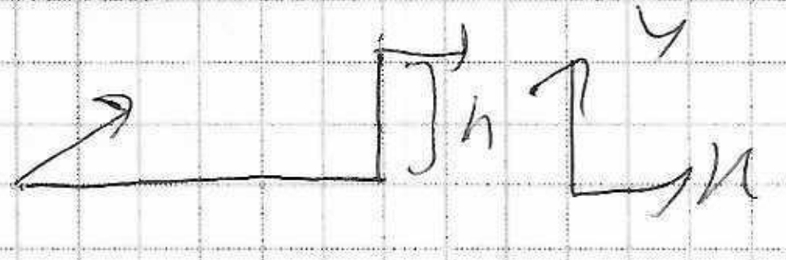
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания 1

Лист работы 1 из 5

1) $\vec{V} = \vec{V_0} + (\vec{a} + \vec{g})t$



(1) $Ox \quad V_0 = V_0 \cos\alpha + at$

(2) $Oy \quad 0 = V_0 \sin\alpha - gt$

2) $\Delta\vec{r} = \vec{V_0}t + \frac{(\vec{a}+\vec{g})t^2}{2}$

(3) $Oy \quad h = V_0 \sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$

4) $Ox \quad L = V_0 \cos\alpha t + \frac{at^2}{2}$

(2) $t = \frac{V_0 \sin\alpha}{g}$

(3) $h = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$V_0 \sin\alpha = \sqrt{2hg}$

$t = \frac{\sqrt{2hg}}{g} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}} = 1\,c$

$\sin\alpha = \frac{\sqrt{2hg}}{V_0}$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{2hg}{V_0^2}} = \frac{\sqrt{V_0^2 - 2hg}}{V_0}$

(4) $a = \frac{V_0(1 - \cos\alpha)}{t}$

Можно использовать оборот листа для записи решений

4) $L = v_0 \cos\alpha t + \frac{v_0(1-\cos\alpha)t^2}{2}$ 1.2

$2L = \frac{2 v_0\sqrt{v_0^2-2hg}}{v_0} t + \frac{v_0\sqrt{v_0^2-2hg}}{v_0} t^2 + v_0 t^2$

$2L - v_0 t^2 = v_0\sqrt{v_0^2-2hg}\cdot(2t-t^2)$

$4L^2 - 2Lv_0t^2 + v_0^2t^2 = (v_0^2-2hg)(2t-t^2)^2$

$v_0^2((2t-t^2)^2 - t^2) + 2Lv_0t^2 - (2hg(2t-t^2)^2 + 4L^2) = 0$

$v_0(2\cdot1-1^2)(-1)+2\cdot10\,v_0 1^2 - (2\cdot5\cdot10(2-1^2)^2 + 4\cdot10^3) = 0$

$20v_0 = 500$

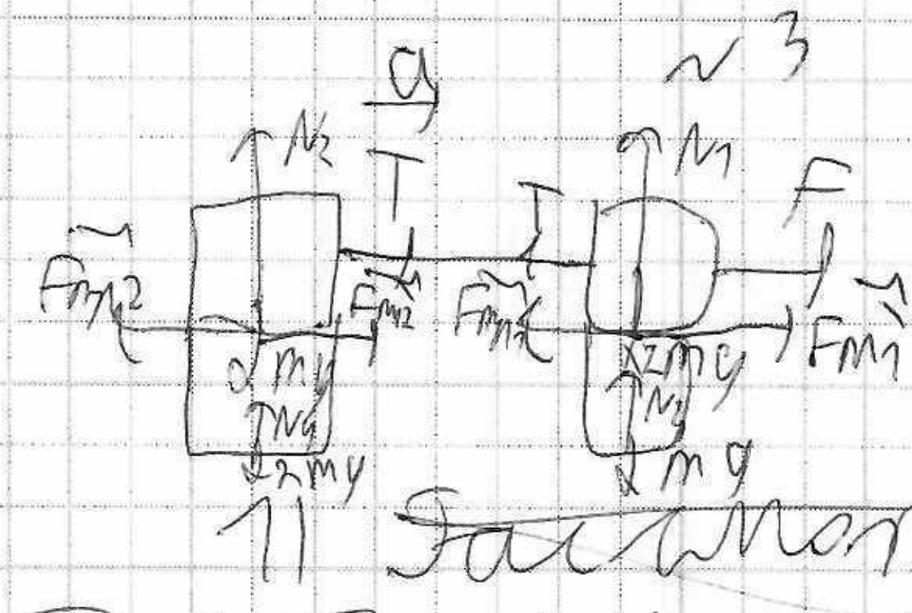
$v_0 = 25$ м/с

$a = \frac{v_0}{t}(1-\cos\alpha) = v_0\left(\frac{1}{t} - \frac{\sqrt{v_0^2-2hg}}{v_0}\right) =$

$= 25\left(\frac{1}{1} - \frac{\sqrt{25^2 - 2\cdot5\cdot10}}{25}\right) = v_0 - \frac{\sqrt{v_0^2-2hg}}{t} =$

$= 25 - \sqrt{25^2 - 2\cdot5\cdot10} = 2$ м/с^2

Ответ: $v_0 = 25$ м/с $a = 2$ м/с^2



1) Рассмотрим движение грузов без учёта разрывания нити

$2m_1 \cdot 0_y \quad N_1 = 2mg$

Вертикально тогда нить будет с $2m_1$, т.к. система не сможет оторваться

$2m_1 \cdot 0_y \quad N_1 = 2mg$

olymp.bmstu.ru

ОХ ~~ось~~ $2ma = F - T - F_{тр1} \Rightarrow T = F - 2ma - F_{тр1}$

для тела: для нити: $ma = F_{тр1}$

а $F_{тр}$ для тел: ОУ $N_2 = mg$

если ~~у~~ системы назвал ускорен

$2ma = F - F_{тр1} - T$

$ma = F_{тр1}$ $\Rightarrow$ $F_{тр2} = 2F_{тр1}$

$ma = T - F_{тр2}$ $T = 3ma$

$2ma = F_{тр2}$ $F = 2ma + 3ma + ma$

$F = 6ma = 2T$

Хитр. ~~ось~~ у системы назвал ус.

2 з.н. $2ma = F - F_{тр1} - T$

на ОХ $ma = F_{тр1}$

$ma = T - F_{тр}$

$2ma = F_{тр2}$

$\Rightarrow$ $F_{тр2} = 2F_{тр1}$

$T = 3ma$

$F = 2ma + 3ma + ma$

$F = 6ma = 2T$

Системы разрушить мы ~~хотим~~ могут нить перетянув мы верхний ~~человек~~ человек хотят продемонстрировать

1) $T = T_0$

$F = 2T_0 = 20\text{Н} \cdot 2 \cdot 10 = 20\text{Н}$

2) $ma_1 = T - \mu N_1$

$2ma_2 = \mu N_1$, где $N_1 = m_{уч} \cdot 2 з.н. \cdot g$

$a_1 > a_2$

$a_1 = \frac{T - \mu m_1}{m}$ $a_2 = \frac{\mu m_1}{2m}$

$\frac{T - \mu m g}{m} > \frac{\mu m g}{2m} \cdot 2m$

$2T > 3\mu mg$

$T > \frac{3}{2}\mu mg$

$\frac{F}{2} > \frac{3}{2}\mu mg \cdot 2$

$F > 3\mu mg$

$F > 15$,

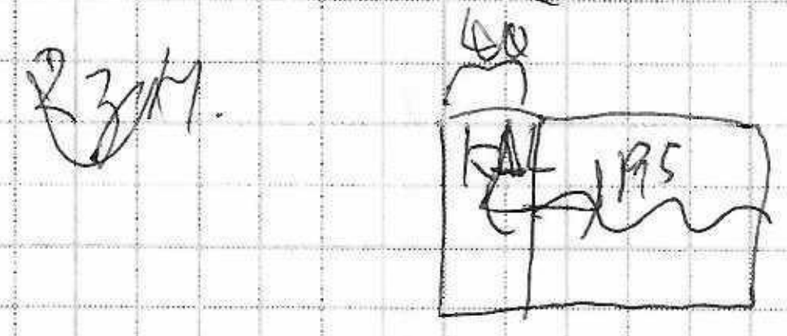
Ответ: 15 Н

№4

~~$Q = \Delta U + A$ и ~~

$A = \Delta W_n$

$A = \frac{k(\Delta L + L)^2}{2} - \frac{k\Delta L^2}{2} \Rightarrow \frac{k \cdot 2A}{k(\Delta L + L)^2 - \Delta L^2}$



$p_1 S = k\Delta L$ (2 з. М)

$p_1 = \frac{k\Delta L}{S}$

$\frac{k\Delta L}{S} \cdot S \cdot \Delta L = \nu R T_1$



$k(\Delta L + L) = p_2 S$ (2 з. М)

$p_2 = \frac{k(\Delta L + L)}{S}$

$\frac{k(\Delta L + L)}{S} \cdot S(\Delta L + L) = \nu R T_2$

$Q = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) + A = \frac{3}{2}(k(\Delta L + L)^2 - k\Delta L^2) +$

$+ A = \frac{3 \cdot 2A}{2((\Delta L + L)^2 - \Delta L^2)}((\Delta L + L)^2 - \Delta L^2) + A = 4A = 6$ кДж

Ответ: 6 кДж

№5

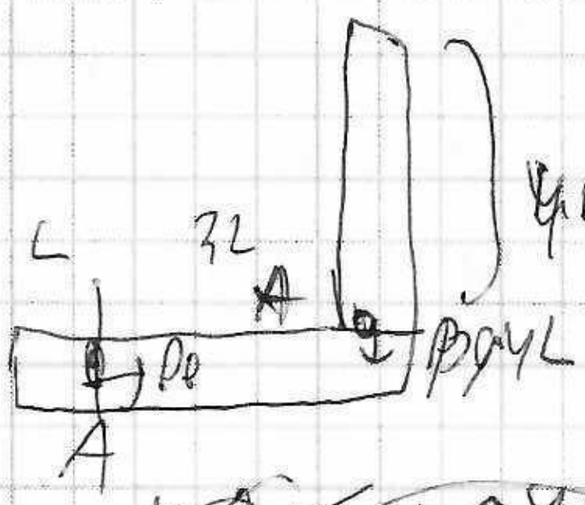
olymp.bmstu.ru

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания 1

дан:



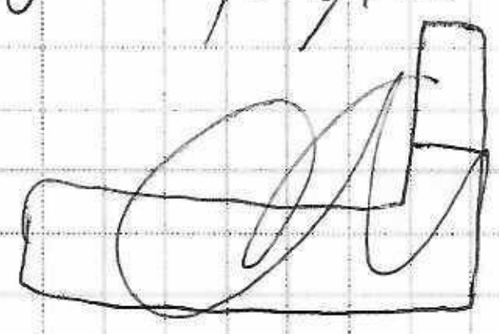
расстояние найдём.

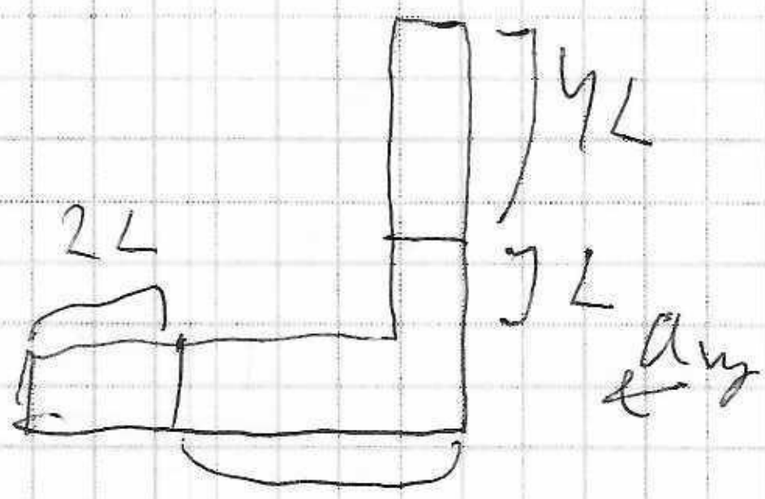
$p_{ГЖ}L = p_B + 2p_Ж3L$

$p_B = p_{ГЖ}L + 2p_Ж3L$ ~~$p_B = p_{ГЖ}L + 2p_Ж3L$~~

$p_B = p_{ГЖ}L$

хан:





т.к. жидкость несжимаема. 2L

сила ч/з = const на всей высоте

в 2р погружения на L

3з.м для горизонтального участка

$2p$

$2p \cdot S \cdot 2L \omega^2 \cdot 3L =$

для воздуха T = const

$p_B \cdot 5L = p_{B2} \cdot S \cdot 2L$

$p_{B2} = \frac{p_B}{2}$

2з.м для горизонтального участка 2р

$2p \cdot S \cdot 2L \omega^2 \cdot 3L = p_{ГЖ}L \cdot S + 2p_Ж L S - p_B \frac{p_B}{2} \cdot S \cdot 2L$

$12\omega^2 L = 4g + 2g - 2g$

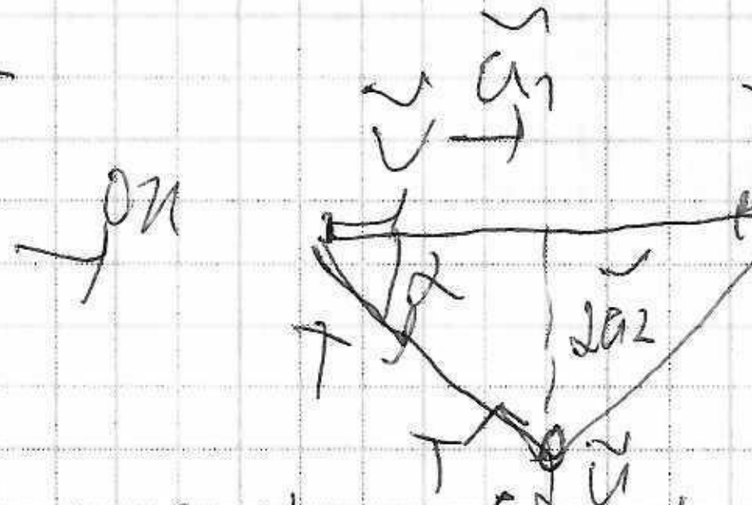
Можно использовать оборот листа для записи решений

$v = \sqrt{\frac{g}{3L}}$ Ответ: $v = \sqrt{\frac{g}{3L}}$

№6

ЗСЭ т.к. система симметрична, то модули скоростей правой и левой рамы и длины правой и левой пружины

ЗСЭ:



$-mg\frac{L}{2}\sin\alpha$

-0

$\cos\alpha = \frac{\frac{L}{2}}{\frac{L}{2}} = \frac{5}{L} = 0{,}8 \quad \frac{7{,}2}{7{,}5} = 0{,}8$

$\sin\alpha = \sqrt{L^2 - 5^2} = \sqrt{L^2 - 5^2} = \sqrt{1 - 0{,}8^2} = 0{,}6$

$u\sin\alpha = v\cos\alpha$

$v = u\,\mathrm{tg}\,\alpha$

ЗСЭ:

$mg\frac{L}{2}\sin\alpha = 2\frac{mv^2}{2} + \frac{mu^2}{2} \quad | : \frac{m}{2}$

$g\sqrt{L^2 - 5^2} = 2u^2\frac{\sqrt{L^2 - 5^2}}{5^2} + u^2$

$u = 5^2 g\sqrt{L^2 - 5^2} : (2L^2 - 5^2)$

Центр вращается по окружности

$\sin\alpha = \sqrt{1 - \cos^2\alpha} = \sqrt{1 - 0{,}8^2} = 0{,}6$

№7

olymp.bmstu.ru

$V_{AL} \cdot \nu_0 = 0{,}5V$

$m_{AL} = \nu_{AL} \cdot M_{AL} = \frac{0{,}5V}{V_0} \cdot M_{AL} = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}001 \cdot 27}{22{,}4} =$

$= 6 \cdot 10^{-3}$ кг

$\nu_{O_2} = \frac{V}{V_0}$

Через малое плечо

$V_{AL} = 0{,}5 V_{O_2} = \frac{0{,}5V}{V_0}$

$m_{AL} = \nu_{AL} \cdot M_{AL} = \frac{0{,}5V}{V_0} \cdot M_{AL} = \frac{0{,}5 \cdot 0{,}001 \cdot 27}{22{,}4 \cdot 10^{-3}} =$

$= 0{,}6$ кг

Ответ: 0,6 кг

№6

По ЗСЭ

$V\cos\alpha = u\sin\alpha$

$V = u\,\mathrm{tg}\,\alpha$

$\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{0{,}6}{0{,}8} = 0{,}75$

$3(7$

$mg\frac{L}{2}\sin\alpha = 2\frac{mv^2}{2} + \frac{mu^2}{2}$ $\quad 1 \cdot \frac{2}{m}$

$gL\sin\alpha = 2u^2\mathrm{tg}^2\alpha + u^2$

$u = \sqrt{\frac{gL\sin\alpha}{2\mathrm{tg}^2\alpha + 1}} \approx 2$ м/с

$v = 1{,}5$ м/с

ЗСЭ (вверх):

$a_1 = a_2 \operatorname{tg}\alpha$

2 з.Н для верхней

Ox $T\cos\alpha = ma_1$

$a_1 = \frac{T\cos\alpha}{m}$

2 з.Н для нижней

Oy $mg - 2T\sin\alpha = ma_2$

$a_2 = \frac{mg - 2T\sin\alpha}{m}$

$\frac{T\cos\alpha}{m} = \frac{mg - 2T\sin\alpha}{m} \operatorname{tg}\alpha \cdot m$

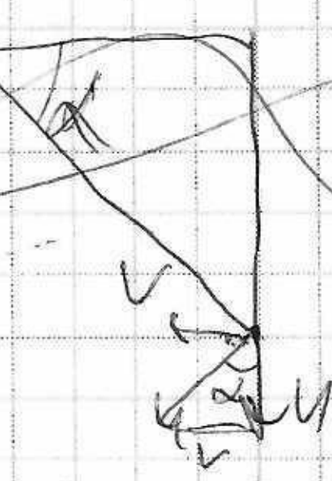
$T\cos\alpha + 2T\sin\alpha\operatorname{tg}\alpha = mg\operatorname{tg}\alpha$

$T = \frac{mg\operatorname{tg}\alpha}{\cos\alpha + 2\sin\alpha\operatorname{tg}\alpha} = 0{,}44$ Н

Закон сохр

$u\sin\alpha$

Отн верхнего

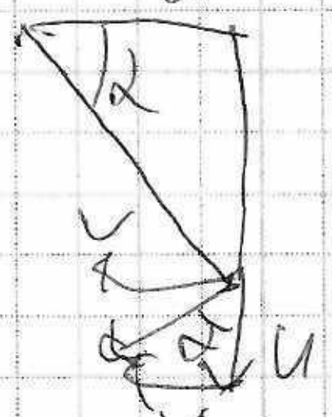


$u + v_2 = v$

$v\cos\alpha = u\sin\alpha$

$v = u\operatorname{tg}\alpha$ Закон сохр

Отн верхнего



$u + v_2 = v$

З(Э

$mg\frac{L}{2}\sin\alpha = \frac{2mv^2}{2} + \frac{mu^2}{2} \quad | \cdot \frac{m}{2}$

$gL\sin\alpha = 2u^2\operatorname{tg}^2\alpha + u^2$

$u = \sqrt{\frac{gL\sin\alpha}{2\operatorname{tg}^2\alpha + 1}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 10 \cdot 0{,}6}{2 \cdot 0{,}75^2 + 1}} = 2$ м/с

$v = 7{,}5$ м/с

Закон сохр

$a_1 = a_2 \operatorname{tg}\alpha$

olymp.bmstu.ru

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания 1

2 з.м. для Коли
$0x$ $T - mg\cos\alpha = ma_1$
$a_1 = \frac{T - mg\cos\alpha}{m}$

2 з.м. для Вити
$0y$ $mg - 2T\sin\alpha = ma_2$
$a_2 = \frac{mg - 2T\sin\alpha}{m}$

$\frac{T - mg\cos\alpha}{m} = \frac{mg - 2T\sin\alpha}{m} + g\alpha$

$T = \frac{mg + g\alpha}{\cos\alpha + 2\sin\alpha + g\alpha} = 0{,}44\,Н$

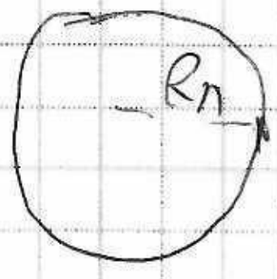
Ответ: $V_В = 7{,}5\,м/с$, $V_К = 2\,м/с$, $T = 0{,}44\,Н$

№2

Для спутника Венеры:

$T = 24\,ч$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$



Для Земли:

$m\omega^2 R = G\frac{mM}{R^2}$

$M = \frac{4\pi^2 R^3}{G T^2}$

т.к. раз в сутки Венера возвращается в начальное положение, как и 2 спутник

$T_2 = T$

$m\omega_2^2 R_2 = G\frac{mM}{R_2^2}$

Можно использовать оборот листа для записи решений

$$\frac{4\pi^2}{T^2} R_3^2 = GM = \frac{4\pi^2}{T^2} R^2$$

(1)

$R_3 = R$

Ответ: 0

