

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия:

М	А	Р	Г	У	Л	Ц	С												
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя:

С	Т	А	Н	И	С	Л	А	В											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество:

В	А	Д	И	М	О	В	И	Ч											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Учащийся 11 класса школы № МАОУ Сибирский
институт г. Томск

(города/села, района)

Томской области

(области)

Дата рождения 25.07.1997

Контактная информация – телефон(ы): +7 952 884 03 40

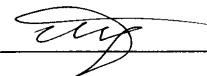
E-mail: stas.margalis@mail.ru

Пункт проведения этапа ТТУ

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		Толмачева Н.В.	

сорок восемь

48 (сорок восемь) Толмачева Н.В.

Задача №1

- Дано;
- 1) $h; g; h = 20\text{м}$
 - 2) $H; g; H = 10\text{м}$
 - 3) $h' - H; \frac{g}{2}$
-
- $h' = ?$

1) $\frac{mv^2}{2} = mgh$
 Если мяч бросим с той же силой, т.е. сообщим ему ту же энергию, то

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

Тогда составляем уравнение:

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

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

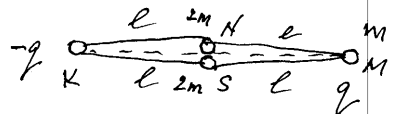
$$h' = 2h - H = 2 \cdot 20 - 10 = 30\text{м}$$

ответ: $h' = 30\text{м}$ + 105

1	2	3	4	5	6	Σ
10	10	8	10	10	-	48

Задача №2

- Дано
- 1
 - q
 - q
-
- $U = ?$



В исходном состоянии система (рамб) обладает потенциальной энергией взаимодействия 2-х заряженных шаров (К и М) - E_1

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{-q^2}{2l} = -K \frac{q^2}{2l} \quad ; \quad K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

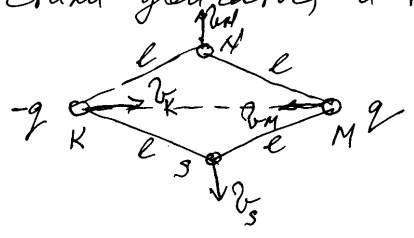
$2l = KM$

Когда шары отпустили, то заряженные шары К и М стали притягиваться и за счет \neq шариков все шары

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

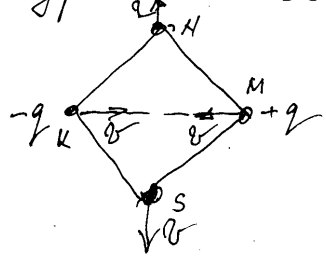
стали двигаться и набирать кинетическую энергию



Концы стержней движутся или по горизонтали или по вертикали. Стержни не деформируются и можно

сделать вывод, что скорости стержней одинаковы, т.е. $v_K = v_N = v_M = v_S = v$

Когда ромб превратится в квадрат можно составить уравнение по закону сохранения энергии



$$E_K + E_N + E_M + E_S + E_2 = E_1$$

$$E_2 = -K \frac{q^2}{KM}; \quad KM = \sqrt{e^2 + e^2} = \sqrt{2} \cdot e$$

$$E_2 = -K \frac{q^2}{\sqrt{2}e} + 2 \cdot E_K = E_M = \frac{mv^2}{2}$$

$$2 \cdot \frac{mv^2}{2} + 2 \cdot \frac{2mv^2}{2} + E_2 = E_1 \quad E_N = E_S = \frac{2mv^2}{2}$$

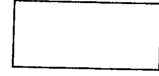
$$3mv^2 = E_1 - E_2 = -K \frac{q^2}{2e} + K \frac{q^2}{\sqrt{2}e} = K \frac{q^2}{e} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right)$$

$$3mv^2 = K \frac{q^2}{e} \frac{\sqrt{2}\sqrt{2}-\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} = K \frac{q^2}{e} \frac{\sqrt{2}-1}{2}$$

$$v = \sqrt{K \frac{q^2}{me} \frac{\sqrt{2}-1}{6}} +$$

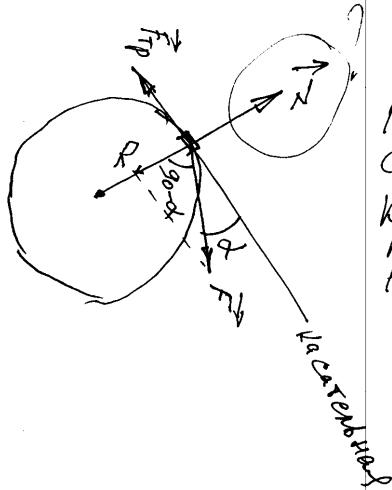
ответ: $v = \sqrt{K \frac{q^2}{me} \frac{\sqrt{2}-1}{6}} +$

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

N3
 дано:
 m
 R
 F
 α
 $v = ?$



На шайбу действуют
 центростремительное ускорение \vec{a} и центростремительная сила, равная $m\vec{a}$.
 Кроме того, нулево ускорение реакции колёса \vec{N} , и силу трения $\vec{F}_{тр}$.

Система сил, действующая на шайбу находится в равновесии:

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

Запишем это уравнение в проекциях на нормаль и на касательную: имеем

$$1. \quad m\vec{a} = F \cos(90^\circ - \alpha) - N = F \sin \alpha - N$$

$$2. \quad 0 = F \cos \alpha - F_{тр} = F \cos \alpha - \mu \cdot N$$

Из 2-го находим N : $N = \frac{F \cos \alpha}{\mu}$

Центростремительное ускорение равно:

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

$$v^2 = \frac{FR}{m} \left(\sin \alpha - \frac{\cos \alpha}{\mu} \right)$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{FR}{m} \left(\sin \alpha - \frac{\cos \alpha}{\mu} \right)}$ -25
85

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 4

Дано:

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

$$\tau = \frac{\sigma}{2}$$

То

$a = ?$

Магнитный поток через площадь кольца равен:

$$\Phi = B \cdot S; \quad S = \pi a^2 \quad 1 \text{ б}$$

E — озе электромагнитной индукции, которая наводится в кольце:

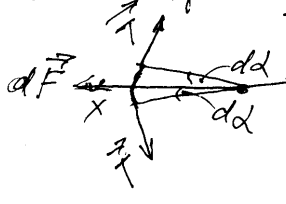
$$E = - \frac{d\Phi}{dt} = - S \frac{dB}{dt}$$

$$\frac{dB}{dt} = - B_0 \frac{2t}{\tau^2}; \quad \text{тогда т.д.е.}$$

$$E = \pi a^2 B_0 \frac{2t}{\tau^2}; \quad \text{отт т.д.е.}$$

вызывается ток в кольце $I = \frac{E}{R} = \frac{\pi a^2 B_0 \frac{2t}{\tau^2}}{R} \quad 1 \text{ б}$

Этот ток в каждом бесконечно малом участке кольца $d\ell$ вызывает силу Ампера. Рассмотрим участок $d\ell$:



Кроме силы Ампера на участок $d\ell$ действуют силы натяжения T . Система сил находится в равновесии: $d\vec{F} = 2\vec{T}$

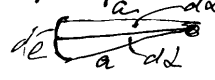
Запишем последнее равенство в проекции на ось x :

$$dF = 2T \cos(90^\circ - dd) = 2T \sin dd = 2T dd$$

$\sin dd = dd$ — синус малого угла

Сила Ампера равна

Найдем $d\ell$:



$$dF = I B d\ell$$

$$d\ell = a \cdot \sin 2dd = a \cdot 2dd$$

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

$$dF = IBdl = I B a 2dd = 2T dx, \text{ т.е.}$$

$I B a = T$; подставим значение I :

$$\frac{\pi a^2 B_0 \frac{2t}{\tau^2}}{R} \cdot B a = T;$$

при $t = \frac{\tau}{2}$ происходит
разрыв кольца

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

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

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

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

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

⊕ 105

№ 5.

Дано:

$$V = 100 \text{ м}^3$$

$$P_1 = 780 \text{ мм рт.ст.}$$

$$P_2 = 760 \text{ мм рт.ст.}$$

$$t = 25^\circ \text{C}$$

$$\Delta m = ?$$

Запишем уравнение Менделеева —

-Клапейрона:

$$P_1 V = \frac{m_1}{\mu} R T$$

$$P_2 V = \frac{m_2}{\mu} R T$$

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

$$\Delta P \cdot V = \Delta m \frac{R T}{\mu} \quad +$$

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

$$\Delta m = \frac{\Delta p \cdot V \cdot M}{RT}$$

$$\Delta p = 20 \text{ мм. рт. ст.}$$

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

$$20 \text{ мм. рт. ст.} = X \text{ Па}$$

$$X = \frac{20 \cdot 10^5}{760} = 2600 \text{ Па}$$

$$\Delta p = 2600 \text{ Па}$$

$R = 8,31$ — универсальная газовая постоянная

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

$$T = 273 + 25^\circ = 298 \text{ К}$$

$M = ?$ Воздух смесь N_2 и O_2

$$M_{N_2} = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad M_{O_2} = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$M_{\text{возд}} = \frac{28 + 32}{2} = 30 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0,03 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$\Delta m = \frac{2600 \cdot 100 \cdot 0,03}{8,31 \cdot 298} = 3,15 \text{ кг}$$



105