Физика 9 класс

1. Старик добирался на моторной лодке на свою дачу, которая находилась на острове ниже по течению. Время t он шёл на моторе, который затем заглох. Через время τ после этого его снесло течением к даче. Весь обратный путь домой старик шёл на моторе. До места, где у него заглох мотор по пути на дачу, он шёл время T. Сколько времени ему ещё потребуется, чтобы добраться до дома?

Решение.

Пусть u — скорость течения реки, v — скорость движения лодки с включенным мотором относительно воды. До места, где заглох мотор, старик двигался со скоростью $v + u$ в течение времени t, преодолев расстояние

$$S_1 = (v+u)t. \qquad (1) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

От места, где заглох мотор, до дачи старик двигался время τ со скоростью течения реки u, пройдя путь

$$S_2 = u\tau. \qquad (2) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Весь обратный путь, старик шёл на моторе, двигаясь со скоростью $v - u$. Путь S_2 до места, где у него заглох мотор, он шёл время T.

$$S_2 = (v-u)T. \qquad (3) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

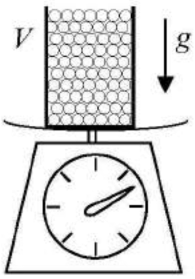
Путь S_1 от места, где заглох мотор, до дома, старик преодолел за время

$$t_x = \frac{S_1}{v-u}. \qquad (4) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Решая систему уравнений (1) – (4), найдём

ответ: $t_x = \dfrac{2T+\tau}{\tau}\cdot t$. **(2 б.)**

2. У Пети имеется большое количество маленьких пластиковых шариков, и он хочет найти плотность ρ материала, из которого они изготовлены. Для этого он поставил на весы пустой цилиндрический сосуд объёмом V и измерил его вес, равный P_1. Затем он доверху насыпал в стакан шарики и начал медленно наливать в стакан некоторую жидкость. В момент, когда шарики начали всплывать, вес оказался равным P_2. Найти плотность ρ. Ускорение свободного падения равно g.



Решение.

Пусть H — высота сосуда, S — его площадь, а h — высота уровня жидкости, при котором шарики начали всплывать. В этот момент сила тяжести уравновешивается силой Архимеда:

$$\rho V_ш g = \rho_ж V_п g\,, \qquad (1) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

где $\rho_ж$ — плотность жидкости, $V_ш$ —весь объём, занимаемый шариками, а $V_п$ — объём погруженной части шариков. Так как шарики маленькие и их много, то отношение объёма погруженной части шариков ко всему объёму шариков равно отношению высоты погруженной части к высоте всего объёма шариков:

$$\frac{V_п}{V_ш} = \frac{h}{H}\,. \qquad (2) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Так как вес шариков равен весу вытесненной им воды, то суммарный вес шариков и жидкости P_3 равен

$$P_3 = \rho_ж h S g\,. \qquad (3) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Изменение веса, который показывают весы, равно весу шариков и жидкости P_3:

$$P_3 = P_2 - P_1\,. \qquad (4) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Выразив $V_п$ из(2) и подставив в (1), найдём

$$\rho_ж h = \rho H \qquad (5).$$

Приравняв правые части уравнений (3) и (4), и, подставив (5) в полученное выражение, выразим искомую плотность, а учитывая, что $HS = V$, получим

$$\textbf{ответ: } \rho = \frac{P_2 - P_1}{Vg}\,. \qquad \textbf{(2 б.)}$$

3. У школьника имеются три электрических прибора: батарейка, вольтметр и амперметр. Все приборы неидеальные, т.е. обладают конечным сопротивлением. Школьник соединил все приборы последовательно, при этом вольтметр показывал $U_1 = 10$ В, а амперметр — $I_1 = 0{,}1$ А. Затем школьник соединил все приборы параллельно. В этом случае вольтметр показывал $U_2 = 1$ В, а амперметр — $I_2 = 1$ А. Определите ЭДС батарейки.

Решение.

Нарисуем схему для последовательно соединённых приборов, обозначив $\mathcal{E}$, $R_б$, $R_в$, $R_а$ ЭДС Сбатарейки и внутренние сопротивления батарейки, вольтметра и амперметра, соответственно (рис. 1). Из этой схемы легко определить сопротивление вольтметра:

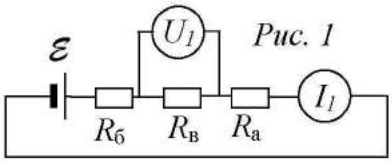


Рис. 1

$$R_в = \frac{U_1}{I_1}. \quad (1) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

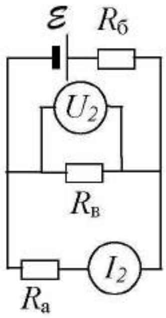


Рис. 2

Нарисуем схему для параллельно соединённых приборов (рис.2). Из этой схемы легко определить сопротивление амперметра:

$$R_а = \frac{U_2}{I_2}. \quad (2) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Запишем закон Кирхгофа для последовательно соединённых приборов:

$$\mathcal{E} = I_1 \cdot \left(R_б + R_в + R_а\right). \quad (3) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

Запишем закон Кирхгофа для параллельно соединённых приборов, учитывая, что ток, который протекает через внутреннее сопротивление батарейки, равен сумме токов, протекающих через амперметр и вольтметр:

$$\mathcal{E} = U_2 + \left(I_2 + \frac{U_2}{R_в}\right) \cdot R_б. \quad (4) \qquad \textbf{(2 б.)}$$

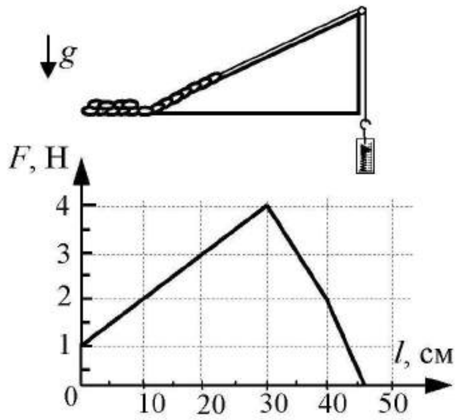
Выразив $R_б$ из (3) и подставив в (4), затем подставив в полученное выражение соответствующие сопротивления из (1) и (2), найдём

$$\mathcal{E} = \frac{\left(I_2 + \frac{U_2}{U_1} I_1\right) \cdot \left(\frac{U_2}{I_2} + \frac{U_1}{I_1}\right) - U_2}{\frac{U_2}{U_1} + \frac{I_2}{I_1} - 1}.$$

Подставляя численные значения, получим

ответ: $\mathcal{E} = 11{,}1\,\text{В}.$ **(2 б.)**

4. Длинную однородную массивную цепочку медленно перетягивают через неподвижную наклонную горку с помощью лёгкой нерастяжимой нити, привязанной к концу цепочки. Нить перекинута через блок, и к её концу привязан динамометр. График зависимости показаний динамометра от перемещения конца нити показан на рисунке. Определите массу цепочки. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Трения нет.



Решение.

На представленном графике видны три разных участка с различными наклонами. Первый, монотонно растущий до силы $F = 4$ Н, соответствует подъёму цепочки на вершину горки. Второй, монотонно убывающий до силы $F = 2$ Н, соответствует тому, что часть цепочки перевалилась через горку. На третьем участке показания динамометра уменьшаются быстрее, что соответствует тому, что левый край цепочки уже оказался на горке. **(2 б.)**

Тогда, продлив на графике первый участок влево, можно определить длину цепочки L, считая, что, когда начали втягивать цепочку на горку, показания динамометра были равны нулю:

$$L = 50 \text{ см.}$$ **(3 б.)**

В конце второго участка часть цепочки длиной $\Delta L = 10$ см оказалась перекинута через блок, а показания динамометра уменьшились на $\Delta F = 2$ Н. Вес верёвки P можно найти из пропорции:

$$P = \Delta F \frac{L}{\Delta L}. \qquad (1)$$ **(3 б.)**

Массу верёвки можно найти, разделив вес на ускорение свободного падения:

$$m = \frac{P}{g}. \qquad (2)$$

Подставив вес из (1) в (2), и подставив численные значения в получившееся выражение, найдём

ответ: $m = 1$ кг. **(2 б.)**

5. Две старинных пушки нацелены так, чтобы попасть друг в друга. Левая пушка выстреливает ядро массы $m_1 = 10$ кг, а правая стреляет ядром массой $m_2 = 2$ кг. Пушки стреляют одновременно, ядра сталкиваются лоб в лоб и слипаются. На каком расстоянии от левой пушки упадут слипшиеся ядра, если расстояние между пушками $L = 600$ м? Влиянием воздуха пренебречь.

Решение.

Если пушки нацелены друг на друга, стреляют одновременно, а ядра попадают друг в друга, значит траектории полёта ядер одинаковы, и они столкнутся в верхней точке траектории. **(2 б.)**

Тогда оба ядра до столкновения летят с одинаковой по модулю горизонтальной скоростью v, а после столкновения и слипания летят с горизонтальной скоростью u. В верхней точке траектории вертикальная скорость ядер равна нулю. Запишем закон сохранения импульса в этот момент:

$$m_1 v - m_2 v = (m_1 + m_2) u \, . \qquad (1) \qquad \textbf{(4 б.)}$$

Каждое из ядер до верхней точки траектории прошло по горизонтали путь $L/2$ за некоторое время t:

$$L/2 = vt \, . \qquad (2) \qquad \textbf{(1 б.)}$$

После столкновения ядра полетят в сторону правой пушки и будут падать то же время t. Тогда искомое расстояние l:

$$l = L/2 + ut \, . \qquad (3) \qquad \textbf{(1 б.)}$$

Решая систему (1) – (3), найдём

$$l = \frac{m_1}{m_1 + m_2} L \, .$$

Подставив численные значения, получим

ответ: $l = 500$ м. **(2 б.)**