

ШИФР

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

а57

## Письменная работа

### Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике В 11 классе  
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Римцова Мария Станиславовна

Дата рождения

Школа № 3 район \_\_\_\_\_ город Чебоксары

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

Дата проведения 09.03.2025

#### 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 выполнявшуюся 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 рваные (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	10	25	25	85
9	9	9	9	9

Заполняется проверяющим!

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

№1

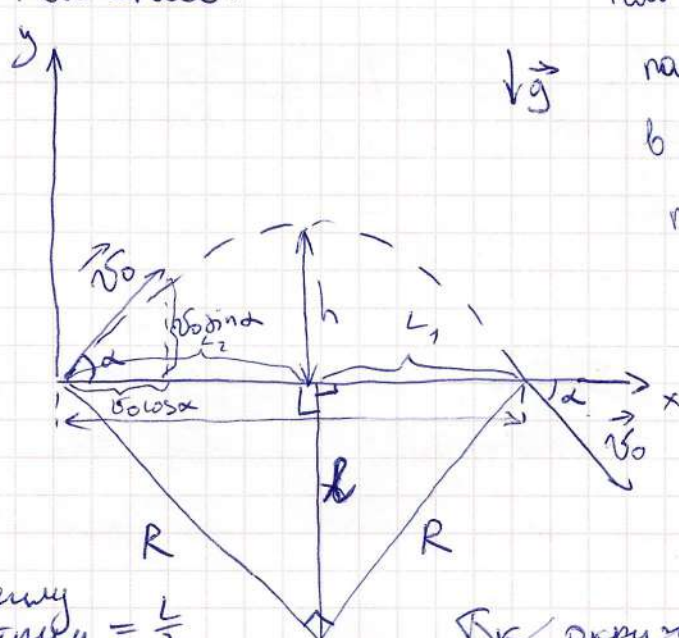
Дано:

$v_0$

$\alpha = 45^\circ$

$R = ?$

Решение:



$L_1 = L_2$  в силу симметрии  $= \frac{L}{2}$

через точку броска и точку падения в этих точках тело летит по касательной

$$y = v_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

при  $y = 0$ , можем найти  $t_n$  (время полёта тела)

$$0 = v_0 \sin \alpha \cdot t_n - \frac{gt_n^2}{2}$$

$$\frac{gt_n}{2} = v_0 \sin \alpha$$

$$t_n = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

В силу симметрии тело достигнет  $h$  (максимальная точка подъёма тела) при  $\frac{t_n}{2} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = t'$

Тело движется по параболе с вершиной в максимальной точке подъёма тела.

~~Механизм симметрии, угол броска равен углу падения ( $\alpha = 45^\circ$ )~~

~~К. окружность проходит~~

$$g_y = -g$$

Тогда  $h = v_0 \sin \alpha \cdot t' - \frac{g t'^2}{2}$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$\alpha = 45^\circ \Rightarrow h = \frac{v_0^2 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2}{2g} = \frac{v_0^2}{4g} \quad \text{+}$$

Т.к.  $g_x = 0$ , движение вдоль оси  $x$  без ускорения.

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot t_n$$

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$L$  — длина полета тела вдоль оси  $x$ .

$$\text{Т.к. } \alpha = 45^\circ, \quad L = \frac{v_0^2 \sin 90^\circ}{g} = \frac{v_0^2}{g} \quad \text{+}$$

Так как точка броска, точка падения и высшая точка траектории лежат на одной окружности, их расстояние до центра окружности равны  $R$ .

Из рисунка видно, что  $R = h + l$

Также, по т. Пифагора:  $R^2 = \left(\frac{L}{2}\right)^2 + l^2$

$$\begin{cases} R = h + l \\ R^2 = \left(\frac{L}{2}\right)^2 + l^2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} l = R - h \\ R^2 = \frac{L^2}{4} + (R - h)^2 \end{cases} \quad (1)$$

$$(1) \quad R^2 = \frac{L^2}{4} + R^2 - 2Rh + h^2$$

$$2Rh = \frac{L^2}{4} + h^2 = \frac{L^2 + 4h^2}{4}$$

$$R = \frac{L^2 + 4h^2}{8h} = \frac{1}{8} \cdot \frac{4g}{v_0^2} \cdot \left( \frac{v_0^4}{g^2} + 4 \cdot \frac{v_0^4}{16g^2} \right) =$$

$$= \frac{g}{2v_0^2} \cdot \left( \frac{4v_0^4}{4g^2} + \frac{v_0^4}{4g^2} \right) = \frac{g}{2v_0^2} \cdot \frac{5v_0^4}{4g^2} = \frac{5v_0^2}{8g}$$

Ответ:  $\frac{5v_0^2}{8g}$



№3

Дано:

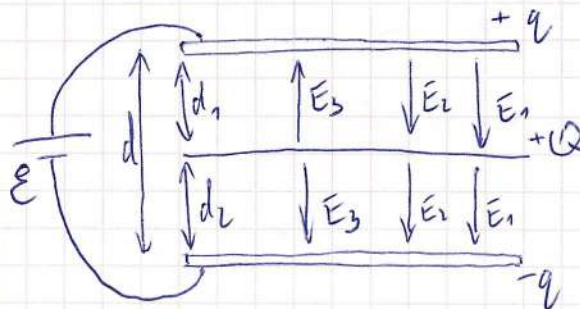
$C, \varepsilon$

$$d_1 = d_2 = \frac{d}{2}$$

$Q - ?$

$A - ?$

Решение:



$E_1$  - напряженность,

создаваемая верхней обкладкой

$E_2$  - напряженность,

создаваемая нижней обкладкой.

$E_3$  - напряженность, создаваемая пластиной.

$$E_{рез1} = E_1 + E_2 - E_3$$

$$E_{рез2} = E_1 + E_2 + E_3$$

Из них только  $E_{рез1}$  может равняться нулю.

$$E_1 = E_2 = \frac{q}{2\epsilon_0 S} \quad E_3 = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{рез1} = \frac{q}{2\epsilon_0 S} + \frac{q}{2\epsilon_0 S} - \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{2q - Q}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{рез1} = 0 \Rightarrow \frac{2q - Q}{2\epsilon_0 S} = 0$$

$$\left. \begin{aligned} 2q &= Q \\ Q &= \frac{q}{2} \end{aligned} \right\} ?$$

В начале заряды обкладок были  $q_0 = C\varepsilon +$

$$\varepsilon = E_0 d$$

$$E_0 = \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_0}{2\epsilon_0 S} = \frac{q_0}{\epsilon_0 S}$$

$$\varepsilon = \frac{q_0 d}{\epsilon_0 S} \Leftrightarrow d = \frac{\varepsilon \epsilon_0 S}{q_0} = \frac{\epsilon_0 S}{C}$$

Потом стало:  $\varepsilon = (E_{рез1} + E_{рез2}) \frac{d}{2}$

$$\varepsilon = E_{рез2} \cdot \frac{d}{2}$$

$$\varepsilon = \left( \frac{q}{2\epsilon_0 S} + \frac{q}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \right) \cdot \frac{\epsilon_0 S}{2C}$$

$$\varepsilon = \frac{2q + Q}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{2C} = \frac{2Q}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{2C} = \frac{Q}{2C}$$

Следовательно,  $Q = 2C\varepsilon$

Тогда  $q = \frac{Q}{2} = C\varepsilon$ .

$A = \varepsilon \cdot \Delta q = \varepsilon (q - q_0) = \varepsilon (C\varepsilon - C\varepsilon) = 0$

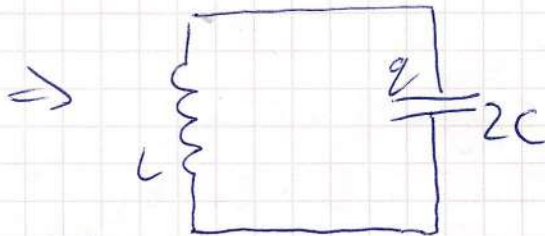
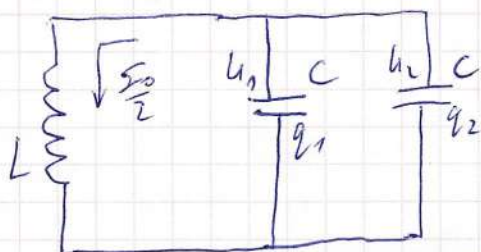
Ответ:  $Q = 2C\varepsilon$ ,  $A = 0$ .

✓4

Дано: Решение:

$C_{\text{общ}} = C + C = 2C$

$I_0$   
 $I_{\text{max}} - ?$



по ЗСЭ:  ~~$\frac{L I_0^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$~~   $\frac{L I_0^2}{8} + \frac{q^2}{2C_{\text{общ}}} = \frac{L I_0^2}{2}$

энергия в момент, когда ток через катушку  $\frac{I_0}{2}$

$\frac{L I_0^2}{8} + \frac{q^2}{4C} = \frac{L I_0^2}{2}$

$\frac{L I_0^2}{4} + \frac{q^2}{2C} = L I_0^2$

$\frac{q^2}{2C} = \frac{3}{4} L I_0^2$

$q^2 = \frac{3}{2} I_0^2 L C$

$U_1 = U_2$  (парал. сог)

~~$q_1 = \frac{q}{2}$~~   $\frac{q_1}{C} = \frac{q_2}{C}$

$q_1 = q_2$   
 $q_1 + q_2 = q$   $\Rightarrow q_1 = q_2 = \frac{q}{2} = q'$

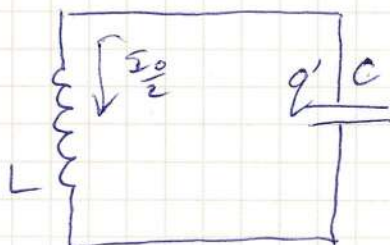
Тогда  $q'^2 = \frac{q^2}{4} = \frac{3}{8} I_0^2 L C$



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

№4 (продолжение)

После размыкания ключа:



По ЗСЭ:  $\frac{LI_0^2}{8} + \frac{q^2}{2C} = \frac{LI_{max}^2}{2}$

$\frac{LI_0^2}{8} + \frac{3LI_0^2C}{16C} = \frac{LI_{max}^2}{2}$

$\frac{I_0^2}{4} + \frac{3I_0^2}{8} = I_{max}^2$

$\frac{5I_0^2}{8} = I_{max}^2$

$I_{max} = \frac{I_0\sqrt{5}}{2\sqrt{2}} = \frac{I_0\sqrt{10}}{4}$

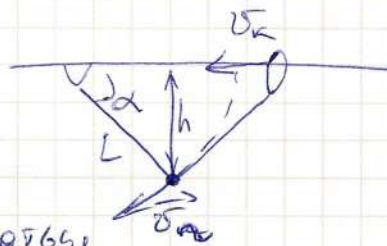
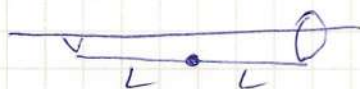
Ответ:  $\frac{I_0\sqrt{10}}{4}$

№2

Дано:

$L, g$   
 $m_{up} = m_{down} = m$   
 $v_{down} = ?$

Решение:



Груз будет двигаться по окружности с радиусом L

$\sin \alpha = \frac{h}{L}$



$\Rightarrow \alpha = 1 \text{ рад} = \left(\frac{180}{\pi}\right)^\circ$

$h = L \sin\left(\frac{180}{\pi}\right)^\circ$

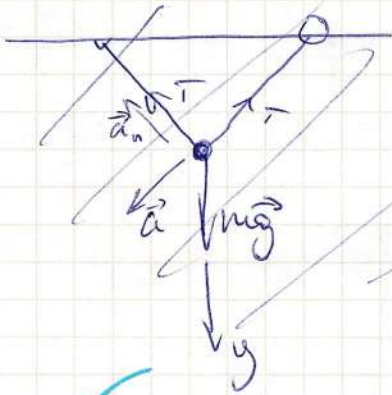
По ЗСЭ:

$mgh + mgh = mgh + \frac{mv_k^2}{2} + \frac{mv_{\alpha}^2}{2}$   
 $mgh = \frac{mv_k^2}{2} + \frac{mv_{\alpha}^2}{2}$

$$2gh = v_k^2 + v_z^2$$

$$2gL \sin\left(\frac{180}{\pi}\right)^\circ = v_k^2 + v_z^2$$

$$v_k = \sqrt{2gL \sin\left(\frac{180}{\pi}\right)^\circ - v_z^2}$$



по // направлению движения:  
 $O_y: mg = 2T$

$$a_n = \frac{v^2}{r}$$

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{g}$$

