T60

Шифр ~~ХМ-11-96~~

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:	Т	Е	Л	Е	Н	К	О	В												
Имя:	Д	М	И	Т	Р	И	Й													
Отчество:	С	Е	Р	Г	Е	Е	В	И	Ч											

Учащийся 11 класса школы № ЮФМЛ

Ханты-Мансийска

(города/села, района)

ХМАО – Югры, Тюменской области

(области)

Дата рождения 22.12.1997

Контактная информация – телефон(ы): 89519803082

E-mail: telencov2009@rambler.ru

Пункт проведения этапа г. Ханты-Мансийск

Дата проведения этапа 15.02.2015

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 T - 60

Олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

2 этап (**заключительный**) 2014–2015 учебный год

ФИЗИКА

Общий балл	Дата	Ф. И. О. членов жюри	Подписи членов жюри
40	24.02.15.	Похабов Д.А. Иванов Е.Ю.	ПохД [illegible]

Председатель жюри: Махмудиан М.М. [illegible]

ХМ-11-96

НГУ Т № 60

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

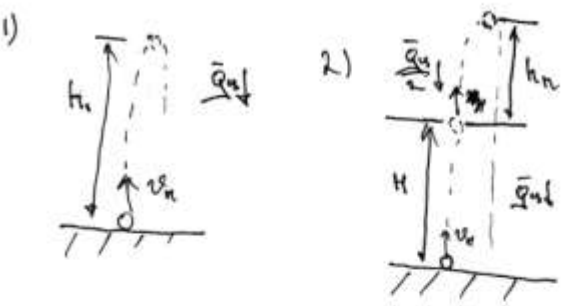
1.

1	2	3	4	5	6	Σ
10	2	6	8	10	4	40

Дано:
$H = 10$ см
$h_1 = 20$ см
$h' - ?$

Решение:

Условие, в которых Незнайка подбрасывал мячик не изменились => и до, и после изменения ускорение свободного падения начинаяс высоты H, Незнайка бросает мяч с одинаковой начальной ск-ю v_H



По З.С.М.Э.:

1) $\frac{m v_H^2}{2} = m g_H h_1$

2) $\frac{m v_H^2}{2} = m g_H H + m \frac{g_H}{2} \cdot h_n$ $\Big\} \Rightarrow$ $m g_H h_1 = m g_H H + \frac{1}{2} m g_H h_n$

$h_n = 2(h_1 - H)$

10б

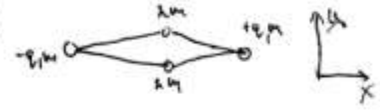
$h' = H + h_n = 2h_1 - H = 40\text{см} - 10\text{см} = 30\text{см}$

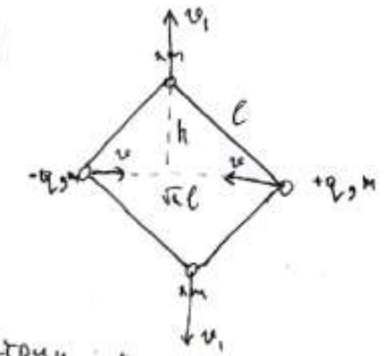
Ответ: $h' = 30$ см.

Дано: l, q, m

v, v_1 - ?

Решение:

1) 

2) 

1) Из соображений симметрии: шарики $+q$ и $-q$ будут двигаться вдоль оси x с одинаковыми по модулю, но противоположно направленными скоростями. То же будет выполняться и для шариков $2m$, но с осью y.

2) $h^2 = l^2 - \left(\frac{\sqrt{2}l - 2vt}{2}\right)^2$ ($t \approx 0 \Rightarrow v = const$ и начинается с момента, когда ромб принимает форму квадрата)

$2hv_1 = 2\left(\frac{l}{\sqrt{2}} - vt\right)(v)$

$v_1 = \frac{\frac{l}{\sqrt{2}} - vt}{h} v \overset{t=0}{=} \frac{l}{\sqrt{2}h} v$

По З.С.Э.:

$-k\frac{q^2}{4l^2} = 2\cdot\frac{mv^2}{2} + 2\cdot\frac{2mv_1^2}{2} - \frac{kq^2}{2l^2}$

$\frac{kq^2}{4l^2} = mv^2 + 2m\frac{l^2}{2h^2}v^2$

$v^2 = \frac{kq^2}{4ml^2}\left(\frac{1}{1+\frac{l^2}{h^2}}\right) \Rightarrow v = \frac{qh}{2l}\sqrt{\frac{k}{m(h^2+l^2)}}$

$v_1 = \frac{l}{\sqrt{2}h} v = \frac{q}{2\sqrt{2}}\sqrt{\frac{k}{m(h^2+l^2)}}$

$h\cdot$

$v_1 = \frac{l}{\sqrt{2}h} v$

$h = \frac{l}{\sqrt{2}} \Rightarrow v_1 = v$

По З.С.Э.:

$-k\frac{q^2}{4l^2} = 2\cdot\frac{mv^2}{2} + 2\frac{2mv_1^2}{2} - \frac{kq^2}{2l^2}$

$\frac{kq^2}{4l^2} = 3mv^2$

$v = \frac{q}{2l}\sqrt{\frac{k}{3m}} = v_1$

Ответ: $v = \frac{qh}{2l}\sqrt{\frac{k}{m(h^2+l^2)}}$

$v_1 = \frac{q}{2\sqrt{2}}\sqrt{\frac{k}{m(h^2+l^2)}}$

Ответ: $v = v_1 = \frac{q}{2l}\sqrt{\frac{k}{3m}}$

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

НГУ Т № 60

~~ХМ-11-96~~

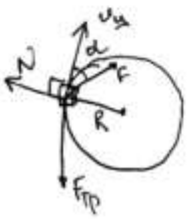
3.

Дано:
R, m, F, α, μ

$v_y - ?$

Решение:

т.к. v всегда направлена по касательной к окружности, то и F направлена под углом α к касательной.



По II З.Н.:

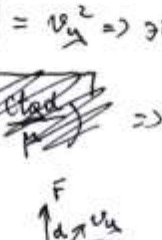
$$\begin{cases} \cancel{N = F \cdot \sin\alpha} \quad \cancel{a_n = 0 \text{ (ускорение шайбы} = 0)} \\ \cancel{\mu N = F \cdot \cos\alpha} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F \cdot \sin\alpha \overset{?}{-} N = m \frac{v_y^2}{R} \\ \mu N = F \cdot \cos\alpha \quad + \quad 2 \end{cases}$$

$$F\left(\sin\alpha - \frac{\cos\alpha}{\mu}\right) = m\frac{v_y^2}{R}$$

$\frac{\sin\alpha F R}{m}\left(1 - \frac{ctg\alpha}{\mu}\right) = v_y^2 \Rightarrow$ эта ситуация невозможна, т.к. $1 - \frac{ctg\alpha}{\mu} < 0 \Rightarrow$

$\cancel{v_y = \sqrt{\frac{FR}{m}\sin\alpha\left(1 - \frac{ctg\alpha}{\mu}\right)}}$ $\Rightarrow$ картинка должна выглядеть так:



По II З.Н.:

$$\begin{cases} F\cos\alpha = \mu N \\ N - F \cdot \sin\alpha = m\frac{v_y^2}{R} \end{cases}$$

$$\frac{R}{m}F\left(\frac{\cos\alpha}{\mu} - \sin\alpha\right) = v_y^2$$

$$\frac{FR}{m}\sin\alpha\left(\frac{ctg\alpha}{\mu} - 1\right) = v_y^2$$

$$v_y = \sqrt{\frac{FR}{m}\sin\alpha\left(\frac{ctg\alpha}{\mu} - 1\right)}$$

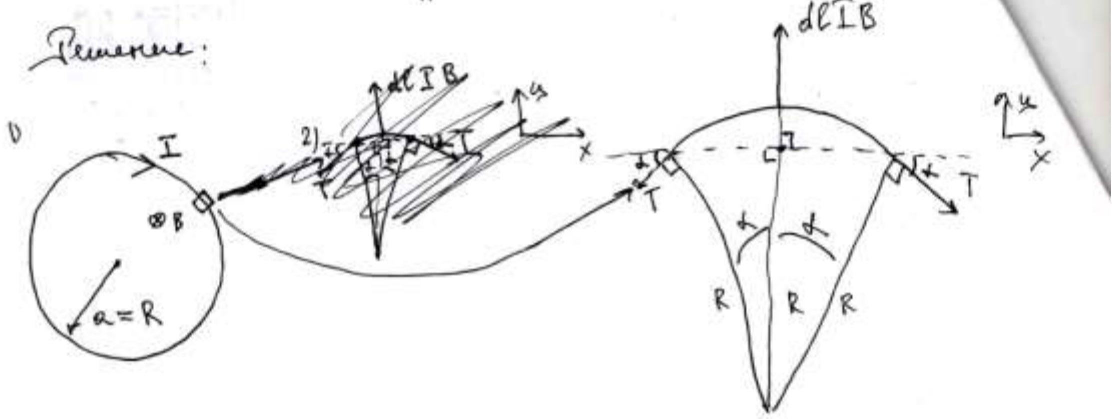
Ответ: $v_y = \sqrt{\frac{FR}{m}\sin\alpha\left(\frac{ctg\alpha}{\mu} - 1\right)}$ –

4.

Дано:
$R, \tau, t_0 = \frac{\tau}{2}$
$a - ?$

Решение:

1)



2. По II з.н.

$y: \; dlIB = 2T \sin\alpha$

$dlIB = 2T \cdot \alpha$

$2\alpha \cdot R = dl$

$dlIB = 2T \cdot \frac{dl}{2R}$

$IBR = T$

$I_0 B_0 R = T_0$

$I = \frac{|\mathcal{E}|}{R} = \frac{|(\pi R^2 B)'|}{R} = \frac{2\pi R^2 B_0 \frac{t}{\tau^2}}{R}$ (сходится, т.к. я уже знаю направление силы тока)

$I \cdot B = 2\pi R \; B_0^2 \left(\frac{t}{\tau^2} - \frac{t^3}{\tau^4}\right)$

$I_0 B_0 = 2\pi R B_0^2 \left(\frac{t_0}{\tau^2} - \frac{t_0^3}{\tau^4}\right) = \frac{T_0}{R}$

$2\pi R^2 B_0^2 \left(\frac{1}{2\tau} - \frac{1}{8\tau}\right) = T_0$

$\frac{\frac{3}{4}\pi R^2 B_0^2}{\tau} = T_0$

$R^2 = \frac{4 T_0 \tau}{3 B_0^2 \pi}$

$R = \frac{2}{B_0}\sqrt{\frac{T_0 \tau}{3\pi}} = a$

Ответ: $a = \frac{2}{B_0}\sqrt{\frac{T_0 \tau}{3\pi}}$

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

НГУ Т № 60

5.

Комнатная температура $t = 20^\circ C$; $g = 9,8$ м/с²; $\rho_{ртути} = 13600$ кг/м³; $M_{возд} = 29$ г/моль

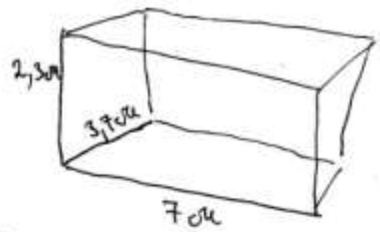
Среднее давление в моём городе $p = 764$ мм. рт. столба.

Оно может колебаться на ± 8 мм в течение года. Соответственно

$p_{макс} = 772$ мм. рт. ст. $= 772\cdot10^{-3}\cdot 9,8\cdot 13600$ Па $= 102\,892$ Па

$p_{мин} = 756$ мм. рт. ст. $= 756\cdot10^{-3}\cdot 9,8\cdot 13600$ Па $= 100\,760$ Па

Размеры жилой комнаты:



$V = 2,3\cdot 7\cdot 3,7$ м³ $= 59,57$ м³ ≈ 60 м³

$V\cdot p_{max} = \nu_{max}RT$

$V\cdot p_{min} = \nu_{min}RT$

$m_{max} = \nu_{max}M_в = \frac{V p_{max}}{RT}M_в$

$m_{min} = \nu_{min}M_в = \frac{V p_{min}}{RT}M_в$

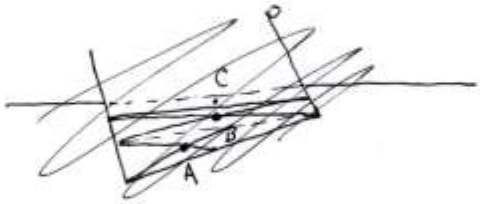
$\Delta m = m_{max} - m_{min} = \frac{VM_в}{RT}(p_{макс} - p_{мин}) = \frac{60\cdot 29}{8,31\cdot 293}(102892 - 100760)$ г $=$

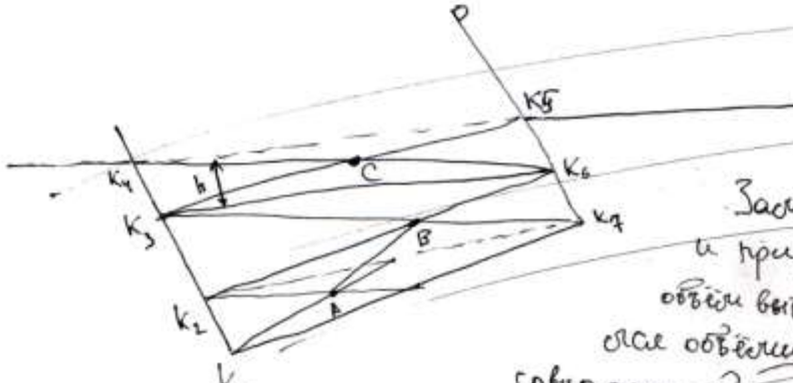
$= 1523$ г $\approx 1,5$ кг

Соответственно масса воздуха в комнате может изменяться на $\Delta m = 1,5$ кг или на $\pm 0,75$ кг (относительно среднего значения)

Ответ: $\Delta m = 1,5$ кг +

~~Покажем, почему контейнер на ... находится в равновесии будучи наклонённым в сторону прищепок:~~





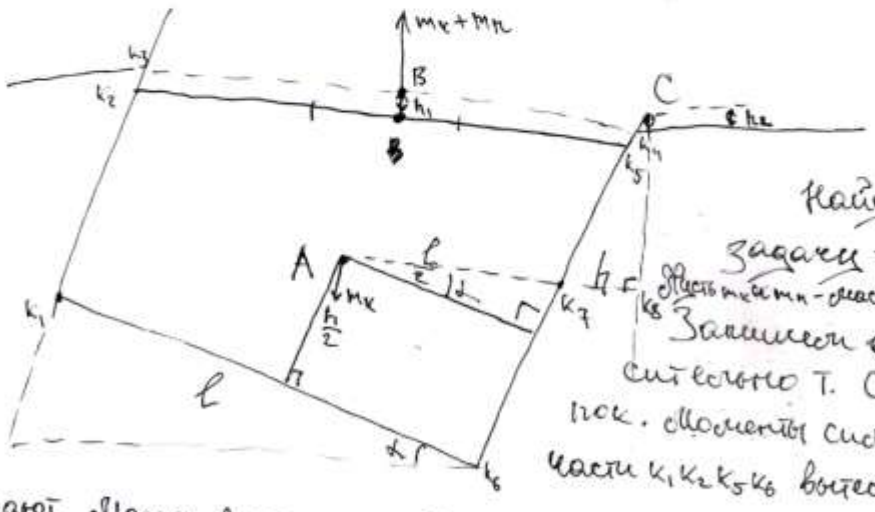
$K_1K_4K_5K_7$ – ~~в~~ объём вытесненной части жидкости

$K_1K_3K_6K_7$ – налитая жидкость

Заметим, что если бы и контейнер и прищепка ничего бы не весили, то объём вытесненной части жидкости равнялся объёму налитой, то есть $K_1K_4K_5K_7$ и $K_1K_3K_6K_7$ совпадали бы; но у контейнера и прищепок есть масса $\Rightarrow V_{K_3K_4K_5K_6}\cdot \rho_ж \cdot g = m_п + m_к \Rightarrow V_{K_3K_4K_5K_6}$ очень мала по сравнению с $V_{K_1K_3K_6K_7}$, ~~[illegible]~~ соответственно и h крайне мала,

ОЛИМПИАДА «БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

6.



Найдём угол α, решив задачу теоретически.

Пусть $m_к$ и $m_п$ – массы контейнера и прищепок соответ-но.

Запишем моменты сил относительно т. C – точки крепления прищепок. Моменты сил налитой воды $k_1k_2k_5k_6$ и части $k_1k_2k_5k_6$ вытесненной жидкости – совпадают. Масса вытесненной жидкости $k_2k_3k_4k_5$ = массе прищепок и контейнера $\Rightarrow V_{k_2k_3k_4k_5}$ – очень мал по сравнению с $V_{k_1k_2k_5k_6} \Rightarrow h_1 \ll h \Rightarrow$ центр масс $k_2k_3k_4k_5$ можно принять точкой B.

$$M_B = (m_к+m_п)\cdot\left(h_2\cdot tg\alpha + \frac{l}{2\cos\alpha}\right)$$

$$Ck_7 = \frac{1}{2}h - \frac{l}{2}tg\alpha$$

$$k_7k_8 = Ck_7 \cdot \sin\alpha$$

$$Ak_7 = \frac{l}{2\cos\alpha}$$

$$M_A = m_к\left(\frac{l}{2\cos\alpha} + \left(\frac{1}{2}h - \frac{l}{2}tg\alpha\right)\sin\alpha\right)$$

$$M_A = M_B$$

$$m_к\frac{l}{2\cos\alpha} + \frac{1}{2}m_к h\sin\alpha - \frac{1}{2}m_к l\, tg\alpha \sin\alpha = m_к h_2 tg\alpha + \frac{1}{2}m_к l\cos\alpha + m_п\left(h_2 tg\alpha + \frac{l}{2\cos\alpha}\right)$$

$$m_к\frac{l}{2\cos\alpha} + \frac{1}{2}m_к h\sin\alpha - \frac{1}{2}m_к\frac{l}{\cos\alpha} + \frac{1}{2}m_к l\cos\alpha = m_к h_2 tg\alpha + \frac{1}{2}m_к l\cos\alpha + m_п\left(h_2 tg\alpha + \frac{l}{2\cos\alpha}\right)$$

$$\frac{1}{2}m_к h\sin\alpha = m_к h_2 tg\alpha + m_п\left(h_2 tg\alpha + \frac{l}{2\cos\alpha}\right)$$

$$\frac{1}{2} m_K h \sin\alpha = h_2 \tan\alpha \overbrace{(m_K + m_n)}^{m_K\ (m_n \ll m_K)} + m_n \frac{\ell}{2\cos\alpha}$$

$$\frac{1}{2} m_K h \sin\alpha = h_2 m_K \tan\alpha + m_n \frac{\ell}{2\cos\alpha}$$

$$m_K \left(\frac{1}{2} h \sin\alpha - h_2 \tan\alpha\right) = m_n \frac{\ell}{2\cos\alpha}$$

?