



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 86762 Класс 9

Вариант 6 Дата 20.02.2022

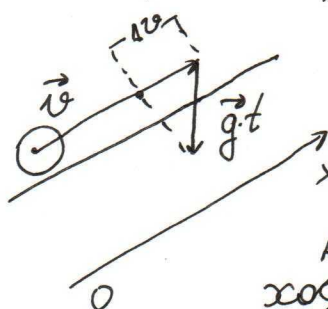
Заполняется проверяющим строго по образцу

Образец заполнения: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	4	2	6	8	2			
Оценка цифрами			Оценка прописью				Подпись		
34			Тридцать четыре				Бур		

N1.

Камень движется равноускоренно, т.к. его скорость изменяется на проекцию вектора $\vec{g}$ на ось Ox , параллельную наклонному ходу, за время t . За равные промежутки проекции вектора $\vec{g}$ одинаковы.



Средняя скорость на первом промежутке равна скорости

камень через $\frac{10}{2} = 5$ с после начала движения по наклонному ходу (т.к. скорость изменяется

линейно): (камень оказывается на мосту, ~~сразу~~ сразу как выезжает из тоннеля ^{ид.})
 $v_{ч1} = \frac{245}{10} = 24,5 \text{ м/с}$ - скорость через 5 с после начала движения.

(расстояние равно длине одного тоннеля, т.к. камень оказался на первом мосту не в момент 0 с, значит, какое-то время он катился до моста, поэтому первым в наклонном ходе стоит ~~первый~~ тоннель.)

Средняя скорость на промежутке до 6 моста равна скорости камня через $\frac{90}{2} = 45$ с после начала движения (аналогично с первым промежутком):

$v_{ч2} = \frac{245 \cdot 6 + 75 \cdot 5}{90} = 20,5 \text{ м/с}$ - скорость камня через 45 с после начала движения по наклонному ходу.

Найдём ускорение камня: $a = \frac{v_{ч1} - v_{ч2}}{\Delta t} = \frac{24,5 - 20,5}{5 - 45} = -0,1 \text{ м/с}^2$

Расстояние до 10-го моста равно: $S = 10 \cdot 24,5 + 9 \cdot 75 = 3125 \text{ м}$



~~1) Рассмотрим случай с Димой на санках: $F_1 = 270 \text{ Н}$; $\alpha_1 = 60^\circ$~~

Санки движутся влево-влево, поэтому равнодействующая равна 0:

$$m g \vec{g} + m g \vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F}_2 = 0$$

Запишем проекции на ось OX:

$$-m g + 0 + 0 + F_2 \cdot \cos \alpha_2 = 0 \Rightarrow m g = F_2 \cdot \cos \alpha_2$$

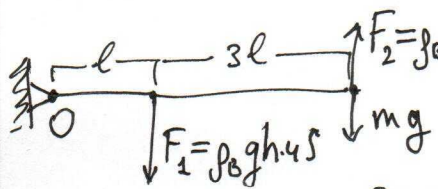
$$m_g = \frac{F_2 \cdot \cos \alpha_2}{g} \quad \text{масса Димы} = 27 \text{ кг}$$

Найдём отношение масс:

$$\frac{m_g}{m_n} = \frac{\frac{F_2 \cdot \cos \alpha_2}{g}}{\frac{F_1 \cdot \cos \alpha_1}{g}} = \frac{F_2 \cdot \cos \alpha_2}{F_1 \cdot \cos \alpha_1} = \frac{135}{155,88}$$

$$\frac{m_n}{m_g} = \frac{155,88}{135} = 1,1547 \approx 1,2 \text{ раза}$$

Ответ: $\frac{m_n}{m_g} = 1,155 \approx 1,2$ — отношение массы Тёни к массе Димы.

N3.

 Если уровень воды меньше 20 см, то рычаг не будет работать, т.к. относительно точки O (см. рис.) правый момент будет больше так: $4 \rho g h S + 4 m g > 4 \rho g h S$, т.е. см., действующие вниз, перевесят. (h — высота жидкости.)



$$\mu \vec{N}_2 + \vec{N}_2 + \vec{F}_2 + m \vec{g} = 0$$

Две ОХ: $\mu N_2 = F_2 \cos \alpha_2 \Rightarrow N_2 = 270 \text{ Н.}$

Две ОУ:

$$N_2 + F_2 \sin \alpha_2 = m g \Rightarrow m g = \frac{270 + 270 \cdot \sin \alpha_2}{g} = 50,38 \text{ кг} - \text{масса Динки}$$

$$\frac{m_g}{m_n} = \frac{50,38}{40,177} = 1,25 \approx 1,3$$

Ответ: $\frac{m_g}{m_n} = 1,25 \approx 1,3$ - во столько раз масса Динки больше массы Тенни.

№ 5

При разомкнутом ключе:

$$R_{01} = \frac{\left(\frac{R_1 + R_2}{2} + R_1\right) \cdot R_2}{\frac{R_1 + R_2}{2} + R_1 + R_2} = \frac{330 \cdot 66}{330 + 66} = 55 \Omega$$

При замкнутом ключе:

$$R_{02} = \frac{\left(\frac{2R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_1\right) \cdot R_2}{\frac{2R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_1 + R_2} = \frac{294 \cdot 66}{294 + 66} = 54 \Omega$$

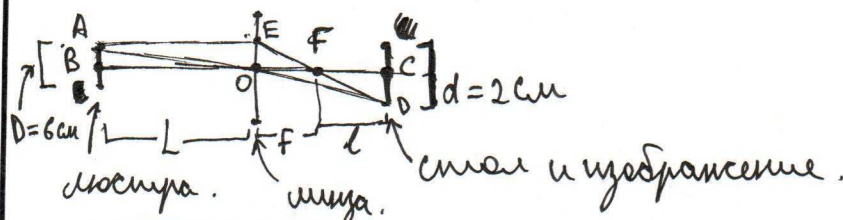
$$\Delta R = R_{01} - R_{02} = 55 - 54 = 1 \Omega$$

Ответ: $\Delta R = 1 \Omega$ - на столько Ω уменьшается сопротивление цепи при замыкании ключа К.



№.

П.к. изображение на стекле чёткое, но ~~стекло~~ не находится в той плоскости, в которой ~~стекло~~ линза строит изображение линзы:



из подобия треугольников EFO и CDF (вертикальные и прямые углы равны):

$$\frac{f}{l} = \frac{\frac{6}{2}}{\frac{2}{2}} = 3 \Rightarrow f = \frac{3}{4} \cdot 45 = 33,75 \text{ см}$$

фокальное расст.

$$f + l = 45 \text{ см}$$

из подобия треугольников ABO и CDO: (вертикальные и прямые углы равны.)

$$\frac{L}{L+f} = \frac{\frac{6}{2}}{\frac{2}{2}} = 3$$

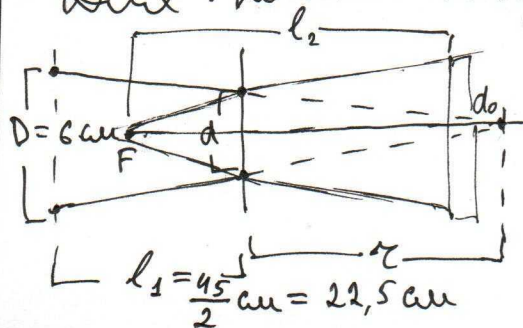
$$L + l + f = 180 \text{ см}$$

$$L = \frac{3}{4} \cdot 180 = 135$$

$$l + f = 180 - 135 = 45 \text{ см.}$$

П.к. задана одна и та же, но фокальное расстояние у обеих линз одинаковое.

Для плоско-выпуклой линзы: её разместим в



$\frac{1}{2}$ расстояние до стекла и
 $\frac{2}{3}$ расстояние от фокальной
 плоскости, потому
 до первой линзы

$$d = \frac{1}{3} \cdot 6 = 2 \text{ см}$$

$$\text{Расстояние } r = f - l_1 = 11,25 \text{ см.}$$

Ход лучей близок к вертикальному, поэтому, чтобы найти искажённое расстояние, нужно посчитать, на каком расстоянии от стекла равен 6 см.



$$\frac{l_2}{f} = \frac{d_0}{d} = \frac{f}{2} = 3 \Rightarrow l_2 = 3f = 101,25.$$

Расстояние ниже стола равно:

$$l_2 - \frac{(l + f)}{2} = 48,75 \text{ см.}$$

Ответ: 48,75 см - расстояние ниже стола до чёткого изображения.

Нч.

На основании льда было получено:

$$Q = c_{\text{л}} \cdot \rho_{\text{л}} \cdot V \cdot 20 + \lambda \cdot \rho_{\text{л}} \cdot V + c_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot V \cdot 17 = 899400 \text{ Дж.}$$

$$c_{\text{л}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}; c_{\text{в}} = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}; \lambda = 330000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

За 50 мин камера вырабатала энергию $E_3 = 1500000 \text{ Дж.}$

КПД морозильной камеры равно:

$$\eta_1 = \frac{Q_1}{E_3} \cdot 100\% = 59,96\% \approx 60\%.$$

КПД идеальной тепловой машины:

$$\eta_0 = \frac{273 - 33}{273 + 47} \cdot 100\% = 75\%.$$

$$\frac{\eta_0}{\eta_1} = \frac{75}{60} = 1,25 \approx 1,3 \text{ раза.}$$

Ответ: $\frac{\eta_0}{\eta_1} = 1,25 \approx 1,3$ - отношение КПД идеальной тепловой машины к КПД морозильной камеры.



П.к. движение равноускоренное, то $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

$v_0 = v_{cr1} - 5a = 25 \text{ м/с}$ - начальная скорость.

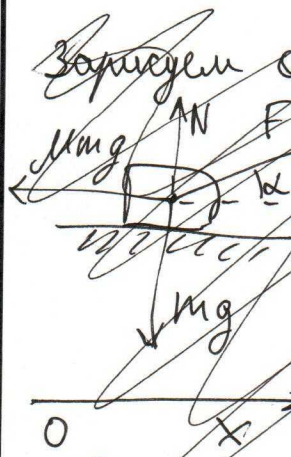
$$-t^2 \frac{a}{2} - v_0 t + S = 0$$

$$0,05 t^2 - 25t + 3125 = 0$$

$D = 25^2 - 4 \cdot 3125 \cdot 0,05 = 0 \Rightarrow$ рассматриваемая точка - наибольшая в параболы камня, т.е. после того, как камень достигнет 10-го моста, он покажется вниз.

$$t = \frac{25 \pm 0}{0,1} = 250 \text{ с} - \text{искомое время.}$$

Ответ: $t = 250 \text{ с}$ - время, за которое камень достигнет 10-го моста.

~~N2.
 Зарисуем общий случай расстановки сил:

 Ось OX параллельна горизонту, OY - перпендикулярна горизонту.
 1.) Рассматриваем случай с Петей на санях: $F_1 = 180 \text{ Н}$; $\alpha_1 = 30^\circ$
~~Запишем по второму закону Ньютона~~~~

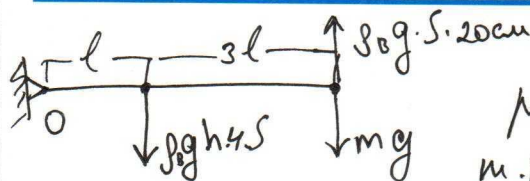
П.к. сани движутся влево, то равнодействующая всех сил равна 0:

$$\vec{N} + \vec{mg} + \vec{N}_1 + \vec{F}_1 = 0.$$

Запишем проекции на ось OX:

$$-N + 0 + 0 + F_1 \cos \alpha_1 = 0 \Rightarrow N = F_1 \cos \alpha_1$$

$N = \frac{F_1 \cos \alpha_1}{\mu}$ - сила реакции опоры.



Занедем правило моментов для
 равновесного состояния механизма,
 т.к. при нем будет достигаться
 минимальная высота воды для срабатывания
 механизма:

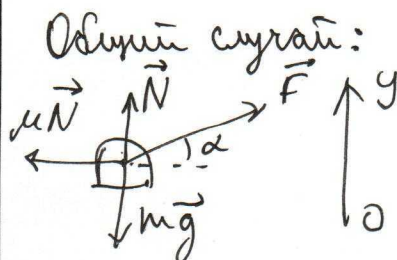
$$30g \cdot 4l = -4mg + 20 \cdot g \cdot 3l = -4 \rho_n \cdot 20 \cdot 5 \cdot g + 20 \cdot 4 \cdot \rho_B \cdot g \cdot 5$$

$$1 \cdot h \cdot 4 = -4 \cdot 0,3 \cdot 20 + 20 \cdot 4 \cdot 1$$

$$h = \frac{104}{4} = 26 \text{ см.}$$

Ответ: $h = 26 \text{ см}$ - минимальная высота срабатывания
 механизма.

N2.



Ось OX параллельна горизонту;
 Ось OY перпендикулярна горизонту

1) На санках Кеня: $F_1 = 180 \text{ Н}$, $\alpha_1 = 30^\circ$

Санки едут еле-еле, т.е. равнодействующая -
 нулевая сила равна 0:

$$\mu \vec{N}_1 + \vec{N}_1 + \vec{F}_1 + m \vec{g} = 0$$

Для OX: $\mu N_1 = F_1 \cdot \cos \alpha_1 \Rightarrow N_1 = \frac{F_1 \cdot \cos \alpha_1}{\mu} = 360 \cdot \cos \alpha_1 \text{ Н.}$

Для OY:

$$F_1 \cdot \sin \alpha_1 + N_1 = m \cdot g \Rightarrow m_n = \frac{90 + 360 \cdot \cos \alpha_1}{10} = 40,177 \text{ кг. - масса Кеня.}$$

2) На санках Дима: $F_2 = 270 \text{ Н}$, $\alpha_2 = 60^\circ$

Санки едут еле-еле, т.е. равнодействующая сила равна 0.