

Шифр

Т02

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: ЕРЕМИН

Имя: БОРИС

Отчество: АНДРЕЕВИЧ

Учащийся 11 класса школы № (лицей) N22

Новосибирск; железнодорожный район
(города/села, района)

Новосибирская область
(области)

Дата рождения 4 мая 1997 г.

Контактная информация – телефон(ы): 8-913-788-06-11
222-35-94

E-mail: EremiaBorisRu@yandex.ru

Пункт проведения этапа НГУ

Дата проведения этапа 15 февраля 2015 г.



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 Еремид

Шифр

T-02

Олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»
2 этап (заключительный) 2014–2015 учебный год
ФИЗИКА

Общий балл	Дата	Ф. И. О. членов жюри	Подписи членов жюри
55	15.02.15 15.02.15	Ненашев А.В. Лейкина С.М.	 

Председатель жюри: Махмуджан М.М. 

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

НГУ Т № 02

№2.

Числовый.

1	2	3	4	5	6	Σ
10	10	7	10	10	8	55

Вешение:

Дано:
 $q_1 q_2 m$

На систему не действ. внешн. силы \Rightarrow применены закон сохранения энергии.

В нач. мом. времени энергия сист.

состояла из потенциальной энергии электронов. взаимодейств.

$-\frac{kq^2}{2l}$ т.к. в время движения шаров друг шаров массой m равны по модулю и шаров массой $2m$ так же равны по модулю (если выполнялся закон сохранения импульса на вертикал. и горизонт. осв.)

Пусть шаров массой $2m - v_1$

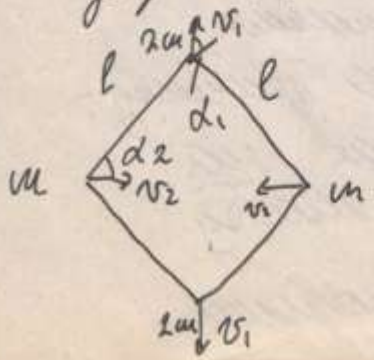
а шаров $m - v_2$.

В мом. времени, когда фигура шара превращалась в квадрат, расстояние между заряж. шариками равно $-l\sqrt{2}$

Закон сохранения энергии:

$$-\frac{kq^2}{2l} = -\frac{kq^2}{l\sqrt{2}} + 2\left(\frac{2mv_1^2}{2}\right) + 2\left(\frac{mv_2^2}{2}\right)$$

Т.к. шары связаны жесткими



сферическая \Rightarrow площадь соприкасающихся поверхностей шарика на сферическую поверхность были равны.

T.E. $N_2 \cos \alpha_2 = N_1 \cos \alpha_1$

α_2 - угол между вектором скорости v_2 и сферическим;

α_1 - угол между v_1 и сферическим.

но в момент, когда фигура-квадрат $\alpha_1 = 45^\circ = \alpha_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow N_1 = N_2 = N$ (обозначим N_1 и N_2 как N).

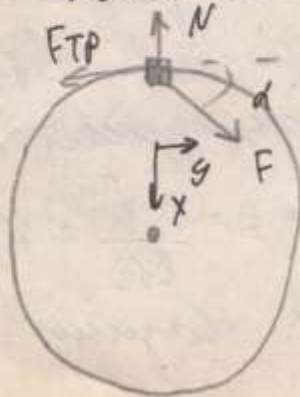
$$-\frac{kq^2}{2e} = -\frac{kq^2}{e\sqrt{2}} + 2m\bar{v}^2 + m\bar{v}^2$$

$$3m\bar{v}^2 = \frac{kq^2}{e} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right) \quad \text{Дублируем!}$$

$$N^2 = \frac{kq^2}{3me} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right) \quad \left| \quad v = \sqrt{\frac{k}{3me} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right)} \right.$$

3. Rim N - центральная скорость.

F; d
m
N=?



Рассмотрим силы действующие на шарик
Когда скорость

уменьшится, кажущееся уменьше-
ние будет равно нулю, умень-
шения только центростремитель-
ное, равное $\frac{v^2}{R}$

N - реакция со стороны колёса.

$F_{\text{тр}}$ - сила трения.

Т.к. шайба скользит $\Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N$

Возьмем второй закон Ньютона.

В проекции на ось x и y (см. рис.)

$$\left. \begin{array}{l} x: F \sin \alpha - N = \frac{mv^2}{R} \\ y: F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} F_{\text{тр}} = \mu N = F \cos \alpha \\ N = \frac{F \cos \alpha}{\mu} \end{array}$$

$$F \sin \alpha - \frac{F \cos \alpha}{\mu} = \frac{mv^2}{R}$$

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

отсюда видно, что ответ корректен
если $\mu < \cot \alpha$

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

4.

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

$$\frac{\tau}{2}; T_0; a.$$

При уменьшении
момента вектора маг-
нитной индукции
в проводящем контуре

возникает ЭДС ~~в~~ индукции
равная по закону Фарадея:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Φ - поток = BS
(в данном случае)

S - площадь контура.

$$S = \pi a^2$$

В данном случае: $\mathcal{E}_i = - \frac{d(BS)}{dt} = - S \frac{dB}{dt}$

$$\frac{dB}{dt} = - \frac{2t}{\tau^2} B_0 \quad \text{т.е.} \quad \mathcal{E}_i = \frac{2t B_0 S}{\tau^2}$$

$$\text{В мом. времени } \frac{\tau}{2} \quad \mathcal{E}_i\left(\frac{\tau}{2}\right) = \frac{2 \cdot \frac{\tau}{2} B_0 S}{\tau^2} = \frac{B_0 S}{\tau}$$



По правилу Ленца ток будет
циркулировать в напр.

как на рисунке: (по часовой
стрелке)

I - сила тока.

По закону Ома: $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{B_0 S}{\tau R}$ - ток в
рассматриваемый мом. времени.

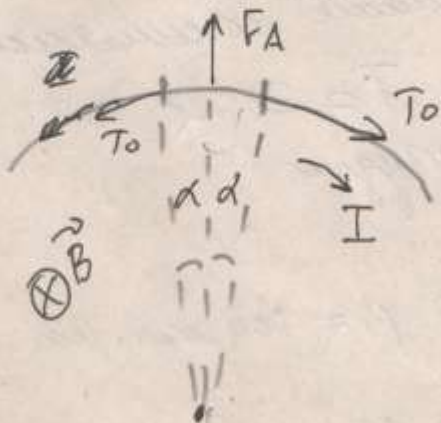
ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

ИГУ Т № 02

4. ... ^{Чемодан.} Прогрессивная...

По закону Ампера на э. ток со стороны магнитного поля действует сила $F_A = B I d l$

F_A - сила Ампера; B - индукция магнитного поля в данной точке времени. $d l$ - малый элемент длины проводника. Направление F_A определяется правилом левой руки. Рассмотрим силы действующие на малый элемент $d l$:



Введем малый угол α , (см. рис.)

Рассмотрим предельно малый участок (почти разорванный) (для равновесия для $d l$)

$$F_A = 2 T_0 \sin \alpha \cdot \text{т.к. } \alpha \text{ мал} \Rightarrow \Rightarrow \alpha \approx \sin \alpha \approx \frac{1}{2} \epsilon g \alpha$$

$$\text{т.е. } B I d l = 2 T_0 \alpha; \quad d l = 2 \alpha a.$$

$$BI \cancel{d} = BI 2\alpha a = 2T_0 \alpha \Rightarrow BI \alpha = T_0$$

Найдем (B) в макс. времени $\frac{t}{2}$

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

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

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

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

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

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

5. имеет цилиндрич. форму её размеры:

$$3 \times 4 \times 5 \text{ м}; \text{ т.е. } V(\text{объем}) = 60 \text{ м}^3$$

Температура воздуха в цилиндре полностью и равна $t = 23^\circ \text{C}$ или $T = 296 \text{ K}$.

μ -молярная масса воздуха

$$\mu \approx 29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

плотность газа $\rho_1 = 760 \text{ мм. рт. ст.} = 101325 \text{ Па}$.

Плоскость находится на $\Delta p = 10 \text{ мм рт. ст.}$

$$1 \text{ мм. рт. ст.} = \frac{101325}{760} = 133,3 \text{ Па}$$

$$\Delta p = 1333,2 \text{ Па}$$

При малом угле наклона воздуха пренебрежимо считаем углы газом.

Запишем уравнения состояния:

$$p_1 V = \frac{m}{\mu} RT$$

m - масса воздуха

$$(p_1 - \Delta p) = \frac{(m - \Delta m)}{\mu} RT$$

в комнате

Δm - масса

уменьшение массы.

$$m = \frac{\mu p_1 V}{RT}$$

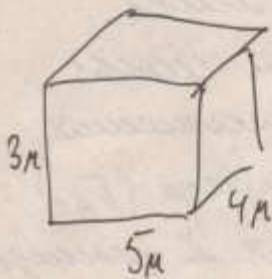
$$m - \Delta m = \frac{\mu V}{RT} (p_1 - \Delta p)$$

$$p_1 - \Delta p =$$

\Downarrow

$$\Delta m = \frac{\mu \Delta p V}{RT} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 1333,2 \cdot 60}{8,31 \cdot 296} =$$

$$\approx 0,94 \text{ кг} \approx 1 \text{ кг}$$



Ответ: 1 кг.

1. Пусть m - масса мяча.

N_0 - начальная скорость мяча

Запишем закон сохранения энергии (ЗСЭ):

$$\frac{m v_0^2}{2} = mgh; \quad x \left\{ \begin{array}{l} \frac{g}{2} \downarrow \text{ уменьшение} \\ H \end{array} \right.$$

g - угол св. накл.

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m v_0^2}{2} = mgh + m \frac{g}{2} x$$

$$x = h' - h = ?$$

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

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

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

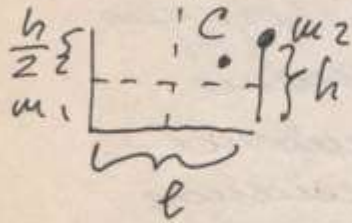
$$h' = 2h - h = 2 \cdot 20 - 10 =$$

Ответ: $h' = 2h - h = 30 \text{ м} = \text{Знак} \cdot 30 \text{ м}$

6. Пусть m_2 -масса шарика.

m_1 - масса конвейера.

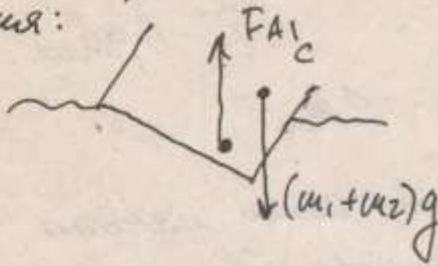
и шарик и конвейер движутся, и $m_1 \approx m_2$.



центр масс такой системы смещен ~~вправо~~ вправо примерно на $\frac{\ell}{2}$ от центра примерно на $\frac{\ell}{2}$

и вверх примерно на $\frac{h}{4}$ (т.к. массы примерно равны).

1) Рассмотрим выведение из положения равновесия:



C - центр масс.

рассматриваем шты.

точка приложения

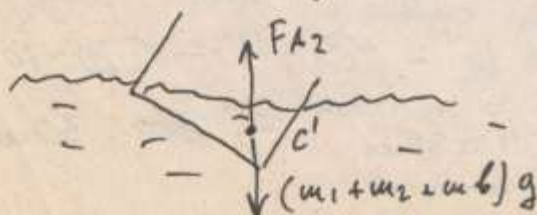
силы Архимеда (F_{A1})

находящаяся в центре

масс вышес. воды. (см. рис); ~~но~~ т.к.

но $F_{A1} \gg (m_1+m_2)g$; Из этого видно, что при выведении конвейера из положения равновесия возникнет момент сил возвращающий конвейер в положение равновесия т.к. $F_{A1} \gg (m_1+m_2)g$ (т.е. плотность масла \ll плотности воды).

2) Когда машина вода:



Еще налить воду,

то центр масс такой системы (C')

ОЛИМПИАДА
«БУДУЩЕЕ СИБИРИ»

ИГУ Т № 02

⑥ ... Продолжиме...

... Будет средняя масса чайника
массой чайника вода ($m_в$ -масса
чайником вода); т.е. масса
чайника с приложением при-
ложением масса.

Но в таком случае масса
приложение силы Архимеда (F_{A2})

будет направлена почти в точку
центра масс чайника.

Вращающий момент будет
равен нулю, а $F_{A2} = (m_1 + m_2 + m_в)g \Rightarrow$

\Rightarrow Это будет условием
устойчивого ~~не~~ равновесия!