+ 19

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 126248

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Неймышев Михаил Петрович

Город, № школы (образовательного учреждения) Москва, школа-интернат им. А.Н. Колмогорова СУНЦ МГУ

Регистрационный номер шм 4109

Вариант задания 25

Дата проведения «26» февраля 2017 г.

Подпись участника

71 (семьдесят один)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

248

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	8	3	10	5	10	5	10	6	6	71

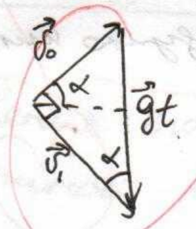
Шифр 126248

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 25

№1

Нарисуем векторный треугольник скоростей



перемещение по оси O_x:

$$x = \upsilon_0 \cos\alpha\, t$$

перемещение по оси O_y:

$$y = \upsilon_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$$

S - перемещение

$$S = \sqrt{x^2+y^2} = \sqrt{\upsilon_0^2\cos^2 t^2 + \upsilon_0^2 \sin^2\alpha\, t^2 - gt^3\upsilon_0 \sin\alpha + \frac{g^2t^4}{4}} =$$

$$= \sqrt{\upsilon_0^2 t^2(\cos^2\alpha + \sin^2\alpha) - gt\sin\alpha \cdot t^2 \cdot \upsilon_0 + \frac{g^2t^4}{4}}$$

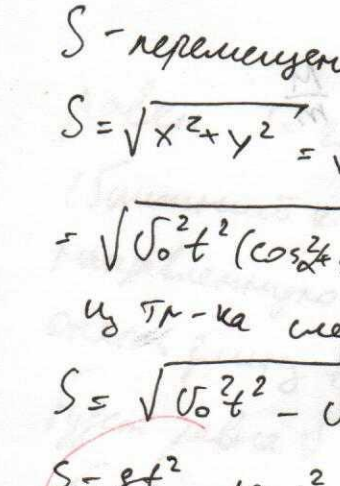
из тр-ка следует что $gt\sin\alpha = \upsilon_0$

$$S = \sqrt{\upsilon_0^2 t^2 - \upsilon_0 \cdot \upsilon_0 \cancel{t} t^2 + \frac{g^2t^4}{4}} = \frac{gt^2}{2}$$

$$S = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \cdot 1^2}{2} = 5\ (м)$$

Ответ: 5м

№2



Найдем давление в точке A на верхней поверхности нижнего поршня, оно складывается из давления жидкости и верхнего поршня

$$P = \rho g L + \frac{T}{S_1}$$

Запишем 2-й з-н Ньютона на нижний поршень на ось O_x:

$$0 = -T + P \cdot S_2$$

$$T = \rho g L S_2 + \frac{T \cdot S_2}{S_1}$$

$$T - T\cdot\frac{S_2}{S_1} = \rho g L S_2$$

$$T\cdot\frac{S_1 - S_2}{S_1} = \rho g L S_2$$

$$T = \rho g L\frac{(S_1 \cdot S_2)}{(S_1 - S_2)}$$

1

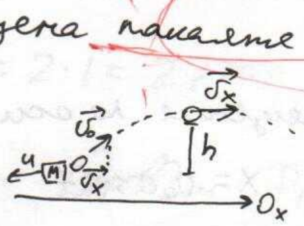
Ответ: $T = \rho g L\frac{S_1\cdot S_2}{(S_1 - S_2)}$ 1

№3

во время броска мальчик сообщил мячу энергию которая не меняе[тся] на протяжении всего полета мяча и равна в высшей точке его пол[ета] сумме кинетической и потенциальной энергий, в то же время мальчику была сообщена такая же по модулю кинетическая энерг[ия]

? ?

$$E = mgh + \frac{m\upsilon_x^2}{2}$$



? 0,25

$$E = \frac{Mu^2}{2}$$

З.С.Э.: $\frac{Mu^2}{2} = mgh + \frac{m\upsilon_x^2}{2}$

Так же можно записать З.С.И$_{\text{на ось }Ox}$: $Mu = m\upsilon_x \Rightarrow \upsilon_x = u\cdot\frac{M}{m}$

$$Mu^2 = 2mgh + m\upsilon_x^2 = 2mgh + mu^2\cdot\frac{M^2}{m^2}$$

№6

Изначально внутри сферы напряженность равна нулю $E = 0$

Сферу с дырочкой площади ΔS можно представить как суперпоз[иция] целой сферы с зарядом Q и точечного заряда (т.к. ΔS мало) на поверхности сферы с размерами дырочки и зарядом q, равным

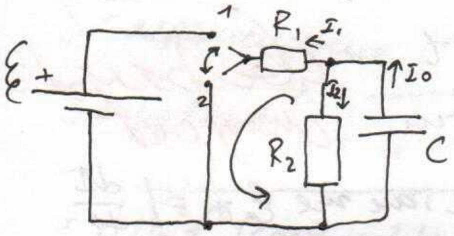
$q = -Q \cdot \frac{\Delta S}{4\pi R^2}$, т.к. заряд на куске сферы площади ΔS равен $Q \cdot \frac{\Delta S}{4\pi R^2}$

Напряженность в центре сферы с дыркой будет суперпозицией напряженностей сферы и заряда q, напр. от сферы равна 0, напрят. от заряда равна $E = k\frac{q}{R^2}$

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

Ответ: $|E| = \frac{+Q \cdot \Delta S}{16\pi^2 R^4 \cdot \varepsilon_0}$, направлен вектор $\vec{E}$ от центра сферы к дырочке.

№7



при нахождении в положении ключа 1 конденсатор зарядится так, что его напряжение станет равно $\mathcal{E}$

$$U_c = \mathcal{E} \Rightarrow q = C\mathcal{E} \Rightarrow W = \frac{C \cdot \mathcal{E}^2}{2}$$

где W – энергия запасенная конденсатором, после включения ключа в положение 2, вся W перейдет в тепло на резисторах.

] через R_1 течет ток I_1, а через $R_2 \to I_2$, причем $I_0 = I_1 + I_2$, где I_0 – это ток через конденсатор в ~~от~~ некоторый момент времени.

т.к. напряжения на R_1 и R_2 равны по второму пр-лу Кирхгофа для контура I: $0 = I_1 R_1 - I_2 R_2 \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2$

$$I_1 = I_2 \cdot \frac{R_2}{R_1} = I_2 \cdot \frac{2R}{R} = 2I_2$$

$Q_2 = ?$ 0,5

то и тепла на R_1 выделяется в 2 раза больше, чем на $R_2 \Rightarrow Q_2 = Q_1 \cdot \frac{1}{2}$

$$W = Q_1 + Q_2 = 2Q_2 + Q_2 = 3Q_2 \Rightarrow Q_2 = \frac{W}{3} = \frac{C\mathcal{E}^2}{6}$$

Ответ: $\frac{C\mathcal{E}_e^2}{6}$

№8

Оптическая сила посеребренной линзы будет складываться из оптической силы линзы, плюс оптич. силы зеркала плюс опт. силы линзы

$D_1 = D + D_з + D$

опт. сила посеребр. линзы; опт сила зеркала; опт сила линзы

$D_з = 0$ т.к. зеркало плоское (радиус кривизны равен ∞)

$D_1 = 2\cdot D + 0 = 2\cdot 1 = 2$ дптр

Ответ: $D_1 = 2D = 2$ дптр

№9

при повороте кольца будут возникать токи и вследствии этого выделяться тепло, значит $A = Q$, $A = U\cdot I\cdot t$

$dA = U\cdot I\cdot dt$, за малый промежуток времени в кольце будет возникать $\mathcal{E}_{in} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{BdS}{dt}$ а так же $\mathcal{E}_{in} = L\frac{dI}{dt}$

сверху минус

$dA = I\cdot L\frac{dI}{dt}\cdot dt = IdI\cdot L$

R=L

$\int_0^A dA = L\int_0^I IdI \Rightarrow A = L\cdot\frac{I^2}{2}$, где I - конечный ток

$\frac{BdS}{dt} = \frac{LdI}{dt} \Rightarrow BdS = LdI \Rightarrow B\int_0^{\pi R^2} dS = L\int_0^I dI \Rightarrow LI = B\cdot\pi R^2$

$A = \frac{L^2I^2}{2L} = \frac{B^2\pi^2R^4}{2L} \Rightarrow B^2 = \frac{2LA}{\pi^2R^4} \Rightarrow B = \frac{\sqrt{2LA}}{\pi R^2}$

Ответ: $B = \frac{\sqrt{2LA}}{\pi R^2}$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

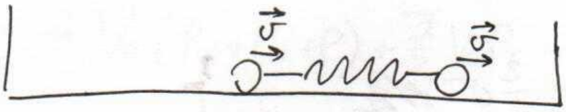
126248

Шифр ____________________

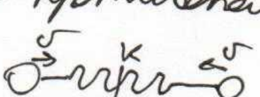
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 25

№ 10



сначала шарики будут двигаться с постоянной скоростью v, пока не столкнется со стенкой ближний к ней шарик. После столкновения его скорость останется по модулю прежней, но противоположной по направлению.



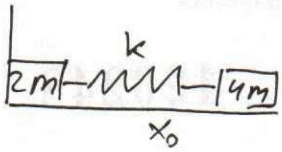
Из соображений симметрии очевидно что средние витки пружины неподвижны, значит их можно закрепить без ущерба для системы. У каждой половины будут жесткость по $2K$, значит период колебаний каждого груза будет равен $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{2K}}$. После ~~за~~ того как пройдет время $\frac{T}{2}=\pi\sqrt{\frac{m}{2K}}$, крайний (ближний к стенке) шарик будет иметь скорость равную по модулю v направленную к стенке и потом отталкнется, и пружина будет иметь длину $\frac{L}{4}$ равную изначальной и скорость левого шарика будет равна v и направлена к левой стенке; получите что оба шарика двигаются со скоростью v к левой стенке и пружина не деформирована. До левой стенки ~~эт~~ левый шарик доберется через $t=\frac{L-\frac{L}{4}}{v}=\frac{3}{4}\cdot\frac{L}{v}$ и картина повторится симметрично, т.е. опять начнутся колебания, затем движение к правой стенке и т.д. значит $\left(\frac{T}{2}+t\right)$ — это полупериод движения шариков, $\frac{T_0}{2}=\frac{T}{2}+t$ или

$$T_0=T+2t=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}+\frac{6}{4}\frac{L}{v}=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}+\frac{3}{2}\frac{L}{v}$$

$T=?$

Ответ: период движения шариков будет равен $T_0=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}+\frac{3}{2}\frac{L}{v}$

№4

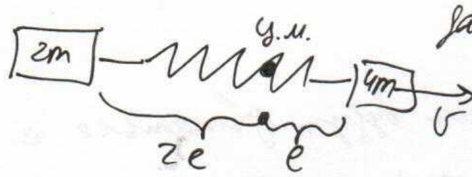


Т.к. изначально пружина сжата на x_0, то запишем З.С.Э.:

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

$\upsilon=x_0\sqrt{\frac{k}{4m}}$ – скорость с которой будет двигаться брусок 4m после распрямления пружины до недеф. состояния

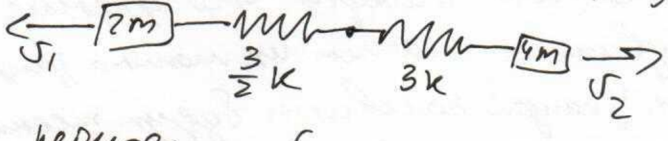
Далее возникнут колебания



$$\upsilon_{ц.м.}=\frac{4m\cdot\upsilon}{6m}=\frac{2}{3}\upsilon$$

движение ц.м. будет с пост. скоростью и не будет влиять на колебание.

] ц.м. неподвижен тогда $\upsilon_1=\frac{2}{3}\upsilon=\frac{2}{3}x_0\sqrt{\frac{k}{4m}}$ и $\upsilon_2=\upsilon-\frac{2}{3}\upsilon=\frac{\upsilon}{3}=\frac{1}{3}x_0\sqrt{\frac{k}{4m}}$



пружина разбивается на две с 3k и $\frac{3}{2}k$

периоды колебаний брусков будут $T_1=2\pi\sqrt{\frac{2m}{\frac{3}{2}k}}=2\pi\sqrt{\frac{4m}{3k}}$ и $T_2=2\pi\sqrt{\frac{4m}{3k}}$

очевидно, что $T_1=T_2$

Тогда при наибольшем положении одного бруска и ц.м. и второй будет нахождение на наибольшем положении к ц.м. следовательно и ко второму бруску.

$$\frac{\frac{3}{2}kx_1^2}{2}=\frac{2m\cdot\frac{4}{9}\cdot x_0^2\cdot\frac{k}{4m}}{2}$$

$$3kx_1^2=4m\cdot\frac{4}{9}x_0^2\frac{k}{4m}$$

$$x_1^2=\frac{4}{27}x_0^2\Rightarrow x_1=\frac{2}{3\sqrt{3}}x_0$$

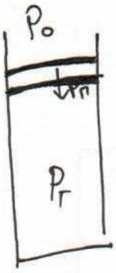
$$\frac{3kx_2^2}{2}=\frac{4m\cdot\frac{1}{9}x_0^2\cdot\frac{k}{4m}}{2}$$

$$3kx_2^2=\frac{4}{9}x_0^2m\cdot\frac{k}{4m}$$

$$x_2^2=\frac{x_0^2}{27}\Rightarrow x_2=\frac{x_0}{3\sqrt{3}}$$

$$\Delta X=x_1+x_2=\frac{2}{3\sqrt{3}}x_0+\frac{x_0}{3\sqrt{3}}=\frac{3}{3\sqrt{3}}x_0=\frac{x_0}{\sqrt{3}}$$

Ответ: ~~[illegible]~~
Величина деф. пружины будет $\frac{x_0}{\sqrt{3}}$



№5

$$Q_1 = \frac{3}{2} V_0 (P_0 + P_п + P - P_г) + \frac{5}{2}(P_0 + P_п + P)(V - V_0)$$

$$Q_2 = \frac{3}{2} V (-P_0 - P_п - P + P_г - P) + \frac{5}{2}(P_г - P)(V - 2V_0) + Q_{тр}$$

0,25

$$Q_1 = -Q_2$$

$$\frac{3}{2} V_0 (P_0 + P_п + P) - \frac{3}{2} V_0 P_г + \frac{5}{2}(P_0 + P_п + P) V - \frac{5}{2}(P_0 + P_п + P) V_0 =$$

$$= \frac{3}{2} V P_г - \frac{3}{2} V P - \frac{3}{2} V (P_0 + P_п + P) + \frac{5}{2} P_г V - \frac{5}{2} P V - 5 P_г V_0 + 5 P V_0 +$$

$$- V_0 (P_0 + P_п + P) + \cancel{\frac{7}{2}} V_0 P_г + \cancel{8} 4 (P_0 + P_п + P) V = \cancel{8} 4 P_г V - 4VP + 5PV_0 + Q_{тр}$$