

МОШ, 2023/24, отборочный этап, 9 класс

Условия, ответы и решения

1 Электровозы

По игрушечной двухколейной железной дороге в виде кольца длиной 144 м ездят специальные маленькие электровозы. Каждый электровоз запрограммирован так, что сначала он движется из положения покоя в течение времени t с постоянным ускорением a , затем его ускорение становится равно нулю и он едет такое же время t с постоянной скоростью, в конце электровоз тормозит с тем же по модулю ускорением a , что на этапе разгона, оказываясь в начальной точке с нулевой скоростью, после чего цикл повторяется.

Два электровоза начинают движение по соседним путям в разные стороны, при этом второй стартует через время $\frac{t}{3}$ после первого. Ответы на вопросы задачи дайте в метрах, при необходимости округлите до целого числа.

1. (3 балла) Чему равно наименьшее значение длины дуги кольца L_1 между начальной точкой и той точкой, где происходит первая встреча электровозов?

№	1	2	3	4	5	6
L_1 , м	36	40	48	54	60	72

2. (4 балла) Найдите наименьшую длину дуги кольца L_2 между начальной точкой и той точкой, где происходит вторая встреча электровозов.

№	1	2	3	4	5	6
L_2 , м	1	2	3	4	5	6

В каждом пункте в ответе на вопрос укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами. Считайте размеры электровозов, а также различия в длинах путей, проходимых каждым из них, пренебрежимо малыми по сравнению с длиной кольца.

Подсказка

Электровозы едут навстречу друг другу по кольцу, поэтому в момент встречи сумма пройденных ими путей равна длине кольца (для второй встречи — с учётом уже пройденного целого круга). Постройте графики пути от времени для обоих электровозов.

Ответ

а) ответ 5: 60 м; б) ответ 1: 1 м.

2 В два раза увеличивается

Небольшое тело движется по вертикали в поле тяжести Земли из начальной точки, расположенной на достаточно большой высоте над поверхностью Земли. Начальная скорость тела не равна нулю. К моменту, когда путь, пройденный телом после начала движения, становится равен 15 м, абсолютная величина скорости тела увеличивается в 2 раза. Через какое время после этого абсолютная величина скорости тела возрастёт ещё в 2 раза? Ответы на вопросы задачи дайте в секундах, округлите до десятых. Рассмотрите два случая.

1. (2 балла) Начальная скорость тела направлена вниз.
2. (3 балла) Начальная скорость направлена вверх.

Считайте, что ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 . Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

Подсказка

Выразите через начальную скорость v_0 и путь до первого удвоения, и время второго удвоения скорости; во втором случае учтите, что тело сначала поднимается, а потом падает.

Ответ

а) $t_1 = 2 \text{ с}$; б) $t_2 \approx 1,5 \text{ с}$.

Решение

Пусть v_0 — величина начальной скорости тела, тогда искомое время равно $\frac{2v_0}{g}$. В условиях первого пункта начальная скорость удовлетворяет соотношению $S = \frac{3v_0^2}{2g}$, поэтому ответ на вопрос первого пункта:

$$t_1 = \sqrt{\frac{8S}{3g}} = 2 \text{ с}.$$

В условиях второго пункта следует учесть, что направление движения меняется, поэтому пройденный путь равен

$$S = \frac{v_{02}^2}{g} + \frac{3v_{02}^2}{2g} = \frac{5v_{02}^2}{2g}.$$

Выражая из этой формулы скорость v_{02} и подставляя её в формулу для времени, находим ответ:

$$t_2 = \sqrt{\frac{8S}{5g}} \approx 1,5 \text{ с}.$$

3 Шарик и пористый лёд

В кусок пористого льда вморожен деревянный шарик. Объём льда (с учётом пор, заполненных воздухом) равен объёму шарика. К шарикю присоединена тонкая, невесомая нитка. Лёд с шариком погружают в цилиндрический сосуд с водой, нитку закрепляют на дне сосуда, так что лёд оказывается погружён в воду полностью. Можно считать, что поры льда остаются заполненными воздухом. Уровень воды в сосуде после погружения куска льда с шариком возрастает на $h_0 = 12 \text{ см}$. После таяния льда деревянный шарик остаётся полностью погружён в воду, а уровень воды в сосуде понижается на $\Delta h = 3 \text{ см}$. Считайте, что ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 .

1. (5 баллов) Определите отношение $n = \frac{V_{\text{п}}}{V}$, где $V_{\text{п}}$ — объём пор, V — объём пористого льда (суммарный объём льда и пор). Плотности дерева, льда и воды равны соответственно 500 кг/м^3 , 900 кг/м^3 и 1000 кг/м^3 . В ответе на вопрос укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
n	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60

2. (3 балла) Если масса деревянного шарика равна 100 г , то чему равна сила натяжения нити до начала таяния льда? Ответ дайте в ньютонах, округлите до целого.

Подсказка

Подъём уровня h_0 определяется объёмом погружённых тел, а понижение уровня при таянии — разностью этого объёма и объёма воды, полученной из льда. Выразите объём льда через n и V и запишите баланс объёмов.

Ответ

а) ответ 3: $\frac{V_{\text{п}}}{V} = \frac{4}{9}$; б) $T = 2 \text{ Н}$.

4 Бросают в термос

В термос, содержащий 200 г воды при температуре 25°C , бросают несколько кубиков льда по 25 г каждый. Если лёд берут из морозильника при температуре -15°C , то какая будет конечная температура в термосе после установления равновесия? Ответ дайте в градусах Цельсия, округлите до целого. Рассмотрите три случая.

- (1 балл) В термос бросают два кубика льда.
- (1 балл) В термос бросают четыре кубика.
- (1 балл) В термос бросают восемь кубиков.

Удельные теплоёмкости воды и льда, а также удельная теплота плавления льда равны соответственно $4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, $2100 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ и 330 кДж/кг .

Подсказка

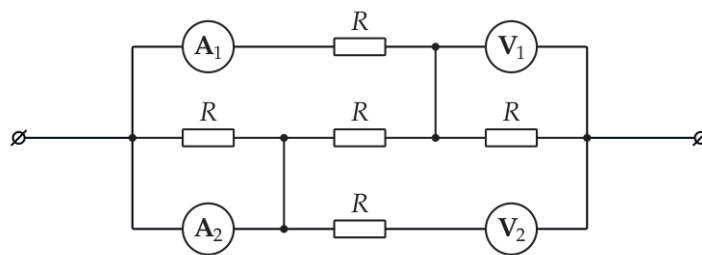
Сначала сравните тепло, которое может отдать вода при остывании до 0°C , с теплом, нужным, чтобы нагреть лёд до 0°C и расплавить его.

Ответ

а) 3°C ; б) 0°C ; в) 0°C .

5 Очередная цепь с приборами

В цепи, изображённой на рисунке, все приборы идеальные, а резисторы одинаковые. Выводы цепи подключены к источнику постоянного напряжения, при этом через амперметр A_2 течёт ток, равный 20 мА , а вольтметр V_2 показывает напряжение 6 В .



1. (1 балл) Найдите показания амперметра A_1 . Ответ дайте в миллиамперах, округлите до целого.
2. (2 балла) Что показывает вольтметр V_1 ? Ответ дайте в вольтах, округлите до целого.
3. (1 балл) Чему равно сопротивление резистора? Ответ дайте в Ом, округлите до целого.

Подсказка

Идеальный амперметр имеет нулевое сопротивление, идеальный вольтметр — бесконечное: ток через вольтметр не идёт. Найдите, какие точки схемы оказываются соединены накоротко, и перерисуйте цепь.

Ответ

a) $I_1 = 20 \text{ мА}$; b) $U_1 = 4 \text{ В}$; c) $R = 100 \text{ Ом}$.