

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

## Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: 

П	О	Т	А	Р	С	К	И	Й											
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Имя: 

К	О	Н	С	Т	А	Н	Т	И	Н										
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Отчество: 

В	И	К	Т	О	Р	О	В	И	Ч										
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Учащийся 11 класса школы № Лицея при ТПУ  
г. Томск

(города/села, района)

Томской области

(области)

Дата рождения 27.03.1997


Контактная информация – телефон(ы): +7-952-888-37-49

E-mail: potarskii@yandex.ru

Пункт проведения этапа 19 ноября ТПУ

Дата проведения этапа 15 февраля 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 

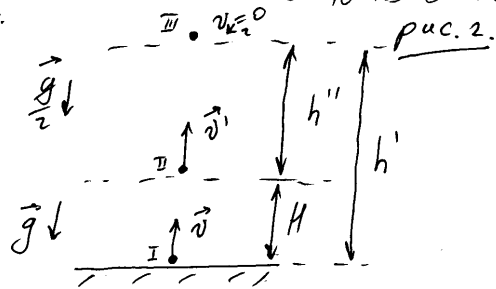
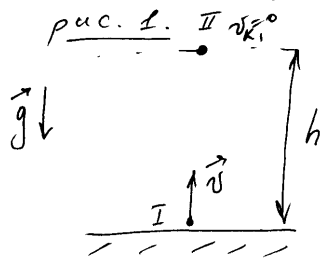
Шифр

## Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
46 сорок шесть		Толмагеев Н.А.	

Задача 1: 46 (сорок шесть) Толмагеев

Дано:  
 $H = 10 \text{ м};$   
 $h = 20 \text{ м};$   
 $h' = ?$



1) Обозначим скорость, с которой мяч падает за  $v$ ;

Запишем закон сохранения механической энергии для рис. 1, считая, что в первом случае ускорение свободного падения равно  $g$ .

$$\frac{mv^2}{2} = mgh; \Rightarrow v = \sqrt{2gh}; \quad (1)$$

где  $m$  - масса мяча.

2) Рассмотрим рис. 2. Находим скорость мяча на высоте  $H$ , эту скорость обозначим за  $v'$ :

Из кинематики

$$H = \frac{v'^2 - v^2}{-2g};$$

$$\Rightarrow v'^2 = \sqrt{v^2 - 2gH}; \quad (2)$$

лист 1

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

3) Рассмотрим движение мяча из состояния II в состоянии III (рис. 2):

из кинематики

$$h'' = \frac{v_{к2}^2 - v'^2}{-g};$$

Т.к.  $v_{к2} = 0$ ;  $\Rightarrow$

$$h'' = \frac{v'^2}{g}; \quad (3)$$

4) Подставим ур-е (1)  $\rightarrow$  (2)  $\rightarrow$  (3):

$$h'' = \frac{2gh - 2gH}{g} = 2(h - H); \quad (4)$$

5) Из рисунка 2 видно, что  $h' = h'' + H$ ; (5)

6) Подставим (4)  $\rightarrow$  (5):

$$h' = 2h - H; \Rightarrow h' = 30 \text{ м.}$$

+ Ответ:  $h' = 30 \text{ м.}$

Задача 2:

Дано:

$m; l; g;$

$v = ?$

Решение:

рис. 1.

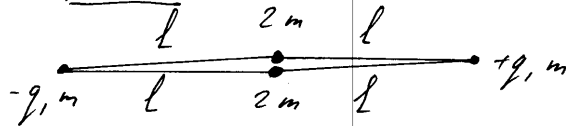
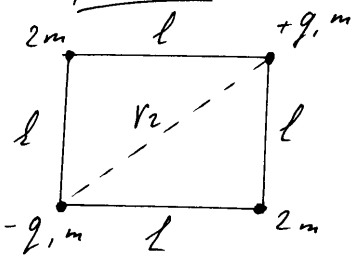


рис. 2.



1) Запишем закон сохранения энергии для данной системы:

$$-\frac{kq^2}{r_1} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + mv^2 + mv^2 - \frac{kq^2}{r_2};$$

$$kq^2 \left( \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) = 3mv^2; \quad (1)$$

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

2) Т.к. вначале шарик массы  $m$  был притянут вплотную  $\Rightarrow r_1 = 2l$ ; (2)  
 В состоянии, когда система принимает форму квадрата расстояние между зарядками и шариком  $r_2$  будет равно  $l\sqrt{2} \Rightarrow r_2 = l\sqrt{2}$ ; (3)

3) Подставим (2) и (3)  $\rightarrow$  (1)

$$kq^2 \left( \frac{1}{2l} - \frac{1}{l\sqrt{2}} \right) = 3m v^2;$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{kq^2}{3ml} \left( \frac{\sqrt{2}-1}{2} \right)}; +$$

Ответ:  $v = \sqrt{\frac{kq^2}{3ml} \left( \frac{\sqrt{2}-1}{2} \right)}; +$

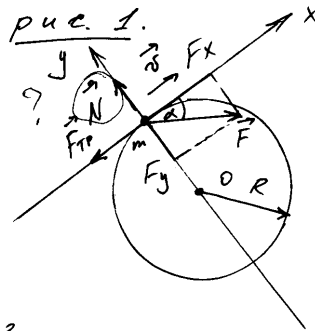
10

Задача 3:

Дано:

$\alpha; F; \mu;$   
 $R; m;$

$v = ?$



Решение:

1) Запишем II закон Ньютона в проекциях на оси  $Ox$  и  $Oy$ :

$$Oy: \begin{cases} F_y - N = m a_y \quad V \end{cases}$$

$$Ox: \begin{cases} 0 = F_x - F_{тр}; \end{cases}$$

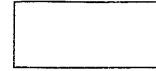
$$F \cdot \cos \alpha = \mu \left( F \sin \alpha - m \frac{v^2}{R} \right);$$

$$v = \sqrt{\frac{(\mu F \sin \alpha - F \cos \alpha) \cdot R}{\mu m}}; (1)$$

$$\begin{cases} N = -m \frac{v^2}{R} + F \cdot \sin \alpha; \\ F \cdot \cos \alpha = \mu N; \end{cases} \Rightarrow$$

лист 3

Шифр

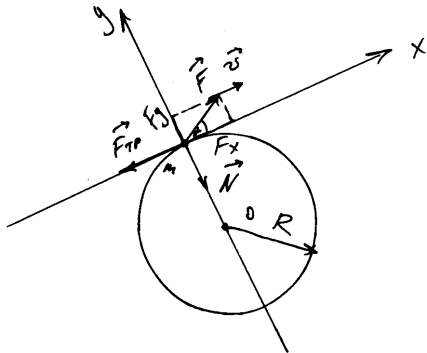


Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

- 2) Т.к. по условию задано  $\mu < \operatorname{ctg} \alpha$   
 $\Rightarrow$  выражение  $\mu F \sin \alpha - F \cos \alpha < 0$   
 $\Rightarrow$  по нормали скользит отрицательное  
 выражение  $\Rightarrow$  ур-е (1) не имеет  
 смысла.

- 3) Отсюда можно сделать вывод, что  
 сила  $F$  направлена не в полосу  
 а из полосы. (рис. 2)

рис. 2.



$$\begin{cases} N = m \frac{v^2}{R} + F \cdot \sin \alpha; \\ F \cos \alpha = \mu N; \end{cases}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{(F \cos \alpha - \mu F \sin \alpha) R}{\mu m}};$$

Ответ: 
$$v = \sqrt{\frac{F \cdot R (\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}{\mu m}};$$

85

МСТ 9

- 4) Применим II закон  
 Ньютона в проекции  
 на ось  $Ox$  и  $Oy$ :

$$Ox: \begin{cases} 0 = F_x - F_{тр} \end{cases}$$

$$Oy: \begin{cases} m a_y = N - F_y; \end{cases}$$

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

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 4.

Дано:

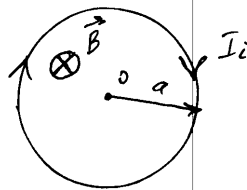
$$t = \frac{t_0}{2};$$

$\tau; B_0; R; T_0;$

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

$a - ?$

рис. 1.

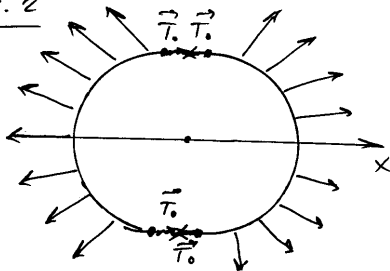


Решение:

1) Индукция магнитного поля уменьшается. По правилу Ленца найдем направление и величину индукционного тока. (см. рис. 1)

2) Удобно разделим кольцо на две части и покажем все силы, действующие на него, (см. рис. 2):

рис. 2



3) На каждой ~~стороне~~ малой ~~части~~ ~~длины~~  $dx$  действует малая сила  $dF_A$  (на рис. 2, где  $dF_A$  — ~~стрелки~~ <sup>где рис. 2,  $dF_A$  — стрелки</sup>)

4) Запишем III Закон Ньютона в проекции на ось  $Ox$ :

$$2T_0 = F_{Ax}; \quad (1)$$

5) Для нахождения  $F_{Ax}$  рассмотрим малую часть  $dF_A$ :

$$dF_A = B(t) \cdot dx \cdot I_i;$$

Пробавьте группировку ~~2а~~ <sup>обе части</sup> уравнения:

$$\int_0^a dF_A = B(t) \cdot I_i \int_0^a dx; \Rightarrow F_{Ax} = 2a B(t) I_i; \quad (2)$$

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

6) Найдем  $I_i$ :

По закону электромагнитной индукции:

$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = S \frac{\Delta B}{\Delta t} = S \cdot B'(t); \quad +$$

$$\Rightarrow I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{S \cdot B'(t)}{R}; \quad (3) \quad +$$

7) Подставим (3)  $\rightarrow$  (2) и  $B'(t)$  и  $B(t)$  из условия:

$$F_{Ax} = 2 \pi a \cdot B_0 \left(1 - \frac{t^2}{\tau^2}\right) \cdot \frac{S \cdot 2B_0 t}{R \tau^2}; \quad (4)$$

8) Знаем, что  $t = \frac{\tau}{2}$  подставим в ур-е (4):

$$F_{Ax} = \frac{3}{2} \pi a B_0^2 \cdot S \cdot \frac{1}{R \tau}; \quad (5)$$

9) Найдем площадь кольца:

из геометрических соображений:

$$S = \pi a^2; \quad (6) \quad +$$

10) Подставим (6)  $\rightarrow$  (5)  $\rightarrow$  (1):

$$2T_0 = \frac{3}{2} \pi a^3 B_0^2 \cdot \frac{1}{R \tau};$$

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

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

10

лист 6

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 5:Найти:  
 $\Delta m = ?$ Решение:

1) Запишем закон Менделеева - Клапейрона для двух состояний:

I: низкая температура, повышенное давление;  
II: более высокая температура, пониженное давление.

$$\begin{cases} \text{I: } p_1 V = \frac{m_1}{\mu} R T_1; \\ \text{II: } p_2 V = \frac{m_2}{\mu} R T_2; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_1 = \frac{p_1 V \mu}{R T_1}; & (1) \\ m_2 = \frac{p_2 V \mu}{R T_2}; & (2) \end{cases}$$

Т.к. процесс идет в одной комнате  $\Rightarrow V$  - объем комнаты остается постоянным.

$\mu$  - молярная масса воздуха.

2) Даю нам конкретные изменения массы воздуха вытекают из уравнения (2) и уравнения (1)

$$\Delta m = \frac{V \mu}{R} \left( \frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1} \right); \quad (3)$$

3) Примем:  $V = 54 \text{ м}^3$ ;  $p_2 = 760 \text{ мм рт. ст.}$   $p_1 = 740 \text{ мм рт. ст.}$

$T_2 = 300 \text{ К}$   $T_1 = 295 \text{ К}$ ; Тогда;

$$\Delta m = \frac{54 \cdot 29 \cdot 10^{-2}}{8,31} \cdot \left( \frac{760 \cdot 133,1}{300} - \frac{740 \cdot 133,1}{295} \right) = 6252.$$

Ответ:

$$\Delta m = \frac{V \mu}{R} \left( \frac{p_2}{T_2} - \frac{p_1}{T_1} \right);$$

$$\Delta m = 6252; \quad 8$$

М.С.Т. 7

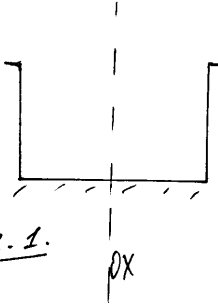


Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Задача 6:

1) При прикреплении прицели и контейнера его центр масс смещается в сторону прицели. Из-за этого, он находится на оси симметрии контейнера (OX) (см. рис. 1).



2) Из-за небольшой массы контейнера отклонения были незаметны сразу после прикреплении прицели.

3) При наливанием воды в контейнер, за счет немого смещения центра масс контейнера, вода, распределаясь по контейнеру не равномерно (немного смещается в сторону прицели), что влечет за собой дальнейшее перемещение центра масс системы контейнер-вода ~~вправо~~ в сторону прицели.

Поэтому при значительном ~~наличии~~ количестве воды отклонения становятся гораздо более значительными.

0