

9 класс. Решения и критерии.

9-1. Тело свободно падает без начальной скорости с некоторой высоты H и за последнюю секунду своего падения проходит путь в 3 раза больший, чем за всё остальное время падения. Вычислите высоту H . Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ м/с}^2$, сопротивление воздуха не учитывайте.

Решение

Путь, пройденный телом за последнюю секунду, как следует из условия, равен $\frac{3}{4}H$, а перед этим пройден путь $\frac{1}{4}H$. Пусть t — полное время падения, а $\tau = 1 \text{ с}$. Тогда $H = gt^2/2$, $\frac{1}{4}H = g(t - \tau)^2/2$. Получаем

$$gt^2 = 4g(t - \tau)^2, \text{ откуда } t = 2\tau = 2 \text{ с.}$$

Окончательно,

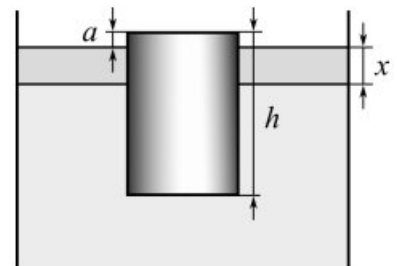
$$H = \frac{gt^2}{2} = 20 \text{ м.}$$

Ответ: 20 м

Критерии оценивания

№ п/п	Содержание критерия	Балл
1	Правильно записан закон движения при свободном падении	4
2	Получено выражение для пути за последнюю секунду или для пути за всё время, кроме последней секунды	4
3	Записан правильный ответ	2
	ИТОГО:	10

9-2. Сплошной однородный цилиндр из материала с плотностью $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ плавает в сосуде, заполненном двумя несмешивающимися жидкостями (рис). Плотности жидкостей $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$, верхняя грань цилиндра параллельна уровню жидкости и выступает над ним на $a = 1 \text{ см}$. Высота цилиндра $h = 12 \text{ см}$. Найдите толщину x слоя верхней жидкости.



Решение

Сверху в сосуде будет находиться жидкость с меньшей плотностью ρ_2 . Пусть площадь поперечного сечения цилиндра равна S , тогда объём цилиндра равен Sh , объём части, погруженной в верхнюю жидкость, равен Sx , объём части, погруженной в нижнюю жидкость, равен $S(h - a - x)$. Запишем условие плавания цилиндра:

$$\rho gSh = \rho_1 gS(h - a - x) + \rho_2 gSx, \text{ откуда } x = \frac{(\rho_1 - \rho)h - \rho_1 a}{\rho_1 - \rho_2} = 1 \text{ см.}$$

Ответ: 1 см.

Критерии оценивания

№ п/п	Содержание критерия	Балл
1	Из решения явно видно, что сверху жидкость с плотностью ρ_2	3
2	Правильно использован закон Архимеда	3
3	Записано условие плавания	3
4	Получен ответ	1
	ИТОГО:	10

9-3. В калориметре смешали $m_1 = 100$ г воды, имеющей температуру $t_1 = 20^\circ\text{C}$, и $m_2 = 50$ г воды, имеющей температуру $t_2 = 50^\circ\text{C}$. Найдите температуру t_3 смеси. Сколько ещё воды, взятой при температуре $t_4 = 60^\circ\text{C}$ нужно долить в калориметр, чтобы в нём установилась температура $t = 40^\circ\text{C}$? Потерями тепла можно пренебречь.

Решение

Пусть c — удельная теплоёмкость воды. Запишем уравнение теплового баланса для первого случая:

$$cm_1(t_3 - t_1) = cm_2(t_2 - t_3), \text{ откуда } t_3 = 30^\circ\text{C}.$$

Найдём массу воды m_3 , которую необходимо долить:

$$c(m_1 + m_2)(t_5 - t_3) = cm_3(t_4 - t_5), \text{ откуда } m_3 = 75 \text{ г.}$$

Ответ: $m_3 = 75$ г.

Критерии оценивания

№ п/п	Содержание критерия	Балл
1	Уравнение теплового баланса в первом случае	3
2	Найдена t_3	2
3	Уравнение теплового баланса во втором случае	3
4	Найдена m_3	2
	ИТОГО:	10

9-4. Найдите сопротивление участка цепи, схема которого показана на рисунке, если $R = 21 \text{ Ом}$.

Решение

Проверим сбалансированность моста:

$$6R \cdot 12R = 8R \cdot 9R$$

Равенство верное, следовательно ток через сопротивление в $23R$ не идёт,

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{15R} + \frac{1}{20R} = \frac{7}{20 \cdot 3R} \quad \text{тогда:}$$

$$R_0 = \frac{60}{7}R = 180 \text{ Ом}$$

Ответ: 180 Ом.

Критерии оценивания

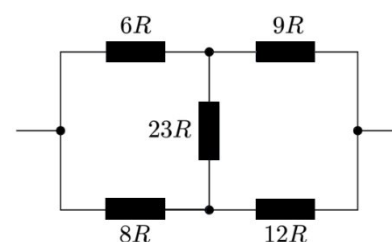
№ п/п	Содержание критерия	Балл
1	Проверена сбалансированность мостовой схемы	3
2	Сделан вывод о том, что через резистор $23R$ ток не течет и его можно исключить	3
3	Правильно рассчитано сопротивление участка	3
4	Записан ответ	1
	ИТОГО:	10

9-5. Во время декабрьской смены в образовательном центре «Импульс» в лабораторию внесли ведро со льдом. Когда лед подтаял, образовалась смесь воды и льда. Из ведра в калориметры налили воду с плавающими в ней льдинками. Участникам смены была поставлена задача измерять зависимость температуры смеси от времени. Построить график зависимости температуры смеси от времени и определить: Сколько грамм льда и воды было в калориметре в начале эксперимента. Для этого им выдали секундомеры. В калориметр вставили термопару для измерения температуры, погрузили проволоку сопротивлением $R = 40 \text{ Ом}$ и стали пропускать по ней ток силой $I = 0,5 \text{ А}$. Один из школьников получил следующие результаты:

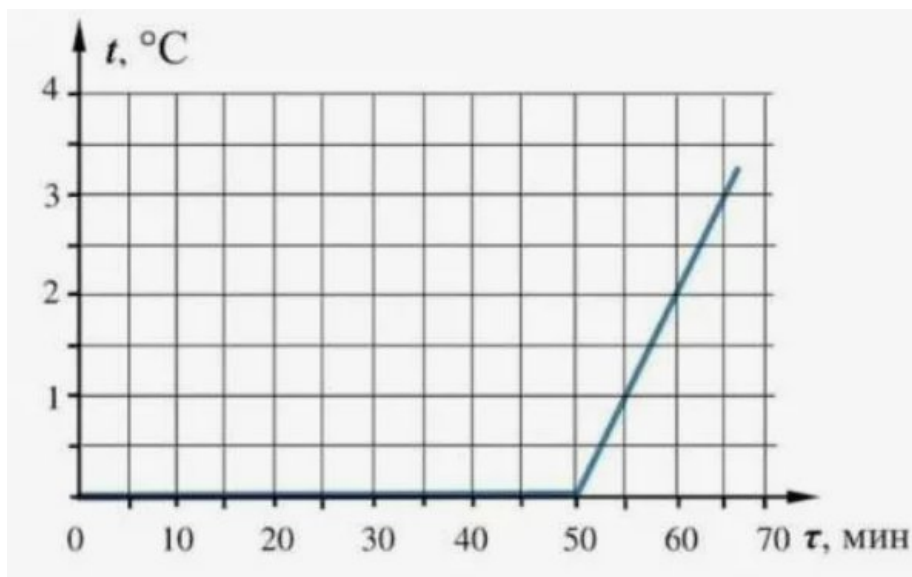
$T, ^\circ\text{C}$	0	0	0	0	0	1	2	3
$\tau, \text{ мин}$	10	20	30	40	50	55	60	65

Какие значения массы льда и воды он получил? Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$, удельная теплоёмкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

Решение



Построен график



Сопротивление, по которому идёт ток выделяет тепло $Q = I^2 R \tau = P \tau$ и является нагревателем мощностью $P = I^2 R$. По графику видно, что первые $\tau_1 = 50$ минут температура не менялась и оставалась $t_0 = 0^\circ\text{C}$. За первые 50 минут к смеси поступило от нагревателя количество теплоты

$$Q = I^2 R \tau_1 = 0,5^2 \cdot 40 \cdot 3000 = 30 \text{ кДж}$$

Все это время теплота, получаемая смесью от нагревателя, шла на таяние льда. Через 50 минут весь лед растаял, и температура воды начала повышаться. Можно найти массу льда:

$$Q = \lambda m_{\text{л}} = I^2 R \tau_1.$$

Отсюда
$$m_{\text{л}} = \frac{I^2 R \tau_1}{\lambda} = 0,09 \text{ кг.}$$

За 10 минут (от $\tau_1 = 50$ мин. до $\tau_2 = 60$ мин) температура повысилась на $\Delta T = 2^\circ\text{C}$. Теплота, поступившая к воде от нагревателя за это время,

$$q = P(\tau_2 - \tau_1) = 6 \text{ кДж и она равна } q = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta T.$$

Отсюда масса воды в калориметре при температуре $T = 2^\circ\text{C}$

$$m_{\text{в}} = \frac{P(\tau_2 - \tau_1)}{c_{\text{в}} \Delta T} = 0,714 \text{ кг}$$

В калориметре в начале эксперимента было воды

$$\Delta m = m_{\text{в}} - m_{\text{л}} = 0,624 \text{ кг.}$$

Критерии оценивания

№ п/п	Содержание критерия	Балл
1	Построен график по табличным данным	3
2	Указано, что сопротивление, по которому идёт ток выделяет тепло $Q = I^2 R \tau = P \tau$ и является нагревателем мощностью $P = I^2 R$	1
2	Указано, что первые $\tau_1=50$ минут температура не менялась и оставалась $t_0=0^\circ\text{C}$. Всё это время теплота, получаемая смесью от нагревателя, шла на таяние льда и через 50 минут весь лед растаял	1
3	Записано уравнение $Q_2 = \lambda m_{\text{л}} = P \tau_1$	1
	Найдена масса льда 0,09кг	1
	Найдена теплота, поступившая к воде от нагревателя за 10 минут (от $\tau_1=50$ мин.до $\tau_2=60$ мин) $q = P(\tau_2 - \tau_1) = 6 \text{ кДж}$	1
	Записано уравнение $P(\tau_2 - \tau_1) = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta T$	1
	Найдена масса воды в начале эксперимента	1
	ИТОГО:	10