

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО
«Будущее Сибири»
2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по _____

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

М	О	Ц	С	Е	Е	Н	К	О											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя:

Д	М	И	Т	Р	И	Й													
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество:

В	И	Т	А	Л	Ь	Е	В	И	Ч										
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Учащийся 11 класса школы № МБОУ Лицей при ТПУ

города Томска
(города/села, района)

Томской области
(области)

Дата рождения 24 09 1997

Контактная информация – телефон(ы): 8-903-913 62 53

E-mail: _____

Пункт проведения этапа ТПУ 19 корпус

Дата проведения этапа 15.02.2015

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e – mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

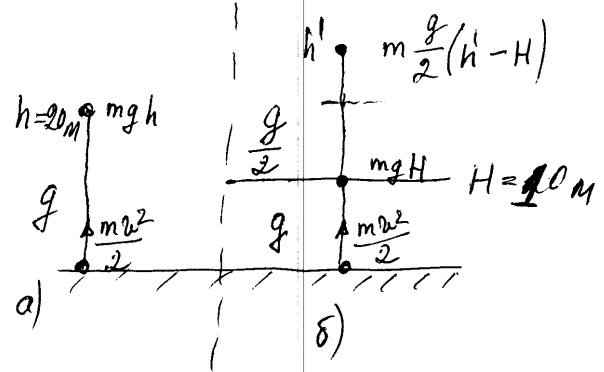
Личная подпись 

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
48	28.02.15	Мартимова Ю.Б.	<i>[Signatures]</i>

Задача №1
 Дано:
 $h = 20 \text{ м}$
 $H = 10 \text{ м}$
 $g' = \frac{g}{2}$
 $h' = ?$



Из рисунка а) и б) можно составить уравнение:

$$mgh = mgH + m \frac{g}{2} (h' - H)$$

сократим также на "g":

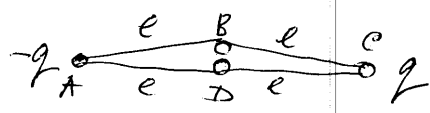
$$h = H + \frac{h' - H}{2}$$

$$2h = 2H + h' - H$$

$$2h - H = h'; \quad h' = 2 \cdot 20 - 10 = 30 \text{ м}$$

Ответ: $h' = 30 \text{ м}$

Задача №2
 Дано:
 m
 $2m$
 $-q$
 q
 $U = ?$



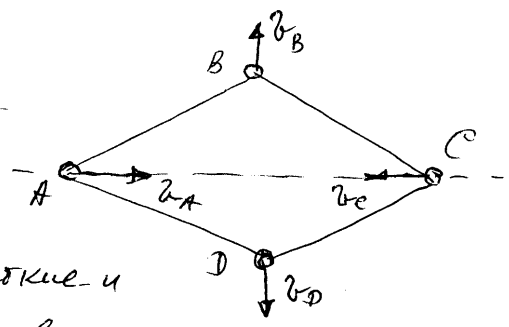
Расстояние $AC = 2l$
 Энергия взаимодействия между заряженными шариками A и C равна:

$$W_1 = \frac{-q \cdot q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 \cdot 2l}$$

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

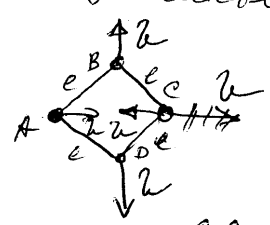
Когда шарик В и D отсутстви, то шарик А и С притягиваются и напнут движение навстречу друг к другу и в какой-то момент времени будут иметь:



у каждого стержня один конец движется горизонтально, а другой вертикально. Стержни жесткие и скорости концов будут равны:

$$v_A = v_B = v_C = v_D$$

Когда система превратится в квадрат



Можно применить закон сохранения энергии

$$W_A + W_B + W_C + W_D + W_2 = W_1$$

$$W_2 = \frac{-q^2}{4\pi\epsilon_0 AC}; \quad AC = \sqrt{e^2 + e^2} = e\sqrt{2}$$

$$W_2 = \frac{-q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}e}; \quad W_A = \frac{mv^2}{2}; \quad W_C = \frac{mv^2}{2}$$

$$W_B = \frac{2mv^2}{2}; \quad W_D = \frac{2mv^2}{2}$$

$$W_A + W_C = 2 \frac{mv^2}{2}; \quad W_B + W_D = 2 \frac{2mv^2}{2}; \quad \text{тогда}$$

$$2 \frac{mv^2}{2} + 2 \frac{2mv^2}{2} + W_2 = W_1; \quad 3mv^2 = W_1 - W_2$$

$$W_1 - W_2 = \frac{-q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2e} - \frac{-q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}e} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2}e} - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 2e} =$$

$$= \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 e} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 e} \frac{\sqrt{2}\sqrt{2} - \sqrt{2} \cdot 1}{2\sqrt{2}} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 e} \frac{\sqrt{2}-1}{2}$$

$$v^2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 m e} \frac{\sqrt{2}-1}{6}; \quad \text{ответ: } v = \sqrt{\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 m e} \frac{\sqrt{2}-1}{6}}$$

100

Шифр



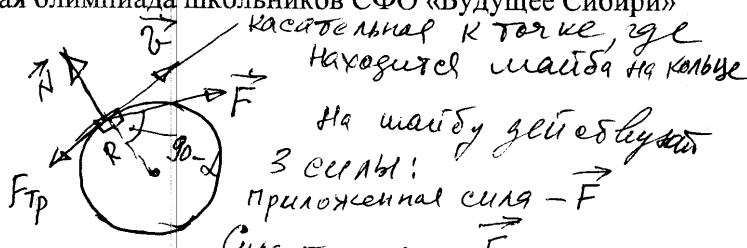
Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача №3

Дано

- R - радиус кольца
- F - сила, дейст. на шайбу
- M - коэф. трения
- m - масса шайбы

$v = ?$



касательная к точке, где находится шайба на кольце
на шайбу действуют 3 силы:

- приложенная сила - \vec{F}
- сила трения - $\vec{F}_{тр}$
- сила реакции \vec{N}

Ш/м движется по окружности
возможна центростремительное ускорение, которое направлено по радиусу к центру:

$$\vec{a} = \frac{v^2}{R}$$

Затем закон Ньютона применимо к системе, изображенной на рисунке:

$$m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N} + \vec{F}_{тр}$$

Затем этот закон на касательную:

Затем все в проекции на нормаль и тангенс, то есть выведем уравнения силы

$$-\frac{mv^2}{R} = F \cos(90-\alpha) - N = F \sin \alpha - N$$

$$0 = F \cos \alpha - F_{тр} = F \cos \alpha - \mu N \rightarrow N = \frac{F \cos \alpha}{\mu}$$

$$-\frac{mv^2}{R} = F \sin \alpha - \frac{F \cos \alpha}{\mu} \quad \mu = F \left(\sin \alpha - \frac{\cos \alpha}{\mu} \right)$$

$$v = \sqrt{\frac{F \cdot R}{m} \left(\sin \alpha - \frac{\cos \alpha}{\mu} \right)}$$

ответ: $v = \sqrt{\frac{F \cdot R}{m} \left(\sin \alpha - \frac{\cos \alpha}{\mu} \right)}$ 25

$$\mu < \cot \alpha$$

ног норми коэффициентов трения

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача № 5

Дано:

$$S = 40 \text{ м}^2$$

$$h = 3 \text{ м}$$

$$V = 120 \text{ м}^3$$

$$T = 293 \text{ К}$$

$$P_1 = 750 \text{ мм.рт.ст.}$$

$$P_2 = 780 \text{ мм.рт.ст.}$$

$$\Delta m = ?$$

Формулы уравнение Менделеева-Клапейрона

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$P_1 V = \frac{m_1}{\mu} RT$$

$$P_2 V = \frac{m_2}{\mu} RT$$

$$P_2 V - P_1 V = \frac{(m_2 - m_1)}{\mu} RT$$

$$(P_2 - P_1) V = \frac{\Delta m}{\mu} RT; \Delta P \cdot V = \frac{\Delta m}{\mu} RT$$

$$\Delta m = \frac{\mu \cdot \Delta P \cdot V}{RT}$$

$$760 \text{ мм.рт.ст.} = 10^5 \text{ Па}$$

$$1 \text{ мм} = \frac{10^5}{760} \approx 130 \text{ Па}$$

$$\Delta P = 30 \text{ мм.рт.ст.} = 30 \cdot 130 = 3900 \text{ Па}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\mu = ?$$

Воздух содержит N_2 и O_2

$\mu_{\text{N}_2} = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ $\mu_{\text{O}_2} = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$; в среднем $\mu_{\text{возд}} = \frac{28+32}{2} = 30 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \approx 0,03 \text{ кг/моль}$

Находим Δm : $\mu_{\text{возд}} = 29 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

$$\Delta m = \frac{0,03 \cdot 3900 \cdot 120}{8,31 \cdot 293} = 5,77 \text{ кг}$$

Ответ: $\Delta m = 5,77 \text{ кг}$

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача №5

Дано

$$B(t) = B_0 \left(1 - \frac{t^2}{\tau^2}\right)$$

 $t = \frac{\tau}{2}$ момент разрыва

 T_0 - наименьшее сопротивление

 $a = ?$ - радиус кольца

Магнитный поток через площадь кольца равен:

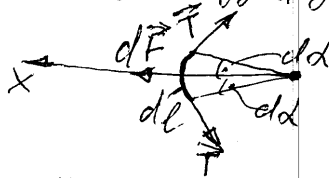
$$\Phi = \pi a^2 B; \quad \pi a^2 - \text{площадь кольца}$$

$$\Phi(t) = \pi a^2 B_0 \left(1 - \frac{t^2}{\tau^2}\right) = \pi a^2 B_0 - \pi a^2 B_0 \frac{t^2}{\tau^2};$$

По закону электромагнитной индукции в кольце возникает э.д.с. - E

$$E = - \frac{d\Phi}{dt} = \pi a^2 B_0 \frac{2t}{\tau^2}$$

На каждый бесконечно малый

узелок кольца будет действовать сила Ампера dF (см. рис.)

по закону Ампера:

$$dF = I B \cdot dl$$

Кроме того, на узелок dl действуют силы натяжения T . Эти силы находятся в равновесии.
 $dF = 2T$. Найдем проекцию этих сил на ось X , которая проходит через центр кольца и силу dF :

$$dF = 2T \cdot \cos(90^\circ - d\alpha) = 2T \sin d\alpha = 2T \cdot d\alpha$$

 $d\alpha$ - бесконечно малая величина и $\sin d\alpha = d\alpha$ Найдем длину дуги dl

$$\text{Тогда } dF = I B dl = I B \cdot a \cdot 2d\alpha = 2T d\alpha; \quad I B a = T$$

Подставим выражение для тока I

$$I = \frac{E}{R} = \frac{\pi a^2 B_0 \frac{2t}{\tau^2}}{R}$$

Тогда наше уравнение:

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

$$I B a = T$$

$$\frac{\pi a^2 B_0 \frac{2L}{\tau^2}}{R} B a = T$$

При $t = \tau/2$ - разрыв

$$B(t = \frac{\tau}{2}) = B_0 \left(1 - \frac{\tau^2}{4\tau^2}\right) = \frac{3}{4} B_0$$

При разрыве $T = T_0$, тогда:

$$\frac{\pi a^2 B_0 \frac{2L}{\tau^2} \cdot \frac{3}{4} B_0 \cdot a}{R} = T_0$$

$$\frac{\pi a^2 B_0}{\tau \cdot R} \cdot \frac{3}{4} B_0 \cdot a = T_0$$

$$\frac{\pi a^3 B_0^2 \cdot 3}{4 \tau \cdot R} = T_0$$

$$\pi a^3 B_0^2 \cdot 3 = T_0 \cdot 4 \tau R$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{T_0 \cdot 4 \tau \cdot R}{\pi B_0^2 \cdot 3}}$$

$$\text{ответ: } a = \sqrt[3]{\frac{T_0 \cdot 4 \tau \cdot R}{\pi B_0^2 \cdot 3}}$$

100