

+1

65

117043

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

заключительный тур олимпиады «Шаг в будущее» 2019
«Инженерное дело»: профессор Жуковский
Фамилия И.О. участника Кидинова Дарья Дмитриевна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Серпухов
МБОУ СОШ №9 С УЧОП

Регистрационный номер 1097

Вариант задания 2, 3

Дата проведения «17» февраля 2019 г.

Подпись участника Кидинова

50 (пенсиф)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

117043

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	10	10	8	12	0	0	0	0	0	50

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2

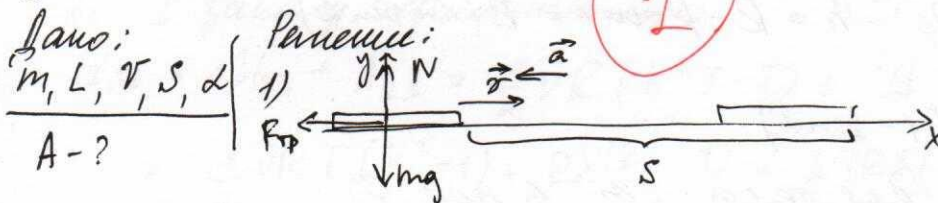
①

Дано:

 m, L, v, S, α $A = ?$

Решение:

1)

Т.к. $F_{тр} = \text{const}$, то $a = \text{const}$

$$S = \frac{0 - v^2}{-2a} = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow$$

$$a = \frac{v^2}{2S}$$

По II закону Ньютона:

$$F_{тр} = ma; \quad \alpha: -\mu N = -ma$$

$$\alpha_y: N = mg$$

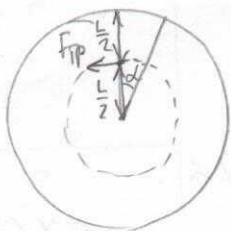
$$\mu mg = ma$$

$$\mu = \frac{v^2}{2gs}$$

Работа, кот. нужно совершить, чтобы прекратить $F_{тр}$:

$$A = -A_{тр} = -(-F_{тр}x) = \mu mgx, \text{ где } x - \text{перемещение центра}$$

Считая, что $F_{тр}$ приложена к центру масс, найдём длину дуги x экр-ти, радиусом $\frac{L}{2}$ ($d - 6 \text{ рад.}$)

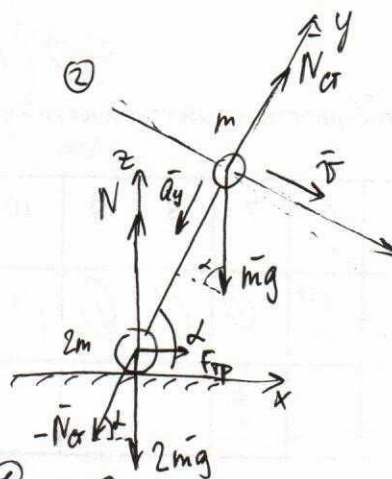
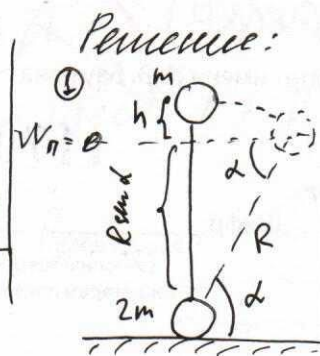


$$\frac{d}{2\pi} = \frac{x}{2\pi L}; \quad x = \frac{dL}{2}$$

$$A = \frac{\mu mg d L}{2} = \frac{v^2}{2gs} \frac{mg d L}{2} = \frac{L m L v^2}{4s}, \text{ где } d - \text{в радианах}$$

$$\text{Ответ: } A = \frac{L m L v^2}{4s} \text{ (Дж).}$$

②
 Дано:
 $m_1 = m$
 $m_2 = 2m$
 $\alpha = 75^\circ$
 $\sin \alpha = 0,97$
 $\mu = ?$



1

- 1) При переходе из состояния ① в состояние ② $\vec{N}_{cr} \perp \vec{v}$, где \vec{N}_{cr} - сила реакции опоры $\Rightarrow A_{N_{cr}} = 0 \Rightarrow$ закон сохр. энергии:

$$mgh = \frac{mv^2}{2}, \text{ где } h = R - R \sin \alpha = R(1 - \sin \alpha)$$

$$v^2 = 2gh = 2gR(1 - \sin \alpha)$$

- 2) II закон Ньютона для тела "m" в состоянии ②:

$$Oy: N_{cr} - mg \sin \alpha = -ma_y, \text{ где } a_y = \frac{v^2}{R} = \frac{2gR(1 - \sin \alpha)}{R}$$

$$N_{cr} = mg \sin \alpha - m \cdot 2g(1 - \sin \alpha)$$

$$N_{cr} = mg(\sin \alpha - 2 + 2 \sin \alpha)$$

$$N_{cr} = mg(3 \sin \alpha - 2)$$

- 3) II закон Ньютона для тела "2m" в состоянии ②:

$$\vec{N} + \vec{F}_{cp} + 2\vec{mg} + \vec{N}_{cr} = 0$$

$$Ox: F_{cp} = N_{cr} \cos \alpha, \text{ где } F_{cp} = \mu N$$

$$Oy: N = 2mg + N_{cr} \sin \alpha$$

$$\mu(2mg + N_{cr} \sin \alpha) = N_{cr} \cos \alpha$$

$$\mu(2mg + mg(3 \sin \alpha - 2)) = mg(3 \sin \alpha - 2) \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{(3 \sin \alpha - 2) \cos \alpha}{(3 \sin \alpha - 2) \sin \alpha + 2} = \frac{(3 \sin \alpha - 2) \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{(3 \sin \alpha - 2) \sin \alpha + 2} \approx 0,0767 \approx 0,08$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{(3 \sin \alpha - 2) \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{(3 \sin \alpha - 2) \sin \alpha + 2} \approx 0,08$$

Ок
 2х72!

③

Дано:

$\nu = 2 \text{ моль}$

$i = 3$

1-2: $C_{12} = \text{const}$

$A_{12} = 400 \text{ Дж}$

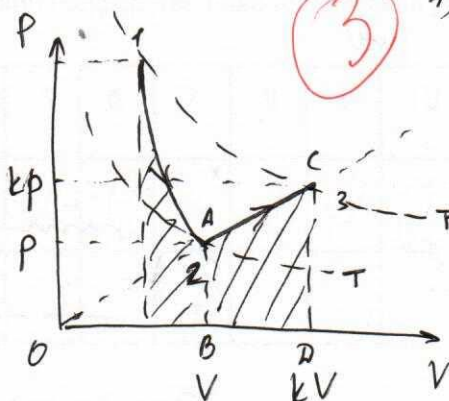
2-3: $Q_{23} = 400 \text{ Дж}$

$p = p_0$

$T_1 = T_3$

$Q_{12} = ? (> 0)$

Решение:



1) т.к. в процессе 2-3

$p = p_0$, то $\Delta DABCO \Delta OCB$

т.е. в т. 2 параметры p, V , тогда в т. 3

параметры в k раз больше: kp, kV

уравнение Менделеева-Клапейрона для п. 2-3

$$\left. \begin{aligned} pV &= \nu RT \\ kp \cdot kV &= \nu RT^* \end{aligned} \right\} \div k^2 = \frac{T^*}{T}$$

$$T^* = k^2 T$$

По I закону термодинамики:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (k^2 T - T) + \frac{(kp + p)(kV - V)}{2} =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R T (k^2 - 1) + \frac{pV(k^2 - 1)}{2} = \frac{3}{2} \nu R T (k^2 - 1) + \frac{\nu R T (k^2 - 1)}{2} = 2 \nu R T (k^2 - 1)$$

$$\Rightarrow T(k^2 - 1) = \frac{Q_{23}}{2 \nu R}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T - k^2 T) + A_{12} = -\frac{3}{2} \nu R T (k^2 - 1) + A_{12} =$$

$$= -\frac{3}{2} \frac{\nu R Q_{23}}{2 \nu R} + A_{12} = -\frac{3}{4} Q_{23} + A_{12} = 400 - \frac{3}{4} \cdot 400 = 100 \text{ (Дж)}$$

Ответ: $Q_{12} = A_{12} - \frac{3}{4} Q_{23} = 100 \text{ (Дж)}$

⑤

0.5

Дано:

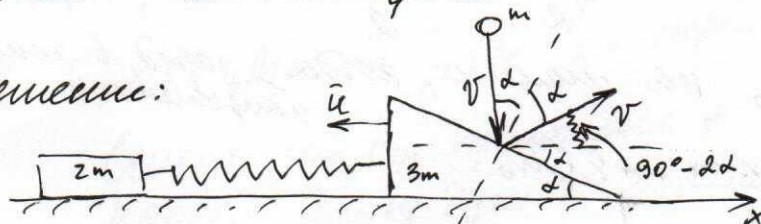
$3 \text{ м}, \alpha = 30^\circ$

$k, 2 \text{ м}$

m, ν

$A = ?$

Решение:



По закону сохр. импульсов:

ОА: $0 = m \nu \cos(90^\circ - 2\alpha) - 3m \cdot u$, где u - скорость пружины после соударения

$$3u = \nu \cos(90^\circ - 2\alpha)$$

$$u = \frac{\nu \cos(90^\circ - 2\alpha)}{3}$$

Далее, т.к. нет трения, то система начнет колебаться, при этом $u = V_{\text{max}}$, $T = 2\pi \sqrt{\frac{\mu}{k}}$, где $\mu = \frac{2 \text{ м} \cdot 3 \text{ м}}{5 \text{ м}} = \frac{6 \text{ м}}{5}$ - приведенная масса

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{6 \text{ м}}{5k}}; \quad W = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{5k}{6 \text{ м}}}$$

$$u = V_{\text{max}} = WA = \sqrt{\frac{5k}{6 \text{ м}}} \cdot A$$

$$A = u \sqrt{\frac{6 \text{ м}}{5k}} = \frac{\nu \cos(90^\circ - 2\alpha)}{3} \sqrt{\frac{6 \text{ м}}{5k}} = \frac{\nu \cos 30^\circ}{3} \sqrt{\frac{6 \text{ м}}{5k}} = \frac{\nu \sqrt{3}}{2 \cdot 3} \sqrt{\frac{6 \text{ м}}{5k}}$$

$$A = V \sqrt{\frac{8m}{4 \cdot 8 \cdot 5k}} = V \sqrt{\frac{m}{10k}} \quad (\text{м})$$

Ответ: $A = V \sqrt{\frac{m}{10k}} \quad (\text{м})$

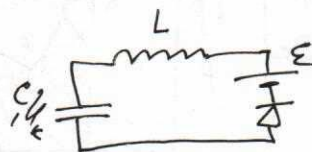
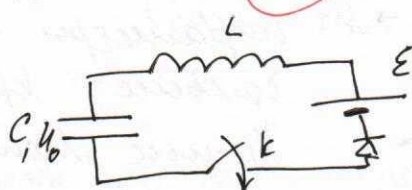
④

Дано:
 $C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$
 $U_0 = 4 \text{ В}$
 $L = 91 \text{ Гн}$
 $E = 10 \text{ В}$

$I_{\text{max}} = ?$
 $U_k = ?$

Решение:

0.5



В конечном состоянии конденсатор ~~наполнен~~ перезарядился, колебания не начнутся т.к. если диод \Rightarrow В установившемся состоянии $E_i = 0$,

$U_k = E$

$q_1 = CU_0, \quad q_2 = CU_k = CE$

$\Delta q = q_1 + q_2 = C(U_0 + E)$ — перенесенный заряд

По определению ЭДС: $E = \frac{A_{\text{ст}}}{\Delta q}$

По закону сохранения энергии

$W_{C1} = W_{C2} + W_L + A_{\text{ст}}$

Условие $W_L = W_{L \text{ max}} = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2}$, пусть, чтобы $W_{C2} = 0$, тогда

$W_{C1} = W_L + A_{\text{ст}}; \quad \frac{q_1 U_0}{2} = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} + E \Delta q$

$\Delta q = q_1 = CU_0$ на момент, когда заряд в конденсаторе 0, напряжение

$\frac{q_1 U_0}{2} = \frac{L I_{\text{max}}^2}{2} + E CU_0$

$\frac{L I_{\text{max}}^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2} - E CU_0$

$I_{\text{max}}^2 = \frac{2CU_0}{L} \left(\frac{U_0}{2} + E \right)$

$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2CU_0}{L} \left(\frac{U_0}{2} + E \right)} = \sqrt{\frac{2 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot 4}{91} (2 + 10)} = \sqrt{384 \cdot 10^{-4}}$

$\approx 19,6 \cdot 10^{-2} \text{ (А)} \approx 196 \text{ (мА)}$

Ответ: $I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2CU_0}{L} \left(\frac{U_0}{2} + E \right)} = 196 \text{ (мА)}$

не забыть до конца!
 не расчитать напряжение U_C !

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 2

6

Дано:
2 γ-кванты
 m_0
 $Q = 900$
 $N = ?$

1_0p - протон
 ${}^0_{-1}e$ - электрон

$$\gamma = {}^1_0n = {}^1_0p + {}^0_{-1}e$$

\Rightarrow из одной γ-частицы
появились 1 пара
электрон-протон

$$m_0 = N \cdot 2m_p = N \cdot 2m_n$$

$$N = \frac{m_0}{2m_p}$$

Ответ: $N = \frac{m_0}{2m_p}$

Нес
расчета мн
нннн

15 (и еще 900) *[Signature]*

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						15				15

117043

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

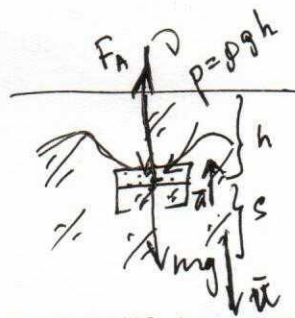
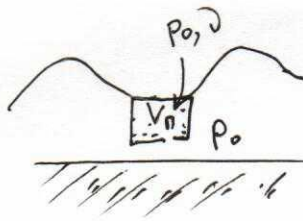


Вариант № 3

Дано: $F_{\text{н}} = c_g s p_{\text{н}}^2$
 $m = 1000 \text{ кг}$
 $V = 0,55 \text{ м}^3$
 $V_{\text{н}} = 0,05 \text{ м}^3$
 $T = 293 \text{ К}$
 $\mu = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
 $s = 0,1 \text{ м}^2$
 $c_g = 0,8$
 $h = ?$

Решение:

При отказе двигателя $F_{\text{н}} = 0$



В закон Ньютона для одного цилиндра

$F_{\text{н}} = mg$, где $F_{\text{н}} = \rho g (V - V_{\text{н}}) + \rho g V_2$

Если считать воздух идеальным газом, то $\begin{cases} p_0 V_{\text{н}} = \nu R T \\ \rho g h V_2 = \nu R T \end{cases}$

$p_0 V_{\text{н}} = \rho g h V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{p_0 V_{\text{н}}}{\rho g h}$

$\rho g (V - V_{\text{н}}) + \rho g \frac{p_0 V_{\text{н}}}{\rho g h} = mg$

$\frac{p_0 V_{\text{н}}}{h} = mg - \rho g (V - V_{\text{н}})$

$h = \frac{p_0 V_{\text{н}}}{mg - \rho g (V - V_{\text{н}})} = \frac{p_0 V_{\text{н}}}{g(m - \rho(V - V_{\text{н}}))} = \frac{10^5 \cdot 0,05}{9,87(1000 - 1000 \cdot 0,5)}$

$= \frac{10^3 \cdot 5}{9,87 \cdot 10^3 \cdot 0,5} = 1,013 \text{ (м)}$

15

Ответ: $h = \frac{p_0 V_{\text{н}}}{mg - \rho g (V - V_{\text{н}})} = 1,013 \text{ м}$

1