работа на 2-х листах

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

620024

Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на вступительном экзамене

по Физике
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. экзаменующегося Колесников Павел Михайлович

Регистрационный номер (номер экзаменационного листа) лицей №1580, Москва

Вариант задания, тема сочинения 10 класс
Вариант №1

Дата экзамена “ 25 ” февраля 2018 г.

Подпись экзаменующегося Коллист № 1

Безу сумен.

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	20	2	~~7~~ 16	20						~~34~~ 63
V	V	3	18	V						

620024

Шифр ______________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Исправленному верить

Ф. Н. В. Онисимов

Вариант № 1

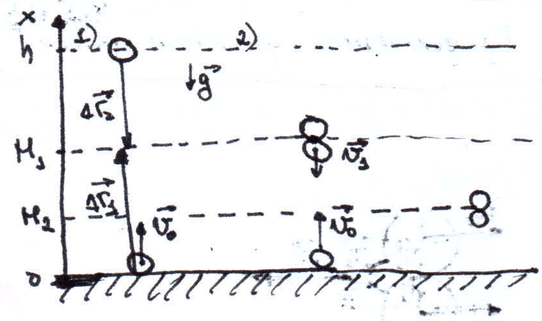
$\Sigma = 66$

№1. Дано: h

~~v_0 такая, что~~

H_1 - ?

H_2 - ?



5

1) v_0 - такая, что если бросить шарик от земли, то на высоте h скорость станет равна $0 \Rightarrow E_к = \frac{mv_0^2}{2} = E_п = \cancel{m}gh \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$

2)

$|\Delta \vec{r}_1| = H_1$

$|\Delta \vec{r}_2| = h - H_1$

$\Delta \vec{r}_2 = \frac{\vec{g} t_1^2}{2}$ $\qquad \Delta \vec{r}_1 = \vec{v}_0 t_1 + \frac{\vec{g} t_1^2}{2}$

Ox: $h - H_1 = \frac{g t_1^2}{2}$ $\qquad H_1 = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$

$h - v_0 t_1 + \cancel{\frac{g t_1^2}{2}} = \cancel{\frac{g t_1^2}{2}} \Rightarrow t_1 = \frac{h}{v_0} = \frac{h}{\sqrt{2gh}} = \sqrt{\frac{h}{2g}} \Rightarrow h - H_1 = \frac{g t_1^2}{2} = \frac{gh}{4g} \Rightarrow H_1 = h - \frac{h}{4} = \frac{3h}{4}$ +

3) Перед столкновением скорости шариков были равны (т.к. равны их высоты $\Rightarrow$ равны потенц. энергии и равны их полные энергии) $\Rightarrow$

$\Rightarrow E_к = \frac{\cancel{m}v_0^2}{2} = \frac{\cancel{m}v_1^2}{2} + \cancel{m}gH_1 = \frac{v_1^2}{2} + \frac{3gh}{4} \quad |\cdot 4$

$2v_0^2 = 2v_1^2 + 3gh$

$\frac{2 \cdot 2gh - 3gh}{2} = \cancel{4}v_1^2 \Rightarrow |v_1| = \sqrt{\frac{gh}{2}}$

Скорости шариков равны (v_1) и противонаправлены $\Rightarrow \vec{p} = p_1 + p_2 = mv_1 - mv_1 = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ после столкновения скорости тоже равны v_1 и противонаправлены (равны v_1

т.к. столкновение упругое $\Rightarrow$ потери энергии не произошло $\Rightarrow E = m\frac{v_1^2}{2} + mgH_1 = m\frac{v_3^2}{2} + mgH_1$)

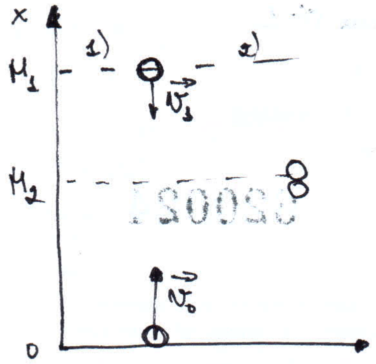
$\Rightarrow |v_1| = |v_3|$

$p_2 = -mv_1$

$p_1 = mv_1$

$\Rightarrow p = 0$

4)



~~Энергия~~ Аналогично с предыдущими пунктами получим:

$$\left.\begin{aligned} H_1 - H_2 &= v_1 t_2 + \frac{g t_2^2}{2} \\ H_2 &= v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \end{aligned}\right| \Rightarrow$$

О каких перьях здесь идёт речь?

$$\Rightarrow H_1 - v_0 t_2 + \cancel{\frac{g t_2^2}{2}} = v_1 t_2 + \cancel{\frac{g t_2^2}{2}}$$

знаки!

$$H_1 = (v_0 + v_1) t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{H_1}{v_0 + v_1} = \frac{3h}{4\left(\sqrt{2gh} + \sqrt{\frac{gh}{2}}\right)} = \frac{3}{4\left(\sqrt{2} + \sqrt{\frac{1}{2}}\right)} \frac{\sqrt{h}}{\sqrt{g}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H_2 = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = \frac{\sqrt{2gh}\sqrt{h}}{4\left(\sqrt{2} + \sqrt{\frac{1}{2}}\right)\sqrt{g}} = \frac{h\sqrt{2}}{4\left(\sqrt{2} + \sqrt{\frac{1}{2}}\right)} = \frac{2h}{4\cdot(2+1)} = \frac{h}{6}$$

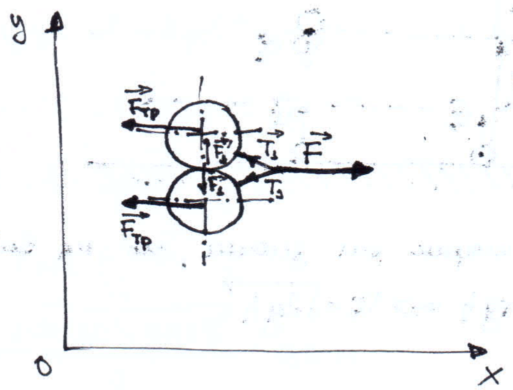
~~Ответ~~: $\frac{3h}{4}$; $\frac{h}{6}$. Продолжение решения далее.

№2. Дано:

$L = R$

$F = 3$ Н

F_1 - ?



20

1) Рассмотрим силы, действующие на одну шайбу (в проекции на плоскость стола (оху))

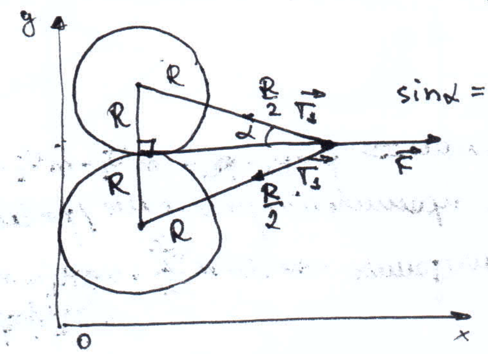
Т.к. шайба однородна, то центр её масс совпадает с геометрическим центром $\Rightarrow M_{F_{тр}} = 0$ (относительно оси, проходящей через центр)

$M_{F_1} = 0$ (относительно той же оси), т.к. вектор $\vec{F}_1$ перпендикулярен касательной и проходит через точку касания $\Rightarrow$ проходит через центр) $\Rightarrow$

$\Rightarrow M_{T_1} = 0$, т.к. движение поступательное, ~~а все силы вызвали~~ $\cancel{\sum_{i=1}^{N} M_i = 0} \Rightarrow M_{T_1} + M_{F_{тр}} + M_{F_1} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ линия действия T_1 проходит через центр шайбы $\Rightarrow$

2)



$$\sin\alpha = \frac{R}{1{,}5R} = \frac{2}{3} \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

В проекции на Ох:

$$F = 2 \cdot T_1 \cos\alpha \Rightarrow T_1 = \frac{F}{2\cos\alpha} = \frac{3F}{2\sqrt{5}}$$

(по I закону Ньютона: $0 = \vec{F} + \vec{T}_1 + \vec{T}_1$ для нитки)

3)

~~Ox~~ В проекции на ось Оу II з. Ньютона:

$$0 = T_1 \sin\alpha - F_1 \Rightarrow F_1 = T_1 \sin\alpha = \frac{3F}{2\sqrt{5}} \cdot \frac{2}{3} = \frac{F}{\sqrt{5}} = \frac{3Н}{\sqrt{5}} = 1{,}34 Н$$

Ответ: 1,34 Н.

Аналогично первому столкновению получим, что скорости шариков (столкнувшихся) равны и равны по модулю скорости перед ударом: $v_2 = v_1 + g t_2 = \sqrt{\frac{gh}{2}} + g\frac{3\sqrt{2}}{4\cdot 8}\sqrt{\frac{h}{g}} = \sqrt{\frac{gh}{2}} + \sqrt{\frac{gh}{8}} = 3\sqrt{\frac{gh}{8}}$

Координата ~~Скорость~~ первого шарика к этому моменту будет: а это какие шарики?

$$\frac{3h}{4} + \Delta x = v_1 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{gh}{8}}\sqrt{\frac{2h}{g}} - \frac{g}{8\cdot 2}\frac{h}{g} = \frac{1}{4}h - \frac{1}{16}h = \frac{3h}{16} \Rightarrow$$

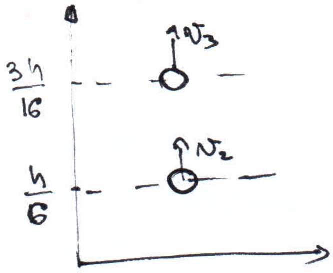
$$\cancel{\Rightarrow E = mgh = E_k + E_п = \frac{m v_3^2}{2} + mg\frac{3h}{16}}$$

$$\cancel{\frac{13}{16}gh = \frac{v_3^2}{2} \Rightarrow v_3 = \sqrt{\frac{13}{8}gh}}$$

Скорость:

$$v_3 = v_1 - g t_2 = \sqrt{\frac{gh}{2}} - g\sqrt{\frac{h}{8g}} = \frac{2\sqrt{gh} - \sqrt{gh}}{\sqrt{8}} = \sqrt{\frac{gh}{8}}$$

Аналогично предыдущим пунктам:



$$\left.\begin{aligned} \frac{3h}{16} - H_3 &= v_3 t_3 - \frac{g t_3^2}{2} \\ H_3 - \frac{h}{6} &= v_2 t_3 - \frac{g t_3^2}{2} \end{aligned}\right| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{\frac{3h}{16} - H_3 - v_3 t_3 =} \; \frac{3h}{16} - v_2 t_3 - \frac{h}{6} = v_3 t_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{h}{48} = (v_2 + v_3) t_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_3 = \frac{h}{48(v_2+v_3)} = \frac{h}{48\cdot 4\cdot\sqrt{\frac{gh}{8}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2h}{g}}\,\frac{1}{96} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H_3 = \frac{h}{6} + v_2 t_3 - \frac{g t_3^2}{2} = \frac{h}{6} + 3\sqrt{\frac{gh}{8}\frac{2h}{g}}\,\frac{1}{96} - \frac{g\,2h}{g\cdot 96^2} = \frac{h}{6} + \frac{3h}{2\cdot 96} - \frac{h}{96\cdot 48} =$$

$$= \frac{96\cdot 8h - 3\cdot 24\cdot h - h}{96\cdot 48} = \frac{695h}{4608} \approx 0{,}15h$$

Ответ: 0,75h; 0,17h; 0,15h

№3. Дано: 2m

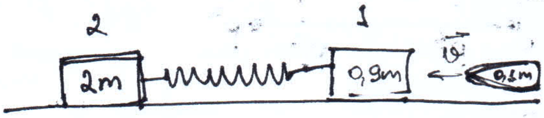
0,9m

0,1m

μ

k

v_{min} - ?



2

3б

Т.к. брусок 2 сдвинулся, то $2\mu mg = F_{тр2} = k\Delta x_{max} \Rightarrow \Delta x_{max} = \frac{2\mu mg}{k} \Rightarrow$ +2б

$$\Rightarrow E_{п.пруж.} = \frac{k\Delta x_{max}^2}{2} = \frac{2}{k}(\mu mg)^2 \Rightarrow E_k = E_{п.пруж} + A_{F_{тр1}} = \frac{2}{k}(\mu mg)^2 + 0{,}9\mu mg\Delta x_{max} = 0{,}1m\frac{v_{min}^2}{2}$$

здесь д.б. вся масса системы (m)

$$\Rightarrow \frac{2}{k}(\mu mg)^2 + \frac{1{,}8}{k}(\mu mg)^2 = 0{,}1m\frac{v_{min}^2}{2}$$

$$\frac{3{,}8}{k}(\mu g)^2 m = 0{,}05 v_{min}^2 \Rightarrow v_{min} = \sqrt{\frac{3{,}8\cdot 20}{k}(\mu g)^2 m} = \mu g\sqrt{\frac{76m}{k}} = 2\mu g\sqrt{\frac{19m}{k}}$$

Ответ: $2\mu g\sqrt{\frac{19m}{k}}$

здесь д.б скорость бруска после соударения,

№4. Дано:

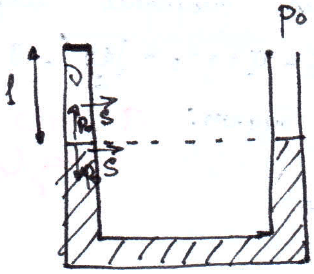
$l = 0{,}5$ м

$t_0 = 27^\circ C = 300^\circ K$

$\Delta t = 14^\circ K$

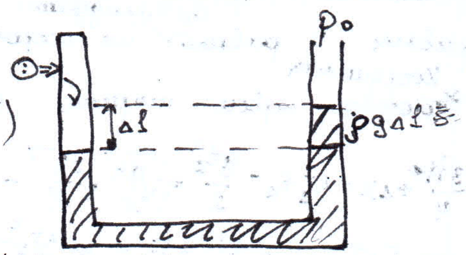
$H = 750$ мм рт. ст.

$\Delta l - ?$



$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$(p_0 + \rho g \Delta l) V_1 = \nu R (T_0 + \Delta T)$$



$$\Rightarrow \frac{p_0 \cancel{V_0}\, l\, \cancel{S}}{(p_0+\rho g \Delta l)(l + \frac{\Delta l}{2})\cancel{S}} = \frac{\cancel{\nu R}\, T_0}{\cancel{\nu R}\,(T_0 + \Delta T)}$$

полностью нет совсем!

$\cancel{7}$

$$p_0 l \frac{(T_0 + \Delta t)}{T_0} = (p_0 + \rho g \Delta l)(l + \frac{\Delta l}{2})$$

$$\cancel{p_0 l} + p_0 l \frac{\Delta t}{T_0} = \cancel{p_0 l} + \frac{p_0 \Delta l}{2} + \rho g l \Delta l + \rho g \frac{\Delta l^2}{2} \quad | \cdot 2$$

16

$$\rho g \Delta l^2 + (p_0 + 2\rho g l)\Delta l - 2 p_0 l \frac{\Delta t}{T_0} = 0 \qquad p_0 = \rho g H$$

$$\rho g \Delta l^2 + \rho g (H + 2l)\Delta l - 2\rho g H l \frac{\Delta t}{T_0} = 0 \quad | : \rho g$$

18

$$\Delta l^2 + (H + 2l)\Delta l - 2 H l \frac{\Delta t}{T_0} = 0$$

$$D = (H + 2l)^2 + 8 H l \frac{\Delta t}{T_0}$$

$$\Delta l = \frac{-H - 2l + \sqrt{(H+2l)^2 + 8Hl\frac{\Delta t}{T_0}}}{2} = 0{,}1 \text{ м}$$

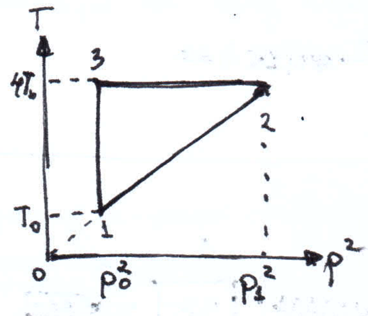
0,01 ошибка в вычислениях

Ответ: 0,1 м.

№5. Дано: $\frac{|A_{23}|}{|A_{12}|} = \varepsilon = 1{,}8484\ldots$

$4T_0$, T_0; $i = 3$

$\eta - ?$

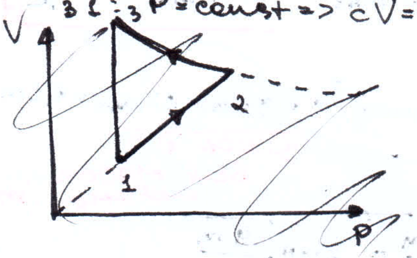


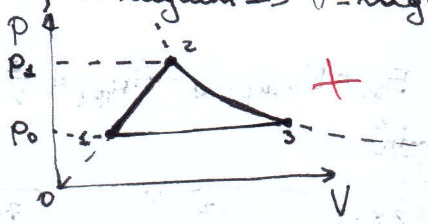
12: $T = kp^2$, где $k = \text{const} \Rightarrow$

$\Rightarrow \cancel{p} V = \nu R T = \cancel{p}\,\nu R k p^2 \Rightarrow$ $p(V)$ - прямая, p - растет $\Rightarrow V$ - растет +

23: $T = \text{const} \Rightarrow pV = \text{const} = c \Rightarrow V = \frac{c}{p} \Rightarrow$ $p(V)$ - гипербола, p - падает $\Rightarrow V$ - растет

31: $p = \text{const} \Rightarrow cV = \nu R T$, T - падает $\Rightarrow V$ - падает.





+

	A	ΔU	Q
12	+	+	+
23	+	0	+
31	−	−	−

$\Rightarrow$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{23} + Q_{12}}$$

шем №2

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

620024

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

$\frac{|A_{23}|}{|A_{12}|} = \varepsilon \Rightarrow |A_{23}| = \varepsilon |A_{12}|$, т.к. $\left.\begin{matrix} A_{23} > 0 \\ A_{12} > 0 \end{matrix}\right| \Rightarrow A_{23} = \varepsilon A_{12} \Rightarrow$

$\Rightarrow \eta = \frac{(1+\varepsilon)A_{12} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$ +

$\left.\begin{matrix} Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = A_{12} + \frac{i}{2}\nu R \Delta T = A_{12} + \frac{9}{2}\nu R T_0 \\ Q_{23} = A_{23} = \varepsilon A_{12} \end{matrix}\right| \Rightarrow$

10

$\Rightarrow \eta = \frac{(1+\varepsilon)A_{12} + A_{31}}{(1+\varepsilon)A_{12} + \frac{9}{2}\nu R T_0}$

$A_{31} = \nu R \Delta T = -3\nu R T_0$ (т.к. процесс изобарный) +

$A_{12} = \frac{(p_0 + p_1)}{2} \Delta V$

Из первого графика видно, что

$\left.\begin{matrix} T_0 = k p_0^2 \\ 4T_0 = k p_1^2 \end{matrix}\right| \Rightarrow \frac{p_1}{p_0} = 2 \Rightarrow p_1 = 2p_0$ ~~$V_0 = 2p_0 \frac{\nu R T_0}{p_0} = 2\nu R T_0$~~

$\left.\begin{matrix} p_0 V_0 = \nu R T_0 \\ p_1 V_1 = \nu R 4T_0 = 2p_0 V_1 \end{matrix}\right| \Rightarrow \frac{2V_1}{V_0} = 4 \Rightarrow V_1 = 2V_0 \rightarrow \Delta V = V_1 - V_0 = V_0 = \frac{\nu R T_0}{p_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow A_{12} = \frac{(p_0 + p_1)}{2} \Delta V = \frac{3\cancel{p_0}}{2} \frac{\nu R T_0}{\cancel{p_0}} = 1{,}5 \nu R T_0 \Rightarrow$ +

$\Rightarrow \eta = \frac{(1+\varepsilon)1{,}5\nu R T_0 - 3\nu R T_0}{(1+\varepsilon)1{,}5\nu R T_0 + 4{,}5\nu R T_0} = \frac{(1+\varepsilon)1{,}5 - 3}{(1+\varepsilon)1{,}5 + 4{,}5} \approx 0{,}145$

Ответ: 0,145