Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

+1 Ау

Шифр 116054

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Короткова Елизавета Андреевна

Город, № школы (образовательного учреждения) МОУ СШ №30 г. Волжский 11кл

Регистрационный номер 6092

Вариант задания 9 и 6

Дата проведения «03» марта 2019 г.

Подпись участника

97 (девяносто семь)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
12	9	16	16	22	22					97

Шифр 116054

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 9

Задача № 1

Дано:

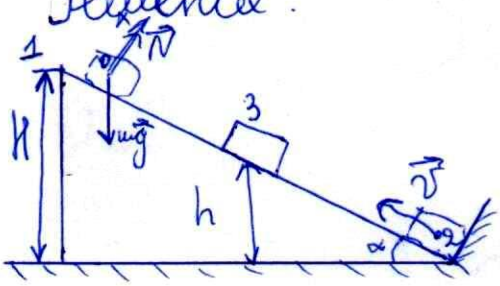
$\alpha = 30^\circ$

$H = 4$ м

$h = 2{,}4$ м

$\mu - ?$

Решение:



~~По ЗСЭ~~

По 2ЗН на ось ox:

$N = mg\cos\alpha$

$F_{тр} = N\mu = \mu mg\cos\alpha$

По закону изменения энергии из 1 положение во 2 положение:

$-A_{тр} = E_2 - E_1$ (+)

$A_{тр} = \frac{H}{\sin\alpha} F_{тр} = \mu mg \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} H = \mu mg H \operatorname{ctg}\alpha$

$E_1 = mgH$

$E_2 = \frac{mv^2}{2}$ (1)

$-\mu mgH\operatorname{ctg}\alpha = \frac{mv^2}{2} - mgH \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = mgH - \mu mgH\operatorname{ctg}\alpha$ (1)

После абсолютно упругого удара v будет такая же из

ЗСИ: $mv = mv$

По закону изменения энергии из 2 положения в 3 положение:

$-A_{тр} = E_3 - E_1$

$E_1 = \frac{mv^2}{2}$ $\quad A_{тр} = \frac{h}{\sin\alpha} F_{тр} = \mu mgh\operatorname{ctg}\alpha$

$E_3 = mgh$

$-\mu m g h\,\mathrm{ctg}\,\alpha = mgh - \frac{mv^2}{2}$

Из 1 выражения подставим $\frac{mv^2}{2}$ и получим:

$mgh + \mu mgh\,\mathrm{ctg}\,\alpha = mgH - \mu mgH\,\mathrm{ctg}\,\alpha$

~~Откуда~~ $\cancel{\mu = \frac{H-h}{2(H+h)\,\mathrm{ctg}\,\alpha}}$

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

$\mu = \frac{H-h}{(H+h)\,\mathrm{ctg}\,\alpha} = \frac{4-2,4}{6,4\cdot\sqrt{3}} \approx 0,14$

Ответ: 0,14

Задача №2

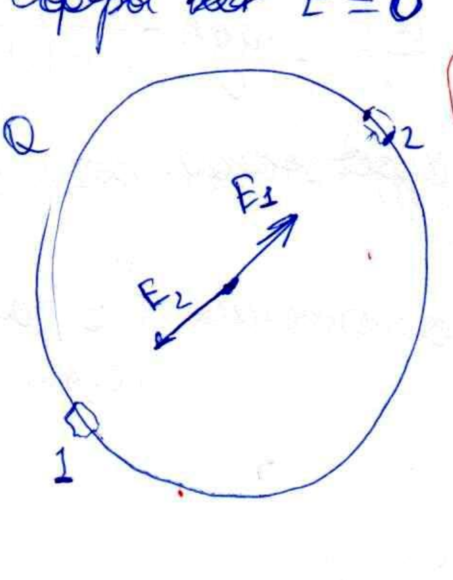
Дано:
R
Q
ΔS
$E = ?$

Решение:

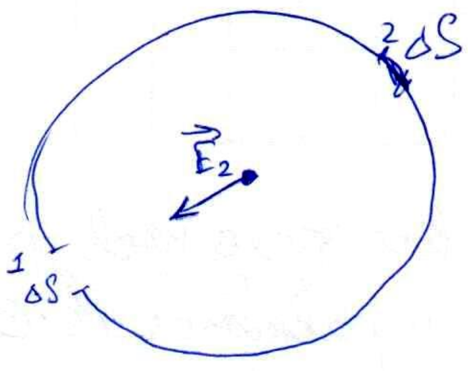
До того как удалим малый участок:

В силу того, что на сфере есть всегда 2 симметричные точки относительно центра сферы, то напряженности по принципу суперпозиции уничтожаются и у ~~сферы~~ центра сферы $E = 0$

$\vec{E}_2 + \vec{E}_1 = 0$



После того как удалили малый участок, то участок симметричный ему, остался без симметричной пары, которая ~~другая равно тоже участок~~ обнуляла E вместе с симметричной:



$$E_{центра} = E_2 = \frac{k\Delta Q}{R^2}$$

$$\Delta Q = \frac{Q\Delta S}{S_{сферы}}$$

$$S_{сферы} = 4\pi R^2 \Rightarrow \Delta Q = \frac{Q\Delta S}{4\pi R^2}$$

0,75

$$\Downarrow$$

$$E_{центра} = \frac{kQ\Delta S}{4\pi R^4} = \frac{Q\Delta S}{16\pi^2 R^4 \varepsilon_0}$$

?

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

?

№3

Дано:

1-2 – изобарическое расширение

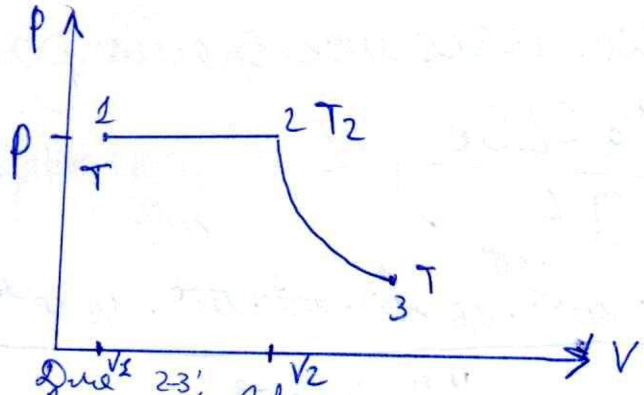
2-3 – адиабатическое расширение

$T_1 = T_3 = T$

$A_{23} = 750$ Дж

A_{12} – ?

Решение:



Для 2-3:

$A_{23} = -\Delta U_{23}$, т.к. $Q_{23} = 0$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T - T_2) \Rightarrow A_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T)$ (1)

Для 1-2:

$A_{12} = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$

1

По уравн. Менделеева-Клапейрона:

$pV_1 = \nu RT$ и $pV_2 = \nu RT_2 \Rightarrow A_{12} = \nu R(T_2 - T)$ (2) +

Из 1 и 2 выражений получаем, что $A_{12} = \frac{2}{3} A_{23}$

$A_{12} = \frac{2}{3} \cdot 750 = 500$ Дж +

Ответ: 500 Дж

Задача № 4

Дано:

$L = 1000$ м

$S = 1$ мм^2 $= 10^{-6}$ м^2

$I = 4{,}5$ А

$N_e = N$

$\rho = 8{,}6 \cdot 10^3 \frac{кг}{м^3}$

$A = 64 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$\tau - ?$

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл

$N_a = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$

Решение:

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ (+) $= \frac{\Delta q}{\tau} \Rightarrow$

$\tau = \frac{\Delta q}{I}$

Найдем Δq:

По определению это будет весь заряд провода от конца до начала и равняться $N_e \cdot e$

$\Delta q = N_e \cdot e = Ne$

$N = \nu N_a$

$\nu = \frac{m}{A}$

$m = \rho L S \Rightarrow N = \frac{N_a \rho L S}{A} \Rightarrow \Delta q = \frac{N_a \rho L S e}{A}$

А значит искомое время равно:

$\tau = \frac{N_a \rho L S e}{I A}$ (+) (1)

$\tau = \frac{6 \cdot \cancel{10^{23}} \cdot 8{,}6 \cdot \cancel{10^3} \cdot \cancel{10^3} \cdot \cancel{10^{-6}} \cdot 1{,}6 \cdot \cancel{10^{-19}}}{4{,}5 \cdot 64 \cdot 10^{-3}}$ (10^4) $\approx 2866666{,}7$ с (+) $\approx$

≈ 796 ч

Ответ: 796 ч (+)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 116054

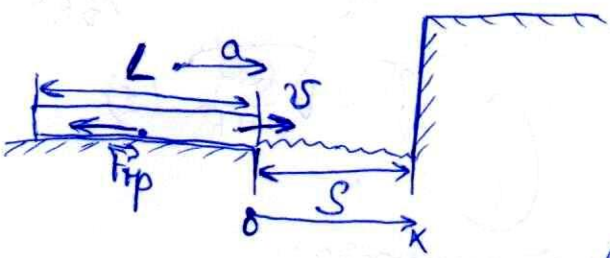
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 9

Задача № 5

Дано:
$v = 0{,}5\ \frac{м}{с}$
$L = 1\ м$
$\mu = 0{,}1$
$S = 0{,}25\ м$
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$
$\tau = ?$

Решение:



Сила трения зависит от x:

$F_{тр} = \mu g \Delta m$

$\Delta m = \frac{x}{L} m \Rightarrow$

$F_{тр} = \frac{\mu g m x}{L}$

По 2 ЗН на ось x:

$ma = -F_{тр} = -\frac{\mu g m x}{L}$

$a = -\frac{\mu g}{L} x = x''$

А значит мы получаем уравнение гармонических колебаний, т.к. x'' пропорционально x и взято с противоположным знаком

Откуда $\omega^2 = \frac{\mu g}{L} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{\mu g}{L}}$ (1)

Уравнение колебаний координаты:

$x = x_m \sin(\omega t)$ (берем sin-зависимость, т.к. $\sin 0° = 0$ и в начале (при $t=0$) $x = 0$)

$x' = v_x = x_m \omega \cos(\omega t)$ и при $t = 0$ $v_x = x_m \omega = v$, т.к. $\cos 0° = 1 \Rightarrow$

$x_m = \frac{v}{\omega}$

Подставим x_m в уравнение колебаний и получим:

$x = \frac{v}{\omega} \sin(\omega t)$

Из 1 выражения подставим ω и найдем t при x = S (t = τ):

$S = v\sqrt{\frac{L}{mg}}\sin\left(\sqrt{\frac{mg}{L}}t\right)$

$0{,}25 = 0{,}5\sqrt{\frac{1}{0{,}1\cdot 10}}\cdot\sin\left(\sqrt{\frac{0{,}1\cdot 10}{1}}t\right) \Rightarrow \sin(t) = \frac{1}{2}$ и $t = \frac{\pi}{6}$

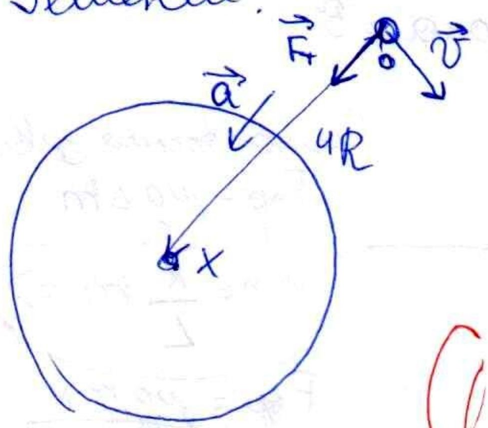
$\tau = \frac{\pi}{6} \approx 0{,}52$ с

Ответ: 0,52 с

Задача №6

Дано:
$R_1 = 4R$
$v_1 = 7{,}9\ \frac{км}{с}$
$v_g - ?$

Решение:



по 2 ЗН на ось OX:

$m\frac{v^2}{4R} = F_т = \frac{GMm}{16R^2}$

$v = \sqrt{\frac{GM}{4R}}$ (1)

Ф-ла первой космической скорости:

$v_1 = \sqrt{Rg}$, т.к. $g = \frac{GM}{R^2}$, то $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ (2)

Из 1 и 2 выражений выходит, что $v = \frac{v_1}{2}$ (1)

Для того чтобы корабль мог преодолеть поле тяготения Земли кинетическая энергия с новой скоростью должна быть больше или равна энергии силы тяготения, то есть $\frac{GMm}{4R} = \frac{mv_{min}^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{v_{min}^2}{2}$

$v_{min} = \sqrt{2}v$, а значит $v_g = v_{min} - v = (\sqrt{2}-1)v =$

$= \frac{\sqrt{2}-1}{2}v_1 \Rightarrow v_g = \frac{\sqrt{2}-1}{2}\cdot 7{,}9 = 1{,}64\ \frac{км}{с}$

Ответ: 1,64 $\frac{км}{с}$

Всего восемь баллов

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

116054

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						8				8

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 6

Ситуационная

Найдем массу полученного Ni:

$m_{Ni} = \rho V = \rho S h = 8800 \cdot 100 \cdot 10^{-4} h = 88 h$

Также в условии дано что при $I = 100$ мА $\eta_1 = 0,9$

Значит масса для формулы Фарадея равна

$m = \frac{m_{Ni}}{\eta_1} = \frac{88h}{0,9} = \frac{880}{9} h$?

Подставим в формулу Фарадея m, а также M, I, e, N_a и z:

$\frac{880}{9} h = \frac{0,059 \cdot \cancel{100} \cdot \cancel{10} \cdot t}{1,6 \cdot \cancel{10} \cdot 6 \cdot \cancel{10} \cdot 2} = \frac{0,059 \cdot \cancel{100} \cdot 10^{-3}\, t}{1,6 \cdot 10^{\cancel{-19}} \cdot 6 \cdot \cancel{10^{23}} \cdot 2}$

$t = \frac{88 \cdot 1,6 \cdot 6 \cdot 2 \cdot h \cdot 10^{6}}{9 \cdot 0,059} = 3,2 \cdot 10^{9} h$

Ответ: $t = 3,2 \cdot 10^{9} h$