

Олимпиада «Высшая проба» по физике

9 класс, 2021 год

1. В механической системе, схема которой представлена на рис. 1, небольшой брусок массой m лежит на однородном стержне длиной $L = 90$ см. Один из концов стержня шарнирно закреплён. Очень лёгкая подставка, закреплённая на неподвижных электронных весах, служит опорой для стержня. Стержень принимает горизонтальное положение.

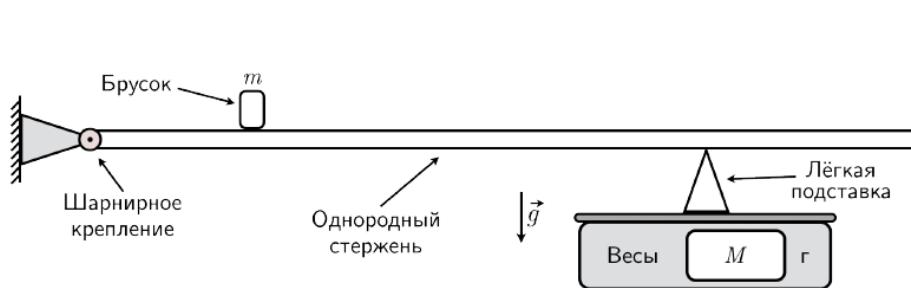


рис.1

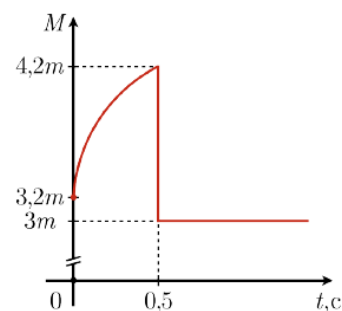


рис.2

Бруску сообщают начальную скорость вдоль стержня в направлении весов, в результате чего их показания M меняются с течением времени t так, как показано на рис. 2.

1. Во сколько раз масса стержня больше массы бруска?
2. На каком расстоянии L_1 от шарнира находился брусок в начале опыта?
3. С каким ускорением a двигался брусок?
4. Какую начальную скорость V_0 сообщили бруску?
5. Какую скорость V имел брусок в момент, когда показания весов принимали наибольшее значение?

Коэффициент трения скольжения бруска о стержень составляет $\mu = 0,4$. Считать, что $g = 10$ м/с².

$$5) V = \sqrt{2L/g} = \sqrt{2 \cdot 0,9 / 10} = 0,42 \text{ м/с}$$

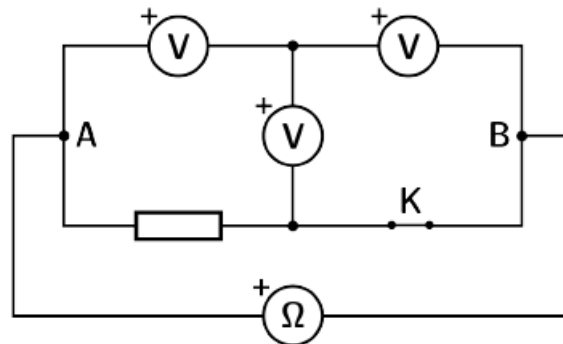
$$4) V_0 = \sqrt{2L/g} + \mu \cdot g \cdot t = \sqrt{2 \cdot 0,9 / 10} + 0,4 \cdot 10 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ м/с}$$

$$1) \text{ в } 5 \text{ раз; } 2) L_1 = 9/16 = 0,5625 \text{ м; } 3) a = 4 \text{ м/с}^2$$

2. «Правильный» снеговик устроен так, что центры его соприкасающихся шаров располагаются на одной линии, и все шары имеют общую касательную. Александр решил провести «убийство» такого снеговика, состоящего из трёх шаров, «без следов». Для этого он взял большой шар снеговика, растопил и нагрел его до 100°C в кастрюле. После этого он опустил в кастрюлю среднюю часть снеговика, заметив, что после наступления теплового баланса температура уменьшилась до 60°C . Какой станет температура, если к имеющимся «уликам» добавить верхнюю часть снеговика? Начальная температура снеговика 0°C , удельная теплота плавления снега $\lambda = 330 \text{ Дж/кг}$, удельная теплоёмкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$.

$$0,9^\circ\text{C} = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2 + \lambda m_3}{c_1 m_1 + c_2 m_2 + \lambda m_3} = c_2$$

3. На рисунке представлена схема электрической цепи, состоящей из трёх одинаковых вольтметров, омметра, резистора и ключа K . Сопротивление резистора в два раза больше сопротивления вольтметра. Ключ K замкнут. Омметр показывает $R_0 = 0,96 \text{ МОм}$, а сумма показаний всех вольтметров составляет $V_0 = 0,64 \text{ В}$.



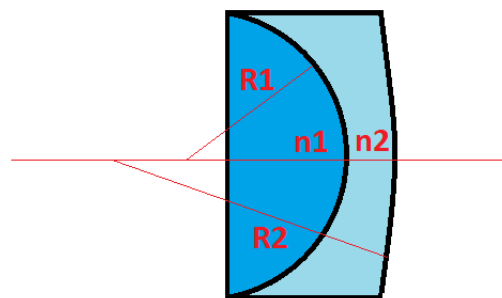
1. Определите напряжение V_{AB} между концами A и B омметра.
2. Чему равна сила тока I_0 , протекающего через омметр?
3. Какое сопротивление R имеет вольтметр?
4. Во сколько раз сила тока, протекающего через ключ K , меньше силы тока I_0 , протекающего через омметр?
5. Что покажет омметр, если ключ K разомкнуть?

Сопротивление соединительных проводов много меньше сопротивления вольтметра.

$$(4) \text{ в } 1,4 \text{ раз; } (5) \text{ омметр покажет } R_x = 49/24 R_0 = 1,96 \text{ МОм}$$

$$(1) U_{AB} = 3/4 U_0 = 0,48 \text{ В; } (2) I_0 = U_{AB}/R_0 = 3U_0/(4R_0) = 0,5 \text{ мкА; } (3) R = 7/6 R_0 = 1,12 \text{ МОм;}$$

4. Для того, чтобы создать ахроматическую линзу, используют две линзы из разных материалов. К плосковыпуклой тонкой линзе с радиусом кривизны R_1 и зависимостью показателя преломления от длины волны проходящего света $n_1(\lambda) = n_{01} + \alpha_1 \cdot (\lambda_k - \lambda)$ вплотную прислоняют вогнуто-выпуклую тонкую линзу с радиусами кривизны R_1 и R_2 и показателем преломления $n_2(\lambda) = n_{02} + \alpha_2 \cdot (\lambda_k - \lambda)$. Определите, при каком значении R_2 данная система будет ахроматической, то есть её фокусное расстояние не будет зависеть от длины световой волны. Какой при этом будет величина фокусного расстояния?



$R_1 = 40 \text{ см}$, $n_{01} = 1,805$, $\alpha_1 = 100 \text{ м}^{-1}$, $n_{02} = 1,500$, $\alpha_2 = 150 \text{ м}^{-1}$.

$$R_2 = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} R_1 = 120 \text{ см; } f = \left(\frac{1}{n_{01} R_1} - \frac{1}{n_{02} R_2} \right)^{-1} = 85 \text{ см}$$