Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 116057
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Чумичкина Евгения Александровна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Воронеж, МБОУ лицей №7 11 кл

Регистрационный номер 3984

Вариант задания 9, 5

Дата проведения «3» марта 2019 г.

Подпись участника

57 (пятьдесят семь)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

116057

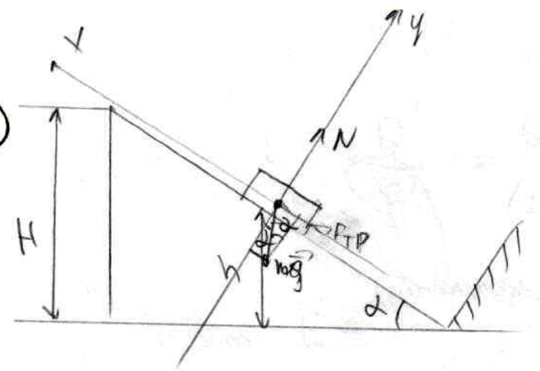
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
6	9	16	16	5	5					57

Шифр ________________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 9

№1



Дано:
$H = 4$ м
$\alpha = 30°$
$h = 2{,}4$ м
μ – ?

Решение:

① Закон сохранения энергии до соударения со стенкой

$$mgH = \frac{m\vartheta^2}{2} + F_{тр} \cdot L$$ (L – длина плоскости от начального положения до стены)
$F_{тр}$ – сила трения до соударения)

$$F_{тр} = N \cdot \mu$$

2ЗН Oy: $N = mg\cos\alpha$

? $L = H \cdot \sin\alpha$ $\frac{H}{\sin\alpha}$

0,5

$$mgH = \frac{m\vartheta^2}{2} + H\sin\alpha \cdot mg\cos\alpha$$

$$\frac{\vartheta^2}{2} = \frac{gH(2 - \sin 2\alpha\,\mu)}{2} \quad (1)$$

② Закон СЭ после соударения со стенкой:

? $$\frac{m\vartheta^2}{2} = F_{тр} l + mgh$$ ($F_{тр}$ – сила трения после соударения
l – длина пути от стены до остановки)

Т.к. удар абсолютно упругий, то по ЗСИ
$p_1 = p_2 \Rightarrow \vartheta_1 = \vartheta_2 = \vartheta$

$F_{тр} = mg\cos\alpha$
$l = h\sin\alpha$

$$\frac{\vartheta^2}{2} = \frac{gh(\sin 2\alpha\,\mu + 2)}{2} \quad (2)$$

③ приравниваем (1) и (2)

$$\frac{gH(2-\sin 2\alpha\,\mu)}{2} = \frac{gh(\sin 2\alpha + 2)}{2}.$$

$$\sin 2\alpha\,\mu\,(h+H) = 2(H-h)$$

$$\mu = \frac{2(H-h)}{\sin 2\alpha\,(H+h)} \approx 0{,}58$$

Ответ: $\mu = \frac{2(H-h)}{\sin 2\alpha (H+h)} \approx 0{,}58$

$\mu = \frac{H-h}{H+h}\,tg\,\alpha$

№3 Дано:

P_{12} – const
$(P_1 = P_2)$
$T_1 = T_3$
$V_2 > V_1$
$A_{23} = 750$ Дж

A_{12} – ?

Решение:

① $\Delta U_{12} = \left|\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)\right| = \frac{3}{2}A_{12}$

$A_{12} = \nu R|T_2 - T_1|$ (1)

+

② $Q_{23} = 0$ (процесс адиабатический)

1 ЗТ: $|\Delta U_{23}| = |A_{23}|$

$\left|\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_3)\right| = A_{23}$

$T_3 = T_1$

$|T_2 - T_1| = \frac{2}{3}\cdot\frac{A_{23}}{\nu R}$ (2)

+.

③ (1) и (2):

$A_{12} = \frac{\nu R}{1}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{A_{23}}{\nu R} = \frac{2}{3}A_{23}$

1

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

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

+

№4 Дано:

$L = 1000$ м
$S = 1\cdot 10^{-6}$ м^2
$I = 4{,}5$ А
$\rho = 8{,}6\cdot 10^3$ кг/м3
$A = 64\cdot 10^{-3}$ кг/моль

t – ?

$\bar{e} = 1{,}6\cdot 10^{-19}$ Кл
$N_A = 6{,}02\cdot 10^{23}$ 1/моль

Решение:

1) $I = \frac{q}{t} \Rightarrow t = \frac{q}{I}$

2) $q = \bar{e}\cdot N$

+

$N = \nu\cdot N_A$

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

$m = L\cdot S\cdot\rho$

$\Rightarrow$ ③ $t = \frac{\bar{e}\cdot LS\rho\cdot N_A}{A\cdot I}$ ~~≈ 334,44 с~~

$t \approx 2{,}96\cdot 10^6$ с

Ответ: $t = \frac{\bar{e}\,LS\rho\,N_A}{A\,I} \approx 2{,}96\cdot 10^6$ с

+

(N2) 1) Так как $\Delta S << S_0$ (начальной площади поверхности), то будем считать, что сфера остаётся быть равномерно заряженной. Найдём заряд удалённого участка:

(В) $q = \frac{Q}{4\pi R^2} \cdot \Delta S$, где q - заряд удалённого участка, $\frac{Q}{4\pi R^2}$ - заряд на единицу площади.

2) Заряд оставшейся сферы:

$$Q' = Q - q = Q\left(1 - \frac{\Delta S}{4\pi R^2}\right)$$

3) $$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Q'}{R^2} = \frac{Q(4\pi R^2 - \Delta S)}{4\pi R^2 \cdot 4\pi\varepsilon_0 \cdot R^2} = \frac{Q(4\pi R^2 - \Delta S)}{16\pi^2 \varepsilon_0 R^4}$$

Ответ: $E = \frac{Q(\cancel{4\pi R^2} - \Delta S)}{16\pi^2\varepsilon_0 R^4}$? 0,75

(N5) Дано:

$\vartheta = 0{,}5 \frac{м}{с}$

$L = 1$ м

$S = 0{,}25$ м

$\mu = 0{,}1$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

τ - ?

Решение:

1) $\frac{M}{m} = \frac{\rho d L}{\rho d S}$

d - площадь поперечного сечения бруска

ρ - плотность бруска

m - масса бруска, движущегося по шероховатой поверхности

Смысл уравнения?

$$\frac{M}{m} = \frac{L}{S}$$

$$m = \frac{S}{L} \cdot M = 0{,}25\ M$$

$a \neq const$

2) $Ma = mg\mu$?

$a = \frac{1}{4} g\mu$

3) $a = \frac{\vartheta - \vartheta_к}{t}$?

0,25

Ур-е колебат. движ.

$$M\frac{\vartheta^2}{2} = mg\mu S + \frac{m\vartheta_к^2}{2}$$

$$\vartheta_к = \sqrt{\vartheta^2 - \frac{1}{2} g\mu S} \approx 0{,}354 \frac{м}{с}$$

4) $$t = \frac{\vartheta - \vartheta_к}{a} = \frac{4\left(\vartheta - \sqrt{\vartheta^2 - \frac{1}{2}g\mu S}\right)}{g\mu}$$

$$t = 0{,}584\ с$$

Ответ: 0,584 с ?

№6

Дано:

$R = 4R_З$

$\vartheta_1 = 7,9 \cdot 10^3 \frac{м}{с}$

$\vartheta - ?$

$F = G \frac{M_З m}{(4R_З)^2} = \cancel{G \frac{m M_З}{16R_З^2}}$

$\cancel{ma \geq F}$

$\cancel{a \geq G \frac{M_З}{16R_З^2}}$

минимальная скорость будет при равенстве, следующим из:

$A_F \leq A_K$ $A_т$ – работа сил ~~тяжести~~ тяготения

$A_F \overset{!!}{=} A_K$ A_K – работа корабля

$A_K = \frac{m\vartheta^2}{2}$

$A_т = G \frac{M_З m}{16R_З^2} \cdot 4R_З = G \frac{M_З m}{4R_З}$

$A_K = A_т$

$\frac{m\vartheta^2}{2} = G \frac{M_З m}{4R_З}$

$\vartheta^2 = G \frac{M_З}{2R_З}$

$\vartheta_1 = \sqrt{G \frac{M_З}{R_З}} \Rightarrow G \frac{M_З}{R_З} = \vartheta_1^2$

$\vartheta^2 = \frac{\vartheta_1^2}{2}$

$\vartheta = \frac{\vartheta_1}{\sqrt{2}} \approx 5,586 \cdot 10^3 \frac{м}{с}$?

Ответ: $\vartheta = \frac{\vartheta_1}{\sqrt{2}} = 5,586 \cdot 10^3 \frac{м}{с}$

$\Delta U = U_\infty - U_0$

где $U_\infty = \sqrt{2} U_0$

$U_0 = \frac{1}{2} U_1$

Закон сохр энерг

0,25

Шесть баллов Бм

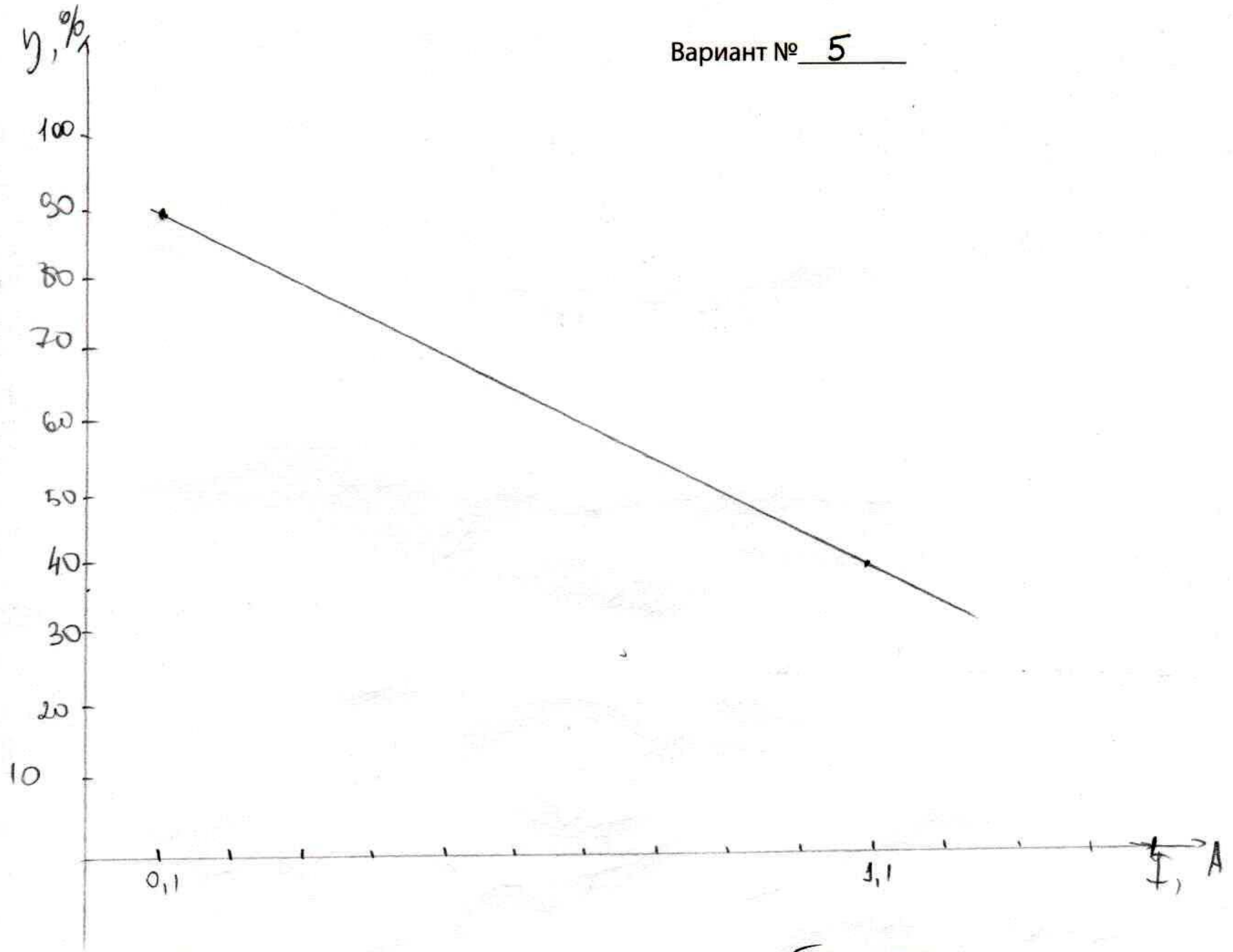
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
						6				

Шифр 116057

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 5



Если решать графическим способом, то

$$\eta = 0,86 - 0,4I$$

6

$$\frac{\mu t}{e N_A z} = \frac{m N_A t}{N N_A z} = \frac{m t}{N z}$$

$$I = \frac{m}{\mu t} \cdot e N_A z = \frac{N z}{t} \Rightarrow N = \frac{I t}{z}$$

$$q = N z \bar{e}$$

$$\eta = \frac{m_{Ni}}{m} = \frac{N_{Ni}}{N} = \frac{N_{Ni} \cdot 2}{I t}$$