{r_1^2} = k \cdot \frac{5 q^2}{(0,02)^2}$$

Після дотику заряди вирівнюються. Загальний заряд системи:

$$q_{\text{загальний}} = q + (-5q) = -4q$$

Оскільки після дотику заряди вирівнюються, кожен заряд отримує половину

$$\text{цього заряду: } q_1' = q_2' = \frac{-4q}{2} = -2q.$$

Нові заряди $q_1' = q_2' = -2q$. Відстань між зарядами стала r_2 , і за умовою задачі сила взаємодії залишається незмінною: $F_2 = F_1$

$$\text{Сила взаємодії після дотику: } F_2 = k \cdot \frac{|(-2q) \cdot (-2q)|}{r_2^2} = k \cdot \frac{4 q^2}{r_2^2}$$

З рівності $F_1 = F_2$ маємо: $k \cdot \frac{5 q^2}{(0,02)^2} = k \cdot \frac{4 q^2}{r_2^2}$, скоротимо на $k \cdot q^2$ і

$$\text{отримаємо: } \frac{5}{(0,02)^2} = \frac{4}{r_2^2}$$

$$\text{винайдем } r_2 : r_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,02)^2}{5}} \approx 0,0179 \text{ (м)} = 1,79 \text{ (см)}.$$

Отже, нова відстань між зарядами становить 1,79 см.