

ШИФР **а37**

(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 Шевелина Татьяна Юрьевна

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
20	25	5	25	75

Заполняется проверяющим!

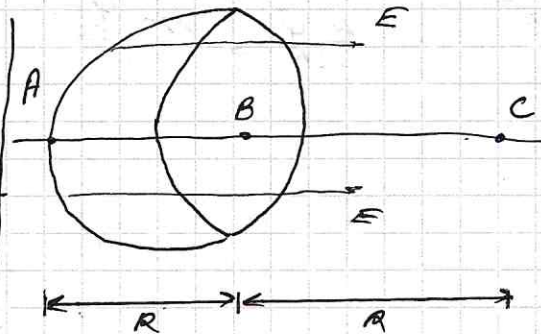
Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!

Задача №3.

Дано:

φ_B

$\varphi_C = ?$



R - радиус
сферы

1) Для того, чтобы найти поле внутри сферы рассмотрим полусферу, ~~или~~ рассмотрим поле внутри сферы. $E_{вн} = 0$, $\varphi_{вн} = \frac{kQ}{R}$.

Всперевие симметрии полусферы вертикальные направления вектора напряженности в сумме дают 0, поэтому остаются только горизонтальные составляющие.

2) Для частицы:

$$A = \Delta\varphi d = \Delta\varphi R$$

, $A = \Delta E k$ (теорема обобщ. кинет. ж.)

$$\Delta\varphi_1 R = \frac{m\varphi_B^2}{2}$$

(из точки A в B)

из точки B в C

$$\Delta\varphi_2 R = \frac{m\varphi_C^2}{2} - \frac{m\varphi_B^2}{2}$$

из точки A в C

$$\Delta\varphi_2 R = \frac{m\varphi_C^2}{2}$$

3) П.к. внешнего поля, действующего на шар нет, то $\varphi_A = 0$ } - ?

П.к. вектора напр. направлено только горизонтально, то $\varphi_B = \frac{kQ}{R}$, где Q - заряд полушара.

Плюс $\varphi_C = \frac{kQ}{2R}$ } - ?

$$4) \frac{kQ}{R} = \frac{m v_B^2}{2} ; \quad \frac{kQ}{2R} = \frac{m v_C^2}{2}$$

$$\frac{m v_B^2}{2} = m v_C^2$$

$$\boxed{v_C = \frac{v_B}{\sqrt{2}}}$$

Отвеч.: $\frac{v_B}{\sqrt{2}}$

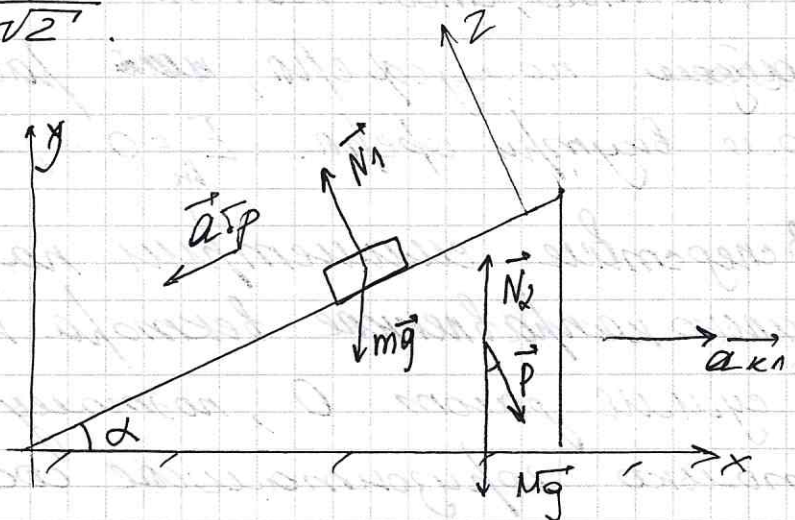
Задача №2.

Дано:

$$\angle \alpha = 30^\circ$$

$$a_{\delta p} = a_{кл}$$

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



$$\vec{N}_1 = -\vec{P} \text{ (III з.н.)}$$

1) Для спуска:

$$\vec{N}_1 + m\vec{g} = m\vec{a}_{\delta p} \text{ (II з.н.)}$$

$$y: N_1 \cos \alpha - mg = m a_{\delta p y}$$

$$x: -N_1 \sin \alpha = m a_{\delta p x}$$

2) Для клина
 $\vec{N}_2 + \vec{P} + M\vec{g} = M\vec{a}_{\text{кн}}$ (II 3.н)

x: $P \sin \alpha = M a_{\text{кн}}$

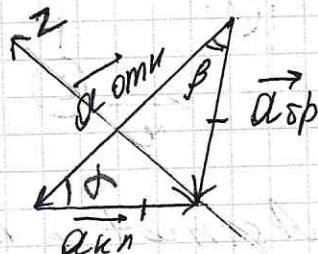
по условию $a_{\text{сп}} = a_{\text{кн}} = a$

$N \sin \alpha = M a_{\text{кн}}$

3) $\vec{v}_{\text{дс}} = \vec{v}_{\text{омн}} + \vec{v}_{\text{рп}}$ (3 ед. скорости)

$\vec{a}_{\text{дс}} = \vec{a}_{\text{омн}} + \vec{a}_{\text{рп}}$

$\vec{a}_{\text{сп}} = \vec{a}_{\text{омн}} + \vec{a}_{\text{кн}}$



4) П.к. cruz и вращается

по клину без трения, то

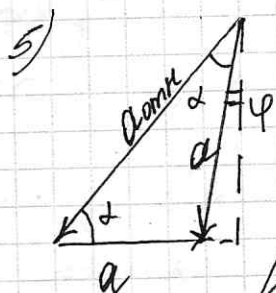
~~$a_{\text{омн}2} = a_{\text{кн}2}$~~

~~$a_{\text{омн}}$~~

$a_{\text{сп}2} = a_{\text{кн}2}$

$a \cdot \sin \beta = a \sin \alpha$

$\angle \alpha = \angle \beta = 30^\circ$



~~$a \sin \beta = a_{\text{омн}} \sin \alpha$~~

~~$a \cos \beta = a_{\text{омн}}$~~ $\begin{cases} a \sin \beta = a_{\text{омн}} \cos \alpha - a \\ a \cos \beta = a_{\text{омн}} \sin \alpha \end{cases}$

$\begin{cases} a \sin \varphi = a_{\text{омн}} \frac{\sqrt{3}}{2} - a \\ a \cos \varphi = a_{\text{омн}} \end{cases}$

$\frac{a(\sin \varphi + 1)}{a \cos \varphi} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 = \sqrt{3}$

$\sqrt{3} \cos \varphi = \sin \varphi + 1 \quad | \cdot \frac{1}{2}$

$\frac{\sqrt{3}}{2} \cos \varphi - \frac{1}{2} \sin \varphi = \frac{1}{2}$

$\cos 30^\circ \cdot \cos \varphi - \sin 30^\circ \cdot \sin \varphi = \frac{1}{2}$

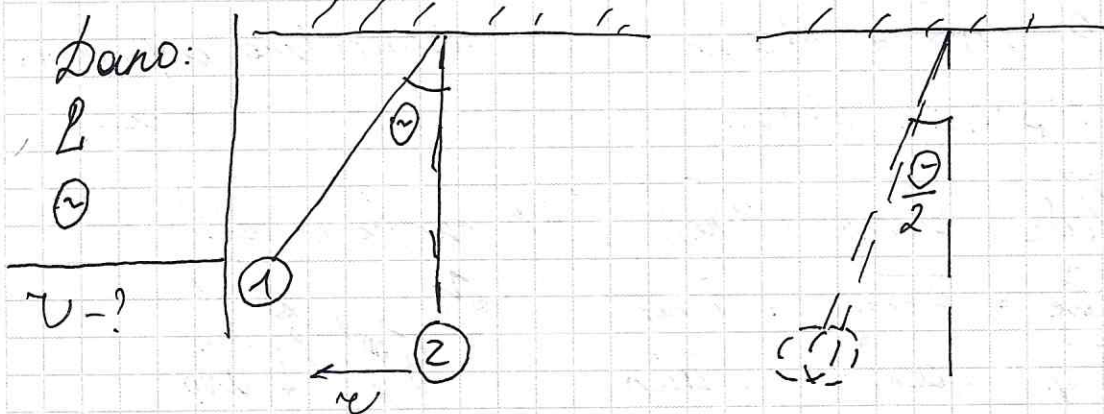
$\cos(30^\circ + \varphi) = \frac{1}{2}$

$30^\circ + \varphi = 60^\circ$

$\boxed{\varphi = 30^\circ}$

продолжение
на стр. 7.

Задача №4. в нач. момент. столкновение



1) $\varphi = A \sin \omega t + B \cos \omega t$ (у-е гармонич. колеб.)
 $\dot{\varphi} = A \omega \cos \omega t - B \omega \sin \omega t$

2) Для груза 1: $\varphi(0) = \theta$, $\dot{\varphi}(0) = 0$

1. $0 = A \omega \cos(0) - B \omega \sin(0) = 0$

$A \omega = 0$

$A = 0$

2. $\theta = A \sin 0 + B \cos 0$

$B = \theta$

$\varphi_1 = \theta \cos \omega t$ +5

• Для груза 2:

$\varphi(0) = 0$, $\dot{\varphi}(0) = \frac{v}{l}$

1. $v = A_2 \omega \cos 0 - B_2 \omega \sin 0$

$A_2 \omega = \frac{v}{l}$

$A_2 = \frac{v}{\omega l}$

2. $0 = A_2 \sin 0 - B_2 \cos 0$

$B_2 = 0$

$\varphi_2 = \frac{v}{\omega l} \sin \omega t$ +5

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

3) Для груза 1

$$\frac{Q}{2} = Q \cos \omega_1 t_1$$

$$\cos \omega_1 t_1 = \frac{1}{2}$$

$$\omega_1 t_1 = \frac{\pi}{3} \quad (\text{1-е соотношение})$$

$$t_1 = \frac{\pi}{3 \omega_1} \quad +5$$

Для груза 2

$$\frac{Q}{2} = \cancel{Q} \sin \omega_2 t_1$$

$$\psi = \frac{Q \omega_2}{2 \sin \omega_2 t_1}$$

4) $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ (матем. маятник)

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \rightarrow \omega_1 = \omega_2 = \omega$$

Уча 5) $\sin(\omega_2 t_1) = \sin\left(\omega \frac{\pi}{3\omega}\right) = \sin \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$\psi = \frac{Q}{2} \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$\psi = Q \sqrt{\frac{g}{3l}}$$

Для груза 2

$$\frac{Q}{2} = \cancel{Q} \sin \omega_2 t_1$$

$$\psi = \frac{Q \omega_2 l}{2 \sin \omega_2 t_1}$$

4) $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ (матем. маятник)

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \rightarrow \omega_1 = \omega_2 = \omega$$

5) $\sin(\omega_2 t_1) = \sin\left(\omega \frac{\pi}{3\omega}\right) = \sin \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$V = \frac{\ominus \ell}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

$$V = \ominus \sqrt{\frac{g \ell}{3}}$$

Ответ: $\ominus \sqrt{\frac{g \ell}{3}} + 10$

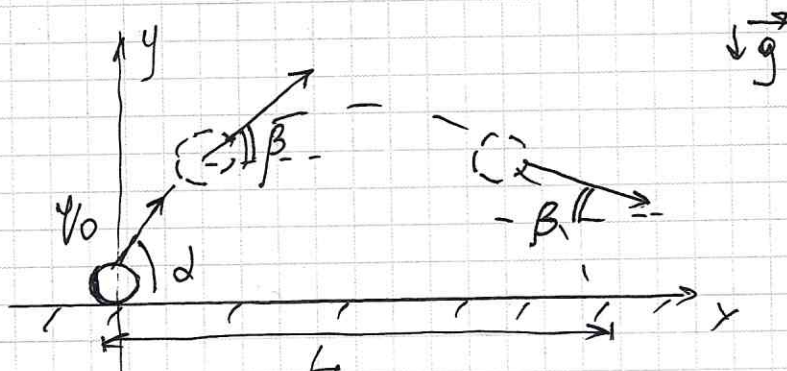
Задача №1.

Дано:

$$\angle \beta = 45^\circ$$

t_1

t_2



$$1) \vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t$$

$$V_x = V_0 \cos \alpha = \text{const}$$

$$V_y = V_0 \sin \alpha - gt$$

2) При $\angle \beta = 45^\circ$ $V_x = V_y$, следовательно

$$|V_{y1}| = |V_{y2}|$$

$$V_0 \sin \alpha - gt_1 = - (V_0 \sin \alpha - gt_2)$$

$$2 V_0 \sin \alpha = g(t_2 + t_1)$$

$$V_0 \sin \alpha = \frac{g(t_2 + t_1)}{2}$$

$$3) L = V_0 \cos \alpha t_{\text{пол}}$$

по верхней точке траектории

$$0 = V_0 \sin \alpha - g t_{\text{пол}}$$

$$t_{\text{пол}} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

Т.к. $F_{\text{сн}} = 0$, то $t_{\text{пол}} = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}$

$$L = \frac{2 V_0 \cos \alpha \sin \alpha V_0}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Т.к. векторы скорости составляют

6.

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

принако всё угол, то $h_1 = h_2 = h$

4) В момент t_1 $v_{x1} = v_{y1}$

$$v_0 \cos \alpha = v_0 \sin \alpha - g t_1$$

$$v_0 \cos \alpha = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} - g t_1 = \frac{g(t_2 - 2t_1)}{2}$$

$$L = \frac{2(v_0 \cos \alpha)(v_0 \sin \alpha)}{g} = \frac{2 \cdot \frac{g(t_2 - 2t_1)}{2} \cdot \frac{g(t_2 - t_1)}{2}}{g}$$

$$L = \frac{g(t_2 - 2t_1)(t_2 - t_1)}{2}$$

$$v_0 \cos \alpha = v_0 \sin \alpha - g t_1$$

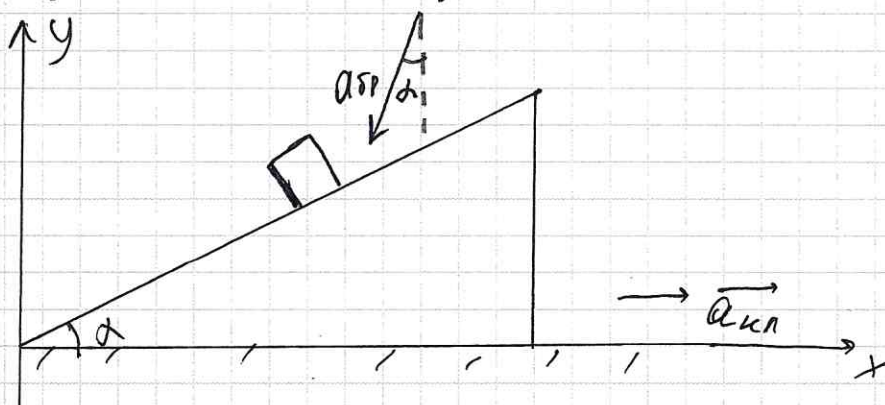
$$v_0 \cos \alpha = \frac{g(t_2 + t_1)}{2} - g t_1 = \frac{g t_2}{2}$$

$$5) L = \frac{2(v_0 \cos \alpha)(v_0 \sin \alpha)}{g} = \frac{2 \cdot \frac{g t_2}{2} \cdot \frac{g(t_2 + t_1)}{2}}{g}$$

$$L = \frac{t_2 g(t_2 + t_1)}{2}$$

Ответ: $\frac{g(t_2^2 + t_2 t_1)}{2}$

Задача №2. (продолжение)



$$a_{\text{сп}} = -a \cos \alpha$$

$$a_{\text{сп}x} = -a \sin \alpha$$

$$\begin{cases} N_1 \cos \alpha - mg = -ma \cos \alpha \\ \Rightarrow N_1 \sin \alpha = ma \sin \alpha \\ N_1 \sin \alpha = Ma \end{cases}$$

$$\begin{cases} N_1 = ma \\ N_1 \sin \alpha = Ma \end{cases}$$

$$ma \sin \alpha = Ma$$

$$\frac{M}{m} = \sin \alpha = \frac{1}{2} \quad \frac{m}{M} = 2$$

Obtem: ~~2~~ $\cdot \frac{m}{M} = 2$.