

Шифр

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

### Письменная работа

на олимпиаде по физике

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: Л Ы С Е Н К О

Имя: М А Р Ц Я

Отчество: С Е Р Г Е Е В Н А

Учащийся 11 класса школы № 9

г. Таштамак

(города/села, района)

Кемеровской области

Дата рождения 19.06.1997 (области)

Контактная информация – телефон(ы): 8-951-613-28-50

E-mail: \_\_\_\_\_

Пункт проведения этапа МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 9»

Дата проведения этапа 20 февраля 2015г.

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 Лисф

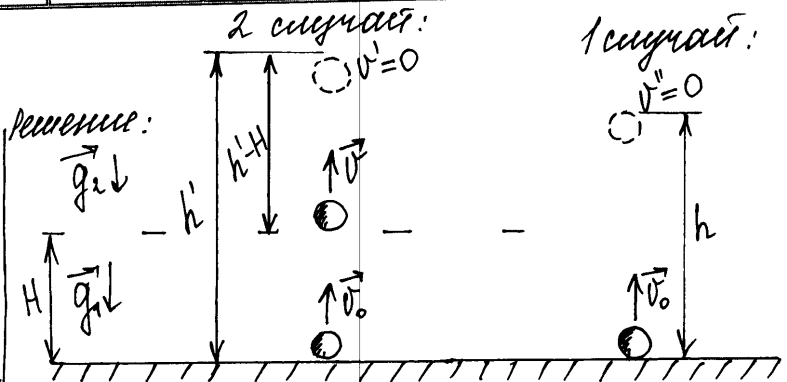
Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
48	1.03.15	Лисенко В.В.	

N1.

Дано:  
 $H = 10 \text{ м.}$   
 $h = 20 \text{ м.}$   
 $g_1 = g$   
 $g_2 = \frac{g}{2}$



$h' = ?$

1 случай ( $g = \text{const}$ ):  

$$h = \frac{v_0'^2 - v_0^2}{-2g} = \frac{v_0'^2}{2g} \Rightarrow v_0'^2 = 2gh$$

2 случай ( $g_1 = 2g_2$ ):  

$$H = \frac{v^2 - v_0^2}{-2g} = \frac{v^2 - v_0^2}{-2g}$$

$$h' - H = \frac{v^2 - v_0^2}{-g} = \frac{v^2}{g} \Rightarrow v^2 = g(h' - H)$$

$$H = \frac{g(h' - H) - 2gh}{-2g} = \frac{h' - H - 2h}{-2}$$

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

$$h' = 2h - H \quad h' = 40 - 10 = 30 \text{ м.}$$

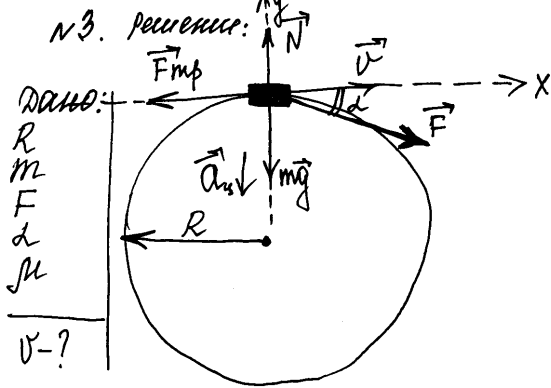
Ответ: 30 м.

$v_0'$  - начальная скорость (одинакова для обоих случаев);  
 $v$  - скорость на высоте H;  
 $v'$  - конечная скорость для 1 случая ( $g_1 = 2g_2$ );  
 $v''$  - конечная скорость для 1-го случая ( $g = \text{const}$ );

105

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»



$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{mp} + \vec{F} = m\vec{a}_x$$

$$Ox: F \cdot \cos d - F_{mp} = 0$$

$$Oy: N - mg - F \cdot \sin d = -ma_x$$

$$mg = 0 \Rightarrow F \sin d - N = ma_x$$

$$N = F \sin d - ma_x$$

$$F_{mp} = \mu N = \mu(F \sin d - ma_x)$$

$$\mu(F \sin d - ma_x) = F \cos d$$

$$ma_x = F \sin d - \frac{F \cos d}{\mu} = \frac{\mu F \sin d - F \cos d}{\mu}$$

$\mu$  не вынесем, не влезет в формулу

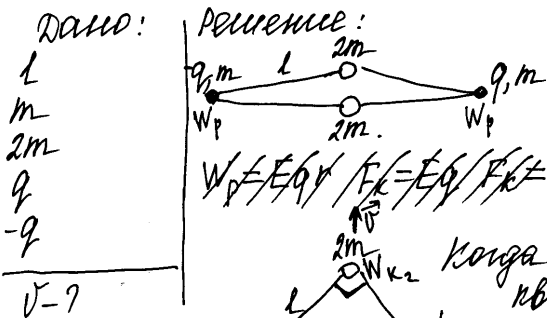
$$a_x = \frac{v^2}{R}; \quad \frac{mv^2}{R} = F(\mu \sin d - \cos d)$$

$$v = \sqrt{\frac{RF(\mu \sin d - \cos d)}{\mu m}}$$

Ответ:  $\sqrt{\frac{RF(\mu \sin d - \cos d)}{\mu m}}$

85

№2.



Вначале система обладает  $W_p$  зарядных шариков:

$$W_{p1} = k \frac{q \cdot (-q)}{r_1} = -k \frac{q^2}{r_1}$$

$$r_1 = 2l, \quad W_{p1} = -k \frac{q^2}{2l}$$

Когда система примет форму квадрата, она обладает  $W_p$  зарядных шариков и  $W_k$  всех шариков:

$$W_{p2} = -k \frac{q^2}{r_2} = -k \frac{q^2}{\sqrt{2}l}$$

$$W_{k1} = \frac{mv^2}{2}, \quad W_{k2} = \frac{2mv^2}{2}$$

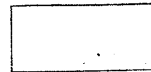
$$W_{p1} = W_{p2} + 2W_{k1} + 2W_{k2}$$

$$-k \frac{q^2}{2l} = -k \frac{q^2}{\sqrt{2}l} + \frac{2mv^2}{2} + \frac{4mv^2}{2}$$

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

$W_{p1}$  - начальная потенциальная энергия зарядных шариков  
 $W_{p2}$  - конечная потенциальная энергия зарядных шариков  
 $W_{k1}$  - кинетическая энергия шариков  
 $W_{k2}$  - кинетическая энергия шариков. 2

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

$$V = \sqrt{\frac{kq^2(2-\sqrt{2})}{6mL}}$$

симметрия  
в преобразов.

Ответ:  $\sqrt{\frac{kq^2(2-\sqrt{2})}{6mL}}$

№4.

Дано:

$R$   
 $B_0$   
 $B(t) = B_0(1 - \frac{t^2}{\tau^2})$   
 $t = \frac{\tau}{2}$   
 $T_0$

$a = ?$

Решение:

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

$B$  — индукция в момент разрыва  
Изменяется индукция поле  $\Rightarrow$  изменяется магн. поток  $\Rightarrow$  появляется ЭДС индукции.

$$\Phi = BS \cos \alpha = BS (\cos \alpha = 1)$$

$$\Phi = B_0 S (1 - \frac{t^2}{\tau^2})$$

— магн. поток, пронизывающий катушку

$$\mathcal{E}_i = -\Phi' = -B_0 S (1 - \frac{t^2}{\tau^2})' = \frac{B_0 S 2t}{\tau^2}$$

(производная от магн. потока)

$$\mathcal{E}_i = \frac{B_0 S \tau}{\tau^2} = \frac{B_0 S}{\tau}$$

$$S = \pi a^2 \Rightarrow \mathcal{E}_i = \frac{B_0 \pi a^2}{\tau}$$

— ЭДС индукции в момент  $t = \frac{\tau}{2}$

Появл. ЭДС индукции  $\Rightarrow$  появл. инд. ток.

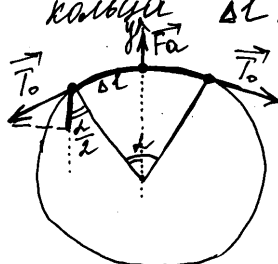
$$I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{B_0 \pi a^2}{R \tau}$$

— индукционный ток в момент  $t = \frac{\tau}{2}$

На кольцо действует сила Ампера.

$$F_a = B I_i \cdot l$$

Рассмотрим действие поле на элемент кольца  $\Delta l$ :



$$\vec{F}_a + \vec{T}_0 + \vec{T}_0 = 0$$

$$Oy: F_a = 2T_0 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

Угол  $\frac{\alpha}{2}$  очень мал  $\Rightarrow \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2}$

Тогда,  $F_a = 2T_0 \frac{\alpha}{2} = T_0 \cdot \alpha$

Шифр



Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

$$F_a = BI_i \Delta l \Rightarrow F_a = BI_i d \cdot a \text{ — сила Ампера действующая на элемент } \Delta l$$

$$\Delta l = d \cdot a$$

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

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

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

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

№5. Допустим: Объем комнаты размерами  $5 \times 5 \times 3$  равен  $75 \text{ м}^3$ .

$$d = 5 \text{ м}$$

$$l = 5 \text{ м}$$

$$h = 3 \text{ м}$$

$$T = 27^\circ \text{C} = 300 \text{ K}$$

$$p_1 = 760 \text{ мм. рт. ст.}$$

$$p_2 = 720 \text{ мм. рт. ст.}$$

$$\mu = 0,027 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$p_{\text{рт}} = 13600 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\Delta m = ?$$

$$p_1 V = \frac{m_1}{\mu} R T; p_1 = p_{\text{рт}} g h_1 = 13600 \cdot 10 \cdot 0,76 = 103360 \text{ Па}$$

$$m_1 = \frac{p_1 V \mu}{R T} \quad m_1 = \frac{103360 \cdot 75 \cdot 0,027}{8,31 \cdot 300} = 90 \text{ кг.}$$

$$p_2 V = \frac{m_2}{\mu} R T; p_2 = p_{\text{рт}} g h_2 = 13600 \cdot 10 \cdot 0,72 = 97920 \text{ Па}$$

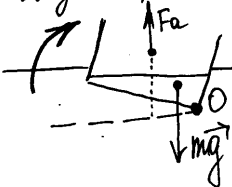
$$m_2 = \frac{p_2 V \mu}{R T} \quad m_2 = \frac{97920 \cdot 75 \cdot 0,027}{8,31 \cdot 300} = 85,4 \text{ кг.}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 4,5 \text{ кг.}$$

Вывод: при уменьшении давления в комнате на  $40 \text{ мм. рт. ст.}$  масса воздуха уменьшилась (уменьшилась) на  $4,5 \text{ кг.}$

Ответ:  $4,5 \text{ кг.}$

№6. Когда к контейнеру прикрепится привлекку, центр масс (ЦМ) сместится  $\Rightarrow$  контейнер немного наклонится. При добавлении груза ЦМ смещается еще сильнее от геометрического центра (ГЦ). На контейнер действуют сила тяжести и сила Архимеда.



$\vec{m}g$  приложена к ЦМ.

$\vec{F}_a$  — к ГЦ.

мгчо сила  $\vec{F}_a >$  мгчо сила  $\vec{m}g \Rightarrow$

момент  $\vec{F}_a >$  момент  $\vec{m}g \Rightarrow$

контейнер с водой поворачивается вокруг м. О

или оно не  
и раскладываем

35.

4