Шифр УФ11-07

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО
«Будущее Сибири»
2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: КОРОБКИН

Имя: ЕВГЕНИЙ

Отчество: НИКОЛАЕВИЧ

Учащийся 11 Б класса школы № 110

города Екатеринбурга
(города/села, района)

Свердловской области
(области)

Дата рождения 10.11.1999

Контактная информация – телефон(ы): 8-922-180-11-88; 8-902-253-56-85

E- mail: zhenya10121999@gmail.com

Пункт проведения этапа г. Екатеринбург, УГГУ, ул. Мира д.21

Дата проведения этапа 26.02.2017

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e – mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

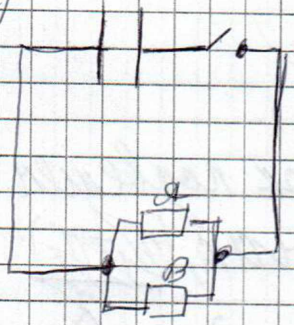
Личная подпись

Шифр УФ1107

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

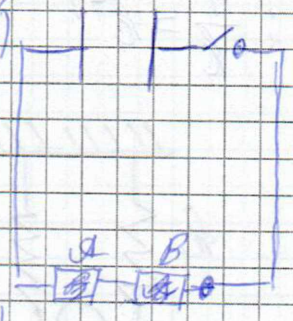
Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
37		Правишина	[signature]

1. а)



$$\frac{Q_A}{Q_B} = k$$

б)



$$\frac{Q'_A}{Q'_B} - ?$$

~~Сит~~

а: $Q_{общ} = Q_1 + Q_2 = I_a U_a t_a + I_b U_b t_b$

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{I_a U_a t_a}{I_b U_b t_b} = k$$

~~(ток одновременно перестает течь через оба резистора)~~

т.к. $t_a = t_b$ (после), то $k = \frac{I_a U_a}{I_b U_b} = \frac{U_a^2/r_a}{U_b^2/r_b} = \frac{U_a^2 r_b}{U_b^2 r_a}$

т.к. резисторы A и B соединены параллельно, то $U_A = U_B \Rightarrow k = \frac{r_b}{r_a}$

т.к. ~~после~~ при разрядке конденсатора ток перестает течь через оба резистора одновременно.

б: $\frac{Q'_A}{Q'_B} = \frac{I'_a U'_a t'_a}{I'_b U'_b t'_b}$

Лист 1. Листов 5

Председатель жюри

Аналогично случаю А $t'_A = t'_B = ?$

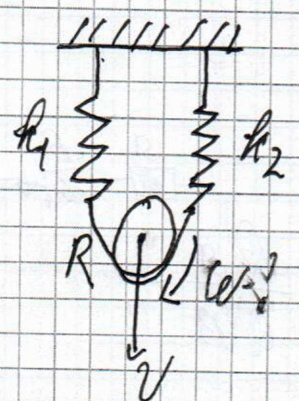
$$\Rightarrow \frac{Q'_A}{Q'_B} = \frac{I'_A U'_A t}{I'_B U'_B t} = \frac{I'^2_A t_a r_a}{I'^2_B r_b}$$

т.к. резисторы соединены последовательно $I_a = I'_B \Rightarrow \frac{Q'_A}{Q'_B} = \frac{r_a}{r_b} = \frac{1}{r_b/r_a} = \frac{1}{k}$

Ответ: $\frac{1}{k} = k^{-1}$

(9)

3. k_1
k_2
v
R
~~m~~
$\omega - ?$



1. т.к. блок подвешен на 2 пружинах, ~~$(v_1 + v_2)$~~

$v = \frac{v_1 + v_2}{2}$ (1), где v_1 и v_2 скорости растяжения пружин k_1 и k_2 соответственно.

2. по 3 з-ну Ньютона $F_1 = F_2 = k_1 x_1 = k_2 x_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow x_1 = \frac{k_2}{k_1} x_2$ (2)

3. Пусть $\Delta t = t_2$, тогда $x_1 = x_{10} + v_1 t$, а $x_2 = x_{20} + v_2 t$

$\therefore x_1 = \frac{k_2}{k_1} x_2 = x_{10} + v_1 t = \frac{k_2}{k_1}(x_{20} + v_2 t)$ (3)

4. вычтем из (3) (2): $x_{10} + v_1 t = x_{20}\frac{k_2}{k_1} + v_2 t \frac{k_2}{k_1}$

$- x_1 = \frac{k_2}{k_1} x_2$

$v_1 t = v_2 t \frac{k_2}{k_1} \mid : t$

$v_1 = \frac{v_2 k_2}{k_1}$ (4)

Отсюда: $v_2 - v_1 = v_2 - v_2\frac{h_2}{h_1} = v_2\left(1-\frac{h_2}{h_1}\right)$ (5)

4

5. Линейная скорость вращения блока равна линейной скорости ремня (т.к. в системе нет проскальзывания) $= v_2 - v_1 \overset{из(5)}{=} v_2\left(1-\frac{h_2}{h_1}\right)$

$v_б$ - скорость вращения блока.

6. $\omega = \frac{v_б}{R} = \frac{v_2\left(1-\frac{h_2}{h_1}\right)}{R}$ (6)

7. Из (1) и (4) $v = \frac{v_2\left(1+\frac{h_2}{h_1}\right)}{2} \Rightarrow v_2 = \frac{2v}{1+\frac{h_2}{h_1}}$ (7)

8. Из (6) и (7) $\omega = \frac{\frac{2v}{1+\frac{h_2}{h_1}}\left(1-\frac{h_2}{h_1}\right)}{R}$

Ответ: $\omega = \frac{\frac{2v}{1+\frac{h_2}{h_1}}\left(1-\frac{h_2}{h_1}\right)}{R}$

5. Для того, чтобы мячь не упал на поверхность планеты, ~~в~~ сумма сил, действующих на шарик в ~~лю~~ проэкции на ~~перпендикуляр от шарика к центру земли~~ прямую ~~от~~ между шариком и центром планеты $= m \cdot a_ц$ в любой момент времени: $F_ц = ma_ц = \frac{mv^2}{R+r}$

R - радиус планеты
r - высота полёта шарика
v - скорость шарика
M - масса планеты
m - масса шарика
$\rho_{пл}$ - средняя плотность ~~пов~~ планеты

$$F_{гр} = \frac{\cancel{m}v^2}{\cancel{R+r}} = \frac{G\cancel{m}M}{(R+r)^{\cancel{2}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{GM}{R+r} =$$

$$= \frac{G V_{пл} \rho_{пл}}{R+r} = \frac{4}{3}\frac{G\pi R^3 \rho_{пл}}{(R+r)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{4G\pi R^3 \rho_{пл}}{3(R+r)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3v^2}{4G\pi\rho_{пл}} = \frac{R^3}{R+r}$$

Т.к. высота полёта шарика ≈ высоте космонавта, а высота космонавта мала по сравнению с радиусом планеты, этой величиной можно пренебречь при оценке

$$\Rightarrow \frac{3v^2}{4G\pi\rho_{пл}} = \frac{R^3}{R} = R^2 \Rightarrow R = \sqrt{\frac{3v^2}{4G\pi\rho_{пл}}}$$

$\pi \approx 3,$ $\Rightarrow$ $R = \sqrt{\frac{3v^2}{4G\cancel{3}\rho_{пл}}} = \frac{v}{2}\sqrt{\frac{1}{G\rho_{пл}}} = \frac{v}{2\sqrt{G\rho_{пл}}}$

$R = \frac{v}{2\sqrt{G\rho_{пл}}}$

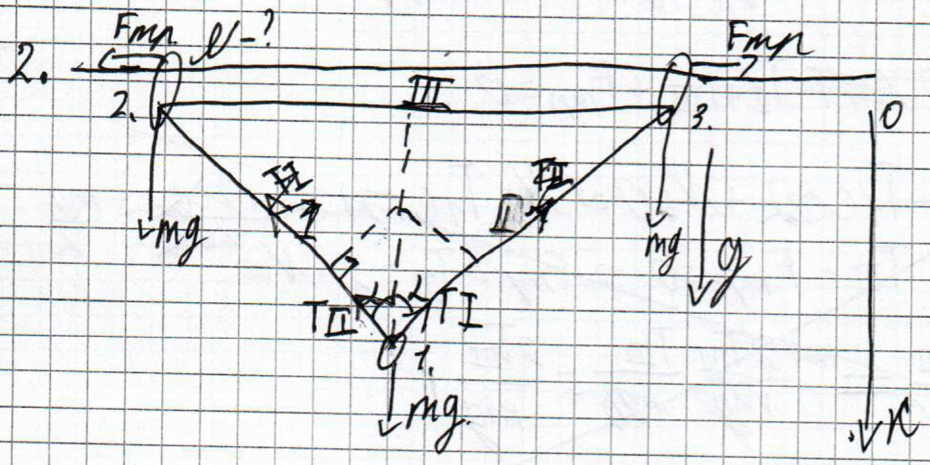
Предположим, что космонавт кидает мяч со скоростью, ~~примерно~~ равной 15 м/с, а средняя плотность поверхности планеты равна 5000 кг/м³, ~~тогда:~~ ($v = 15$ м/с; $\rho_{пл} = 5000$ кг/м³)

$R = \frac{15 м/с}{2\sqrt{5000 кг/м^3 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-11} Н \cdot м^2/кг^2}} = (7{,}5)^2 \cdot 10^4 = 53 \cdot 10^4$ м

8

Ответ: $\approx 53 \cdot 10^4$ м

2.



$\alpha = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$

I, II, III - нити

1, 2, 3 - кольца

~~1) силы, действующие на тело 1: mg,~~

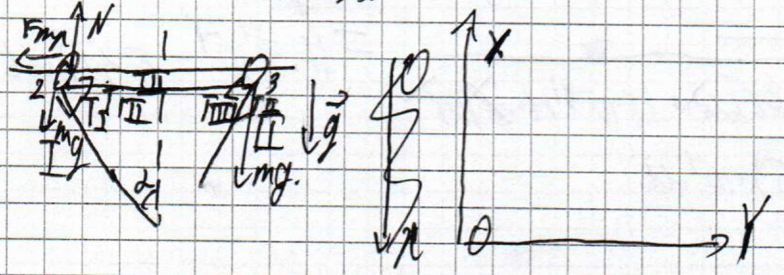
Т.к. при коэффициенте трения большем, либо равным минимальному, система будет находится в равновесии, по 2 закону Ньютона сумма сил, действующих на систему и на каждое тело в отдельности будет равна 0.

1) тело 1: $m\vec{g} + \vec{T}_I + \vec{T}_{II} = 0$

ОХ: $mg - T_{II}\cos\alpha - T_I\cos\alpha = 0$

т.к. ~~тело симметрично~~ положение нитей I и II симметрично относительно оси OX (центра системы) $T_I = T_{II} \Rightarrow T_I\cos\alpha = T_{II}\cos\alpha = \frac{mg}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow T_I = \frac{mg}{2\cos\alpha} = T_{II} = \frac{mg}{2\cos 30^\circ}$

2) 

тело 2: ~~ОХ~~ $\vec{T}_I + \vec{T}_{III} + \vec{F}_{тр} = 0$

ОХ: $-T_1\cos\alpha + N = 0 \Rightarrow N = T_1\cos\alpha = \frac{mg\cos\alpha}{2\cos\alpha} = \frac{mg}{2}$

ОУ: $T_{III} - F_{тр} = 0 \Rightarrow F_{тр} = T_{III} = \mu \cdot N \Rightarrow$

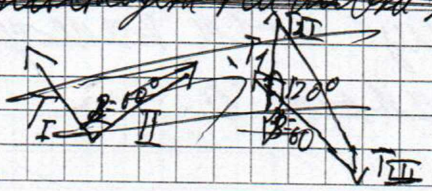
$\Rightarrow \mu = \frac{T_{III}}{N} = \frac{2T_{III}}{mg} = \frac{T_{III}}{\frac{mg}{2}} = \frac{2T_{III}}{mg}$

3) ОХ: $-T_1\cos\alpha - mg + N = 0 \Rightarrow N = T_1\cos\alpha + mg = \frac{mg\cos\alpha}{2\cos\alpha} + mg = \frac{3}{2}mg$

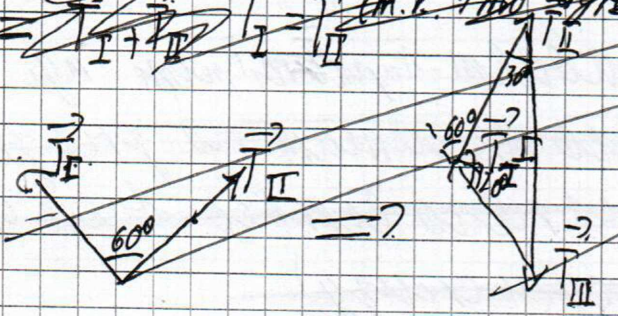
ОУ: $\vec{T}_{III} - \vec{F}_{тр} = 0$

~~т.к. $\vec{T}_{III}$ равно действует на тело 2 и 3~~

$\vec{T}_{III} = \vec{T}_I + \vec{T}_{II}$



~~$\vec{T}_{III} = \vec{T}_I + \vec{T}_{II}$ $T_I = T_{II}$ (т.к. это одна нить, перекинутая через~~



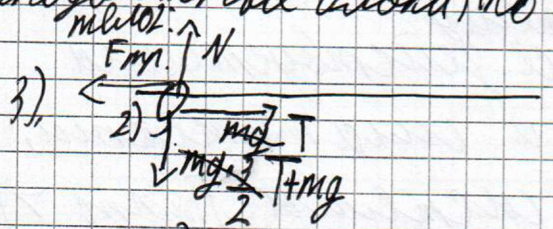
~~$\vec{T}_{III} = \vec{T}_I \cdot \cos 30^\circ + \vec{T}_{II} \cdot \cos 30^\circ =$~~

~~$= 2\vec{T}_I \cos 30^\circ =$~~

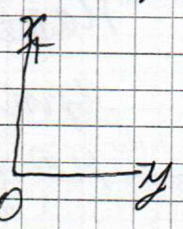
~~$= \frac{2 \cdot mg \cdot \cos 30^\circ}{2 \cos 30^\circ} = mg$~~

$T_{III} = T_I + T_{II}$ (т.к. это одна нить, перекинутая через неподвижные блоки) по III закону Ньютона $F_ч = 0$, если тело покоится (система в равновесии)

тело 2:



~~тело 2:~~



~~$\vec{N} + \vec{mg} \cdot \frac{3}{2} + \vec{F}_{тр} + \vec{mg} = 0$~~

~~$OX: N - \frac{3}{2}mg = 0 \Rightarrow N = 3/2\, mg$~~

~~$OY: -\mu \cdot N + mg = 0 \Rightarrow \mu = \frac{mg}{N} = \frac{mg}{3/2\, mg} = \frac{2}{3}$~~

~~$OX: N - (T + mg) = 0 \Rightarrow N = T + mg = \frac{mg}{2\cos\alpha}$~~

$OX: N - (mg + T \cdot \cos\alpha) = 0 \Rightarrow N = mg + T\cos\alpha = mg + \frac{mg}{2\cos\alpha} \cdot \cos\alpha = \frac{3}{2} mg$

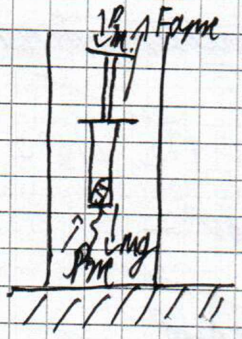
$OY: -F_{тр} + T \cdot \sin\alpha = 0 \Rightarrow \mu N = T\sin\alpha \Rightarrow \mu = \frac{T\sin\alpha}{N} =$

$= \frac{mg \cdot \sin\alpha}{2\cos\alpha} \Big/ 3/2\, mg = \frac{tg\alpha}{3} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

6

Ответ: $\sqrt{3}/3 = \sqrt{3}^{-1}$

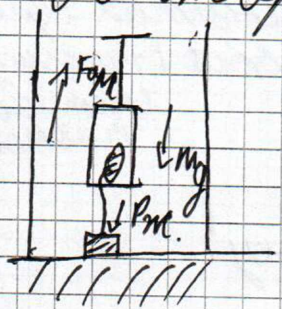
6. В первом случае:



тело плавает $\Rightarrow F_{арх} = F_{тяж} = mg$.

~~т.к. тело не лежит на дне давление воды на него есть со всех сторон (и сверху и снизу)~~

во втором случае:



на ~~тело~~ систему также действует сила архимеда и сила тяжести, но у всей системы $F_{тяж} > F_{арх} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ система утонет. Но в начале опыта шприц ~~тело~~ всплывает пока нить не натянется (груз при этом остаётся лежать на дне).

При дальнейшем добавлении воды увеличивается давление воды на шприц ($P_в = \rho_в g h$), где h - ~~глуб~~ высота водяного столба. под действием этого давления ~~шприц начинает~~ поршень постепенно входит в шприц (выравнивая давление снаружи и внутри шприца) $\Rightarrow$ объём шприца уменьшается, а масса остаётся прежней. $F_{арх} = \rho g V$ V уменьшается $\Rightarrow F_{арх}\downarrow$

$F_{тяж} = mg$. m - const $\Rightarrow F_{тяж}$ - const. $\Rightarrow$ через некоторое время $F_{арх}$ стано

Шифр УФ11-07

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО **«Будущее Сибири»**

вится $\mu < F_{тяж}$ ($F_{арх} < F_{тяж}$) $\Rightarrow$ шприц тонет.

10