

ШИФР

027

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

## Письменная работа

### Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике в 11 классе  
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Поперечнов Ярослав Олегович

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	5	0	25	55

Заполняется проверяющим!

Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!

Дано:  $\alpha = 45^\circ$   
 $t_1$   
 $t_2$   
 $x_{\max} = ?$

Решение:  
 1)  $\vec{V}_0 = V \cdot \vec{e}_\alpha$   
 $\vec{V}_0 = V \cdot (\cos 45^\circ \vec{e}_x + \sin 45^\circ \vec{e}_y)$   
 $\vec{V}_0 = \frac{V}{\sqrt{2}} (\vec{e}_x + \vec{e}_y)$   
 $\vec{V}_0 = \frac{V}{\sqrt{2}} \vec{e}_x + \frac{V}{\sqrt{2}} \vec{e}_y$   
 $\vec{V}_0 = V_x \vec{e}_x + V_y \vec{e}_y$   
 $V_x = V_y = V \cdot \cos 45^\circ = V \cdot \sin 45^\circ$   
 $x_{\max} = V_x \cdot t_{\text{наг}} =$   
 $= 2V \cos 45^\circ \cdot t_{\text{наг}}$   
 т.е. движение по  $ox$   
 равномерное

2) за  $t = t_{\text{наг}}$   
 $V_{ym} = V_{0y} + g t_{\text{наг}}$   
 $V_{ym} = g t_{\text{наг}}$

3)  $V_0 = \sqrt{V_x^2 + V_{ym}^2} = \sqrt{\left(\frac{V}{\sqrt{2}}\right)^2 + (g t_{\text{наг}})^2} =$   
 $= \sqrt{V^2 \cdot \frac{1}{2} + g^2 t_{\text{наг}}^2}$

4) за  $t' = 2 t_{\text{наг}} - t_2$   
 $V_{ym} = V_y + g(2 t_{\text{наг}} - t_2)$   
 $g t_{\text{наг}} = \frac{\sqrt{2}}{2} V + 2 g t_{\text{наг}} - g t_2$   
 $g t_2 - \frac{\sqrt{2}}{2} V = g t_{\text{наг}}$   
 $t_{\text{наг}} = \frac{g t_2 - \frac{\sqrt{2}}{2} V}{g}$

5) за  $t' = t_1$   
 $V \sin 45^\circ = V_{ym} - g t_1$   
 $\frac{\sqrt{2}}{2} V = g t_{\text{наг}} - g t_1 =$   
 $= g t_2 - \frac{\sqrt{2}}{2} V - g t_1$   
 $\sqrt{2} V = g(t_2 - t_1)$   
 $V = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}}$

6)  $x_{\max} = 2 \cdot \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \left(g t_2 - \frac{\sqrt{2}}{2} g(t_2 - t_1)\right) =$   
 $= g(t_2 - t_1) \left(t_2 - \frac{1}{2}(t_2 - t_1)\right)$  (по формуле)



Дано:

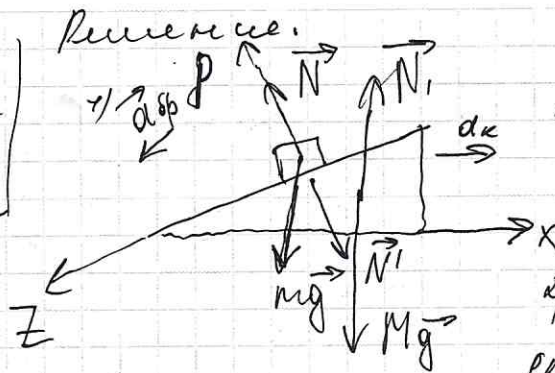
$$a_k = a_{sp} = a$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\frac{m}{M} = ?$$

Решение:

$$1) a_{sp} \rightarrow$$



$$N = N'$$

$$\vec{N} = -\vec{N}'$$

Дзакон Ньютона

2) Фронт Ньютона  
для сферы:

$$\textcircled{OZ}: m a = m g \sin \alpha$$

$$\textcircled{OP}: N = m g \cos \alpha$$

$$a = g \sin \alpha$$

3) Дзакон Ньютона  
для клина:

$$\textcircled{OZ}: N' \sin \alpha = M a$$

$$m g \cos \alpha \sin \alpha = M g \sin \alpha$$

$$\frac{m}{M} = \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Дано:

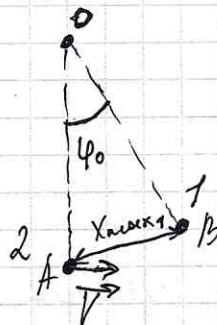
$$L$$

$$\varphi_0$$

$$\varphi' = \frac{\varphi_0}{2}$$

$$V = ?$$

Решение: N 4



$$1) \varphi_1 = \varphi_0 \cdot \cos \omega t$$

$$\varphi_2 = \varphi_{2 \max} \cdot \sin \omega t$$

$$2) V = v_{\max 2}, \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$3) x_1 = x_{\max 1} \cdot \cos \omega t \quad +5$$

$$x_2 = x_{\max 2} \cdot \sin \omega t \quad +5$$

В момент столкновения

$$x_1 = x_2$$

$$x_{\max 1} \cdot \cos \omega t = x_{\max 2} \cdot \sin \omega t$$

$$x_{\max 1} = x_{\max 2} \cdot \frac{\cos \omega t}{\sin \omega t}$$

$$x_{\max 2} = v_{\max 2} \cdot \omega$$

$$v_{\max 2} = \frac{x_{\max 2}}{\omega}$$

4) рассматриваем АОВ, по теореме косинусов

$$x_{\max}^2 = L^2 + L^2 - 2L^2 \cdot \cos \varphi_0$$

$$X_{\text{max}} = L \sqrt{2(1 - \cos \phi_0)}$$

5) В момент столкновения:

$$\varphi_1 = \frac{\varphi_0}{2}$$

$$\frac{\varphi_0}{2} = \varphi_0 \cdot \cos \omega t, \Rightarrow \cos \omega t = \frac{1}{2}$$

$$w) t = \frac{11}{3} + 5$$

$$L = \frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

6)  ~~$R_{max}$~~   $x_{max 2} = L \sqrt{2(1 + \cos \varphi_0)} \cdot \frac{\cos \frac{\pi}{3}}{\sin \frac{\pi}{3}}$

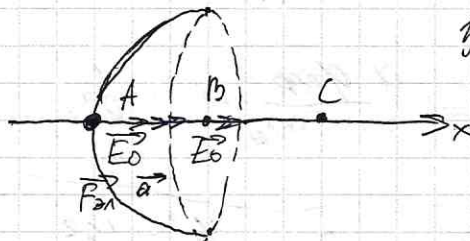
$$V_{\max 2} = \sqrt{\frac{g}{L}} \cdot L \sqrt{2(1 + \cos 40^\circ)} \cdot \frac{\cos \frac{\pi}{3}}{\sin \frac{\pi}{3}} = \sqrt{\frac{g}{L}} \cdot L \sqrt{2(1 + \cos 40^\circ) \cdot \cot^2 \frac{\pi}{3}}$$

Ans:  $V_{max} = \sqrt{\frac{g}{L}} \cdot L \sqrt{2(1 + \cos \phi_0)} = \sqrt{\frac{g}{L}} \cdot L \cdot 2 \cos \frac{\phi_0}{2}$

Ques:

$$AB = BC = r$$
$$V_B$$
$$V_c = ?$$

Решение: №3



присм угости  
А/В и В/С отделив.

Задача Сохранение Энергии для АВ:

$$qE_0 r = \frac{m V_B^2}{2}$$

$$\{ E_A = E_B = E_0$$

$$q \cdot \frac{q_{\text{cap}}}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2} \cdot r = \frac{m v_B^2}{2}$$

4 Gr. Me:

Е изменяется на уг. ВС обратнопропорционально расстоянию в квадрате

$$E_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_{\text{cap}}}{R_x^2}$$

Закон сохранения энергии гласит:

$$qE_x \cdot R_x = \frac{m}{2}(V_c^2 - V_{n2})$$



$$\frac{m}{2}(V_c^2 - V_B^2) = q \cdot q_{\text{ср}} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon R_x}$$

$$\frac{m}{2} V_c^2 = q \cdot q_{\text{ср}} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon R_x} + \frac{m}{2} V_B^2$$

$$\frac{m}{2} V_c^2 = \frac{q \cdot q_{\text{ср}}}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \left( \frac{1}{R_x} + \frac{1}{r} \right)$$

Расстояние между ними <sup>одинаково</sup> ~~маленько~~, ~~приема~~ пропорционально ~~зависит~~ от ~~непостоянного~~ ускорения.

3) Закон Ньютона:

$$qE = ma$$

$$qE = ma$$

$$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{q_{\text{ср}}}{R_x^2}$$

Выполняется при всех  
движениях от A к C

$$a(R_x) = \frac{q \cdot q_{\text{ср}}}{m \cdot 4\pi\epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{1}{R_x^2}$$

$$a'(R_x) = \frac{q \cdot q_{\text{ср}}}{m \cdot 4\pi\epsilon_0 \epsilon} \cdot \left( -2 \cdot \frac{1}{R_x^3} \right) \quad \times$$

$$4) R_x = r - R, \quad R = \frac{V_c^2 - V_B^2}{2a}$$

$$R_x = r - \frac{(V_c^2 - V_B^2) 4\pi\epsilon_0 \epsilon R_x^2}{2 \cdot q \cdot q_{\text{ср}}}$$

$$\frac{(V_c - V_B)^2 4\pi\epsilon_0 \epsilon}{2q \cdot q_{\text{ср}}} \cdot R_x^2 + R_x - r = 0 \quad \times$$

$$3) \text{ Пусть } R_x = \frac{r + r}{2} = \frac{r}{2}, \text{ тогда}$$

$$\frac{m}{2} V_c^2 = \frac{q \cdot q_{\text{ср}}}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \left( \frac{2}{r} + \frac{1}{r} \right) = \frac{q \cdot q_{\text{ср}}}{4\pi\epsilon_0 \epsilon} \cdot \frac{3}{r}$$

$$V_c^2 = \frac{q \cdot q_{\text{ср}}}{4\pi\epsilon_0 \epsilon m} \cdot \frac{3}{r} = V_B^2 \cdot 3$$

$$V_c = \sqrt{3} V_B$$

Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!

N 1 (gon)

4) ~~за  $t_1 = t_{\text{поп}} - t_2$~~

~~$\frac{1}{g} = \frac{1}{g} + g(t_{\text{поп}} - t_1)$~~

$t_{\text{поп}} = t_1 + t_2$  — т.к. точки 1 и 2 симметричны

$t_{\text{поп}} = \frac{t_1 + t_2}{2}$

5) за  $t' = t_1$

$V \sin 45 = V_{\text{ym}} - g t_1$

$V \frac{\sqrt{2}}{2} = g t_{\text{поп}} - g t_1 = g \left( \frac{t_1 + t_2}{2} - t_1 \right) = g \left( \frac{t_2}{2} - \frac{t_1}{2} \right)$

$V \sqrt{2} = g(t_2 - t_1), \quad V = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}}$

6)  $x_{\text{max}} = \frac{(t_1 + t_2)}{2} \left( \frac{g(t_2 - t_1)}{2} \right) = \frac{g}{2} (t_1 + t_2)(t_2 - t_1)$

Ответ:  $x_{\text{max}} = \frac{g}{2} (t_1 + t_2)(t_2 - t_1)$

