Шифр | |

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: К О Р О Л Ь К О В

Имя: Ф Е Д О Р

Отчество: В И К Т О Р О В И Ч

Учащийся 11ª класса школы № лицея г. Юрги

Город Юрга

(города/села, района)

Кемеровская область

(области)

Дата рождения 26 февраля 1997

Контактная информация – телефон(ы) : 8 961-864-9917

E- mail:

Пункт проведения этапа Юрга

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

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри

№1

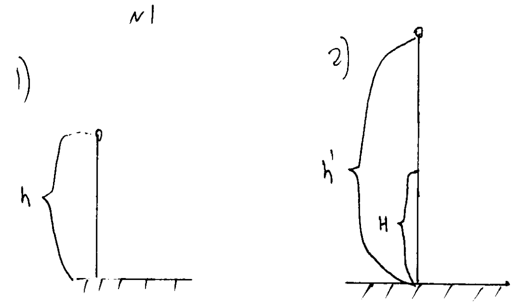
Дано:

$h = 20$ м

$H = 10$ м

$h' - ?$

$g_1 = 2g_2$



Энергия, которую Незнайка сообщит мячу будет всегда одинакова и равна $E = mg_1h$

Во втором случае, когда ускорение свободного падения на высоте более H уменьшится вдвое, эта энергия будет складываться из двух потенциальных на высоте H и h'

$E = mg_1H + mg_2(h'-H) = mg_1H + \frac{mg_1}{2}(h'-H)$

т.к энергии в обоих случае одинаковы, приравняем $mg_1h = mg_1H + \frac{mg_1}{2}(h_1-H)$

$h = H + \frac{1}{2}(h_1 - H)$

$2h = 2H + h_1 - H$

$h' = 2h - 2H + H$

$h' = 2h - H$

$h' = 2 \cdot 20 - 10 = 40 - 10 = 30$ м

Ответ: Незнайка сможет подбросить мяч на высоту 30 м.

№3

Дано:

$\mu < ctg\,\alpha$

$F_{тр}$ - сила трения

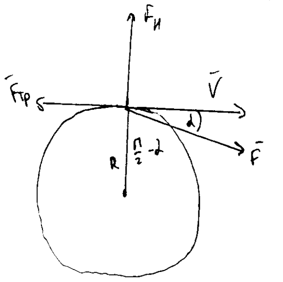
$F_н$ - сила реакции опоры

$\vec{V}$ - скорость

α - угол между $\vec{V}$ и $\vec{F}$

Найти:

V - ?



$\vec{F} = m\vec{a}$ - по II закону Ньютона
$a = \frac{V^2}{R}$
$\Big| \Rightarrow \frac{mV^2}{R} = F\sin\alpha - F_н$

$$\begin{cases} \frac{mV^2}{R} = F\cdot\sin\alpha - F_н \\ \vec{F}_{тр} = F\cdot\cos\alpha = \mu F_н \end{cases}$$

$$F\cdot\sin\alpha - \frac{mV^2}{R} = F_н$$

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

$$\frac{mV^2}{R} = F\sin\alpha - \frac{F\cos\alpha}{\mu}$$

$V = \sqrt{\frac{R\cdot F}{m}\left(\sin\alpha - \frac{\cos\alpha}{\mu}\right)}$, но $\mu < ctg\,\alpha \Rightarrow \mu\sin\alpha < \cos\alpha$,

а значит $\mu(\sin\alpha - \cos\alpha) < 0$, а это невозможно.

Таким образом сила реакции опоры $F_н$ будет направлена в другую сторону, значит $V = \sqrt{\frac{R\cdot F}{m}\left(\sin\alpha + \frac{\cos\alpha}{\mu}\right)}$

№5

Дано:

$V_1 = V_2 = 20\,м^3$

$T_1 = T_2 = 15°C = 288\,K$

$P_1 = 700$ мм.рт.ст.

$P_2 = 780$ мм.рт.ст.

Δm - ?

$\mu = 29\cdot10^{-3}$

Все газы подчиняются уравнению Менделеева-Клапейрона $PV = \frac{m}{\mu}RT$

$P_1V_1 = \frac{m_1}{\mu}RT_1$
$P_2V_2 = \frac{m_2}{\mu}RT_2$
| разделим одно на другое

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow m_1 = \frac{P_1 m_2}{P_2}$, значит $m_1 = \frac{700\cdot133{,}3}{780\cdot133{,}3}m_2 = 0{,}89\,m_2$

значит m_1 - это 89% массы m_2, значит $\Delta m = 11\%$

$\Delta P\cdot V = \frac{\Delta m}{\mu}\cdot R\cdot T \Rightarrow \Delta m = \frac{\Delta P V \mu}{RT}$ $\Delta m = \frac{80\cdot133{,}3\cdot20\cdot29\cdot10^{-3}}{8{,}31\cdot288} = 2{,}58$ кг

Ответ: 2,58 кг

№4

Дано:

R - сопротивление проволоки

B_0

$B(t) = B_0\left(1 - \frac{t^2}{\mathcal{T}^2}\right)$

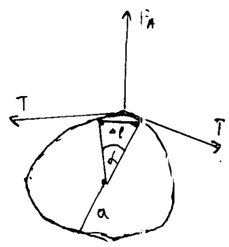
$t = \frac{\mathcal{T}}{2}$

a - радиус кольца

T_0 - максимальное натяжение

найти:

a - ?



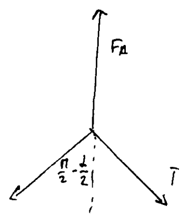
$$\left.\begin{array}{l} F_A = BI\cdot\Delta l \\ B = B_0\left(1 - \frac{t^2}{\mathcal{T}^2}\right) \end{array}\right| \Rightarrow F_A = B_0\left(1 - \frac{t^2}{\mathcal{T}^2}\right)\cdot I\cdot\Delta l$$

$\Delta l = a\cdot\alpha$ (т.к. $\alpha \to 0$, значит $\sin\alpha \approx \alpha$)

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B\cdot S}{\Delta t} = -S\cdot\frac{\Delta B}{\Delta t} = -S\cdot\left(B_0 - \frac{B_0 t^2}{\mathcal{T}^2}\right)' = \frac{2SB_0 t}{\mathcal{T}^2}$$

$$\left.\begin{array}{l} \mathcal{E} = \frac{2SB_0 t}{\mathcal{T}^2} \\ S = \pi a^2 \end{array}\right| \Rightarrow \mathcal{E} = \frac{2\pi a^2 B_0 t}{\mathcal{T}^2}$$

по III закону Ньютона:



$F_A = 2T\cdot\cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\alpha}{2}\right) = 2T\sin\frac{\alpha}{2}$

$\alpha \to 0 \Rightarrow \sin\alpha \to 0 \Rightarrow \sin\frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2}$

значит $F_A = 2T\cdot\frac{\alpha}{2} = T\cdot\alpha$

Закон Ома: $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{2\pi a^2\cdot B_0 t}{R\,\mathcal{T}^2}$

$$\left\{\begin{array}{l} F_A = 2T\frac{\alpha}{2} = T\cdot\alpha \\ F_A = I\cdot B\,\Delta l \\ I = \frac{2\pi a^2\cdot B_0 t}{R\,\mathcal{T}^2} \end{array}\right| \Rightarrow \left.\begin{array}{l} F_A = B_0^2\left(1 - \frac{t^2}{\mathcal{T}^2}\right)\cdot\frac{2\pi a^3\cdot t\cdot\alpha}{R\,\mathcal{T}^2} \\ F_A = T\alpha \end{array}\right\}$$

$$T = B_0^2\left(1 - \frac{t^2}{\mathcal{T}^2}\right)\frac{2\pi a^3 t}{R\,\mathcal{T}^2}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{T\cdot R\cdot\mathcal{T}^2}{B_0^2\left(1 - \frac{t^2}{\mathcal{T}^2}\right)t\cdot 2\pi}}$$

при $t = \frac{\mathcal{T}}{2}$, $T = T_0$: $a = \sqrt[3]{\frac{T_0 R\,\mathcal{T}^2}{B_0^2\left(1 - \frac{1}{4}\right)\frac{\mathcal{T}}{2}\cdot 2\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4T_0 R\,\mathcal{T}}{3B_0^2\,\pi}}$

$$a = \sqrt[3]{\frac{4T_0 R\,\mathcal{T}}{3B_0^2\cdot\pi}}$$

ответ: $a = \sqrt[3]{\frac{4T_0 R\,\mathcal{T}}{3B_0^2\cdot\pi}}$

№6

В первом случае, когда контейнер с прищепками плавает горизонтально, момент силы, который создают прищепки намного меньше момента силы Архимеда, который создает вода, поэтому отклонение не значительно.

Поверхность воды всегда горизонтальна, поэтому во втором случае, когда мы наливаем воду в контейнер, ~~он~~ её поверхность стремится сделаться горизонтальной. Т.к прикреплены прищепки, дно контейнера не горизонтально. Вода стремится к минимуму потенциальной энергии, т.е к правому краю, и создаст момент силы, которая будет поворачивать контейнер по часовой. Он будет больше чем в первом, т.к сила тяжести контейнера с водой больше чем пустого, а значит отклонение будет намного больше.

№2

Дано:

m

$2m$

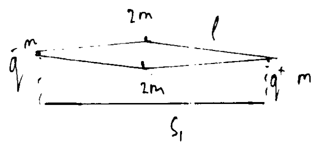
$+q$

$-q$

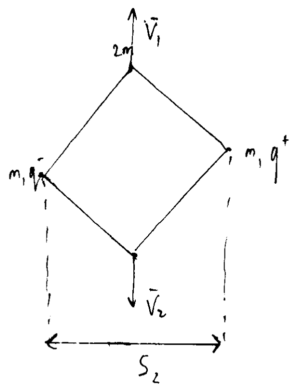
V_1-?

V_2-?

1)



2)



~~по закону сохранения энергии S_1~~

$S_1 = 2l$ (т.к шарики соприкоснутся).

это квадрат, значит

$S_2^2 = l^2 + l^2 = 2l^2$

$S_2 = l\sqrt{2}$

по закону сохранения энергии:

$E_{п1} = \frac{-kqq}{S_1}$ $\quad E_{к1} = 0$ (т.к они покоятся)

$E_{п2} = \frac{-kq_1q_2}{S_2}$ $\quad E_{к2} = \frac{2\cdot 2mV_1^2}{2} + \frac{2mV_2^2}{2}$

$E_{к2} = 2mV_1^2 + mV_2^2$

$$E_{п1} + E_{к1} = E_{п2} + E_{к1} \Rightarrow \frac{-kqq}{2l} = \frac{-kqq}{\sqrt{2}\,l} + 2mV_1^2 + mV_2^2$$

$V_1 = V_2$ (потому что расположены симметрично)

$$\frac{kq^2}{l\sqrt{2}} - \frac{kq^2}{2l} = 3mV_1^2 = \frac{2kq^2 - \sqrt{2}kq^2}{2\sqrt{2}\cdot l} \Rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{kq^2(2-\sqrt{2})}{2\sqrt{2}\cdot l\cdot 3m}} = q\sqrt{\frac{k(2-\sqrt{2})}{6\sqrt{2}\cdot m\cdot l}}$$

Ответ: $V_1 = V_2 = q\sqrt{\frac{k(2-\sqrt{2})}{6\sqrt{2}\cdot m\cdot l}}$