



Критерии оценивания
Задания для обучающихся
Максимальное количество баллов – 50 баллов.
Время выполнения заданий – 230 мин.

Задача № 1 Шарик (10 баллов)

Два шарика начали одновременно и с одинаковой скоростью двигаться по поверхностям, имеющим форму, изображённую на рис. 1. Как будут отличаться скорости и времена движения шариков к моменту их прибытия в точку В. Трением пренебречь.

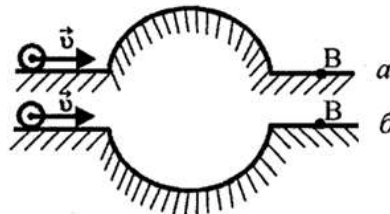


Рис. 1.

Возможное решение и критерии оценивания:

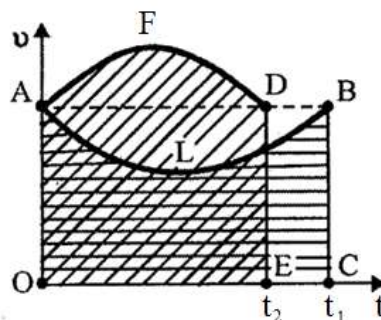


Рис. 2.

Пути, проходимые обоими шариками, одинаковы. Изобразим графики зависимости скорости шариков от времени (рис. 2). Скорость первого шарика (рис. 1, а) сначала уменьшается, затем увеличивается. На графике $v = v(t)$ эта зависимость представлена кривой ALB. Скорость второго шарика (рис. 1, б) сначала увеличивается, затем уменьшается. Эта зависимость представлена на рис. 2 кривой AFD. Начальные скорости (т. А на рис. 2) и конечные скорости (т. D и т. В) шариков одинаковы.

Путь, проходимый каждым шариком, численно равен площади фигуры, ограниченной графиком зависимости скорости от времени и осями t и v (эти фигуры на рис. 2 заштрихованы). Для равенства площадей фигур OAFDE и OALBC необходимо выполнение условия $t_2 < t_1$, т.е. второй шарик достигнет точки В раньше первого.



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020-2021 гг.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
9 КЛАСС

Критерии оценивания	
1. Указано, что пути прохождения шариками одинаковы	1 балла
2. Проведен качественный анализ зависимостей скоростей шариков от времени	1 балла
3. Показано, что конечные скорости шариков одинаковы.	2 балла
4. Построены графики зависимостей скоростей шариков от времени	2 балла
5. Указано, что путь, численно равен площади фигуры, ограниченной графиком зависимости скорости от времени и осями t и v	2 балла
6. При помощи графиков показано, что время движения первого шарика больше	2 балла
Всего	10 баллов



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020-2021 гг.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
9 КЛАСС

Задача № 2 Извержение гейзера (10 баллов)

Гейзеры могут рассматриваться как большие подземные резервуары, наполненные грунтовой водой и прогреваемые подземным теплом (см. рис. 1). Выход из них на поверхность Земли осуществляется через узкий проход, который в «спокойный» период практически полностью заполнен водой. «Активный» период наступает, когда закипает вода в подземном резервуаре; во время извержения канал заполнен только паром, который выбрасывается наружу. Оцените, какую часть воды теряет резервуар гейзера во время одного извержения. Глубина канала $h = 90$ м, удельная теплота испарения воды $L = 2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·К). Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры изображена на рис. 2.

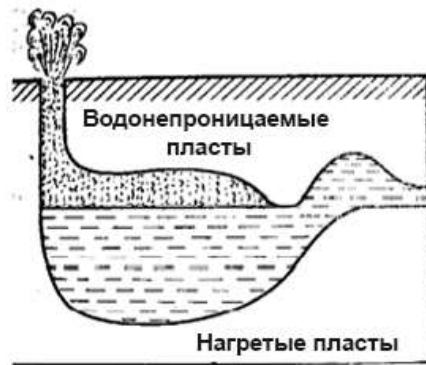


Рис.1.

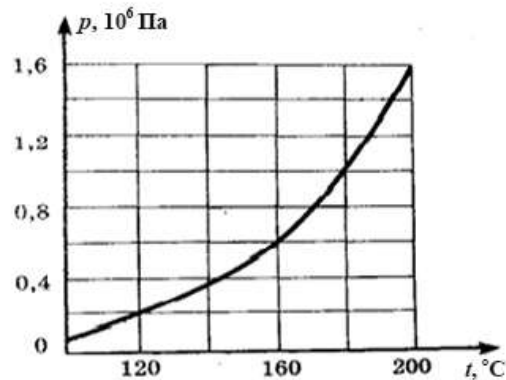


Рис.2.

Возможное решение и критерии оценивания:

Условие начала кипения: давление внутри жидкости равно давлению насыщенного пара. **(1 балл)**

Давление внутри воды на глубине h :

$$p = p_0 + \rho gh = 10^5 + 10^3 \cdot 10 \cdot 90 = 10^6 \text{ (Па)} \quad \textbf{(2 балла)}$$

Температура кипения, соответствующая данному давлению, $t = 1800^\circ\text{C}$. При достижении этой температуры начинается извержение. «Активный» период заканчивается, когда за счет тепла на испарение температура воды падает до точки кипения при нормальном давлении, т.е. до $t_0 = 1000^\circ\text{C}$. **(2 балла)**

Уравнение теплового баланса: $c \cdot m \cdot (t - t_0) = L \cdot m_{\text{пара}}$ **(3 балла)**

$$\frac{m_{\text{пара}}}{m} = \frac{c(t - t_0)}{L} \quad \textbf{(1 балл)}$$

$$\frac{m_{\text{пара}}}{m} \approx 0,15 \quad \textbf{(1 балл)}$$

Критерии оценивания	
1. Записано условие начала кипения	1 балл
2. Получено давление внутри воды на глубине h	2 балла
3. Получена температура начала и окончания активного периода гейзера	2 балла



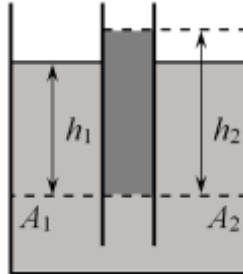
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020-2021 гг.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
9 КЛАСС

4. Записано уравнение теплового баланса	3 балла
5. Получена итоговая формула	1 балл
6. Получено численное значение потери воды во время извержения	1 балл
Всего	10 баллов



Задача № 3 Сосуд с водой (10 баллов)

В сосуд с водой вставлена трубка сечением $S = 2 \text{ см}^2$. В трубку налили 72 г масла ($\rho = 900 \text{ кг/м}^3$). Найти разность уровней масла и воды. $\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$



Возможное решение и критерии оценивания:

Равновесие масла в трубке и воды наступит при условии, что давление столба воды высотой h_1 будет равно давлению столба масла высотой h_2 . Граница раздела масла в трубке и вошедшей в нее воды обозначена на рисунке A_1A_2 .

Тогда

$$\rho_{\text{в}}gh_1 = \rho gh_2 \quad (2 \text{ балла})$$

$$h_2 = \frac{m}{S\rho} \quad (2 \text{ балла})$$

$$h_1 = \frac{\rho gh_2}{\rho_{\text{в}}g} = \frac{\rho}{\rho_{\text{в}}} h_2 = \frac{\rho}{\rho_{\text{в}}} \cdot \frac{m}{S\rho} = \frac{m}{\rho_{\text{в}}S} \quad (2 \text{ балла})$$

$$h_2 - h_1 = \frac{m}{S\rho} - \frac{m}{\rho_{\text{в}}S} = \frac{m}{S} \cdot \frac{\rho_{\text{в}} - \rho}{\rho_{\text{в}}\rho} \quad (2 \text{ балла})$$

$$h_2 - h_1 = \frac{72 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} \cdot \frac{(10 - 9) \cdot 10^2 \text{ м}^3}{9 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \text{ кг}} = \frac{360}{9 \cdot 10^3} \text{ м} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 4 \text{ см}. \quad (2 \text{ балла})$$

Критерии оценивания	
1. Получено условие равновесия масла в трубке и воды	2 балла
2. Получена формулы для h_2 .	2 балла
3. Получена формулы для h_1 .	2 балла
4. Получена формула для разности $h_2 - h_1$	2 балла
5. Получено числовое значение для разности $h_2 - h_1$	2 балла
Всего	10 баллов



Задача № 4 Характеристики резисторов (10 баллов)

Схема из четырех резисторов, (см. рис.1.) подключена к источнику постоянного напряжения 200 В. Определите сопротивления резисторов и мощности, которые будут выделяться, если замкнуть ключ К.

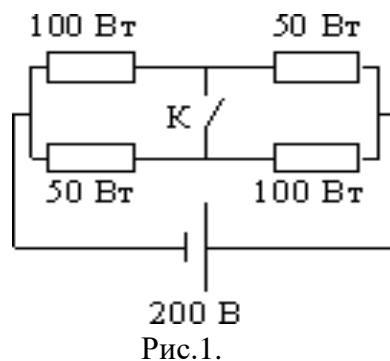


Рис.1.

Возможное решение и критерии оценивания:

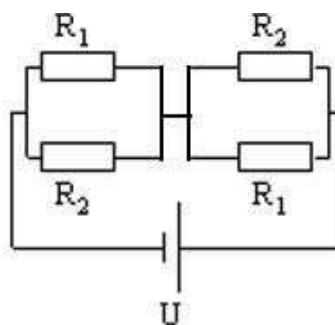


Рис.2.

Поскольку до замыкания ключа сила тока через все резисторы одинакова (см. рис.1), то сопротивления резисторов, на которых выделяется одинаковая мощность, равны между собой. Обозначим мощности $P_1 = 100$ Вт и $P_2 = 50$ Вт, а соответствующие им сопротивления через R_1 и R_2 .

Мощности, которые выделяются на резисторах на равны:

$$P_1 = I^2 R_1 \text{ и } P_2 = I^2 R_2. \quad (1)$$

Напряжения на них:

$$U_1 = IR_1, U_2 = IR_2 \quad (2)$$

При этом суммарное напряжение $U = 200$ В равно:

$$U = U_1 + U_2. \quad (3)$$

Отсюда сила тока, протекающая через любой резистор равна

$$I = \frac{P_1 + P_2}{U} = \frac{100 + 50}{200} = 0,75 \text{ А} \quad (4)$$

Тогда найдем сопротивления резисторов



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2020-2021 гг.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
ФИЗИКА
9 КЛАСС

$$R_1 = \frac{P_1}{I^2} = \frac{P_1 U^2}{(P_1 + P_2)^2} = \frac{100 \cdot 200}{150^2} \approx 178 \text{ Ом} \quad (5)$$

$$R_2 = \frac{P_2}{I^2} = \frac{P_2 U^2}{(P_1 + P_2)^2} = \frac{50 \cdot 200}{150^2} \approx 89 \text{ Ом} \quad (6)$$

После замыкания ключа получим другую схему (см. рис.2), поэтому напряжения на всех резисторах одинаковы и равны $U/2$.

Выделяющиеся мощности:

$$P_1 = \frac{U^2}{4R_1} = \frac{(P_1 + P_2)^2}{4P_1} = 56,25 \text{ Вт} \quad (7)$$

$$P_2 = \frac{U^2}{4R_2} = \frac{(P_1 + P_2)^2}{4P_2} = 112,5 \text{ Вт} \quad (8)$$

Ответ: $R_1=178$ Ом и $R_2 = 89$ Ом,

$$P_1 = \frac{(P_1 + P_2)^2}{4P_1} = 56,25 \text{ Вт}, P_2 = \frac{(P_1 + P_2)^2}{4P_2} = 112,5 \text{ Вт}$$

Критерии оценивания	
1. Представлена схема без ключа и сделан вывод о том, что сопротивления резисторов, на которых выделяется одинаковая мощность, равны между собой	2 балла
2. Найдена сила тока, формула (4)	1 балл
3. Найдено значение R_1 , получена формула (5)	1 балл
4. Найдено значение R_2 , получена формула (6)	1 балл
5. Представлена схема с замкнутым ключом и сделан вывод о том, что напряжения на всех резисторах одинаковы и равны $U/2$	2 балла
6. Найдено значение P_1 , получена формула (7)	1 балл
7. Найдено значение P_2 , получена формула (8)	1 балл
8. Записан ответ	1 балл
Всего	10 баллов



Задача № 5 **Изображение в плоских зеркалах (10 баллов)**

Докажите построением, что если плоские зеркала образуют угол 90° , то получается 3 изображения. Сколько изображений стрелки AB получится в системе плоских зеркал с углом $\alpha = 60^\circ$ (рис. 1.)?

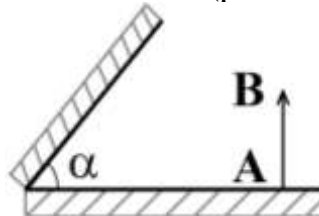


Рис. 1.

Возможное решение и критерии оценивания:

Очевидно, что для построения изображения стрелки в системе двух плоских зеркал, образующих угол α при вершине, необходимо построить изображение точек A и B . Для выяснения общих принципов построения изображения в таких системах рассмотрим частный случай, когда $\alpha = 90^\circ$. В этом случае получается три изображения точки B и три изображения стрелки (рис. 2). На рисунке показан принцип построения третьего изображения (точка B_3), которое получается в результате двукратного отражения лучей от плоскости зеркал.

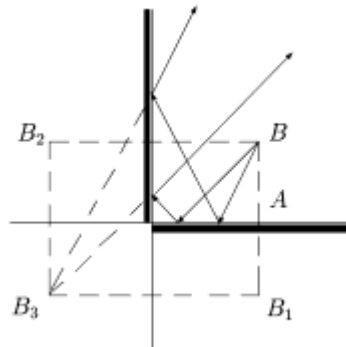


Рис. 2

На основании полученного результата можно сформулировать правила построения изображений светящейся точки, справедливое для произвольного угла α .

Для построения всех изображений точки B нужно построить изображение этой точки в зеркалах, образующих двугранный угол, а затем построить изображение полученных изображений в продолжении зеркал.

Таким образом, для $\alpha = 90^\circ$ получается три изображения; общая формула числа получающихся изображений $n = 360/\alpha - 1$. Теперь перейдем к случаю $\alpha = 60^\circ$. Для упрощения построения будем считать, что светящаяся точка B находится на биссектрисе угла. Используя сформулированные выше правила, получаем пять изображений (рис. 3).

