

Разбор заданий пригласительного этапа ВсОШ по физике

для 8 класса

2020/21 учебный год

Максимальное количество баллов — 20

Задание № 1

Условие:

Школьник любит пить во время завтрака чай, имеющий температуру 50°C . Он наливает в чашку 60 мл горячей заварки, имеющей температуру 90°C и ждет, пока она остынет до некоторой температуры. Затем он добавляет в чашку 20 мл воды, имеющей температуру 20°C , перемешивает и сразу выпивает. Какую температуру имеет заварка в момент добавления в нее воды? Удельные теплоемкости и плотности воды и заварки одинаковые.

Ответ:

60

Решение. Обозначим искомую температуру заварки t_1 , температуру холодной воды t_2 . Составим уравнение теплового баланса:

$c \cdot m_1 \cdot (t - t_1) + c \cdot m_2 \cdot (t - t_2) = 0$, где c — удельная теплоёмкость жидкости.

Выразим массы горячей заварки (m_1) и холодной воды (m_2) через плотность и объем:

$m_1 = \rho \cdot V_1$, $m_2 = \rho \cdot V_2$, где ρ — плотность жидкости.

$$c \cdot \rho \cdot V_1 \cdot (t - t_1) + c \cdot \rho \cdot V_2 \cdot (t - t_2) = 0$$

Решим уравнение: $V_1 \cdot (t - t_1) + V_2 \cdot (t - t_2) = 0$

$$t_1 = t + \frac{V_2}{V_1} \cdot (t - t_2)$$

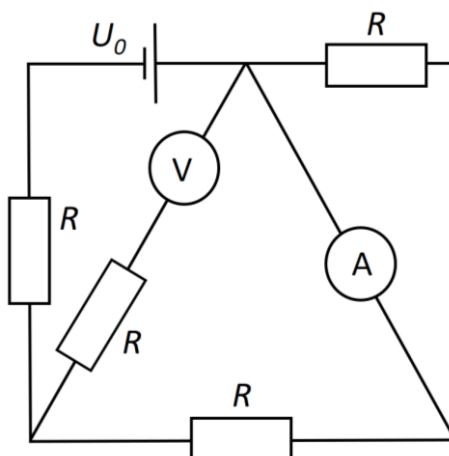
$$t_1 = 50^{\circ}\text{C} + \frac{20_{\text{мл}}}{60_{\text{мл}}} \cdot (50^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) = 60^{\circ}\text{C}$$

Максимальный балл за задание — 4

Задание № 2

Общее условие:

Цепь состоит из идеального источника с напряжением $U_0 = 4 \text{ В}$ и четырех одинаковых резисторов сопротивлением $R = 2 \text{ Ом}$. Приборы идеальные.



Условие:

Определите показания амперметра. Ответ выразите в миллиамперах, округлив до целых.

Ответ:

1000

2 балла за правильный ответ

Условие:

Определите показания вольтметра. Ответ выразите в милливольтгах, округлив до целых.

Ответ:

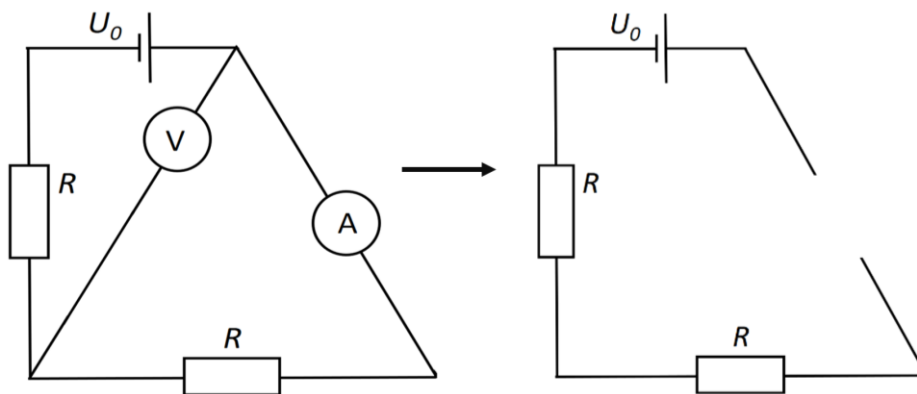
2000

3 балла за правильный ответ

Решение. Приборы идеальные, поэтому сопротивление амперметра равно нулю, вольтметра — бесконечности.

Через резистор, включенный параллельно амперметру и через резистор, включенный последовательно с вольтметром, ток не идет. Токи и напряжения не изменятся, если их удалить из цепи. Амперметр показывает общий ток (ток в перемычке), вольтметр — напряжение на нижнем резисторе.

Эквивалентная схема представлена на рисунке:



Общее сопротивление цепи $R_0 = 2R = 4 \text{ Ом}$, общий ток $I = U_0 / R_0 = 4 \text{ В} : 4 \text{ Ом} = 1 \text{ А}$. Напряжение на резисторе $U = I \cdot R = 1 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом} = 2 \text{ В}$.

Максимальный балл за задание — 5

Задание № 3

Условие:

В мерный стакан с пределом измерения 1 л налили 200 мл воды и стали опускать в него цилиндры разного размера, каждый раз вынимая предыдущий цилиндр. При этом наибольший подъем воды в мерном стакане оказался равен 325 мл, а наименьший — 291 мл. Затем в воду опустили все цилиндры вместе. Вода поднялась до уровня 835 мл. Сколько цилиндров опустили в воду? Известно, что во время измерений цилиндры были полностью погружены в воду.

Ответ:

6

Решение. Объем тела при полном погружении равен разности объемов: $V = V_2 - V_1$. Значит, объем наибольшего цилиндра $325 \text{ мл} - 200 \text{ мл} = 125 \text{ мл}$, наименьшего $291 \text{ мл} - 200 \text{ мл} = 91 \text{ мл}$, объем всех цилиндров равен 635 мл.

Найдем объем цилиндров без самого большого и самого маленького:

$$635 \text{ мл} - (125 \text{ мл} + 91 \text{ мл}) = 419 \text{ мл}.$$

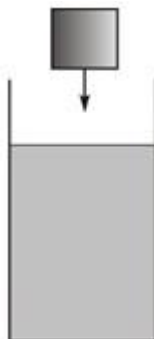
Объем оставшихся цилиндров лежит в интервале между 91 мл и 125 мл. Значит, количество оставшихся цилиндров не больше, чем $419 \text{ г} : 91 \text{ г} \approx 4.604$ и не меньше, чем $419 \text{ г} : 125 \text{ г} = 3.352$. Между 3.352 и 4.604 лежит одно целое число — 4. Значит, в мерный стакан поместили 6 цилиндров (4 цилиндра с промежуточным объемом и еще 2 цилиндра: один с наибольшим, а другой — с наименьшим объемом).

Максимальный балл за задание — 3

Задание № 4

Общее условие:

В цилиндрический сосуд, заполненный водой, опустили кубик с ребром 6 см массой 144 г. Плотность воды 1 г/см³. Кубик не касается стенок сосуда.



Условие:

Плавает кубик или тонет?

Варианты ответа:

тонет

плавает

Ответ:

плавает

1 балл за правильный ответ

Условие:

На сколько миллиметров кубик погружен в воду? Считать, что верхняя грань кубика горизонтальна. Ответ округлить до целых.

Ответ:

40

3 балла за правильный ответ

Решение. Сравним плотность кубика и плотность воды: $\rho = \frac{m}{a^3} = \frac{144\text{г}}{(6\text{см})^3} \approx 0,67 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} < 1,00 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

Значит, кубик плавает. В воду погружена нижняя часть кубика, представляющая собой прямой параллелепипед объем которого равен $V = a^2 \cdot b$.

Сила тяжести уравновешена силой Архимеда, сила Архимеда равна весу вытесненной воды

$$F_m = F_{\text{арх}}$$

$$m \cdot g = \rho_0 \cdot a^2 b \cdot g .$$

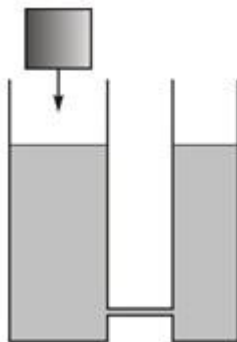
$$\text{Откуда } b = \frac{m}{\rho_0 \cdot a^2} = \frac{144 \text{ г}}{1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot (6 \text{ см})^2} = 4 \text{ см} .$$

Максимальный балл за задание — 4

Задание № 5

Общее условие:

Цилиндрический сосуд площадью сечения 80 см^2 соединили тонкой трубкой с другим цилиндрическим сосудом площадью сечения 40 см^2 и заполнили водой. В левый сосуд поместили кубик массой 240 г и ребром 7 см . Плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.



Условие:

Как изменится уровень воды в сосудах?

Варианты для сопоставления:

левый сосуд	повысится
правый сосуд	понижится

Ответ:

левый сосуд — повысится, правый сосуд — повысится

2 балла за правильный ответ

Условие:

На сколько миллиметров изменится уровень воды в правом сосуде? Ответ округлить до целых.

Ответ:

20

4 балла за правильный ответ

Решение. Сравним плотность кубика и плотность воды: $\rho = \frac{m}{a^3} = \frac{240\text{г}}{(7\text{см})^3} \approx 0,70 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} < 1,00 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

Значит, кубик плавает.

В воду погружена нижняя часть кубика, вытесненная вода распределяется в коленах сообщающихся сосудов так, что уровень жидкости оказывается одинаковым.

Найдем объем погруженной части тела. Сила тяжести уравновешена силой Архимеда.

$$m \cdot g = \rho_0 \cdot V \cdot g .$$

$$V = \frac{m}{\rho_0} = \frac{240\text{г}}{1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 240\text{см}^3 .$$

Поскольку подъем уровня воды в левом и правом колене одинаковый, его можно найти из условия не сжимаемости жидкости: $V = H \cdot (S_1 + S_2)$.

$$H = \frac{V}{S_1 + S_2} = \frac{240\text{см}^3}{40\text{см}^2 + 80\text{см}^2} = 2\text{см} .$$

Максимальный балл за задание — 6