

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО

«Будущее Сибири»

2 этап (заключительный)

## Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: Б У Р О В Е Н С К А Я

Имя: С В Е Т Л А Н А

Отчество: П Е Т Р О В Н А

Учащийся 11 класса школы № 160

Кемеровской области г. Тайга  
(города/села, района)

Дата рождения 15.04.1997 (области)

Контактная информация – телефон(ы): 8-908-944-7496

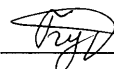
E-mail: blog\_27@list.ru

Пункт проведения этапа школа №33

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 Сибирь»

| Общий балл       | Дата | Ф.И.О. членов жюри | Подписи членов жюри |
|------------------|------|--------------------|---------------------|
| 36<br>Присуджено | 1.03 | Гурьян М.И.        |                     |

1) Дано  
 $M = 10 \text{ м}$   
 $h = 20 \text{ м}$   
 $g_1, g_2 = \frac{g}{2} \text{ м/с}^2$   
 $h' = ?$

Решение  
 $y = y_0 + v_{0y}t \pm \frac{g}{2}t^2$   
 $y = y_0 + v_{0y}t - \frac{g_2 t^2}{2}$  - для второго участка от вершины  
 $H$

$v_0 = H$ ;  $v_0$  - скорость на высоте  $H$   
 $v = v_{0y} \pm g_1 t$   
 Найдём  $v_0$  на  $10 \text{ м}$  участке нужен ответ

$v_0 = v_{0y} - g_1 t'$   
 $H = v_{0y} t' - \frac{g_1 t'^2}{2}$   
 Далее решим относительно  $t'$   
 $\frac{g_1 t'^2}{2} - v_{0y} t' + H = 0$   
 $v_{0y} = \sqrt{2g_1 h}$  - формула свободного падения тел  
 $\frac{g_1 t'^2}{2} - \sqrt{2g_1 h} t' + H = 0$   
 $g_1 = 10 \text{ м/с}^2$   
 $5t'^2 - \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20} t' + 10 = 0$   
 $5t'^2 - \sqrt{400} t' + 10 = 0$   
 $5t'^2 - 20t' + 10 = 0 \quad | :5$   
 $t'^2 - 4t' + 2 = 0$   
 $D = 16 - 8 = 8$   
 $t'_{1,2} = \frac{4 \pm \sqrt{8}}{2} \quad t'_1 = \frac{4 + \sqrt{8}}{2} = 2 + \sqrt{2} = 2 + \sqrt{4 \cdot 2} = 2 + 2\sqrt{2}$   
 $t'_2 = \frac{4 - \sqrt{8}}{2} = 2 - 2\sqrt{2}$

Возьмём второй корень т.к. первый корень больше и есть вероятность того, что он захватывает время когда мяч летит уже вниз.

|   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ  |
| 9 | 4 | 8 | 4 | 2 |   | 36 |

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Тогда  $v_0' = \sqrt{2gh} - g(2 - \sqrt{2}) = 20 - 10(2 - \sqrt{2}) = 20 - 20 + 10\sqrt{2} = 10\sqrt{2}$  (м/с)

Тогда уравнение для второго угайка примет вид:

$$y = H + v_0' t - \frac{g_2 t^2}{2}$$

Время полета до максимальной высоты найдем из уравнения скорости:

$$v_k = v_0' - g_2 t_2$$

$v_k$  - скорость конекна.

А скорость конекна на максимальной высоте будет = 0, тогда:

$$v_0' - g_2 t_2 = 0$$

$t_2 = \frac{v_0'}{g_2}$  - время подъема на макс высоту на втором угайке нули

Подставим в уравн движения и найдем  $h'$

$$y = h'; t = t_2 \Rightarrow h' = H + v_0' t_2 - \frac{g_2 t_2^2}{2}$$

$$h' = H + v_0' \frac{v_0'}{g_2} - \frac{g_2 \cdot v_0'^2}{2 g_2^2} = H + \frac{v_0'^2}{2g_1}$$

~~$$h' = 10 + \frac{(10\sqrt{2})^2}{2}$$~~

~~$$h' = 10 + \frac{(10\sqrt{2})^2}{2}$$~~

$$= 10 + 20 = 30 \text{ м}$$

$$h = 10 + \frac{(10\sqrt{2})^2}{2 \cdot g_1} = 10 + \frac{200}{10} =$$

30

необходимо решить задачу

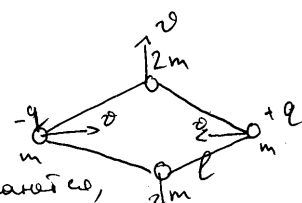
Ответ: 30 м

2) Дано  
 $l; q; -q;$   
 $2m; m$   
 $\vec{v} = ?$

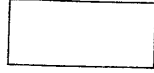
Решение  
 $E_0 = \frac{kq_1q_2}{2r} \quad r = l$

Изначально была только потенци. энергия.

Когда шарики приближаются, то их энергия возрастает т.к. радиус уменьш. При этом скорость для всех шариков остается одинакова и неизменной т.к. шарики соединены между собой жесткими стержнями.



Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

В тот момент, когда система образует квадрат, их энергия будет зависеть от потенциальной и кинетической энергии. Потенциальная энергия шариков  $2m$  будет равна нулю. Т.к. если мы проведем линию отрезка, соединяя ее с зарядом  $-q$  и  $+q$ , то  $E_n = 0$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} - \text{формула кинетич. энергии}$$

$$-E_0 = 2 \frac{mv^2}{2} + 2 \frac{2mv^2}{2} + \frac{kq \cdot q/2}{2l} \quad \text{потенциальная энергия шариков}$$

$2l$  - расстояние при сближении шариков, когда будет образован квадрат.  $2l' = l\sqrt{2}$  - находим по теореме Пифагора

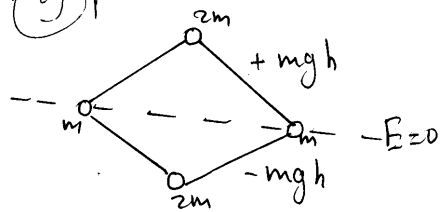
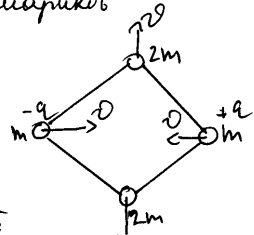
$$-\frac{kq^2}{2l} = mv^2 + 2mv^2 + \frac{kq^2}{2l'}$$

$$3mv^2 = \frac{kq^2}{l\sqrt{2}} + \frac{kq^2}{2l} = \frac{kq^2}{l} \left( \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} \right) = \frac{kq^2}{l} \left( \frac{2-\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} \right) \Rightarrow$$

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

$$v = \sqrt{\frac{kq^2(2-\sqrt{2})}{3ml \cdot 2\sqrt{2}}} = q \sqrt{\frac{k(2-\sqrt{2})}{3ml \cdot 2\sqrt{2}}}$$

Ответ:  $v = q \sqrt{\frac{k(2-\sqrt{2})}{3ml \cdot 2\sqrt{2}}}$



4) Дано  
 $R; B_0; T_0$   
 $t; t = \frac{1}{\omega}; \frac{1}{\omega^2}$   
 $B(t) = B_0 \left( 1 - \frac{t^2}{\tau^2} \right)$

Решение

Если разделить кольцо на две равные части, то при этом изменится  $B$  из-за этого возникнет ЭДС индукции. И в



кабеле возникнет индукционный ток, который создает магнитное поле. На проводнике, действует сила Ампера ( $F_A = IBS \cdot \sin \alpha$ )

$F_A$  опер по направлению левой руки и определяем направление силы тока. действующая на проводн. с тока

Шифр

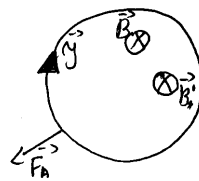


Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

По правилу Бурявсика определяем направление сил тока в кольце, она направлена по часовой стрелке

Мин. поле направлено от нас

Тогда  $F_A$  направл. по радиусу кольца и в каждой точке от кольца



Рассмотрим одно полукольцо:

$T_0$  - сила натяжения, которое соединяется со вторым полукольцом

$$F_A = \mu B S \cdot \sin \alpha \quad (\sin \alpha = 1 \text{ т.к. } \alpha = 90^\circ)$$

$$F_A = \mu B S$$

$$F_A = \mu B \cdot 2a$$

Сила Ампера противостоит силе натяжения и они равны:  $F_A = 2T_0$

$$2T_0 = \mu B 2a$$

$$T_0 = \mu B a$$

найдем через  $t$  из закона изменения индукции:

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

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \text{ - закон Ома для участка цепи}$$

$\mathcal{E}$  - ЭДС индукции

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B S \cdot \cos \alpha}{\Delta t}$$

$$\cos \alpha = 1 \text{ т.к. } \alpha = 0$$

$$\mathcal{E} = \frac{B S}{\Delta t}$$

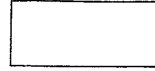
$$\mathcal{E} = \frac{B_0 \left(1 - \frac{t^2}{r^2}\right) \cdot \pi a^2}{t}$$

где  $\pi a^2 = S$  (площадь кольца)

$$\mathcal{E} = \frac{\frac{3}{4} B_0 \pi a^2}{t} = \frac{3 B_0 \pi a^2}{4 t}$$

Сила Ампера  
 по правилу  
 Ампера  
 действует по  
 направлению

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

$$\mu = \frac{3 B_0 N a^2}{4 + R} ; \mu B a = T_0$$

$$\frac{3 B_0 N a^2}{4 + R} \cdot \frac{3 B_0 a}{4} = T_0$$

$$\frac{9 B_0^2 a^3 N}{16 R T} = T_0 \Rightarrow$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{16 T_0 R T}{9 B_0^2 N}} = 2 \sqrt[3]{\frac{2 T_0 R T}{9 B_0^2 N}}$$

Ответ:  $a = 2 \sqrt[3]{\frac{2 T_0 R T}{9 B_0^2 N}}$

(80)

5) Воздух - это газ.

$$PV = \frac{m}{M} RT \quad - \text{закон Менделеева-Клапейрона}$$

$$m = \frac{PV M}{RT} ; \frac{VM}{R} = \text{const}, \text{ тогда } m \text{ зависит от давления и температуры}$$

$$m \propto \frac{P}{T}$$

↑ температура

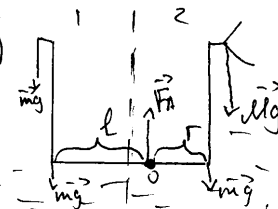
(40)

если мы увеличим давление, то  $m$  увеличится и наоборот  
если увеличим  $T$ , то  $m$  уменьшится и наоборот

Но если изменятся показатели  $P$  и  $T$  одновременно, то все будет зависеть от соотношений этих, если это соотношение будет меньше одного (1), по сравнению с первыми показателями, то  $m$  воздуха будет уменьшаться и наоборот.

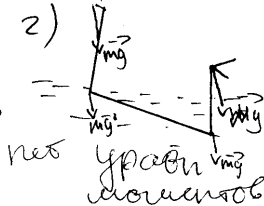
6) На магнитной катушке действует сила тяжести и Архимедова сила.

В первом случае, на эту катушку действует сила тяжести больше из-за дополнительной массы прищепки. Но  $F_A$  удерживает конструкцию и из-за этого тоннет, но когда подняли веревку смещение центра масс.



$M$  - масса прищепки  
0 - центр

2) тело не произойдет



неб уравн моментов

(20)

Шифр

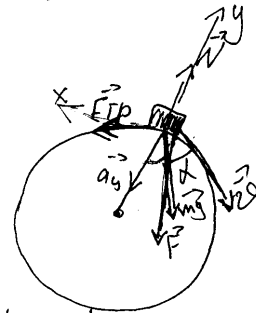


Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»  
 т.к. расстояние от центра до крышечки меньше,  
 чем расстояние от центра до конца дуги контейнера.  
 То шарик всё равно в сосуд перелетит в ту полость,  
 где расстояние от центра контейнера до его конца  
 меньше. А это как раз расстояние  $r$  - расстояние  
 от центра до крышечки.

И из-за этого та сторона контейнера больше  
 наклонилась, чем другая

3) Дано  
 $R; m$   
 $F; \alpha$   
 $\mu$  (исчтgd)  
 $v?$

Решение  
 $F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$   
 $a = \frac{v^2}{R}$  - центростремительное  
 ускорение



II 3.Н  
 $m \vec{a}_{\text{ц}} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}$

ось y:  $-ma = +N - mg \cos \alpha - F \cos \alpha$

ось x:  $0 = F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha - F \sin \alpha$

$-m \frac{v^2}{R} = N - mg \cos \alpha - F \cos \alpha$

$N = mg \cos \alpha$

$-m \frac{v^2}{R} = mg \cos \alpha - mg \cos \alpha - F \cos \alpha$

$-m \frac{v^2}{R} = -F \cos \alpha$ ;  $m \frac{v^2}{R} = F \cos \alpha$

$m v^2 = F \cos \alpha \cdot R$

$v = \sqrt{\frac{F \cdot \cos \alpha \cdot R}{m}}$

Ответ:  $v = \sqrt{\frac{F \cdot \cos \alpha \cdot R}{m}}$

силу тяжести  
 не учитывать!

48