Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

+1 [signature]

75

117052

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика, Заключительный тур олимпиады „Шаг в будущее" ~~Про~~ 2019 Инженерное дело „Профессор Жуковский"

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Марьянов Александр Дмитриевич

Город, № школы (образовательного учреждения) Одинцово, МБОУ Одинцовский Лицей N10

Регистрационный номер 404

Вариант задания N 3

Дата проведения «17» февраля 2019 г.

Подпись участника

С работой ознакомлен 26.02.19

шестьдесят 60

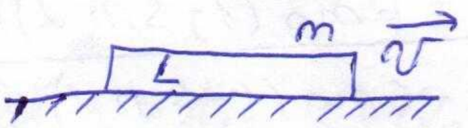
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

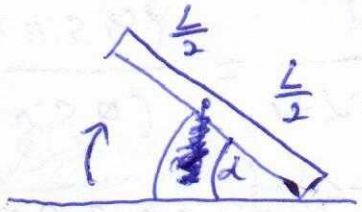
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
18	8	16	8	12	6					60

Шифр 117052
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

N 1





Дано:
$m, L, V,$
A, α
$\Delta t_{max} - ?$

Решение:

$A = |\vec{F_{тр}}| S =$
$= \mu m g S =$
$= \mu m g \frac{L}{2} \cdot \alpha$

$\mu = \frac{A}{mg\frac{L}{2}\cdot\alpha}$

По 2-му закону Ньютона:

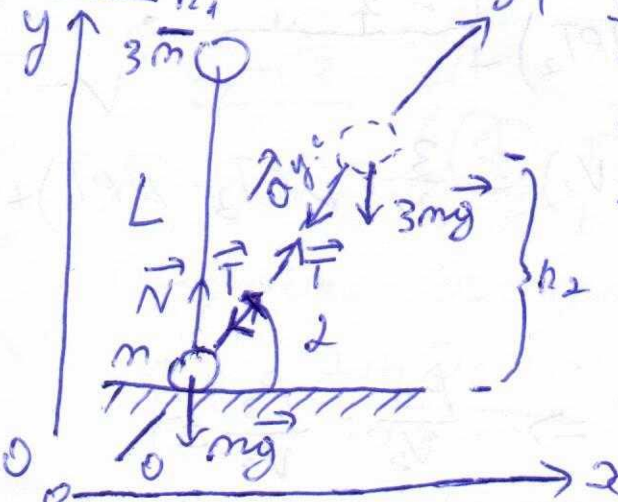
$\Delta P = F \Delta t$ $\quad \cancel{P_2 = 0}$

$mV = \mu m g \Delta t$

$\Delta t = \frac{mV}{\mu m g} = \frac{mV}{\frac{A}{mg\frac{L}{2}\alpha} \cdot mg} =$

$= \frac{mV \cdot \frac{L}{2} \cdot \alpha}{A}$ +

N 2



Дано:
$m_1 = 3m$
$m_2 = m$
$\alpha = 60°$
$\mu - ?$

Решение:
По закону сохр. энергии:

$3mgL = 3mgL\sin\alpha +$
$+ \frac{3mV^2}{2}$

$3mgL - 3mgL\sin\alpha =$
$= \frac{3mV^2}{2}$

$$3mgL(1-\sin\alpha)=\frac{3mV^2}{2}+$$

По 1-му закону Ньютона: $\sum F=0$

$$6mg(1-\sin\alpha)=\frac{3mV^2}{L}$$

По 2-му закону Ньютона: $m\vec{a}=\sum\vec{F}$

$oy_1: 3ma_{y.c.}=3mg\sin\alpha-T$

Ацс касцява по стрижку!

$oy: T\sin\alpha+mg=N$

$$\frac{3mV^2}{L}=3mg\sin\alpha-T$$

$ox: T\cos\alpha=\mu N$

$6mg(1-\sin\alpha)=3mg\sin\alpha-T$

$T\cos\alpha=\mu(T\sin\alpha+mg)$

$T=3mg\sin\alpha-6mg(1-\sin\alpha)$

0,5

$$\mu=\frac{T\cos\alpha}{T\sin\alpha+mg}=\frac{(3mg\sin\alpha-6mg(1-\sin\alpha))\cos\alpha}{(3mg\sin\alpha-6mg(1-\sin\alpha))\sin\alpha+mg}$$

$$=\frac{(3\sin\alpha-6(1-\sin\alpha))\cos\alpha}{(3\sin\alpha-6(1-\sin\alpha))\sin\alpha+1}=\frac{(9\sin\alpha-6)\cos\alpha}{(9\sin\alpha-6)\sin\alpha+1}$$

$$=\frac{(9\cdot\frac{\sqrt3}{2}-6)\cdot\frac12}{(9\cdot\frac{\sqrt3}{2}-6)\frac{\sqrt3}{2}+1}\approx 0,29$$

Ответ: ~~0,29~~

N3

Дано:

$T_1=T_3$

$A_{12}=800$ Дж

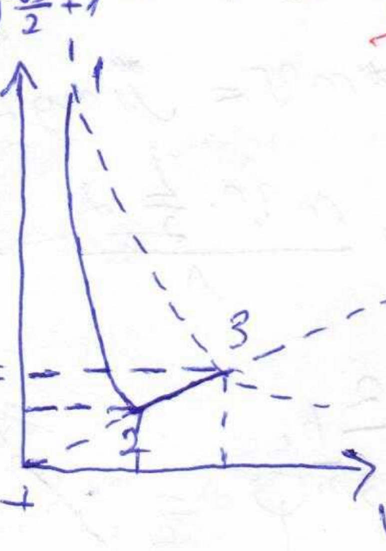
$Q_{23}=800$ Дж

2-3: $P=\mathrm{const}\,V$

Q_{12}-?

Решение:

По 1-му закону термодинамики:



$$Q_{23}=\Delta U_{23}+A_{23}=\frac32(\nu RT_3-\nu RT_2)+$$

$$+\frac{P_2+P_3}{2}(V_3-V_2)=\frac32(\nu RT_3-\nu RT_2)+$$

$$+\frac12(P_2V_3-P_2V_2+P_3V_3-P_3V_2)$$

В процессе 2-3: $P=\mathrm{const}\,V \Rightarrow \frac{P_2}{V_2}=\frac{P_3}{V_3}\Rightarrow$

11) $P_2V_3 = P_3V_2 \Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_2) + \frac{1}{2}(P_3V_3 - P_2V_2)$

По з. Менделеева-Клапейрона:

$P_2V_2 = \nu RT_2$

$P_3V_3 = \nu RT_3$

$Q_{23} = \frac{3}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_2) + \frac{1}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_2) = 2(\nu RT_3 - \nu RT_2)$

$\nu RT_3 - \nu RT_2 = \frac{Q_{23}}{2}$

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A'_{12}$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1)$

Т.к. $T_1 = T_3$, $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) = \frac{3}{2}\cdot\left(-\frac{Q_{23}}{2}\right) = -\frac{3}{4}Q_{23}$

$Q_{12} = A_{12} - \frac{3}{4}Q_{23} = 800 - \frac{3}{4}\cdot 800 = 200$ Дж (+)

Ответ: 200 Дж

N5

Дано:

$2m$, $\alpha = 60°$,

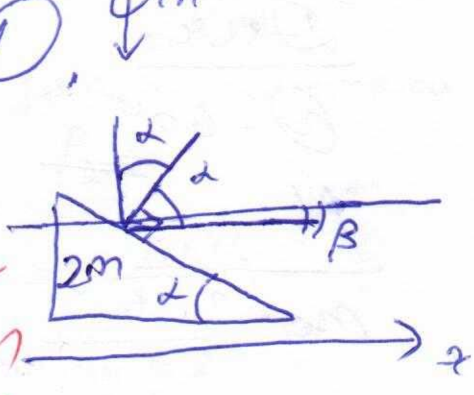
k, m, v

$\Delta x - ?$

Решение:

По закону сохр. импульса:

① φm



$m\vec{v_0} = m\vec{v_1} + 2m\vec{v_2}$

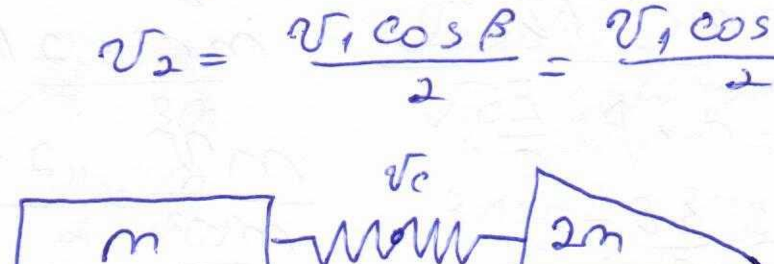
нет понятен v_0? v_1, v_2

$Ox: 2mv_2 - mv_1\cos\beta = 0$

$(\beta = 2\alpha - 90°)$

$2mv_2 = v_1\cos\beta$

$v_2 = \frac{v_1\cos\beta}{2} = \frac{v_1\cos 30°}{2} = \frac{v_1\sqrt{3}}{4}$!

② 

Скорость центра масс системы:

$v_c = \frac{2mv_2 + 0}{2m + m} = \frac{2}{3}v_2 = \frac{v_1\sqrt{3}}{6}$

По закону сохр. энергии: $\frac{2m(v_2-v_c)^2}{2}+\frac{2mv_c^2}{2}=\frac{k\Delta x_{max}^2}{2}$!

$$\frac{2m\left(\frac{v\sqrt{3}}{4}-\frac{v\sqrt{3}}{6}\right)^2}{2}+2m\cdot\frac{3v^2}{2\cdot 36}=\frac{k\Delta x^2}{2}$$

$$m\left(\frac{3v\sqrt{3}-2v\sqrt{3}}{12}\right)^2+\frac{3mv^2}{36}=\frac{k\Delta x^2}{2}$$

$$\frac{3mv^2}{144}+\frac{3mv^2}{36}=\frac{k\Delta x^2}{2} \qquad \frac{3mv^2+12mv^2}{144}=\frac{k\Delta x^2}{2}$$

$$\frac{15mv^2}{72}=k\Delta x^2 \qquad \frac{5mv^2}{24}=k\Delta x^2 \qquad \Delta x=\sqrt{\frac{5mv^2}{24k}}=$$

$$=\frac{v\sqrt{5m}}{\sqrt{24k}}=\cancel{\frac{v}{2}\sqrt{\frac{5m}{6k}}} \qquad \frac{2v}{11}\sqrt{\frac{2m}{k}}\ ! \qquad 0{,}5$$

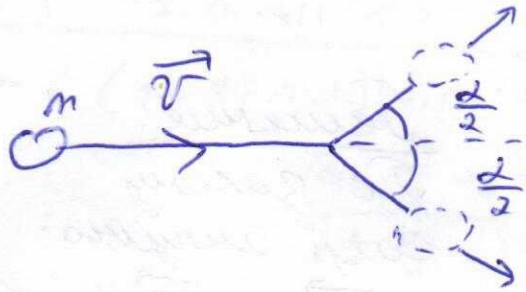
N6

Дано:

$\theta=60^\circ$,

N

m_0 – ?



Решение:

По закону сохр. импульса:

$mv=2\frac{h\nu}{c}\cos\frac{\alpha}{2}$?

По з. сохр. энергии:

$mc^2=2h\nu N$ ошибка?

$P=mc$

$E=mc^2=h\nu$

? $\frac{E}{P}=c \Rightarrow P=\frac{E}{c}=\frac{h\nu}{c}$

$$\frac{mv}{mc^2}=\frac{2\frac{h\nu}{c}\cos\frac{\alpha}{2}}{2h\nu N}$$

$$\frac{v}{c^2}=\frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{cN} \qquad \frac{v}{c}=\frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{N}\ ?$$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 117052

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 3

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{\cos^2\frac{\alpha}{2}}{N^2}}}$$

$$m_0 = m\sqrt{1-\frac{\cos^2\frac{\alpha}{2}}{N^2}} = m\sqrt{1-\frac{\frac{3}{4}}{N^2}} = m\sqrt{1-\frac{3}{4N^2}} =$$

$$= m\sqrt{\frac{4N^2-3}{4N^2}} = \frac{m}{2N}\sqrt{4N^2-3} \; ?$$

?? $m_0 = Nm_e$!

N4

Дано:

$C = 5\cdot10^{-6}$ Ф

$U_0 = 6$ В

$L = 0{,}2$ Гн

$\mathcal{E} = 12$ В

I_{max} - ?

U_1

Решение:

$I = q'(t)$

$q = q_{max}\sin\omega t$

$q' = q_{max}\,\omega\cos\omega t$

$T = 2\pi\sqrt{LC}$, $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$q_{max} = CU_{max} = C(\mathcal{E} - U_0)$

0,5

не учтена подзарядка конденсатора!

$$I_{max} = q_{max}\,\omega = \frac{C(\mathcal{E}-U_0)}{\sqrt{LC}} =$$

$$= \frac{5\cdot10^{-6}\cdot6}{\sqrt{0{,}2\cdot5\cdot10^{-6}}} = 30\cdot10^{-3} = \cancel{30\,\text{мА}}$$

~~После замыкания ключа: $U_C + U_L = \mathcal{E}$~~

$\cancel{U_L = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -L'(t) - L I'(t) = -L q''(t)}$

$\cancel{q'' = -q_{max}\omega^2 \sin\omega t}$

$\cancel{U_L = L q_{max}\omega^2 \sin\omega t}$

$$U = (\mathcal{E} - U_0)\cos\omega t$$

$$U_{max} = 2\mathcal{E} - U_0 = 6\,B \quad -$$

15 (пятнадцать)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						15				15

117052

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

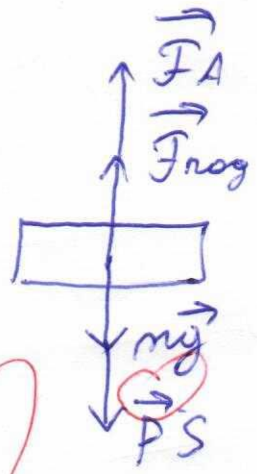
ПРИЕМНАЯ КОМИССИЯ

Вариант № 3

Сил. задача:

$$F_A + F_{под} = mg + PS$$

$$\rho_в g V + C_y S_{кр} \frac{\rho v^2}{2} = mg + \rho g H S$$



$$1000 \cdot 10 \cdot (0,55 + 0,05) + 0,8 \cdot 0,1 \cdot \frac{1000 v^2}{2} = 1000 \cdot 10 + 1000 \cdot 10 \cdot H \cdot S$$

?

P, Па – скалярная ФВ. величина.

20 − 5 = 15