ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

+3 ~~1~~

ШИФР 4 4 4 8 3

Класс 9 Г Вариант 1 Дата Олимпиады 03.02.2019

Площадка написания МГТУ имени Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ 28		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	5	5	5	3	5	5	28	двадцать восемь	

Задача 1

Ясно, что на разгон и торможение ушло одинаковое время $\frac{\tau}{2}$. Средняя скорость во время разгона и торможения равна $\frac{v-0}{2} = \frac{v}{2}$. Время движения с ~~равно~~ постоянной скоростью равно $\frac{L}{v_{ср}} - \tau$.

$$L = \frac{v}{2} \cdot \frac{\tau}{2} + v\left(\frac{L}{v_{ср}} - \tau\right) + \frac{v}{2} \cdot \frac{\tau}{2} = \frac{v\tau}{2} + v\left(\frac{L}{v_{ср}} - \tau\right) =$$

$$= v\left(\frac{\tau}{2} + \frac{L}{v_{ср}} - \tau\right) = v\left(\frac{L}{v_{ср}} - \frac{\tau}{2}\right)$$

$$v = \frac{L}{\frac{L}{v_{ср}} - \frac{\tau}{2}} = \frac{1350м}{\frac{1350м}{10м/с} - \frac{60с}{2}} = 12,86 \text{ м/с} \text{ или } 46,3 \text{ км/ч}.$$

Ответ: $v = 12,86$ м/с $= 46,3$ км/ч.

Задача 2.

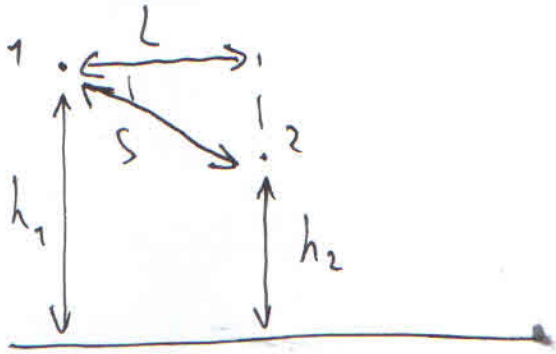
Мячик, брошенный вертикально вверх поднялся на высоту h_1:

$$h_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 10м/с \cdot 0,5с - \frac{10м/с^2 \cdot (0,5с)^2}{2} = 3,75 м$$ +

Мячик брошенный под углом $\alpha = 30°$ к горизонту поднялся на высоту h_2, а по горизонтали прошёл расстояние S:

$$h_2 = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 10м/с \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,5с - \frac{10м/с^2 \cdot (0,5с)^2}{2} = 1,25м$$ +

$L = v_0 \cos\alpha \cdot t = 10\,м/с \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0{,}5\,с = 4{,}3301\,м$



Тогда, по теореме Пифагора, искомое расстояние S равно:

$S = \sqrt{(h_1 - h_2)^2 + L^2} = \sqrt{(3{,}75\,м - 1{,}25\,м)^2 + (4{,}3301\,м)^2} =$

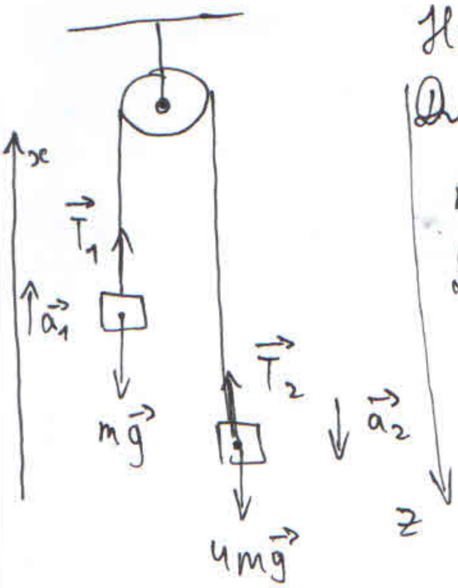
$= 5\,м$ (приблизительно)

Можно подставлять цифры в конце:

$S = v_0 t \sqrt{2(1 - \sin\alpha)} = 5\,м$ (~~равно~~)

Ответ: 5 м.

Задача 3.



Нить нерастяжима $\Rightarrow T_1 = T_2 = T$ и $a_1 = a_2 = a$.

Для ~~груза~~ гири массой m (на ось x):

$ma = T - mg$; $T = mg + ma$

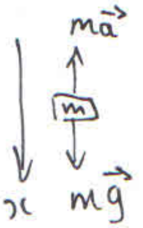
Для системы ~~гр~~ гиря 3m + груз (на ось z):

$4ma = 4mg - T$; $T = 4mg - 4ma$

$mg + ma = 4mg - 4ma$

$5ma = 3mg$; $a = \frac{3}{5} g = 6\,м/с^2$

В неинерциальной системе отсчёта груза:



$m\vec{a}$ – сила инерции

ox: $P = mg - ma = m(g - a) = 1\,кг \cdot (10\,м/с^2 - 6\,м/с^2) = 4\,Н$

Переложили груз. Аналогичным путём составим уравнения:

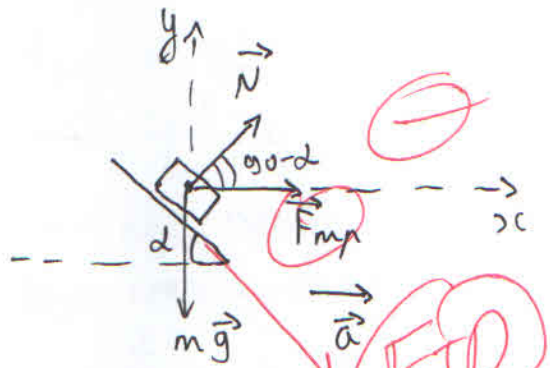
$2ma = T - 2mg$; $T = 2ma + 2mg$
$3ma = 3mg - T$; $T = 3mg - 3ma$
$\Rightarrow 2ma + 2mg = 3mg - 3ma$; $5ma = mg$; $a = \frac{1}{5} g = 2\,м/с^2$.

Значит ускорение уменьшилось в 3 раза.

Ответ: $P = 4\,Н$. Ускорение грузов уменьшилось в 3 раза.

Задача 4.

Расставим силы (на рисунке вид сзади):



Скорость максимальна => сила трения $F_{тр}$ максимальна => $F_{тр}=\mu N$ (движение на грани проскальзывания)

$Ox: \; ma = F_{тр} + N\cdot\sin\alpha = N\cdot(\mu+\sin\alpha)$

$Oy: \; mg = N\cdot\cos\alpha \; ; \; N=\frac{mg}{\cos\alpha}$

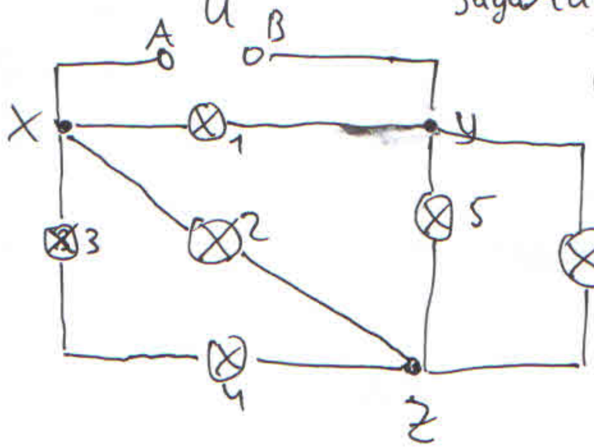
$$ma=\frac{mg(\mu+\sin\alpha)}{\cos\alpha} \; ; \quad a=\frac{g(\mu+\sin\alpha)}{\cos\alpha}$$

При движении по окружности:

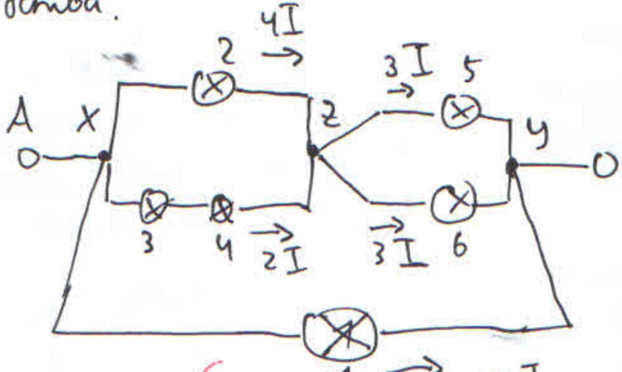
$$a=\frac{v^2}{R} \; ; \; v=\sqrt{R\cdot a}=\sqrt{\frac{Rg(\mu+\sin\alpha)}{\cos\alpha}}$$

Ответ: $v=\sqrt{\frac{Rg(\mu+\sin\alpha)}{\cos\alpha}}$

Задача 5.



Перерисуем цепь для удобства.



Найдём $R_{общ}$:

$\frac{1}{R_{x-z}}=\frac{1}{R}+\frac{1}{2R} \; ; \; R_{x-z}=\frac{2}{3}R$

$\frac{1}{R_{z-y}}=\frac{1}{R}+\frac{1}{R} \; ; \; R_{z-y}=\frac{1}{2}R$

$\Rightarrow R_1 = R_{x-z}+R_{z-y}=\frac{2}{3}R+\frac{1}{2}R=\frac{7}{6}R$

$$\frac{1}{R_{общ}}=\frac{1}{R}+\frac{6}{7R} \; ; \; R_{общ}=\frac{7}{13}R=\frac{7}{13}\cdot 10\,Ом = 5{,}38\,Ом$$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 4 4 8 3

продолжение задачи 5:

1) Пусть через лампочки 3 и 4 течёт ток $2I$. Тогда разность потенциалов между точками X и Z равна:

$\varphi_Z - \varphi_X = 2I \cdot 2R = 4IR$. Значит через лампочку 2 течёт ток $\frac{4IR}{R} = 4I$. Суммарный ток между X и Z равен $2I + 4I = 6I$. Значит через лампочки 5 и 6 текут токи по $3I$.

2) Разность потенциалов между X и Y равна:

$6I \cdot \frac{7}{6} R = 7IR$. Пусть через лампочку 1 течёт ток I_1.

$I_1 R = 7IR$; $I_1 = 7I$.

Общий ток в цепи равен $I_0 = 7I + 6I = 13I$

$U = R_{общ} \cdot I_0 = \frac{7}{13} R \cdot 13I = 7IR$; $I = \frac{U}{7R} = \frac{4{,}2\ В}{7 \cdot 10\ Ом} = 0{,}06\ А$.

Как мы уже выяснили через лампочку 5 течёт ток $3I$:

$3I = 3 \cdot 0{,}06\ А = 0{,}18\ А$.

+

Ответ: $R_{общ} = 5{,}38\ Ом$; $I_5 = 0{,}18\ А$.

Задача 6.

Чтобы вода начала вытекать, нужно приподнять колокол и всю воду в нём за счёт разности сил давления в верхней и нижней точках. Но в ~~нижней~~ верхней точке ~~давления нет~~ сила давления равна нулю, т.к. трубка тонкая.

$(M + m_{воды}) g = \underbrace{\rho}_{\text{плотность воды}} g h S$

$h = \frac{M + V\rho}{\rho S}$

А если учитывать атмосферное давление P_0, то:

$(M + V\rho) g = (\rho g h + P_0) S$; +

$h = \frac{M + V\rho}{\rho S} - \frac{P_0}{\rho g}$ и воды нужно меньше.

+

Ответ: с учётом атмосферного давления, $h = \frac{M + V\rho}{\rho S} - \frac{P_0}{\rho g}$.

Без учёта: $h = \frac{M + V\rho}{\rho S}$