H 1 14

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 126328

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Козак Маргарита Викторовна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Москва, лицей № 1580 при МГТУ им Баумана

Регистрационный номер ШМ4653

Вариант задания 27

С работой ознакомлена 01.03.2017.

Дата проведения "26" февраля 2017 г.

Подпись участника

~~72 (семьдесят две)~~ 78 (семьдесят восемь)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

126328

Шифр ______________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
-	1	0,5	1	0,25	1	0,5	1	1	1,5	
-	8	5	10	3	10	5	10	12	12	~~72~~ 78

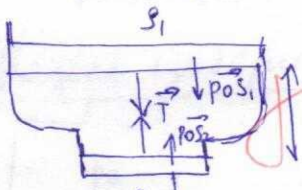
Вариант № 27.

№2.
Дано: S_1, S_2, L, T

ρ - ?

Решение: Распишем II з-н Ньютона для поршней 1) $p_0 S_1 + T = P_1 S_1$; P_1 - давление в верхн. поршне

2) $(P_1 + \rho g L) S_2 = T + p_0 S_2$



$P_1 = p_0 + \frac{T}{S_1}$

$\rho g L S_2 = T + p_0 S_2 - P_1 S_2$

$\boxed{\rho = \frac{T(S_1 - S_2)}{gLS_1S_2}}$

Ответ: $\rho = \frac{T_1(S_1 - S_2)}{gLS_1S_2}$

1

№3.
Дано: L, M, m, S, h

μ - ?

Решение:

Пусть p_0 - первоначальный

$p_0 = 0$.

После броска (p_1) - импульс сист:

$\boxed{0 = MV - MU_0}$ где V - скорость шарика, U - скорость шайбы

Запишем II з-н Ньютона для шайбы:

$Ma = F_{тр} = \mu M g$, где μ - искомый коэффициент

Наибольшая высота: $h = \frac{V^2 \sin^2\alpha}{2g}$; путь: $L = V\cos\alpha\, t$; $L_{max} = \frac{V_0 \sin 2\alpha}{g}$

$\boxed{L^2 = V^2\cos^2\alpha\, t^2}$ (1)

Пройдет шайбой расстояние:

$S = \frac{at^2}{2}$? (т.к. $U = at$) ; $a = \mu g$; $\boxed{V^2 \sin^2\alpha = 2gh}$ (2)

Сложим (1) и (2)

$S = \frac{U^2}{2a}$; $\mu g = \frac{U^2}{2S}$; $t^2 = \frac{2S}{a}$; $V^2\cos^2\alpha + V^2\sin^2\alpha = \frac{L^2}{t^2} + 2gh$ =>

$V^2 = \frac{L^2}{t^2} + 2gh = \frac{L^2 a}{2S} + 2gh$; $V = \frac{MU}{m}$; $\boxed{\frac{M^2U^2}{m^2} = \frac{L^2 a}{2S} + 2gh}$

$\frac{M^2 \cdot 2aS}{m^2} = \frac{L^2 a}{2S} + 2gh$; $\frac{M^2 \cdot 2\mu g S}{m^2} = \frac{L^2 \mu g}{2S} + 2gh$ $|:g$

$\frac{M^2 \cdot 2\mu S}{m^2} = \frac{L^2 \mu}{2S} + 2h$; $2h = \mu\left(\frac{M^2 \cdot 2S}{m^2} - \frac{L^2}{2S}\right)$;

Ответ: $\boxed{\mu = \frac{2h}{\left(\frac{M^2 \cdot 2S}{m^2} - \frac{L^2}{2S}\right)}}$

0,5

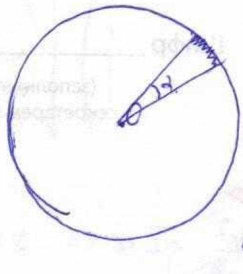
№6.

Дано: $R, Q, \Delta L$

E - ?

Решение.

1)



~~[illegible]~~

Обозначим и найдём заряд единицы длины:

$\sigma = \frac{Q}{2\pi R}$, где σ – заряд единицы длины окружности $\Rightarrow$

заряд участка будет вычислен (выделенного): $q_1 = \frac{Q}{2\pi R} \cdot \Delta L \Rightarrow$

$$E = \frac{kQ\Delta L}{2\pi R^3} = \frac{Q\Delta L}{8\pi^2 \varepsilon_0 R^3}$$

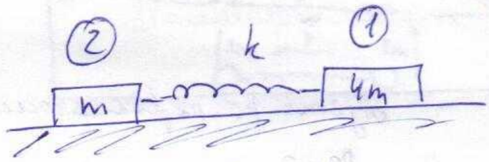
Ответ: $E = \frac{kQ\Delta L}{2\pi R^3} = \frac{Q\Delta L}{8\pi^2 \varepsilon_0 R^3}$

№4.

Дано: $m, 4m, k, x_0$

$x_{макс}$ - ?

Решение.



ЗСЭ для второго бруска, при начальном движении (первого)

$\boxed{\frac{kx_0^2}{2} = \frac{4mV^2}{2}} \Rightarrow kx_0^2 = 4mV^2$

$V^2 = \frac{kx_0^2}{4m}$

В момент, когда пружина имеет x_{max} (максимальное удлинение) $\Rightarrow$ скорости грузов будут одинаковы:

Закон сохранения импульса: $\boxed{4mV = 5mu}$, где u – скорость грузов.

$\Downarrow$ $4V = 5u$; $u = \frac{4V}{5}$.

ЗСМЭ: $\boxed{\frac{4mV^2}{2} = \frac{5mu^2}{2} + \frac{kx_{max}^2}{2}}$

$$4mV^2 = \frac{5m \cdot 16V^2}{25} + kx^2_{max}$$

$100mV^2 = 5m \cdot 16V^2 + kx^2_{max} \cdot 25$;

$25kx^2_{max} = V^2(100m - 5m \cdot 16)$; $25kx^2_{max} = \frac{kx_0^2}{4m} \cdot 20m$

$25x^2_{max} = 5x_0^2 \Rightarrow x^2_{max} = \frac{x_0^2}{5}$

$\boxed{x_{max} = \frac{x_0}{\sqrt{5}}}$

Ответ: $x_{max} = \frac{x_0}{\sqrt{5}}$.

№8

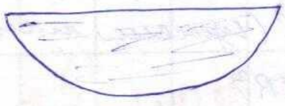
Дано:

$R=0{,}4$ м.

$n=\frac{4}{3}.$

$F-?$

Решение.



$$D_{системы} = D_1 + D_2$$

$$D_1 = D_0 = \frac{2}{R}; \quad D_2 = 2\frac{(n-1)}{R}.$$

$$D_{системы} = \frac{1}{F} = \frac{2(n-1)}{R} + \frac{2}{R} = \frac{2n}{R} = \frac{\frac{8}{3}}{R} = \frac{8}{3R} \Rightarrow F = \frac{3R}{8} = \frac{3\cdot 0{,}4}{8} = 0{,}15\text{м.}$$

Ответ: $F=0{,}15$м.

№ 27.

Дано:

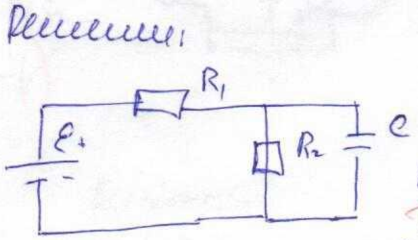
$R_1=R$

$R_2=3R$

$Q_{R_2}-?$

Решение:

(1)



По закону Кирхгофа:

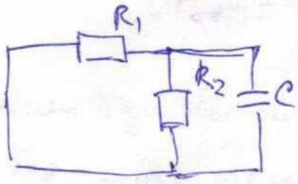
$$\mathcal{E} = I(R_1+R_2) = I\cdot 4R \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{4R}$$ (I-ток в контуре)

$U_{R_2} = U_C$ (соединены параллельно)

напр на R_2 напр на C

$$U_{R_2} = I\cdot R_2 = \frac{3}{4}\mathcal{E}.$$

(2)



$$W_1 = \frac{CU_C^2}{2}; \quad \frac{CU_C^2}{2} = Q_1 + Q_2$$

Из закона Джоуля-Ленца для последовательных сопротивлений

$$\frac{Q_2}{Q_{1}} = \frac{I^2R_1t}{I^2R_2t} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow Q_1 = \frac{Q_2R_1}{R_2}$$

$$\frac{C\cdot 9\mathcal{E}^2}{16} = Q_2\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right); \quad \frac{C\cdot 9\mathcal{E}^2}{16} = Q_2\left(\frac{4R}{3R}\right) \Rightarrow Q_2 = \frac{C\mathcal{E}^2\cdot 27}{64}$$

Ответ: $Q_{R_2} = \frac{27C\mathcal{E}^2}{64}.$

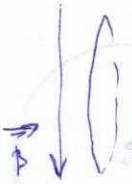
0,5

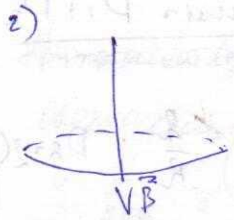
№9

Дано: R, B, α, A

L-?

Решение:

1) 

2) 

$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{B\cdot\Delta S}{\Delta t}$;

ΔS (изменение площади) $= \pi R^2$

с другой стороны ЭДС равна:

$\mathcal{E} = -L\frac{dI}{dt}$

$2A = \mathcal{E}\cdot\Delta I\cdot\Delta t \Rightarrow \Delta I = \frac{2A}{\mathcal{E}\Delta t} \Rightarrow$

$\mathcal{E} = \frac{2L\cdot A}{\mathcal{E}\Delta t\cdot\Delta t} \Rightarrow \underbrace{2LA = \mathcal{E}^2\cdot\Delta t^2; \quad \mathcal{E}\Delta t = B\cdot\Delta S}$ $\Rightarrow$

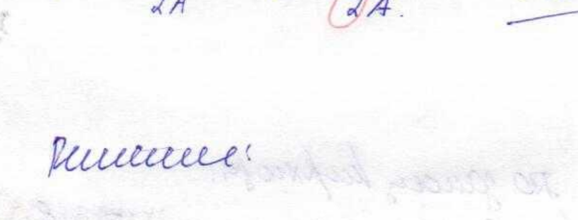
$B^2\cdot\Delta S^2 = 2LA \Rightarrow L = \frac{B^2\cdot\Delta S^2}{2A} = \frac{B^2\cdot\pi^2\cdot R^4}{2A}$ Ответ: $L = \frac{B^2\cdot\pi^2\cdot R^4}{2A}$

№10

Дано: $3m, L, \frac{L}{3}, V$

$T-?$

Решение:



Пусть T_1 - период колебаний шарика $\Rightarrow$ $T_1 = \frac{2\pi\sqrt{3m}}{\sqrt{k}} \Rightarrow$

$T = T_1 + 2\left(\frac{L-l}{V}\right)$, где $l = \frac{L}{3}$ (длина пружины) $\Rightarrow$

$T = \frac{2\pi\sqrt{3m}}{\sqrt{k}} + 2\left(\frac{L-\frac{1}{3}L}{V}\right) = \frac{2\pi\sqrt{3m}}{\sqrt{k}} + \frac{2\cdot\frac{2}{3}L}{V} = \frac{2\pi\sqrt{3m}}{\sqrt{k}} + \frac{\frac{4}{3}L}{V} =$

$= \frac{2\pi\sqrt{3m}}{\sqrt{k}} + \frac{4L}{3V}$ Ответ: $T = \frac{2\pi\sqrt{3m}}{\sqrt{k}} + \frac{4L}{3V}$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

126328

Шифр ____________

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 27.

№5.

Дано:

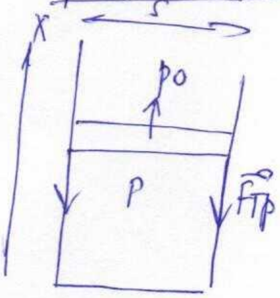
$F_{тр} > mg + p_0 S$

$\Delta V = 4$

$\frac{p_4}{p_к} - ?$

Решение:

а) ~~Процесс изобарный~~ ⇒ при $T\uparrow$ $V\uparrow$



Нагревание медленное ⇒ $a=0$ ⇒ путь Δx — величина, каналу поршень ⇒

$$\begin{cases} Q_{испр} = \frac{i}{2}\cdot p_4 \cdot S\Delta x + p_4 \cdot S \cdot \Delta x = p_4 S \Delta x\left(\frac{i}{2}+1\right) \\ Q_{тр} = F_{тр}\cdot\Delta x \end{cases} \Rightarrow$$

$Q_1 = Q_{испр} + Q_{тр} = p_4 S\Delta x\left(\frac{i}{2}+1\right) + F_{тр}\Delta x$; $F_{тр} = p_4 S - p_0 S = (p_4 - p_0)S$

б) Поршень при охлаждении вниз уже не опустится (т.к. по условию $F_{тр}$ ...) ⇒ Процесс будет изохорным ⇒ $A=0$

$Q_x = \frac{i}{2}\cdot\frac{(p_к - p_1)}{2}\cdot V_к$; $V_к = S\cdot 4x_1$

$Q_x = Q_1 \Rightarrow$

$p_4 \cancel{S}\Delta x\left(\frac{i}{2}+1\right) + (p_4 - p_0)\cancel{S}\Delta x = \frac{i}{2}\cdot\frac{(p_к - p_4)}{2}\cdot\cancel{S}\cdot 4x_1$; $\Delta x = 3x_1$ (x - велич.)

$p_4\cdot 3\cancel{x}\left(\frac{i}{2}+1\right) + (p_4 - p_0)\cdot 3\cancel{x} = \frac{i}{2}\cdot\frac{(p_к - p_4)}{2}\cdot 4\cancel{x_1}$

$\frac{5}{2}\cdot p_4 + (p_4 - p_0)\cdot 3 = \frac{3}{\cancel{2}}(p_к - p_4)\cdot\cancel{4}$

$2{,}5 p_4 + 3p_4 - 3p_0 = 6p_к - 3p_4$

$5{,}5 p_4 - 3p_0 + 3p_4 = 6p_к$

$8{,}5 p_4 - 3p_0 = 6p_к \Rightarrow$

$8{,}5 p_4 - 6p_к = 3p_0$

?

0,25