

МОШ, 2023/24, отборочный этап, 10 класс

Условия, ответы и решения

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

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

Подсказка

Выразите путь через начальную скорость v_0 и g . Во втором случае тело сначала поднимается до верхней точки, а потом падает, и путь складывается из двух участков.

Ответ

a) $t_1 = \sqrt{8S/(3g)} = 2 \text{ с}$; b) $t_2 = \sqrt{8S/(5g)} \approx 1,5 \text{ с}$.

2 Минимальная сила

Склон представляет собой плоскость, составляющую угол 45° с горизонтом. Чему равна минимальная сила $F_{\min}$, с которой следует тянуть брусок массой $m = 4 \text{ кг}$ за привязанную к нему верёвку, чтобы брусок двигался вверх по склону с ускорением $a = g\sqrt{2}$? Можно считать, что ускорение свободного падения g равно 10 м/с^2 , а сила трения между бруском и плоскостью равна нулю. В ответе на вопрос укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
$F_{\min}, \text{ Н}$	40	50	60	70	80	85

Подсказка

Запишите второй закон Ньютона в проекциях на склон и на нормаль к нему для силы, направленной под углом к склону, и условие, что брусок не отрывается от плоскости. Затем найдите минимум силы по углу.

Ответ

Ответ 6: 85 Н.

3 Пластином по шайбе

На гладкой горизонтальной поверхности лежат две деревянные шайбы массами m и $2m$, связанные лёгкой нерастяжимой ниткой длиной $L = 10$ см, при этом нитка не провисает. В шайбу массой m попадает кусочек пластилина массой m и прилипает к нему. Скорость пластилина перед попаданием в шайбу направлена перпендикулярно нитке и равна $v = 40$ см/с. После попадания пластилина в шайбу массой m скорости шайб начинают изменяться периодически.

1. (3 балла) Определите, через какое минимальное время после попадания пластилина в шайбу массой m скорость шайбы массой $2m$ достигает максимума. Ответ дайте в секундах, округлите до десятых.
2. (2 балла) Найдите минимальное значение скорости шайбы с кусочком пластилина. Ответ дайте в см/с, округлите до целого.

Подсказка

Перейдите в систему центра масс: в ней шайбы вращаются вокруг центра масс по окружностям. Учтите, что скорость самого центра масс постоянна.

Ответ

а) $t = \frac{2\pi L}{v} \approx 1,6$ с; б) $v_{\min} = 0$.

4 На нитке

Маленький шарик массой m висит неподвижно на невесомой нерастяжимой нити длиной $L = 75$ см. Шарик толчком сообщают такую горизонтальную скорость, что при последующем движении он поднимается над начальной точкой на высоту, меньшую L , а минимальная сила натяжения нити оказывается равна $mg/2$. На какой высоте h (считая от начальной точки) находится шарик в тот момент времени, когда сила натяжения нити оказывается равна mg ? В ответе на вопрос укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
h , см	15	20	25	30	35	38

Подсказка

Натяжение минимально в верхней точке траектории, где скорость равна нулю. Свяжите силу натяжения с углом отклонения нити и скоростью через второй закон Ньютона вдоль нити и закон сохранения энергии.

Ответ

Ответ 3: 25 см.

5 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 $h_0 = 12$ см. После таяния льда деревянный шарик остаётся полностью погружён в воду, а уровень воды в сосуде понижается на $\Delta h = 3$ см. Считайте, что ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 .

1. (5 баллов) Определите отношение $n = V_{\text{п}}/V$, 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. (2 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

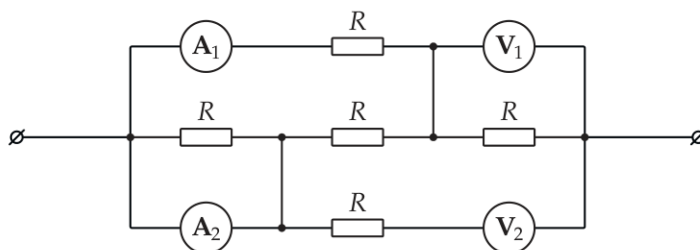
Подъём уровня при погружении определяется полным объёмом тел (V льда с порами и V шарика). После таяния лёд превращается в воду меньшего объёма, чем его собственный объём без пор, это и даёт понижение уровня.

Ответ

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

6 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 вольтметра V_1 . Ответ дайте в вольтах, округлите до целого.
2. (2 балла) Чему равно сопротивление резистора? Ответ дайте в Ом, округлите до целого.

3. (2 балла) Амперметр A_1 заменили на резистор сопротивлением R , вольтметр V_1 точно так же заменили на резистор R . Определите показания амперметра A_2 после этого. Ответ дайте в мА, округлите до целого.

Подсказка

Идеальный амперметр можно заменить проводом, идеальный вольтметр — разрывом цепи. Нарисуйте упрощённую схему и найдите, какие узлы имеют один потенциал.

Ответ

a) $U_1 = 4$ В; b) $R = 100$ Ом; c) $I = 34$ мА.