

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)
возрастная группа (9 класс)

ЗАДАНИЕ 1.

В вагоне поезда, идущего сначала по прямолинейному пути, а затем по закругленному со скоростью 72 км/ч, производится взвешивание некоторого груза на пружинных весах; весы в первом случае показывают 50 Н, а на закруглении 51 Н. Определить радиус закругления пути.

Решение.

При движении поезда по прямолинейному пути для взвешиваемого груза запишем 2-ой закон Ньютона $F_1 - mg = 0$

При движении поезда по закругленному пути появляется центростремительное ускорение и сила F_2 , направленная под углом α к вертикале.

Тогда 2-ой закон Ньютона на ось y запишется в виде $F_2 \sin \alpha = ma_{ц}$.

Заменяем $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$.

2-ой закон Ньютона на ось x запишется в виде $F_2 \cos \alpha - mg = 0$

Решая уравнения получаем формулу для радиуса $R = \frac{F_1 v^2}{\sqrt{F_2^2 - F_1^2} g}$

Ответ: 200 м.

Критерии оценивания

1) Верно записан 2-ой закон Ньютона для прямолинейного пути.	2 балла
2) Верно записан 2-ой закон Ньютона по оси X для закругленного пути.	2 балла
3) Верно записан 2-ой закон Ньютона по оси Y для закругленного пути.	2 балла
4) Указано, что есть центростремительное ускорение и правильно записана формула.	2 балла
5) Правильно получена формула для радиуса и посчитан сам радиус.	2 балла
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 2.

Для охлаждения детали имеющей температуру 100°C ее опускают в воду, имеющую температуру 10°C . Спустя некоторое время установилась общая температура 40°C . Какой станет температура воды, если, не вынимая первой детали, в нее опустить еще одну такую же деталь, нагретую также до 100°C ?

Решение.

Запишем уравнение теплового баланса для воды и первой детали

$$c_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_0 - t_{\text{в}}) + c_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_0 - t_{\text{д}}) = 0$$

Запишем уравнение теплового баланса после опускания второго тела

$$c_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_{02} - t_0) + c_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_{02} - t_{\text{д}}) + c_{\text{д}}m_{\text{д}}(t_{02} - t_0) = 0$$

Решая уравнения получаем формулу для температуры воды

$$t_{02} = \frac{t_{\text{д}} + t_0 + t_0 \frac{t_{\text{д}} - t_0}{t_0 - t_{\text{в}}}}{2 + \frac{t_{\text{д}} - t_0}{t_0 - t_{\text{в}}}}$$

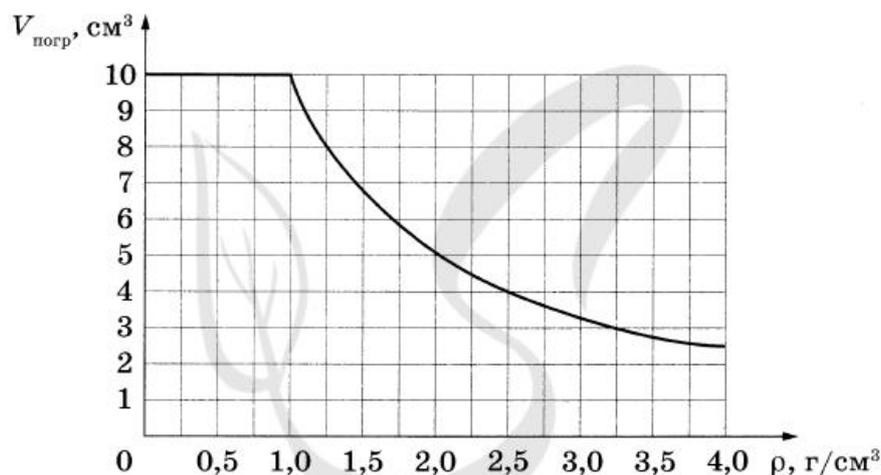
Ответ: 55°C

Критерии оценивания

Правильно записано уравнение теплового баланса после опускания первой детали	4 балла
Правильно записано уравнение теплового баланса после опускания второй детали	4 балла
Получен верный результат	2 балла
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 3.

Ученик помещал цилиндр объемом $V = 10 \text{ см}^3$, не удерживая его, в различные жидкости, плотности которых представлены в таблице, и измерял объем погружённой в жидкость части цилиндра $V_{\text{погр}}$. По результатам измерений была получена зависимость объема погружённой части цилиндра $V_{\text{погр}}$ от плотности жидкости (см. рис.).



Жидкость	Бензин	Спирт	Вода	Глицерин	Хлороформ	Бромформ	Дийодметан
ρ, г/см ³	0,71	0,79	1,0	1,26	1,49	2,89	3,25

Анализируя полученный график, ответьте на вопросы:

1. Правда ли, что в бензине и спирте цилиндр плавает? Объясните ответ.
2. Найдите силу Архимеда, действующую на цилиндр в хлороформе?
3. Правда ли что при плавании цилиндра в бромформе и дийодметане сила Архимеда, действующая на цилиндр, одинакова. Объясните ответ.
4. Правда ли, что в бензине и спирте сила Архимеда, действующая на цилиндр, одинакова.

Решение.

Проанализируем график. Объем погруженной части цилиндра равен объему цилиндра тогда, когда цилиндр тонет или плавает внутри жидкости. Такое происходит для жидкостей, плотность которых меньше или равна плотности воды (бензин, спирт). Следовательно, в этих жидкостях цилиндр тонет. Объем погруженной части меньше объема цилиндра при погружении в жидкости, имеющие плотность больше, чем плотность воды. Следовательно, в этих жидкостях цилиндр плавает. Причем, по условию плавания тел сила Архимеда в этих жидкостях равна силе тяжести. Найти силу тяжести можно, используя факт, что цилиндр плавает внутри воды и тогда

$$m \cdot g = F_a = \rho_B \cdot g \cdot V = 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 = 0,1 \text{ Н}$$

1. Неверно. В бензине и спирте цилиндр тонет.
2. В хлороформе цилиндр плавает, следовательно, выталкивающая сила равна силе тяжести и равна 0,1 Н.
3. Верно. В бромформе и дийодметане цилиндр плавает, следовательно, сила Архимеда в этих жидкостях равна силе тяжести, а значит, одинакова.
4. Неверно. В бензине и спирте цилиндр тонет, значит, сила Архимеда зависит от плотности жидкости (в бензине она меньше, чем в спирте).

Критерии оценивания

Проведен анализ графика	2 балла
Верный ответ на первый вопрос	2 балла
Верный ответ на второй вопрос	2 балла
Верный ответ на третий вопрос	2 балла
Верный ответ на четвертый вопрос	2 балла
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 4

Какое напряжение подано на клеммы A и B (рис. 1), если вольтметр показывает напряжение $U = 2 \text{ В}$? Вольтметр считать идеальным.

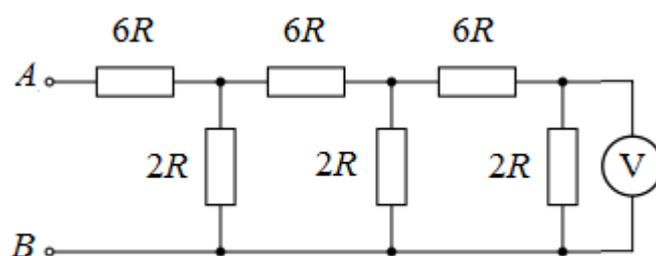
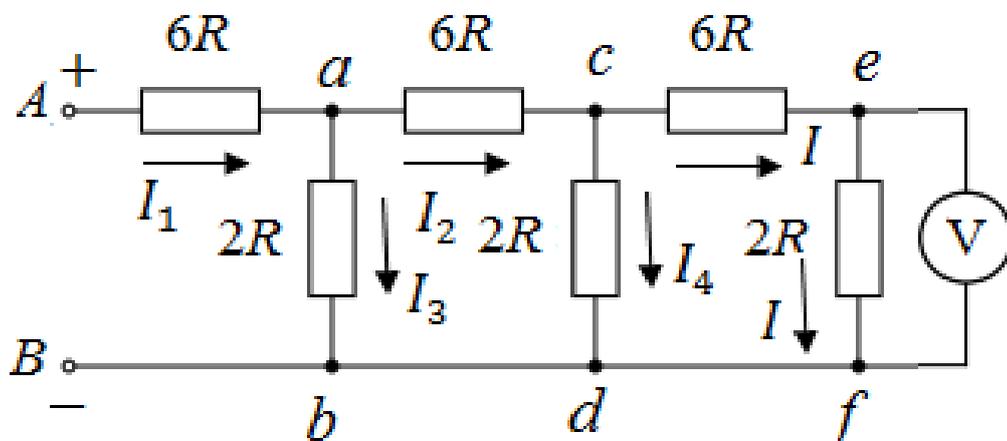


Рис.

Решения

Решение задачи основывается на законе Ома и соотношении токов на параллельных участках цепи и с учётом первого правила Кирхгофа.

Предположим потенциал точки A положительный, точки B – отрицательный. Определим направления токов на участках цепи. Ток через идеальный вольтметр не идёт.



Напряжение на участке ef равно U , откуда $U = 2RI$ (1).

Напряжение на участке cd равно $2RI_4 = (6R + 2R)I$, или $I_4 = 4I$ (2).

Для узла c по правилу Кирхгофа $I_2 = I + I_4$ или $I_2 = 5I$ (3).

Напряжение на участке ab равно $2RI_3 = 6RI_2 + 2RI_4$ или $I_3 = 19I$ (4).

Для узла a по правилу Кирхгофа $I_1 = I_2 + I_3$ или $I_1 = 24I$ (5).

Искомое напряжение $U_{AB} = 6RI_1 + 2RI_3 = 182RI$ (6).

Из (1), с учетом, что $U = 2$ В, получим $RI = 1$ В.

В итоге $U_{AB} = 182$ В.

Ответ: $U_{AB} = 182$ В.

Критерии оценивания

1) Правильно и обосновано определены направления токов	1 балл
2) Обоснованно (ссылка на закон Ома и правило Кирхгофа) получены формулы (1) и (2)	2 балла
3) Обоснованно получены формулы (3) и (4)	2 балла
4) Обоснованно получены формулы (5) и (6)	2 балла
5) Обоснован результат $RI = 1 \text{ В}$	1 балл
6) Получен правильный ответ 182 В	2 балла
Всего	10 баллов

ЗАДАНИЕ 5.

Из пункта А в пункт В через интервалы времени 20 мин выезжает по одному автобусу. Расстояние между пунктами А и В равно 60 км. Скорость каждого автобуса 60 км/ч. Постройте график зависимости координаты от времени для каждого автобуса. Определите по этим графикам, сколько автобусов встретит автомобиль который выезжает из пункта В в пункт А одновременно с одним из автобусов, отправляющихся из пункта А. Автомобиль движется со скоростью 60 км / ч.

Замечание. При необходимости воспользуйтесь миллиметровой бумагой (Приложение 1). Приложение 1 сдается вместе с решением.

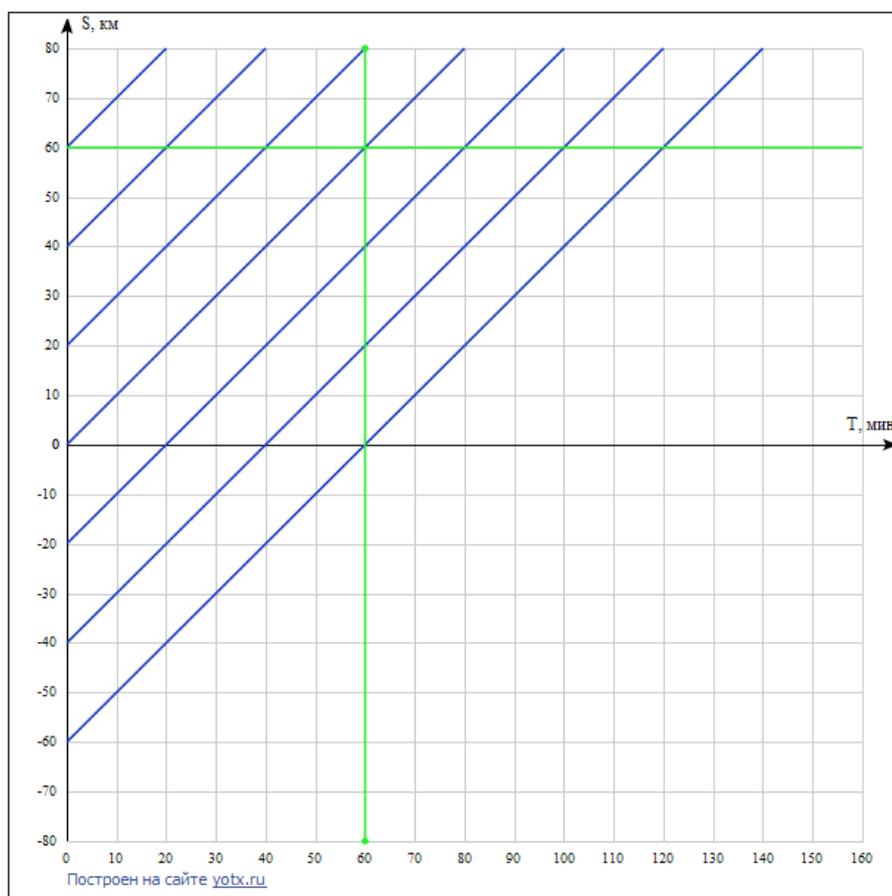
Решение.

Автобус проезжает 60 км за 60 мин. Интервал движения автобусов - 20 мин, т.е. каждый следующий автобус будет выезжать на 20 мин позже, и приезжать на 20 мин позже предыдущего. При этом все равно все автобусы будут в пути 60 мин и проезжать 60 км.

Автомобиль тоже проезжает 60 км за 60 мин, только в обратную сторону. На графике центральная линия - это путь автомобиля и того автобуса, который выехал с ним одновременно.

Автобусы, которые автомобиль встречает на своем пути: - тот, что выехал с ним одновременно (совпадающая линия) - те, что выехали позже - те, что выехали раньше (и доезжают свой путь)

По графику нужно посчитать количество линий, которые вписываются в область 60 км и 60 мин.



Ответ: 5

Критерии оценивания

Правильно оформлены оси для графика	2 балла
Правильно построены графики для автобусов	4 балла
Верно определено условие встречи автобуса и автомобиля	2 балла
Правильно проведен анализ графика и получен правильный результат	2 балла
Всего	10 баллов