

Решения заданий
муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников
Камчатского края по физике в 2025 – 2026 учебном году.
Время выполнения – 230 минут (3 часа 50 минут).
Максимальное количество баллов – 50 б.
9 класс

Задача 1. Разные плотности (10 баллов)

Для плоских однородных тел постоянной толщины удобной характеристикой является поверхностная плотность (масса единицы площади) σ , измеряемая в $\text{кг}/\text{м}^2$. Для однородных протяжённых тел часто применяется линейная плотность (масса единицы длины) λ , измеряемая в $\text{кг}/\text{м}$. На строительном рынке покупают линолеум в виде прямоугольника и для удобства транспортировки его сворачивают в рулон. Если линолеум свернуть вдоль короткой стороны, то линейная плотность рулона получается равной $\lambda_1 = 6,4 \text{ кг}/\text{м}$, а если вдоль длинной – $\lambda_2 = 5 \text{ кг}/\text{м}$. Известно, что поверхностная плотность этого линолеума $\sigma = 2,5 \text{ кг}/\text{м}^2$, а его толщина $d = 2 \text{ мм}$. Какова масса купленного линолеума и его «обычная» плотность ρ ?

Возможное решение:

Масса линолеума равна $m = \sigma \cdot S = \sigma \cdot a \cdot b$

Размеры линолеума можно выразить с помощью линейных плотностей:

$$a = \frac{m}{\lambda_1}, b = \frac{m}{\lambda_2}$$

Тогда

$$m = \sigma \cdot \frac{m}{\lambda_1} \cdot \frac{m}{\lambda_2} = \sigma \cdot \frac{m^2}{\lambda_1 \lambda_2}$$

Откуда

$$m = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\sigma} = \frac{6,4 \cdot 5 \text{ кг}^2/\text{м}^2}{2,5 \text{ кг}/\text{м}^2} = 12,8 \text{ кг}$$

Плотность линолеума можно найти рассчитав его объем $V = abd$.

Размеры линолеума

$$a = \frac{m}{\lambda_1} = \frac{12,8 \text{ кг}}{6,4 \text{ кг}/\text{м}} = 2 \text{ м}, b = \frac{m}{\lambda_2} = \frac{12,8 \text{ кг}}{5 \text{ кг}/\text{м}} = 2,56 \text{ м}$$

Объем линолеума равен: $V = abd = 2 \text{ м} \cdot 2,56 \text{ м} \cdot 0,002 \text{ м} = 0,01024 \text{ м}^3$

Откуда

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{12,8 \text{ кг}}{0,01024 \text{ м}^3} = 1250 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Есть и более изящное решение:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\sigma \cdot S}{S \cdot d} = \frac{\sigma}{d} = \frac{2,5 \text{ кг}/\text{м}^2}{0,002 \text{ м}} = 1250 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Критерии оценивания:

Записана формула поверхностной плотности	1 балл
Записана формула ширины линолеума	1 балла
Рассчитана ширина линолеума	1 балл
Записана формула длины линолеума	1 балла

Рассчитана длина линолеума	1 балла
Получена формула для массы линолеума	1 балл
Сделан расчет массы	1 балл
Рассчитан объем линолеума	1 балл
Получено точное значение плотности	2 балла

Задача 2. Уменьшенное сопротивление (10 баллов)

Из однородной проволоки сделано кольцо. Его сопротивление $R_0 = 32 \text{ Ом}$. В каких точках следует подключить к кольцу провода, чтобы получить сопротивление $R = 6 \text{ Ом}$?

Возможное решение:

При подключении проводов участки кольца окажутся соединены между собой параллельно. Обозначим длину кольца L , а длину одного из участков x . Так как кольцо однородно, то сопротивления участков кольца пропорциональны их длинам. Тогда сопротивления участков будут равны

$$R_1 = R_0 \frac{x}{L}$$

$$R_2 = R_0 \frac{L-x}{L}$$

Сопротивление всей цепи будет равно

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_0^2 x(L-x)}{R_0 L^2}$$

$$R = \frac{R_0 x(L-x)}{L^2} = R_0 \alpha(1-\alpha)$$

Или

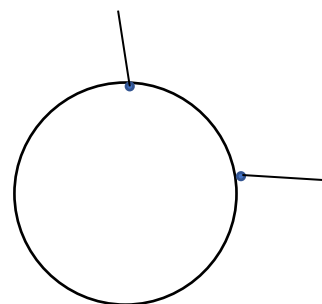
$$\frac{R}{R_0} = \alpha - \alpha^2, \text{ где } \alpha = \frac{x}{L} - \text{безразмерная величина}$$

Решая квадратное уравнение

$$\alpha^2 - \alpha + \frac{3}{16} = 0$$

находим отношение x / L .

Решение дает два корня: $1/4$ и $3/4$. Оба этих значения соответствуют одному и тому же положению точек подключения проводов: кольцо делится на две части в отношении $1:3$ - четверть кольца и три четверти кольца.



Критерии оценивания:

Идея пропорциональности сопротивления длине участка	2 балла
Выражено сопротивление одного участка	1 балл
Выражено сопротивление другого участка	1 балл
Формула общего сопротивления	2 балла
Решено уравнение	2 балла
Описан способ подключения	2 балла

Задача 3. Плавает или тонет? (10 баллов)

В сосуде с водой, не касаясь стенок и дна, плавает деревянный (сосновый) кубик с длиной ребра 20 см . Кубик вынимают из воды, заменяют половину его объема на материал, плотность которого в 6 раз больше плотности древесины, и помещают получившийся

составной кубик обратно в сосуд с водой. На сколько увеличится модуль силы Архимеда, действующей на кубик? (Плотность сосны — 400 кг/м^3).

Возможное решение:

В первом случае кубик плавает в воде, а это значит, что сила тяжести уравнивается силой Архимеда $F_{A1} = mg = \rho_c a^3 g = 32 \text{ Н}$

После замены части кубика его средняя плотность станет равной $\rho = \frac{m_1+m_2}{V} = 0.5 \rho_c + 0.5 \cdot 6 \rho_c = 1400 \text{ кг/м}^3$ Она больше плотности воды и значит, во втором случае кубик полностью погрузится в воду. Сила Архимеда в этом случае будет равна:

$$F_{A2} = \rho_v a^3 g = 80 \text{ Н}$$

Отсюда получаем, что сила Архимеда увеличится на 48 Н.

Критерии оценивания:

Определена сила Архимеда в первом случае	2 балла
Определена плотность кубика после замены	2 балла
Указано на полное погружение кубика после замены	2 балл
Определена сила Архимеда во втором случае	2 балла
Получен верный ответ	2 балла

Задача 4. Тепловой контакт (10 баллов)

Два кубика, изготовленные из материалов различной теплоёмкости, имеют одинаковую температуру 20°C . Если первый кубик нагреть до 100°C и привести в тепловой контакт со вторым, то у каждого будет температура 80°C . Какая температура установится, если нагреть до ста градусов второй кубик и привести в контакт с первым?

Возможное решение:

Запишем уравнение теплового равновесия в первом случае.

$$c_1 m_1 (t_1 - t) = c_2 m_2 (t - t_2), \quad \text{подставляя значение температуры получим,}$$

$$c_1 m_1 \cdot 20 = c_2 m_2 \cdot 60, \text{ таким образом, } c_1 m_1 = c_2 m_2 \cdot 3$$

Запишем уравнение теплового равновесия для второго случая

$$c_1 m_1 (t_k - t_1) = c_2 m_2 (t_2 - t_k); c_2 m_2 \cdot 3 (t_k - 20) = c_2 m_2 (100 - t_k); 3t_k - 60 = 100 - t_k; t_k = 40^\circ\text{C}$$

Критерии оценивания:

Записано уравнение теплового равновесия в первом случае	2 балла
Выведена зависимость $c_1 m_1 = c_2 m_2 \cdot 3$	3 балла
Записано уравнение теплового равновесия во втором случае	2 балла
Определена установившаяся температура	3 балла

Задача 5. В два раза больше (10 баллов)

С какой скоростью нужно бросить вертикально вверх тело, чтобы за время 4с путь, пройденный телом, оказался в два раза больше модуля его перемещения.

Возможное решение:

t_1 – время движения вверх, t_2 – время движения вниз, S_1 – перемещение вверх, S_2 – перемещение вниз.

Пройденный путь равен $S_1 + S_2$, Модуль перемещения равен $S_1 - S_2$.

По условию $S_1 + S_2 = 2(S_1 - S_2)$. $t_1 + t_2 = 4 \text{ с}$;

$$S = \frac{g t^2}{2}; t_1^2 + t_2^2 = 2(t_1^2 - t_2^2); t_1^2 = 3t_2^2; t_1 = \sqrt{3} t_2; t_1 = 4 - t_2$$

$$t_2 = \frac{4}{1+\sqrt{3}} = 1,464\text{с}, \text{ , } t_2 = 4 - 1,464 = 2,536\text{с}; \vartheta_0 = gt_2 = 25.36 \text{ м/с}$$

.Критерии оценивания:

Указано, что пройденный путь равен $S_1 + S_2$	1 балл
Указано, что модуль перемещения равен $S_1 - S_2$	1 балл
Записано соотношение между путём и модулем перемещения	1 балл
Выражено соотношение между t_1 и t_2	3 балла
Найдено t_2	2 балла
Определена начальная скорость	2 балла