

ШИФР

(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 Осташкова Николай Алексеев

Дата рождения

Школа № СОШ район \_\_\_\_\_ город Ливеево

**Особые отметки** (Заполняется представителем оргкомитета)  
о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.

Дата проведения 9.03.25.

#### Правила поведения

Участник очного тура олимпиады **обязан**:

- занять место, которое ему указано представителями оргкомитета;
- соблюдать тишину;
- использовать для записей только листы установленного образца;
- работать самостоятельно и не оказывать помощь в выполнении задания другим участникам.

**Внимание.** Если во время проверки письменных работ, жюри обнаружит идентичный текст (или цитаты с одинаковыми грамматическими, речевыми или смысловыми (фактическими) ошибками) в двух, или более работах, то за эти работы баллы не начисляются.

Участнику олимпиады **запрещается**:

- разговаривать с другими участниками;
- использовать какие-либо справочные материалы (учебные пособия, справочники, словари, записные книжки, в том числе и электронные, и т.д., а также любого вида шпаргалки);
- пользоваться средствами мобильной связи;
- покидать пределы территории, которая установлена организаторами для проведения очного тура олимпиады.

**Внимание.** За нарушение правил поведения участник удаляется с очного тура олимпиады с выставлением нуля баллов за выполняющуюся работу независимо от числа правильно выполненных заданий. Все виды шпаргалок изымаются и выдаются по письменному

заявлению после истечения времени, предусмотренного на подачу и рассмотрение апелляций по данному предмету.

#### Оформление работы

Участник аккуратно заполняет титульный лист папки «Письменная работа», ставит дату и подпись.

На вложенных листах, как для чистовых, так и для черновых записей, можно писать или синей, или фиолетовой, или черной пастой (чернилами), одинаковой во всей работе (при необходимости смены цвета пасты (чернил), следует обратиться за разрешением к представителю оргкомитета олимпиады).

Задания (или часть задания), выполненные на листах, на которых имеются рисунки или записи, не относящиеся к выполняемому заданию, а также записи не на русском языке, и любые другие пометки, которые могут идентифицировать участника, на проверку не поступают и претензии по этим заданиям (задачам) не принимаются. На проверку не поступают также листы, подписанные участником, листы, на которых имеются записи карандашом (кроме рисунков, необходимых для пояснения сути ответа), и рванные (надорванные) листы. Нельзя делать исправления карандашом.

**Внимание!** Если в работе ошибки исправлены карандашом, то при шифровке работы карандашные исправления будут стерты и на проверку поступит работа без исправлений.

С правилами поведения на олимпиаде и правилами оформления работы ознакомлен

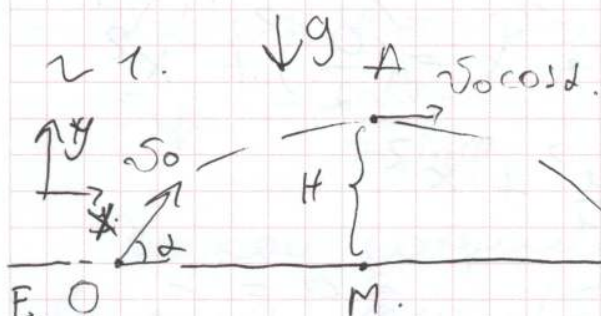
\_\_\_\_\_ (подпись участника олимпиады)



Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	25	15	10	75
9	9	9	9	9

Заполняется проверяющим!

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



Запишем закон сохранения энергии от точки  $O$  до  $A$ .

прирав  $E_n = 0$

у новорожденных:

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = mgh_A + \frac{mv_A^2}{2}$$

$$1 \cdot \frac{2}{m}$$

$v_a^2 = v_0 \cos \alpha$  т.к. в момент исхода  
движения в начальной точке  $v_y = 0$ .

$$v_0^2 + 0 = 2gh + v_0^2 \cos^2 \alpha \rightarrow H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow h = \frac{50^2}{49}$$

$$x: v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_i v_{oy} = v_o \sin \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt.$$

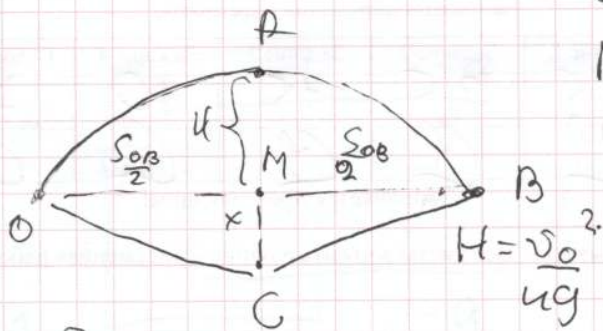
$$v_y(t_{\text{nonu}}) = -v_0 \sin \alpha = v_0 \sin \alpha - g t_{\text{nonu}}$$

$$t_{\text{down}} = \frac{2v_0 \sin \theta}{g}$$

$$S_x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$S_{OB} = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$= \frac{v_0^2}{g} \sinh d. = \frac{v_0^2}{g} +$$



$$OC = AC = CB = R$$

$$R = H + MC \quad MC = x$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{S_{OB}}{2}\right)^2 + x^2}$$

$$S_{OB} = \frac{v_0^2}{g}$$

$$\frac{v_0^2}{g} = a$$

$$R = \frac{a}{4} + x = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + x^2}$$

$$\frac{a^2}{16} + 2 \cdot \frac{a}{4} \cdot x + x^2 = \frac{a^2}{4} + x^2$$

$$\frac{3}{16} a^2 = \frac{a}{2} x$$

$$1 \cdot \frac{2}{a}$$

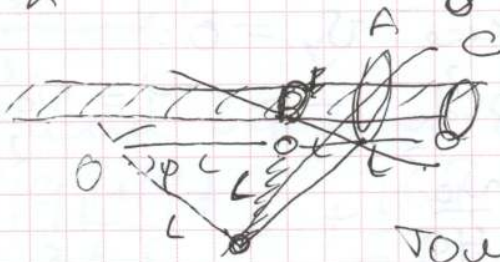
$$\frac{3}{8} a = x$$

$$R = \frac{a}{4} + \frac{3}{8} a$$

$$= \frac{5}{8} a$$

$$= \frac{5}{8} \frac{v_0^2}{g}$$

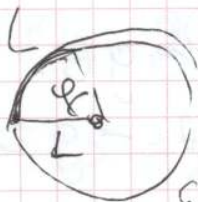
~2 Ответ:  $\frac{5}{8} \frac{v_0^2}{g}$



и еще угол может переключаться

только по округности

с радиусом  $OB = L$ .



$$P_{\text{гир}} = 2nL \cdot \frac{\varphi}{2n} = L \quad \varphi = 1$$

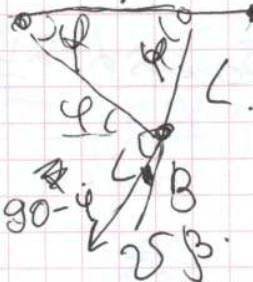
$$55^\circ < \varphi < 60^\circ$$

$$AL = L \quad L \quad C$$

$$\angle AOB = \varphi$$

$$\angle LBO = \varphi$$

$$E_n = 0.0$$



т.к. A равноб.

Углы  $\perp OB$ .

Углы  $\parallel DC$ .



Т.к.  $AB = L$  то  $v_{\text{н}}$  на ось  $AB$   
равна  $v_{\text{н}}$  на эти же ось:

$$AB: v_{\text{н}} \cdot \cos \varphi = v_{\text{н}} \cdot \cos(180^\circ - 2\varphi - 90^\circ) \\ = v_{\text{н}} \cos(90^\circ - 2\varphi) = v_{\text{н}} \sin 2\varphi.$$

$$v_{\text{н}} \cos \varphi = v_{\text{н}} 2 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi \quad | \cdot \frac{1}{\cos \varphi}, \\ v_{\text{н}} = \frac{v_{\text{н}}}{2 \sin \varphi}.$$

Законы сохранения энергии за  
время пути ( $E_n = 0$  на пределе  $OC$ )

$$\frac{mv_{\text{н}0}^2}{2} + \frac{mv_{\text{н}0}^2}{2} + mgh = + \\ = \frac{mv_{\text{н}}^2}{2} + \frac{mv_{\text{н}}^2}{2} + mgL \sin \varphi. = 0 \quad | \cdot \frac{2}{m}$$

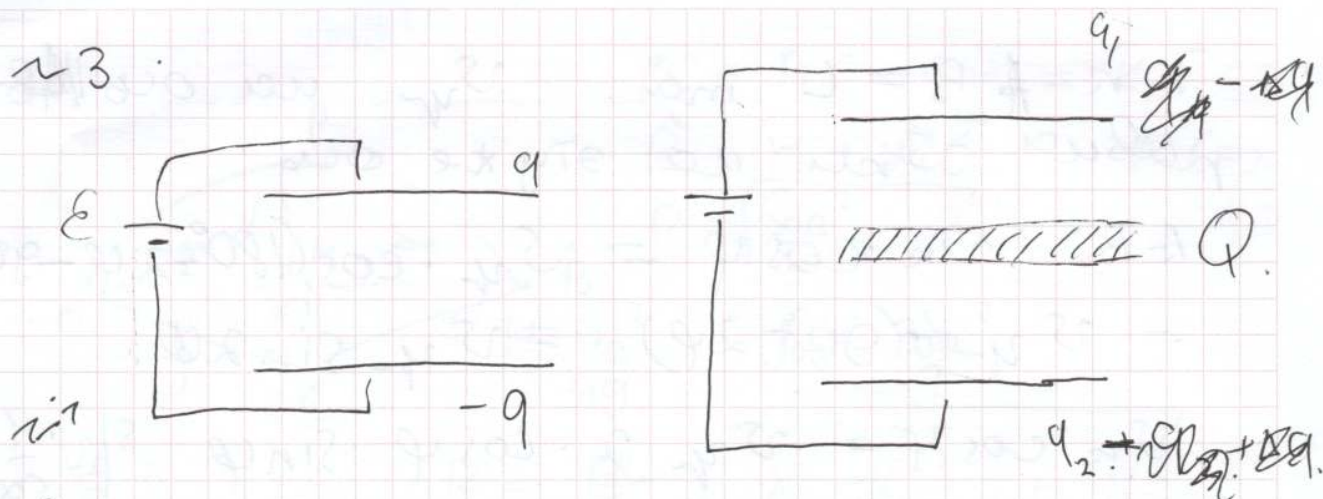
$$v_{\text{н}}^2 + v_{\text{н}}^2 = 2gL \sin \varphi.$$

$$v_{\text{н}}^2 + \frac{v_{\text{н}}^2}{4 \sin^2 \varphi} = 2gL \sin \varphi$$

$$v_{\text{н}}^2 \left( 1 + \frac{1}{4 \sin^2 \varphi} \right) = 2gL \sin \varphi.$$

$$v_{\text{н}}^2 = \frac{2gL \sin \varphi}{1 + \frac{1}{4 \sin^2 \varphi}}$$

$$v_{\text{н}} = \sqrt{\frac{2gL \sin \varphi}{1 + \frac{1}{4 \sin^2 \varphi}}} \quad 2g \varphi = 1 \text{ рад.}$$



По закону сохранения заряда.

$$|q_1| + |q_2| = 2C\mathcal{U} = C\varepsilon.$$

Предположим что  $q_1 > 0$   $q_2 < 0$ .

$$\begin{aligned} \downarrow E_1 \uparrow E \downarrow E_2 & \quad E_1 = \frac{|q_1|}{2\varepsilon_0 S} \quad E_2 = \frac{|q_2|}{2\varepsilon_0 S} \\ \text{|||||} & \\ \downarrow E_1 \downarrow E \downarrow E_2 & \quad E = \frac{|Q|}{2\varepsilon_0 S} \end{aligned}$$

Рассм верхнюю обкладку:  $E_1 + E_2 = E$

$$\frac{|q_1| + |q_2|}{2\varepsilon_0 S} = \frac{|Q|}{2\varepsilon_0 S} = \frac{C\mathcal{U} - q_1}{2\varepsilon_0 S} = \frac{2C\mathcal{U}}{2\varepsilon_0 S}$$

$$Q = 2C\mathcal{U} = 2CE$$

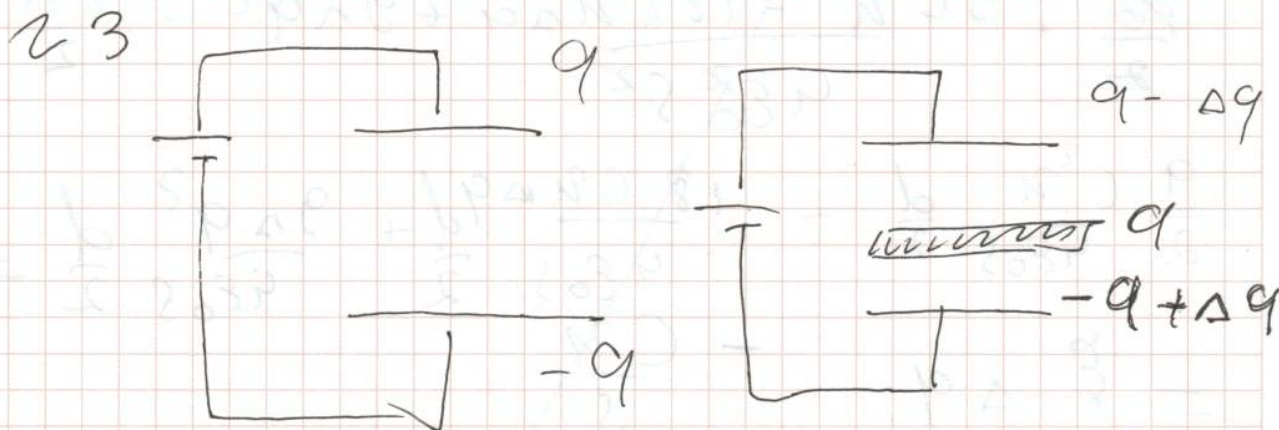
2).  $w = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$   $W = \oint w \cdot V$   
объёмная энергия

$$\begin{aligned} \mathcal{H}_0 &= W_{\text{нар}} - W_{\text{вср.}} \quad E_1 + E_2 + E_3 = \\ W_0 &= \left(\frac{C\mathcal{U}}{\varepsilon_0 S}\right)^2 \cdot \frac{\varepsilon_0}{2} \cdot dS = \frac{C\mathcal{U}}{\varepsilon_0 S} + \frac{\varepsilon\mathcal{U}}{\varepsilon_0 S} = \frac{2C\mathcal{U}}{\varepsilon_0 S} \end{aligned}$$

$$W = \oint W_0 = \frac{C\mathcal{U}^2}{2}$$

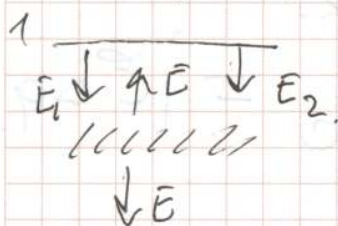


Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!



Предположим что  $q - \Delta q > 0$

$-q + \Delta q < 0$ .



$$E_1 = \frac{|q - \Delta q|}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_2 = \frac{|-q + \Delta q|}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_3 = \frac{|Q|}{2\epsilon_0 S}$$

$$E = E_1 + E_2$$

$$\frac{q - \Delta q}{2\epsilon_0 S} + \frac{-q + \Delta q}{2\epsilon_0 S} = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$Q = 2q - 2\Delta q = 2C\mathcal{U} - 2\Delta q$$

$$\Delta S = E \Delta q = W_k - W_n$$

$$W_k = w \cdot V \quad w = \epsilon_0 \frac{E^2}{2}$$

$$E^2 = (E_1 + E_2 + E)^2 \quad \left( \frac{2q - 2\Delta q}{2\epsilon_0 S} + \frac{C\mathcal{U} - \Delta q}{2\epsilon_0 S} \right)^2$$

$$\left( \frac{3C\mathcal{U} - 3\Delta q}{2\epsilon_0 S} \right)^2 = E^2$$

$$E_{\text{нач}}^2 = 2 \frac{C\mathcal{U}}{\epsilon_0 S}$$

$$\frac{\epsilon_0}{2} \left( \frac{3Cn - 3\Delta q}{2\epsilon_0 s} \right)^2 \cdot \frac{5d}{2} - \frac{\epsilon_0}{2} \left( \frac{q}{\epsilon_0 s} \right)^2 \frac{5}{2} (\epsilon \Delta q)$$

$$\frac{\epsilon_0}{2} \cdot \frac{9C^2 n^2 - 18Cn\Delta q + 9\Delta q^2}{4\epsilon_0^2 s^2} \cdot \frac{5d}{2}$$

$$\frac{9}{2} \frac{C^2 n}{4\epsilon_0 s} \frac{d}{2} - \frac{18Cn\Delta q}{4\epsilon_0 s} \frac{d}{2} + \frac{9\Delta q^2}{4\epsilon_0 s} \frac{d}{2} =$$

$$= \epsilon \Delta q - \frac{Cn}{s}$$

$$\frac{9}{16} Cn^2 - \frac{18}{8} n\Delta q + \frac{9}{8} \frac{\Delta q^2}{\epsilon_0 s} = |\epsilon \Delta q|$$

$$\frac{9}{16} Cn^2 - \frac{18}{16} n\Delta q + \frac{9}{8} \frac{\Delta q^2}{C}$$



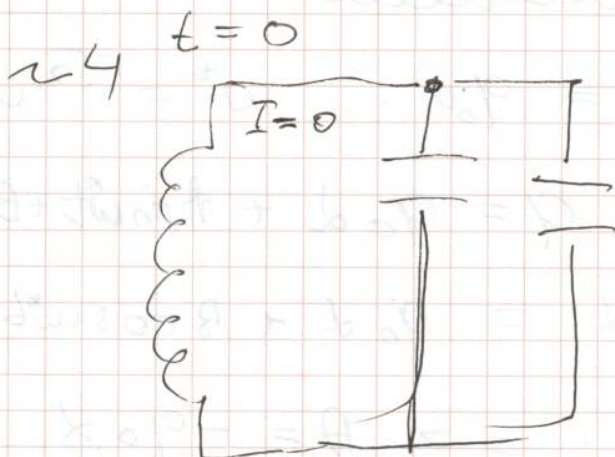
Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!

$$W = \left( \frac{2CU}{\epsilon_0 S} \right)^2 \cdot \frac{\epsilon_0}{2} \cdot \frac{d}{2} S = \frac{(CU)^2}{\epsilon_0 S} d$$

$$= CU^2$$

$$Q_S = \pm C U \Rightarrow \Delta q = \frac{CU}{2}$$

$$Q_S = \pm CU^2 \pm \frac{CU^2}{2} = \pm \frac{CU^2}{2}$$



$$\frac{LI^2}{2} + \frac{CU^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = 0$$

$$L I \cdot \dot{I} + \frac{q \cdot \dot{q}}{C} = 0$$

$$\ddot{q} + \frac{q}{LC} = 0$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$q = q_0 + A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$$

$$q(t=0) = q_0 = q_0 + 0 + B \cos \omega t$$

$$\Rightarrow B = 0 \quad q(t = \frac{T}{2}) = q = 0 \quad A = -q_0$$

$$q(t) = q_0 (1 - \sin \omega t)$$

$$\dot{q}(t) = -q_0 \omega \cos \omega t = -I_0 \cos \omega t$$

$$I(t) = I_0 / 2 \Rightarrow \cos \omega t = -1/2$$

$$\cos \frac{2\pi}{T} \cdot t = \frac{1}{2} \quad \frac{2\pi}{T} \cdot t = \pm \frac{5\pi}{3}$$

$$t = \frac{T}{6}$$

$$I \cdot L \cdot \frac{\dot{I}^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \text{const.}$$

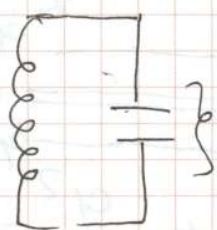
$$q(5\frac{T}{6}) = q_0 (1 - \sin \frac{2\pi}{T} \cdot 5\frac{T}{6})$$



$$q(t/6) = q_0 \left( \frac{1+\sqrt{3}}{2} \right)$$

Т.к. конденсатор соединен ~~н~~, то  
возможность подключить к нему убранный  
элемент цепи.  $\frac{q_0}{2} \left( 1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$ . С этого момента

начнем новое  
измерение системы.



с 6 измерения

$$\frac{q_0}{2} \left( 1 + \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = q_0 \alpha. \quad \omega^* = \sqrt{2} \omega$$

$$\ddot{q} + \frac{1}{LC} q = 0. \quad q = q_0 \alpha + A \sin \omega^* t + B \cos \omega^* t.$$

$$q = 0. \quad q = q_0 \alpha = q_0 \alpha + B \cos \omega^* t$$

$$\Rightarrow B = 0.$$

$$q = \frac{I}{\omega^*}$$

$$q = 0 \Rightarrow A = -q_0 \alpha.$$

$$T^* = 2\pi \sqrt{LC} / \sqrt{2}$$

$$\Rightarrow q = q_0 \alpha (1 - \sin \omega^* t)$$

$$I^*(t) = q_0 \alpha \cdot \cos \omega^* t \cdot \omega^*$$

$$I(t) = \underbrace{-q_0 \omega}_{I_0} \cos \omega t.$$

$$-q_0 \omega = I_0 \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \omega^* = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{LC}}$$

$$-q_0 \alpha \cdot \omega^* = -q_0 \omega \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{1+\sqrt{3}}{2}$$

$$+ I_0 \cdot \frac{1+\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \quad \text{Отсюда: } \frac{2}{1+\sqrt{3}} I_0.$$