

**Решение задач второго этапа республиканской олимпиады
по учебному предмету «ФИЗИКА»**

IX класс

1. Гидростатика

Давление жидкости на дно цилиндрического сосуда высотой h будет равно $p_1 = \rho gh$. Сила гидростатического давления воды на дно сосуда $F_1 = p_1 S_1$ или $F_1 = \rho gh \pi R^2$, где S_1 – площадь круга (основания цилиндра), R – радиус цилиндра.

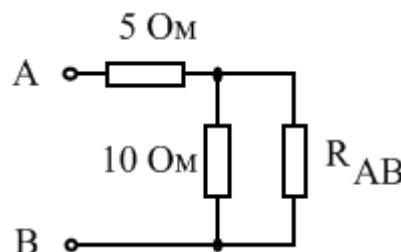
Среднее давление жидкости на боковую поверхность $p_2 = \rho gh/2$, а сила гидростатического давления воды на боковую поверхность сосуда $F_2 = p_2 S_2$ или $F_2 = \rho gh 2\pi Rh/2$, где S_2 – площадь прямоугольника (боковой поверхности цилиндра).

Получаем $\rho gh \pi R^2 = \rho gh^2 \pi R$ или $R = h = 5$ см.

Ответ: 5 см.

2. Расчёт электрических сопротивлений

Из рисунков, представленных в условии задачи, видно, что вторая цепь содержит в себе часть первой цепи. Поэтому её можно изобразить, как показано на рисунке, следующим образом, учитывая, что сопротивления одной и второй цепи между точками A и B одинаковы. Определим общее сопротивление этой цепи, для удобства подставляя вместо букв численные значения сопротивлений:



$R_{AB} = 5 + 10R_{AB}/(10 + R_{AB})$. Получили уравнение с одним неизвестным. Откуда $R_{AB}^2 - 5R_{AB} - 50 = 0$, решая квадратное уравнение, получаем, что $R_{AB} = 10$ Ом. Значит, что $R_{AB} = R = 10$ Ом.

Ответ: 10 Ом, 10 Ом.

3. Механическая энергия

Вся работа по выемке грунта из колодца $A = mgh/2 = \rho Shgh/2 = \rho Sgh^2/2$, где $h = 20$ м.

Четверть этой работы $A_x = \rho Sgh_x^2/2 = A/4 = \rho Sgh^2/8$.

Откуда $h_x^2/2 = h^2/8$ или $h_x = h/2$.

Ответ: 10 м.

4. Тепловые явления

В течение времени $t_1 = 60$ с (первый участок графика) происходит процесс нагрева льда и находящегося в твёрдом состоянии вещества от температуры $T_1 = -40$ °С до температуры $T_2 = -20$ °С. Пусть мощность нагревателя равна P , тогда уравнение теплового баланса имеет вид:

$m(C_{\text{л}} + C)(T_2 - T_1) = Pt_1$, где $m = 1$ кг.

В течение времени $t_2 = 100$ с (второй участок графика) происходит плавление вещества при -20 °С. При этом $\lambda m = Pt_2$.

На третьем участке графика за период времени $t_3 = 80$ с происходит нагрев льда и расплавленного вещества от температуры $T_2 = -20$ °С до температуры $T_3 = 0$ °С, при этом $m(C_{\text{л}} + C_x)(T_3 - T_2) = Pt_3$. Из полученных уравнений находим:
 $\lambda = (C_{\text{л}} + C)(T_2 - T_1)t_2/t_1 = 1,03 \cdot 10^5 \approx 10^5$ (Дж/кг),

$$C_x = (C_{\text{л}} + C)(T_2 - T_1)t_3 / ((T_3 - T_2)t_1) = 2,03 \cdot 10^3 \approx 2 \cdot 10^3 \text{ (Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C))}.$$

Ответ: 10^5 Дж/кг , $2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$.

5. Кинематика прямолинейного движения

Весь путь автомобиля равен $S = 500 \text{ м}$.

Участки, на которых автомобиль двигался с одним и тем же ускорением, имеют одинаковую длину, время движения на них также одинаково.

Пусть t – время движения автомобиля с ускорением, тогда

$$vt/2 + v(25 - 2t) + vt/2 = 500 \text{ или, с учётом, что } v = at,$$

$at^2 + at(25 - 2t) = 500$. После подстановки численного значения ускорения и необходимых преобразований получаем квадратное уравнение

$$5t^2 + 5t(25 - 2t) = 500,$$

$$5t^2 + 125t - 10t^2 = 500,$$

$$-5t^2 + 125t - 500 = 0,$$

$$t^2 - 25t + 100 = 0.$$

Данное уравнение имеет два положительных корня, равных, соответственно, 20 и 5. Но так как участка движения с ускорением два, то $20 + 20 > 25$. Значит, подходит только корень, равный 5. Отсюда время равномерного движения автомобиля равно $25 - 2 \cdot 5 = 15$.

Ответ: 15 с.

6. Определение плотности неизвестной жидкости

Массу воды и массу неизвестной жидкости такого же объёма (молока, подсолнечного масла, очень солёной воды и т.п.) можно измерить весами (не забывая предварительно измерить массу пустого сосуда), а затем определить искомую плотность: $\rho_x = \rho_{\text{воды}} \cdot m_x / m_{\text{воды}}$.

Авторские рекомендации по оцениванию заданий

Задача	Критерии оценки	Максимальный балл за задачу	
1	<i>Записана формула для расчёта давления и силы на дно цилиндра</i>	2	6 баллов
	<i>Записана формула для расчёта давления и силы на боковую поверхность цилиндра</i>	2	
	<i>Произведены необходимые преобразования и получен правильный ответ</i>	2	
2	<i>Записаны формулы для последовательного и параллельного соединения проводников применительно к данной задаче, произведены необходимые преобразования, получено уравнение, позволяющее определить R_{AB}</i>	3	5 баллов
	<i>Получено значение сопротивления R_{AB}</i>	1	
	<i>Получено значение сопротивления R</i>	1	
3	<i>Записана формула для полной работы</i>	2	6 баллов
	<i>Записана формула для четверти работы</i>	2	
	<i>Произведены необходимые преобразования и получен правильный ответ</i>	2	
4	<i>Записано уравнение теплового баланса для первого участка</i>	1	6 баллов
	<i>Записано уравнение теплового баланса для второго участка</i>	1	
	<i>Записано уравнение теплового баланса для третьего участка</i>	1	
	<i>Произведены необходимые преобразования</i>	2	
	<i>Получен правильный ответ</i>	1	
5	<i>Записаны формулы для скорости (ускорения, времени) на разных участках движения автомобиля</i>	2	5 баллов
	<i>Произведены необходимые преобразования, получено искомое уравнение, из которого можно выразить время движения на одном из участков</i>	2	
	<i>Получен правильный ответ</i>	1	
6	<i>Измерена масса пустого сосуда</i>	1	5 баллов
	<i>Измерены массы воды и неизвестной жидкости равных объёмов</i>	2	
	<i>Записана формула для определения плотности, произведён расчёт и получен ответ</i>	2	

ВСЕГО 33 балла