Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

116056

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Ворошилова Влада Андреевна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Волгоград, МОУ Лицей №1 11 кл

Регистрационный номер 2133

Вариант задания 9, 6

Дата проведения «3» марта 2019 г.

Подпись участника ____________

92 (девяносто два)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
12	12	16	8	22	22					92

116056

Шифр ______________________
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 9

№1.

Дано:
$H = 4$ м
$h = 2{,}4$ м
$\alpha = 30^\circ$

μ - ?

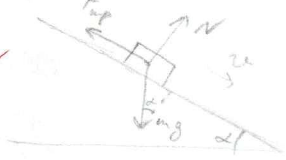
Решение

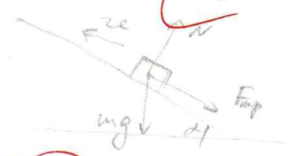
1) т.к. соударение абсолютно упругое, энергия шайбы прямо перед ударом равна энергии шайбы сразу после удара. Тогда по закону изменения энергии:

$$mgH + A_{тр} = mgh$$
$$-A_{тр} = mg(H-h)$$

2) $A_{тр} = -F_{тр} \cdot S$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$$
$$S = \frac{H}{\sin\alpha} + \frac{h}{\sin\alpha} = \frac{H+h}{\sin\alpha}$$
$$A_{тр} = -\mu mg\cos\alpha \cdot \frac{H+h}{\sin\alpha} = -\mu mg\,\mathrm{ctg}\,\alpha \cdot (H+h)$$





3) $\mu mg\,\mathrm{ctg}\,\alpha (H+h) = mg(H-h)$

$$\mu = \frac{(H-h)\,\mathrm{ctg}\,\alpha}{H+h}$$
$$\mu = \frac{(4-2{,}4)\cdot\sqrt{3}}{(4+2{,}4)\cdot 3} = \frac{\sqrt{3}}{12} \approx 0{,}144$$

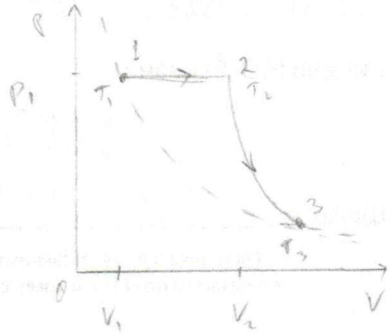
Ответ: $\mu = \frac{(H-h)\,\mathrm{ctg}\,\alpha}{H+h} \approx 0{,}144$

№3.

Дано:
1-2- изобара
2-3- адиабата
$T_1 = T_3$
$A_{23} = A = 750$ Дж
A_{12} - ?

Решение:

1) $Q_{23} = 0$, то $\Delta U_{23} = -A_{23}$



2) т.к. $T_1 = T_3$, то $T_2 - T_1 = -(T_3 - T_2)$, т.е.
$\Delta U_{12} = -\Delta U_{23} = A_{23} = A$.

3) $A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = \nu R(T_2 - T_1)$
$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$
$\frac{3}{2}A_{12} = \Delta U_{12}$
$A_{12} = \frac{2}{3}\Delta U_{12} = \frac{2}{3}A$
$A_{12} = \frac{2}{3}\cdot 750 = 500$ Дж.

1

1

Ответ: $A_{12} = \frac{2}{3}A = 500$ Дж +

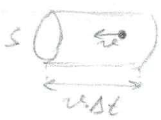
№4.

Дано:
$L = 1000$ м
$S = 10^{-6}$ м^2
$I = 4{,}5$ А
$\rho = 8{,}6\cdot 10^3 \frac{кг}{м^3}$
$A = 64\cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$
$\tau - ?$

Решение:

?

1) $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{S\cdot v\Delta t\cdot n\, e}{\Delta t} = Svn\, e$, где n – концентрация.



$v = \frac{I}{Sn}$

0,5

2) $\rho = \frac{m}{V}$
$A = \frac{m}{\nu} = \frac{m\cdot N_a}{N}$
$\frac{\rho}{A} = \frac{N}{V\cdot N_a} = \frac{n}{N_a} \rightarrow n = \frac{\rho N_a}{A}$ +

3) $\tau = \frac{L}{v} = \frac{LSn}{I} = \frac{LS\cdot\rho N_a}{I\cdot A}$

$\tau = \frac{10^3\cdot 10^{-6}\cdot 8{,}6\cdot 10^3\cdot 6{,}02\cdot 10^{23}}{4{,}5\cdot 64\cdot 10^{-3}} \approx 0{,}17976\cdot 10^{26} \approx 18\cdot 10^{24}$ с

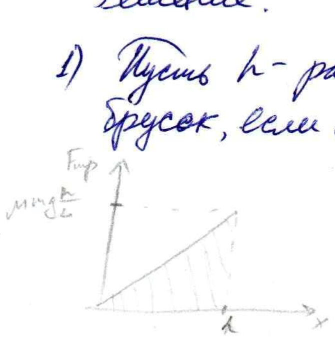
Ответ: $\tau = \frac{LS\rho N_a}{IA}\, e = 18\cdot 10^{24}$ с ?

№5.

Дано:
$v_0 = 0{,}5 \frac{м}{с}$
$L = 1$ м
$\mu = 0{,}1$
$S = 0{,}25$ м
$\tau - ?$

Решение:

1) Пусть h – расстояние, на которое продвинулся бы брусок, если бы не было стенки.



$F_{тр}$ зависит линейно от x, где x – расстояние, которое прошел брусок по шероховатой плоскости.

Всего Пятнадцать баллов Бур

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						15				15

Шифр 116056

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 6

$V = Sh$, $m_0 = \rho V = \rho S h$

15

$m_0 = \eta m = \frac{\eta \mu I t}{e N_a z}$

$\frac{\eta \mu I t}{e N_a z} = \rho S h \rightarrow t = \frac{\rho \cdot S \cdot e \cdot N_a \cdot z}{\eta \mu I} \cdot h$?

$t = \frac{8{,}8 \cdot 10^{3} \cdot 10^{-2} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \cdot 2}{0{,}9 \cdot 59 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}1} h \approx 31{,}9 \cdot 10^{8} h.$?

Ответ: $t(h) = \frac{\rho S e N_a z}{\eta \mu I} \cdot h = 31{,}9 \cdot 10^{8} h.$

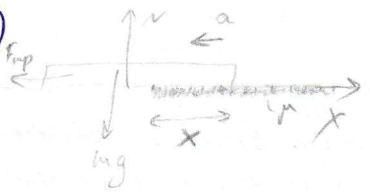
$A_{тр} = -\frac{1}{2}\cdot\mu m\cdot\frac{h}{L}\cdot g\cdot h = -\frac{1}{2}\frac{\mu m g}{L}\cdot h^2$

По закону об изм. кин. эн. $\frac{m v^2}{2} + A_{тр} = 0$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{1}{2}\frac{\mu m g}{L}\cdot h^2$$

$$h = v\cdot\sqrt{\frac{L}{\mu g}}$$

$$h = 0,5\cdot\sqrt{\frac{1}{0,1\cdot 10}} = 0,5 \text{ м.}$$

2) 

$F_{тр} = -\mu N(x) = -\mu m(x) g = -\mu m g\cdot\frac{x}{L}$ +

$ma = F_{тр} = -\mu m g\frac{x}{L}$

$a = -\frac{\mu g}{L}x, \quad a + \underbrace{\frac{\mu g}{L}}_{\omega^2} x = 0$ +

Значит, перемещение бруска можно описать $x = A\sin\omega t$

где $\omega = \sqrt{\frac{\mu g}{L}}$, $A = h$ (т.к. $x(0) = 0$)

3) $S = h\sin\left(\sqrt{\frac{\mu g}{L}}t\right)$

$\sin\left(\sqrt{\frac{\mu g}{L}}t\right) = \frac{S}{h} = \frac{0,25}{0,5} = \frac{1}{2}$

$\sqrt{\frac{\mu g}{L}}t = \frac{\pi}{6}$

$\tau = t = \sqrt{\frac{L}{\mu g}}\frac{\pi}{6}$

$\tau = t = \sqrt{\frac{1}{0,1\cdot 10}}\cdot\frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6} \approx 0,52$ с. +

1

Ответ: $\tau = \frac{\pi}{6}\sqrt{\frac{L}{\mu g}} = 0,52$ с. +

№6.

Дано:
$v_1 = 7,9\ \frac{км}{с}$

v_g - ?

Решение:

1) $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} \to \frac{GM}{R} = v_1^2$

2) $F_0 = \frac{GMm}{16R^2} = \frac{v_1^2 m}{16R}$ | $\frac{v_1^2 m}{16R} = \frac{m v_0^2}{4R} \to v_0^2 = \frac{1}{4}v_1^2$ +

$F_0 = ma = m\frac{v_0^2}{4R}$ | $v_0 = 0,5 v_1$

3) $\frac{m(v_0+v_g)^2}{2} - \frac{GMm}{4R} = 0$ +

$\frac{(v_0+v_g)^2}{2} = \frac{v_1^2}{4}$

$v_0 + v_g = \frac{\sqrt{2}}{2}v_1 \to v_g = v_1\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{2}\right) = \frac{\sqrt{2}-1}{2}\cdot v_1$

$v_д = \frac{\sqrt{2}-1}{2} \cdot 7900 \approx 1636\ \frac{м}{с}$.

Ответ: $v_д = \frac{\sqrt{2}-1}{2} v_1 = \cancel{1639}\ 1636\frac{м}{с}$.

№2.

Дано:
R
Q
ΔS

E-?

Решение:

1) 

Сферу с удаленным участком можно сравнить с целой сферой + диск с площадью ΔS (т.к. ΔS << S) и зарядом $q_д$ (Q и $q_д$ противоположны по знаку).

2) Внутри равномерно заряженной сферы $E_c = 0$.

3) 

$\Phi = \frac{q_д}{\varepsilon_0}$, $\Phi = E_д \cdot S_2$

$E_д = \frac{q_д}{\varepsilon_0 S_2} = \frac{q_д}{\varepsilon_0 \cdot 4\pi R^2}$

4) $q_д = -Q \cdot \frac{\Delta S}{S_c} = -Q \cdot \frac{\Delta S}{4\pi R^2}$

5) $E_д = \frac{-Q\Delta S}{\varepsilon_0 16\pi^2 R^4}$

6) $E = E_c + E_д = \frac{-Q\Delta S}{\varepsilon_0 \cdot 16\pi^2 R^4}$

Ответ: $E = \frac{-Q\Delta S}{16\pi^2 R^4 \varepsilon_0}$.