

ШИФР

08

(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 Бурлаков Ф.Н (Фёдор Николаевич)

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

Заполняется проверяющим!

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

27.

Решение:

$t = 0;$   
 $t_1; t_2;$   
 $\varphi; \alpha = 45^\circ$

$L = ?$

Рисунок: *Рисунок надо бросить с мой же н. мой ком. фото ушло.*

$\vec{a} = \vec{g} \Rightarrow$

$\Rightarrow \vec{g} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \text{ (по определению } \vec{a})$

$\vec{g} = \frac{\vec{v}(t_1) - \vec{v}_0}{t_1 - t_0}; t_0 = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \vec{g} = \frac{\vec{v}(t_1) - \vec{v}_0}{t_1}$

$\vec{g} = \frac{\vec{v}(t_2) - \vec{v}_0}{t_2 - t_0}; t_0 = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \vec{g} = \frac{\vec{v}(t_2) - \vec{v}_0}{t_2}$

$y: \int -g = -v \sin \alpha - v_0$

$t_1$



$$-p = \frac{v \sin \alpha - v_0}{t_2}$$

(2)

$$\frac{-v \sin \alpha - v_0}{t_1} = \frac{v \sin \alpha - v_0}{t_2}$$

$$\vec{p} = \frac{\vec{v}_b - \vec{v}_{(t1)}}{t_b - t_1}$$

где  $t_b$  — время  
попущения  
матом в парней  
ночку.

$$\vec{p} = \frac{\vec{v}_{(t2)} - \vec{v}_b}{t_2 - t_b}$$

$$y: \begin{cases} -p = \frac{0 + v_{(t1)} \sin \alpha}{t_b - t_1} \\ -p = \frac{v_{(t2)} \sin \alpha - 0}{t_2 - t_b} \end{cases}$$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t};$$

$$a_x = 0 \Rightarrow \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = 0 \Rightarrow \Delta v_x = 0$$

$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t};$$

$$\begin{cases} \Rightarrow v_{(t1)x} = v_{(t2)x} \\ v_{(t1)x} = v_{(t1)} \cos \alpha; \\ v_{(t2)x} = v_{(t2)} \cos \alpha \end{cases}$$

$$v_{(t1)} \cos \alpha = v_{(t2)} \cos \alpha \\ v_{(t1)} = v_{(t2)} = v \Rightarrow$$

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов

Заполняется проверяющим!

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

$$\Rightarrow \begin{cases} -g = \frac{v_{rad}}{t_0 - t_1} \\ -g = \frac{v_{rad}}{t_2 - t_0} \end{cases}$$

$$\frac{v_{rad}}{t_0 - t_1} = \frac{v_{rad}}{t_2 - t_0}$$

$$t_0 - t_1 = t_2 - t_0$$

$$2t_0 = t_1 + t_2$$

$$t_0 = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

~~$$\vec{g} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}; \quad \vec{g} = \frac{\vec{v}_0 - \vec{v}_1}{t_0}$$~~

~~$$g: -g = 0 + v_1$$~~

$$v_x = \cos \alpha \cdot (по\ показ.) = v_{(t_1)} \cos \alpha =$$

$$= v_y(t_1) \tan \alpha; \quad \alpha = 45^\circ \Rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_x = v_y(t_1) = v \tan \alpha$$

③



$$\vec{f} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}; \quad \vec{f} = \frac{\vec{v}_b - \vec{v}_1}{t_b - t_1}$$

$$y: -f = \frac{0 - v_y}{t_b - t_1};$$

$$-f = \frac{-v_y}{\frac{t_1 + t_2}{2} - t_1};$$

$$-f = \frac{-2 v_y}{t_1 + t_2 - 2t_1}$$

$$-f = \frac{-2 v_y}{t_2 - t_1}$$

$$-2 v_y = -f (t_2 - t_1)$$

$$-v_y = \frac{-f (t_2 - t_1)}{2}$$

$$v_y = v_x \Rightarrow -v_x = \frac{-f (t_2 - t_1)}{2}$$

(no for.)

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2} \quad (0 \leq t);$$

$$(x - x_0) = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2};$$

$$L = x - x_0; \quad a_x = 0 \Rightarrow L = v_x t.$$

$v_x = \text{const}$

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

27



$\vec{g} \approx 10$  м. с. график сб. пог  
 углом тор. (параметры) симметри-  
 чен ( $y(t)$ )  $\Rightarrow t_1 = t_{\text{кон}} - t_2$ , где  
 $t_{\text{кон}}$  - конечное положение.

Потому  $\Delta t = t_{\text{кон}} - 0 = t_1 + t_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow l = \frac{g(t_1 + t_2)(t_2 - t_1)}{2}$$

⑤

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

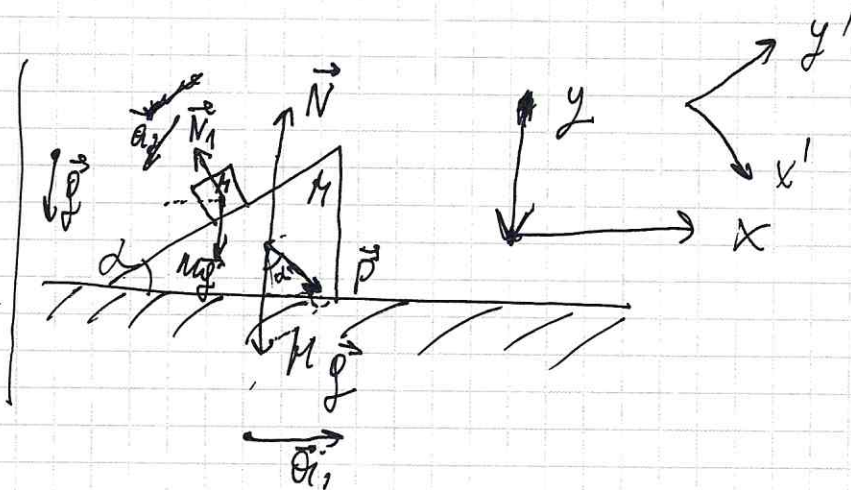
2.

Решо:

$$L = 30^\circ$$

$$a_1 = a_2;$$

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



$$\vec{a}_1 = \frac{M\vec{g} + \vec{P} + \vec{N}}{M};$$

$$\vec{a}_2 = \frac{m\vec{g} + \vec{N}_1}{m}$$

$$L = 2 - m \cdot M;$$

$$\vec{N}_1 = -P \cdot (1 - \alpha \cdot H) \\ N_1 = P$$

$$x' : m_2 x' = m_g \cos \alpha + P - N \sin \alpha$$

$$m_2 x' = m_g \cos \alpha - P$$

$$(m_1 x' = m_2 x' \text{ (критерий равенства)})$$

$$m_g \cos \alpha + P - N \sin \alpha = m_g \cos \alpha - P$$

⑥

$$y : +m_g + P \cos \alpha - N = 0 \cdot H$$

$$N = m_g + P \cos \alpha$$

$$m_g \cos \alpha + P - (m_g + P \cos \alpha) \sin \alpha = m_g \cos \alpha - P$$

$$x : m_2 x = -P \sin \alpha$$

$$y : m_2 y = m_g - P \cos \alpha$$

$$m_2^2 a_{2x}^2 + m_2^2 a_{2y}^2 \text{ (модуль скорости)}$$

$$a_2^2 = P^2 \sin^2 \alpha + m_2^2 g^2 - 2 m_g P \cos \alpha$$

$$a_2^2 = P^2 + m_2^2 g^2 - 2 m_g P \cos \alpha$$

$$a_2 y = 0 \Rightarrow a_1 = a_2 x = \frac{P \sin \alpha}{m_2}$$



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

$$a_1^2 = \frac{p^2 \sin^2 \alpha}{m^2};$$

$$a_1^2 = a_2^2;$$

5

$$\frac{p^2 \sin^2 \alpha}{m^2} = \frac{p^2 + m^2 g^2 - 2mpg \cos \alpha}{m^2}$$

$$\frac{m^2}{m} \cdot \frac{m^2}{m^2} = \frac{p^2 + m^2 g^2 - 2mpg \cos \alpha}{p^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\frac{mp \cos \alpha + p - mp \sin \alpha - p \sin \alpha \cos \alpha}{m} = \frac{mg \cos \alpha}{m}$$

$$\frac{mp(\cos \alpha + \sin \alpha) + p(1 - \sin \alpha \cos \alpha)}{m} = \frac{mg \cos \alpha - p}{m}$$

$$mp(\sin \alpha + \cos \alpha) + p \cdot m(1 - \sin \alpha \cos \alpha) = mmg \cos \alpha - p$$

$$mp(\sin \alpha + \cos \alpha - \cos \alpha) = p \cdot m(1 - 1 + \sin \alpha \cos \alpha)$$

$$p = \frac{mg \sin \alpha}{\sin \alpha \cos \alpha}$$



$$\frac{m^2}{M^2} = \frac{M^2 g^2}{\cos^2 \alpha} + m^2 g^2 - \frac{2mg \cdot Mg}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{m^2}{M^2} = \frac{M^2 g^2 + m^2 g^2 \cos^2 \alpha - 2mgMg}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{m^2}{M^2} = \frac{M^2 g^2 + m^2 g^2 \cos^2 \alpha - 2mgMg}{M^2 g^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\frac{m^2}{M^2} = \frac{m^2 + M^2}{4} - 2mM$$

$$\frac{m^2}{M^2} = \frac{m^2 + M^2}{4} - 2mM$$

②

$$\frac{m^2}{M^2} = \frac{4M^2 + m^2 - 2mM}{M^2}$$

$$m^2 = 4M^2 + m^2 - 2mM$$

$$4M^2 - 2mM = 0 \quad | M \neq 0 \Rightarrow (: M)$$

$$4M - 2m = 0 \quad | : 2$$

$$2M - m = 0$$

$$m = 2M$$

$$\frac{m}{M} = 2$$

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

23.

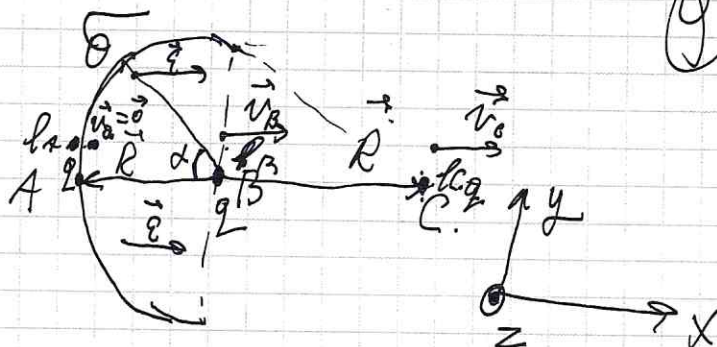
Дано:

$$\vec{v}_A = \cos \theta \vec{v}_B$$

$$v_A = 0$$

$$v_B$$

$$v_C = ?$$



СВТ: сфера — заряд

жмк. ( $\vec{F}_{\text{жмк.}} = \vec{0}$ )  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{\text{пол. A}} = E_{\text{пол. B}} \quad (3 \text{ СЭ})$$

$$E_{\text{пол. A}} + E_{\text{кин. A}} = E_{\text{пол. B}} + E_{\text{кин. B}}$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{E_{\text{пол.}}}{q} \quad (\text{по сф.}) \Rightarrow$$

$$q\varphi_A + \frac{mv_A^2}{2} = q\varphi_B + \frac{mv_B^2}{2}, \quad \text{где } m -$$

$$v_A = 0 \Rightarrow$$

масса  
заряда;

$$\Rightarrow q\varphi_A = q\varphi_B + \frac{mv_B^2}{2};$$

$$\left\{ \begin{aligned} \varphi_B \cdot q + \frac{mv_B^2}{2} &= q\varphi_C + \frac{mv_C^2}{2} \end{aligned} \right.$$

По принципу суперпозиции  
потенциалов,  $\varphi$  в  $\varphi$  точке =  
= сумме потенциалов, сф. потенциалов  $\varphi_A$



репарии на поусоре.

$$I = \sum_{i=1}^N d f_i$$

~~$$d f = \frac{k \cdot d f}{r} \quad (c \neq, \text{м.к. } q \text{ укороче-}$$

смер  $\Rightarrow$  ил. мон  
ил жмак, чмо и  
серепа)~~

$$\sigma = \frac{d q}{d s} ; \quad \sigma = \text{const} \Rightarrow d q = \text{const.}$$

$\int d f_{AB} = A_{AB}$ , где  $A_{AB}$  - работа (10)  
по пер. жеп. из A в B.

$$q \Rightarrow f_{BC} = A_{BC}$$

~ 4.

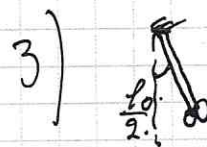
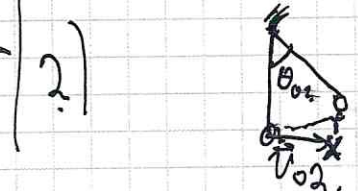
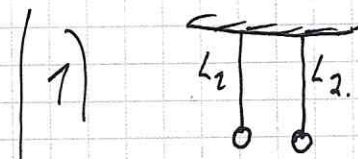
Дано:

$$L_1 = L_2 = L;$$

$$\theta_{01} = 0;$$

$$\theta_{01} = 0;$$

$$v_{02} = ?$$



⊗

$$\theta = \arcsin \frac{x}{L} ; \quad \theta \rightarrow 0 \Rightarrow \theta \approx \frac{x}{L} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  колебание можно считать гармоническим.  $\Rightarrow$

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

$$\Rightarrow \theta_1 = \theta_{01} \cdot \cos \omega t; \quad \theta_2 = \theta_{02} \cdot \sin \omega t \quad (+55)$$

(м. к. по усл. кач. ур. колебаний)

оразн. ампл. кач.  $\frac{17}{2}$  (один макс. в пол. равн-силь, когда второй в максим. ампл.)

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}; \quad L_1 = L_2 = L \Rightarrow \omega_1 = \omega_2 = \omega$$

$$\frac{\theta}{2} = \theta_{01} \cdot \cos \omega t;$$

$$\cos \omega t = \frac{1}{2}; \quad \omega t = \frac{\pi}{6}; \quad (+55)$$

(11)

$$\sin \omega t = \frac{\sqrt{3}}{2};$$

$$\theta_2 = \theta_{02} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2};$$

$$v_{02} = \sqrt{\frac{g}{L}} \theta_{02};$$

$$\theta_2 = \theta_1 = \frac{\theta_{01}}{2};$$

$$v_{02} = \frac{\sqrt{\frac{g}{L}} \theta_{01}}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\theta_{01}}{2} = \theta_{02} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (+55)$$

$$v_{02} = \theta_{01} \cdot \sqrt{\frac{g}{3L}}$$

$$\theta_{01} = \sqrt{3} \theta_{02}$$

$$\theta_{02} = \frac{\theta_{01}}{\sqrt{3}};$$

$$v_m = \omega \theta_{01}; \quad (+16)$$

$$v_{02} = \omega \cdot \theta_{02}; \quad (+16)$$



и 3 (продолжение).

Итак,  $\Delta l_{AB} = A_{AB}$ .

Пусть  $\vec{E}$  - напряженность;

$$\vec{E}_B = \sum_{i=1}^N d\vec{E} \text{ (пр-ция суперп. полей);}$$

$$d\vec{E}_B = \frac{dQ \cdot r}{R^2}; \text{ где } dQ - \text{точ. заряд на полушаре.}$$

Возьмем ось  $x$  и  $z$  под углом  $\alpha$  друг к другу;

$$dE_{Bx} = \frac{dQ \cdot r}{R^2} \cdot \cos \alpha.$$

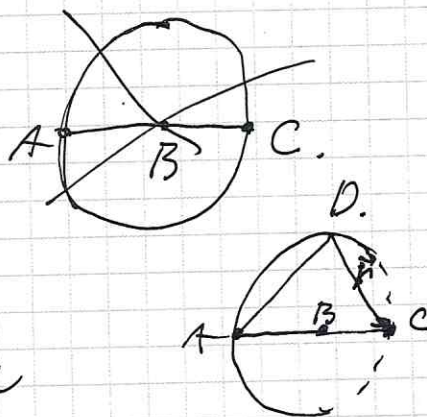
$$r = \frac{dQ}{d\Omega};$$

$$r = \cos \alpha \Rightarrow dQ = \cos \alpha \cdot d\Omega$$

$$E_B = \left( 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos \alpha d\alpha \right) \cdot \frac{Q}{R^2}$$

$$E_B = \frac{2Q}{R^2};$$

$$\Delta l_{AB} = \frac{2Q}{R}$$



Рассм.  $\Delta ABC$ .

$\angle D = 90^\circ$  (описана на диаметре)  $\Rightarrow$

$$DC \cos \alpha = 2R.$$

Но  $DC$  - рассм. по пров. м. полушара.

$$\Rightarrow \text{пл. } C \quad dE_{Cx} = \frac{dQ \cdot r}{2R} \cos \alpha.$$

$$\left(\frac{14}{2}\right) \left( \frac{v_c^2}{2} - \frac{v_B^2}{2} \right) = \Delta f_{BC}$$

$$\frac{2 \times 2}{2 \times v_B^2} (v_c^2 - v_B^2) = (2 - \sqrt{2}) \frac{2 \times 2}{2}$$

$$\frac{v_c^2 - v_B^2}{v_B^2} = 2 - \sqrt{2}$$

$$(2 - \sqrt{2}) v_B^2 = v_c^2 - v_B^2$$

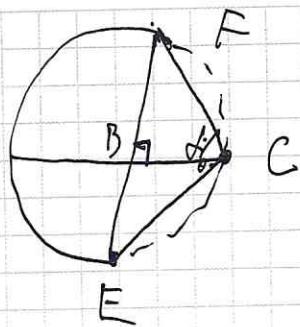
$$v_c^2 = v_B^2 (3 - \sqrt{2})$$

$$v_c = \sqrt{v_B^2 (3 - \sqrt{2})}$$

14



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



Найдем угол  $\alpha$

$$\triangle CFB$$

$$BF = BC = R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = 45^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varepsilon = \frac{2Q}{R^2} \cdot \int_0^{\frac{\pi}{4}} \cos \alpha d\alpha =$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{2Q}{R^2} = \frac{\sqrt{2}Q}{R^2}$$

$$\Delta \varphi_{AC} = \frac{\sqrt{2}Q}{R}$$

(13)

$$\Delta \varphi_{AC} = \Delta \varphi_{AB} + \Delta \varphi_{BC};$$

$$\Delta \varphi_{BC} = (2 - \sqrt{2}) \frac{Q}{R};$$

$$\frac{mv_B^2}{2} = q \Delta \varphi_{AB}; \quad 1: Q$$

$$\frac{mv_B^2}{2Q} = \Delta \varphi_{AB};$$

$$\frac{m}{Q} = \frac{2 \Delta \varphi_{AB}}{v_B^2}$$

$$\frac{mv_C^2}{2} = \frac{mv_B^2}{2} = q \Delta \varphi_{BC};$$