Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

126417

Шифр ______________

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Вергазов Артём Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения) ГБОУ лицея [redacted] N1502 при МЭИ класс 11

г. Москва

Регистрационный номер ШМ-0181

Вариант задания 28

Дата проведения «26» февраля 2017 г.

Подпись участника ______________

76 (семьдесят шесть)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	0,5	1	1	1	0,25	0,5	0,5	
8	8	10	5	10	10	10	3	6	6	

$\Sigma 76$

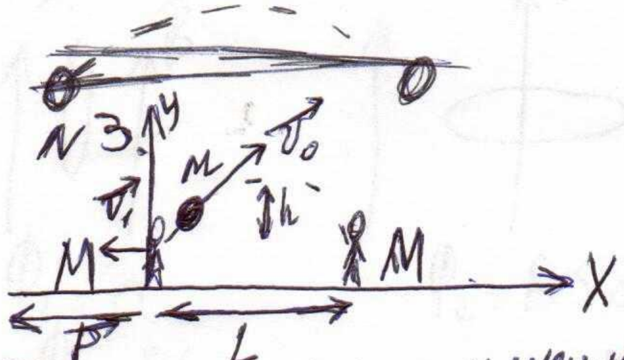
126417

Шифр ______________________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 28

№ 3.



Закон сохранения импульса в проекции на OX:

~~$mV_0\cos\alpha - MV_1$~~

$$p_{до\,x} = p_{после\,x}$$

$$0 = mV_0\cos\alpha - MV_1 \quad +$$

$$MV_1 = mV_0\cos\alpha \quad +$$

$$h = \frac{V_0^2\sin^2\alpha}{2g} \Rightarrow V_0^2\sin^2\alpha = 2gh \quad +$$

$$L = \frac{V_0^2\cdot 2\sin\alpha\cos\alpha}{g} \quad +$$

$$\sin\alpha = \frac{Lg}{2V_0^2\cos\alpha}$$

$$V_0\cdot\frac{Lg}{2V_0^2\cos\alpha} = \sqrt{2gh} \Rightarrow V_0\cos\alpha = \frac{L}{2}\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

$$V_0^2\sin^2\alpha + V_0^2\cos^2\alpha = V_0^2 = 2gh + \frac{L^2}{4}\cdot\frac{g}{2h} = 2gh + \frac{L^2 g}{8h} = \frac{16gh^2 + L^2 g}{8h}$$

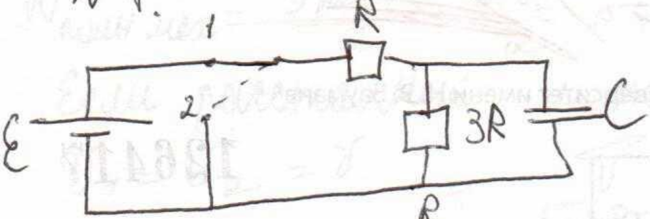
$$A = \frac{MV_1^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} \quad + \quad + \quad +$$

$$MV_1 = mV_0\cos\alpha = m\cdot\frac{L}{2}\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

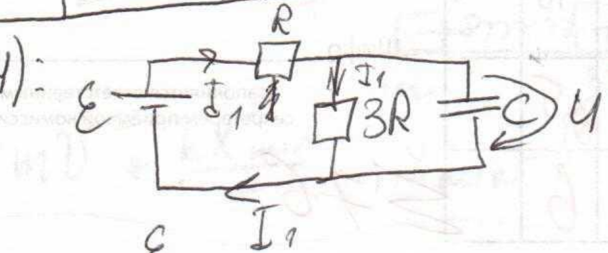
$$V_1 = \frac{mL}{2M}\cdot\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

$$A = \frac{MV_1^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{M\cdot m^2L^2}{8M^2}\cdot\frac{g}{2h} + \frac{m(16gh^2 + L^2 g)}{16h} = \boxed{\frac{m^2L^2 g}{16Mh} + \frac{m(16gh^2 + L^2 g)}{16h}}$$

N 7.



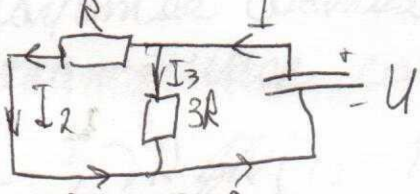
1):



$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{4R}$$

$$U = 3I_1R = \frac{3\mathcal{E}}{4};\ W = \frac{CU^2}{2} = \frac{9C\mathcal{E}^2}{32}$$

2):



$$I_2R = 3I_3R$$

$$I_2 = 3I_3$$

$$Q = I^2Rt$$

Q_1 – энергия, выделившаяся на R_1

Q_2 – на R_2

+

$$Q_1 = I_2^2Rt$$

$$Q_2 = I_3^2\cdot 3Rt = \frac{I_2^2}{9}\cdot 3Rt = \frac{I_2^2Rt}{3}$$

$$Q_1 = 3Q_2$$

$$Q_1 + Q_2 = \frac{9\mathcal{E}^2C}{32}$$

$$\frac{4}{3}Q_1 = \frac{9C\mathcal{E}^2}{32}$$

$$\boxed{Q_1 = \frac{3\cdot 9C\mathcal{E}^2}{4\cdot 32} = \frac{27C\mathcal{E}^2}{128}}$$

N6.

$$\vec{E} = \sum_{i=1} \vec{E_i}$$

X

$$OX:\ E = \sum E_i\cos\alpha_i = \sum \frac{k\frac{\Delta L}{L}Q}{R^2}\cos\alpha_i =$$

$$= \cancel{\frac{kQ}{R^2}\left(1-\frac{\Delta L}{L}\right)}\ \frac{kQ}{R^2}\cdot\frac{\Delta L}{L}$$

$$\cancel{E = \frac{kQ}{R^2}\left(1-\frac{\Delta L}{2\pi R}\right)}$$

~~$E = \frac{kQ}{R^2} - \frac{kQ\Delta L}{2\pi R^3}$~~

~~$E = \frac{1}{R^2}\left(kQ - k\right.$~~

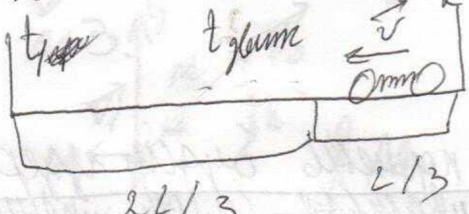
~~kQ~~

$$E = \frac{kQ\Delta L}{2\pi R^3}$$

$$R^3 = \frac{kQ\Delta L}{2\pi E}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{kQ\Delta L}{2\pi E}}$$ +

N10.



В крайних положениях энергия сосредоточена в пружине: $\frac{kX^2}{2}$

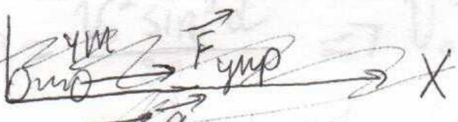
Во время движения: $W = 2\cdot\frac{4mv^2}{2} = 4mv^2$

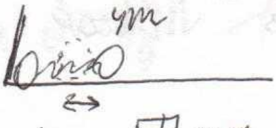
Закон сохранения энергии:

$\frac{kX^2}{2} = 4mv^2$ $\qquad T = t_1 + t_{движ} + t_2 + t_{движ}$

$X = v\sqrt{\frac{8m}{k}}$

Во время столкновения со стеной: можно рассматривать это движение как половину колебания пружинного маятника





~~OX: $4ma_x = -kx$~~

$t_1 = \frac{T_{пруж}}{2} = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ +

$t_1 = t_2 = \pi\sqrt{\frac{m}{k}} = t_{пруж}$

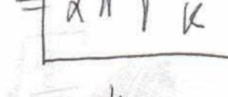
$t_{движ} = \frac{2L}{3}\cdot\frac{1}{v} = \frac{2L}{3v}$

6

$$T = 2t_{пруж} + 2t_{движ} = \boxed{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} + \frac{4L}{3v}}$$

N4.

Энергия сжатой пружины:



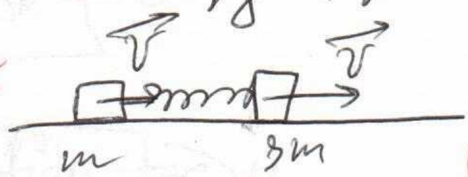
$W_{упр} = \frac{kX_0^2}{2}$

При отпускании груза эта энергия передастся в его кин. энергию $W_{кин} = \frac{3mv_0^2}{2}$ +

$W_{полн\ мех} = \frac{3mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$ +

Если расстояние между брусками минимально $\Rightarrow$

$v_1 = v_2 = v$ +



$W = 5mv^2 + \frac{kx_{min}^2}{2}$, x_{min} — ?

?

N5.

1 – начальное положение

2 – нагретое состояние

3 – охлаждённое состояние

$Q_{1-2} = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1)$ — изобара

$Q_{2-3} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$ — изохора (т.к. поршень будет удерживаться силой трения

1–2: $\cancel{\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}} \Rightarrow \cancel{\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}} = ?$ $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1}$

2: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 5 \Rightarrow T_1 = \frac{T_2}{5}$

2–3: $\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_2}{P_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{P_{нач}}{P_{кон}} = ?$

$\frac{T_2}{T_3} = ?$

$Q_{1-2} = Q_{2-3}$

$\frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$

$5T_2 - 5T_1 = 3T_3 - 3T_2$?

$7T_2 = 3T_3$

$\frac{T_3}{T_2} = \frac{7}{3} = \frac{P_{нач}}{P_{кон}}$? −0

Ответ: $\frac{7}{3}$.

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

126417

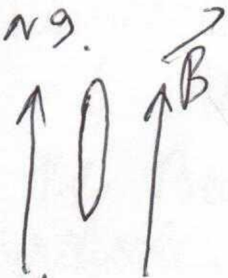
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

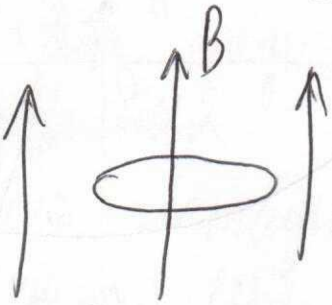
Шифр ______________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 28

№9.

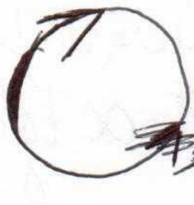




$\Phi_1 = 0$ $\qquad$ $\Phi_2 = BS\cos 90° = BS$

$\Delta\Phi = BS$ $\qquad$ $\mathcal{E}_i = \frac{BS}{\Delta t}$

$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BS}{\Delta t}$



~~$\mathcal{E}_{s} = L\frac{\Delta I}{\Delta t}$~~

~~$A = \mathcal{E}_i \cdot q$~~

~~$A = (\mathcal{E}_i - \mathcal{E}_s)q$~~

$\Phi = LI$

$BS = LI$

$A = \frac{LI^2}{2}$

$A = \mathcal{E}_i \cdot q = \frac{BS}{\cancel{\Delta t}} \cdot I\cancel{\Delta t} = BSI$

$I = \frac{A}{BS}$

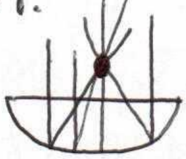
$BS = L \cdot \frac{A}{BS}$

$B^2S^2 = A \cdot L$

$S = \frac{\sqrt{AL}}{B}$

Ответ: $\frac{\sqrt{AL}}{B}$.

N8.

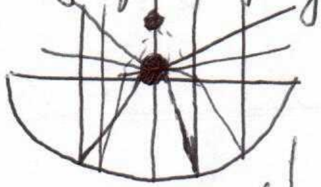


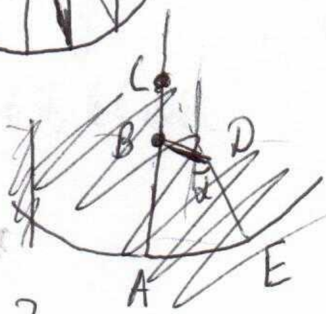
Если бы жидкости не было, то:

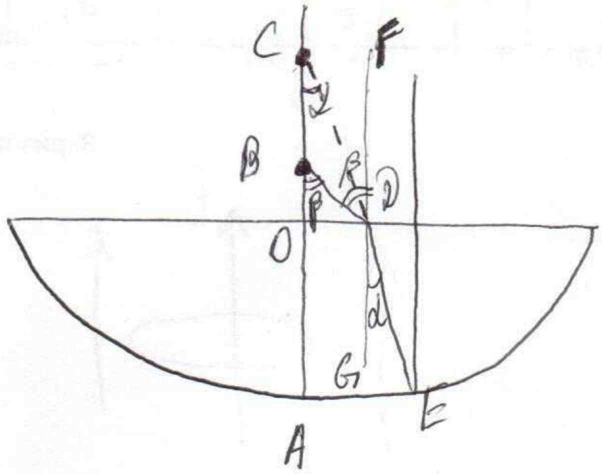
$$\frac{1}{R_1}+\cancel{\frac{1}{R_2}}^{\to 0}=\frac{1}{F_1}$$

$F_1 = R = 40$ см

Но из-за присутствия жидкости лучи преломляются и F становится меньше.







$AB = F = ?$

$AC = F_1$

$\sin \underbrace{FDB}_{=\beta} = n \cdot \sin \underbrace{GDE}_{=\alpha}$

ΔOBD – п/у: $OD = OB \operatorname{ctg} BDO = OB \operatorname{tg} BDF = OB \operatorname{tg} \beta$

ΔODC – п/у: $OD = OC \operatorname{ctg} ODC = OC \operatorname{tg} CDF = OC \operatorname{tg} GDE = OC \operatorname{tg} \alpha$

$OB \operatorname{tg} \beta = OC \operatorname{tg} \alpha$

$\cancel{BC = OC - OB}$

Т.к. α, β очень малы, $\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$; $\sin\beta \approx \operatorname{tg}\beta$.

$OB \sin\beta = OC \sin\alpha$

$OB \cdot n \cancel{\sin\alpha} = OC \cancel{\sin\alpha}$

$OC = n\, OB$

$BC = OC - OB = (n-1)\, OB$

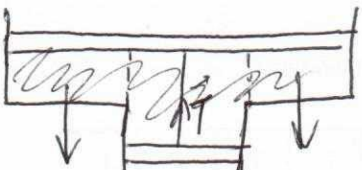
$F = AB = AC - BC = AC - (n-1)OB = \cancel{F_1 - \frac{1}{2}} R - \frac{1}{2} OB$

$\cancel{\Delta OCD \text{ п/у}: O}$ $AO = OC = \frac{R}{2}$

$F = R - \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{2n} = R - \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{3} = \frac{5}{6} R = 33{,}33$ см

Ответ: 33,33 см.

№2.



правый и левый столбы жидкости удерживаются горизонтальными стенками сосуда, а средний столб давит на нижний поршень. Давление на нижний поршень складывается из давления среднего столба и верхнего поршня. Давления верхнего поршня распределяется равномерно, и на средний столб приходится $\frac{S}{4S} = \frac{1}{4}$ часть давления.

Все силы действующие на нижний поршень уравновешиваются силой T. T – ?

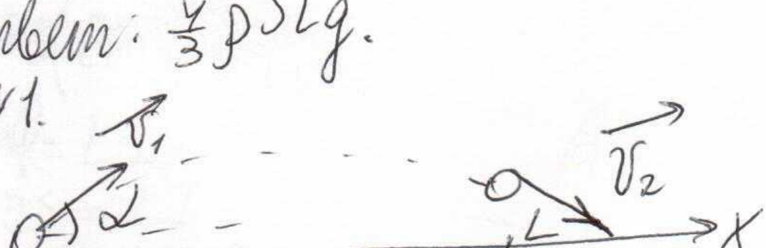
$$T = m_{столба}\, g + \frac{1}{4}T$$

$$\frac{3}{4}T = \rho \cdot SLg$$

$$T = \frac{4}{3}\rho SLg$$

Ответ: $\frac{4}{3}\rho SLg$.

№1.



$\vec{p}_2 - \vec{p}_1 = m\vec{g}\,\tau$ (II закон Ньютона в имп. форме)

$\sqrt{p_1^2 + p_2^2} = mg\tau$

Т.к. $\vec{\Delta p} = m\vec{g}\,\tau \Rightarrow \Delta p$ направлено вертикально вниз ⟹

$\underbrace{p_{1x} = p_{2x}. \quad \vec{p}_1 \perp \vec{p}_2}$

$\Downarrow$

$p_1 = p_2$

$\Downarrow$

$v_1 = v_2$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_1^2}{2} = mgh + \frac{mV_2^2}{2}$$

Т.к. $v_1 = v_2 \Rightarrow h = 0$.

$\Delta r = \sqrt{h^2 + L^2} = L = ?$

$\sqrt{p_1^2 + p_2^2} = mg\tau$

$\cancel{m} v_0 \sqrt{2} = \cancel{m} g \tau$

$v_0 = \frac{g\tau}{\sqrt{2}}$

$\alpha = 45^\circ$ (т.к. $\Delta(\vec{p_1}; \vec{p_2}; m\vec{g}\tau)$ – р/б, п/у).

$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{g^{\cancel{2}}\tau^2 \sin 90^\circ}{2\cancel{g}} = \frac{9{,}87 \cdot 36}{2} = 177{,}66$ м

Ответ: 177,66 м.