

ШИФР

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

а34

## Письменная работа

### Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

по ФИЗИКЕ в 11 классе  
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Долков Николай Александрович

Дата рождения

Школа № 40 район Нижегородский город Нижний Новгород

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

Дата проведения 09.03.25 г.

*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)

#### 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

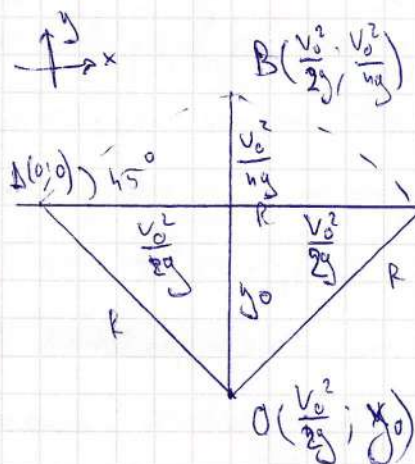


Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	20	15	25	85
Ч	Ч	Ч	Ч	Ч

Заполняется проверяющим!

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

№ 1



$$B: \begin{aligned} V_0 \sin \alpha - g t &= 0 \quad t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \\ x &= V_0 \cos \alpha \cdot \frac{V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{2g} = \frac{V_0^2}{2g} \\ y &= V_0 \sin \alpha \cdot \frac{V_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g \cdot V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g^2} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{V_0^2}{4g} \end{aligned}$$

$$C: y = 0, \quad x = 2 \cdot \frac{V_0^2}{2g} = \frac{V_0^2}{g}$$

O: O расположена на AC,  $AC = \frac{V_0^2}{g}$ ,  $y_A = 0$ ,  $y_C = 0$ , то  $O(\frac{V_0^2}{2g}; y_0)$   $R = AO = BO$

$$R^2 = y_0^2 + \frac{V_0^4}{16g^2} = y_0^2 + \frac{V_0^4}{4g^2}$$

$$R^2 = \frac{V_0^4}{16g^2} + y_0^2 = \frac{V_0^4}{16g^2} + 2y_0 \cdot \frac{V_0^2}{4g} + y_0^2$$

$$R = \sqrt{y_0^2 + \frac{V_0^4}{16g^2}} = y_0 + \frac{V_0^2}{4g}$$

$$y_0^2 + \frac{V_0^4}{16g^2} = y_0^2 + \frac{V_0^4}{16g^2} + 2y_0 \cdot \frac{V_0^2}{4g} + y_0^2$$

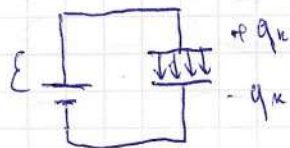
$$\frac{3V_0^4}{16g^2} = y_0 \cdot \frac{V_0^2}{2g} \quad y_0 = \frac{6V_0^4 g}{16g^2 \cdot V_0^2} = \frac{3V_0^2}{8g}$$

$$y_0 = \frac{6V_0^4 g}{16g^2 \cdot V_0^2} = \frac{3V_0^2}{8g}$$

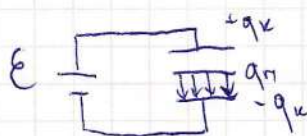
$$R = \left(\frac{3}{8} + \frac{1}{4}\right) \frac{V_0^2}{g} = \frac{5V_0^2}{8g}$$

Ответ:  $R = \frac{5V_0^2}{8g}$

13



До внесения пластины в конденсатор на его обкладках были заряды  $+q_k$  и  $-q_k$ , где  $q_k = C\varepsilon$ .



После внесения пластины в конденсатор получаем, что поле, создаваемое одной из сторон пластины (с зарядом  $\frac{1}{2}q_k$ ), равно по модулю и противоположно по направлению полю одной из обкладок. Т.к. размеры обкладки и пластины равны,

то получаем, что  $q_k = \frac{1}{2}q_n$ , но  $q_n = 2C\varepsilon$

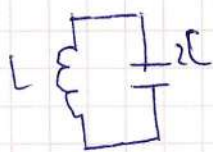
До внесения пластины потенциальная энергия конденсатора  $E_{k1} = \frac{C\varepsilon^2}{2}$ , а при введении пластины конденсатор имеет двойную емкость. Т.к.  $q_k = \frac{1}{2}q_n$ , а расстояние между обкладками уменьшилось в 2 раза, то по формуле  $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$  получаем, что емкость конденсатора до вставки пластины была равна  $2C$ , а энергия  $E_{k2} = \frac{2C \cdot \varepsilon^2}{2} = C\varepsilon^2$ . По ЗЭ  $E_{k1} + A = E_{k2}$ ,

то  $A = E_{k2} - E_{k1} = \frac{C\varepsilon^2}{2}$

Ответ:  $q_n = 2C\varepsilon$ ,  $A = \frac{C\varepsilon^2}{2}$

14.

До размыкания ключа схему можно представить так:



По ЗЭ сумма энергий конденсатора и катушки одинакова. Рассмотрим три состояния цепи: в катушке  $I \neq 0$ , на конденсаторе

$U = 0$  и в момент отключения одного из конденсаторов;



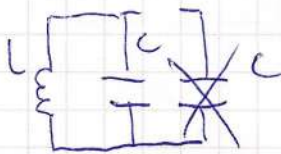
$$\frac{LI_0^2}{2} + \frac{2CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{8} + \frac{2CU_1^2}{2}$$

То  $\frac{LI_0^2}{2} = CU_0^2$  найдем, что  $U_0 = I_0 \cdot \sqrt{\frac{L}{2C}}$

Вспомогательное  $\frac{LI_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{8} + \frac{2CU_1^2}{2}$ ;  $\frac{3}{8}LI_0^2 = CU_1^2$

Получаем, что м.к. конденсаторов одинаковые и направлены по соединению, то энергия одного из них  $E_{к12} = \frac{CU^2}{2} = \frac{3}{16}LI_0^2$

После размыкания ключа энергия одного из конденсаторов "высвобождается" из цепи;

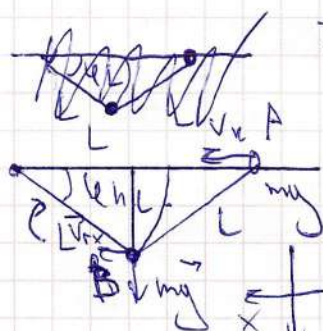


Когда в цепи с катушкой и конденсатором суммарная энергия равна  $E = \frac{3}{16}LI_0^2 + \frac{LI_0^2}{8} = \frac{5}{16}LI_0^2$

То ЗСД найдем, что  $\frac{LI_1^2}{2} = \frac{5}{16}LI_0^2$ , где  $I_1$  - амплитуда колебаний тока в цепи,  $I_1^2 = \frac{5}{8}I_0^2$   $I_1 = \sqrt{\frac{5}{8}}I_0$

Ответ:  $I_1 = \sqrt{\frac{5}{8}}I_0$

№2



Траектория груза представляется собой дугу окружности с радиусом  $L$  длиной  $L$ . Тогда  $\varphi = \frac{L}{2\pi L} = \frac{1}{2\pi}$ . Дум надеемся, что номер равен своей номерной - амплитуде энергии  $\Delta E_{\pi} = mgh$ , где

$$h = L \sin \alpha = L \sin\left(\frac{1}{2\pi}\right)$$

$$\Delta E_{\pi} = mgL \sin\left(\frac{1}{2\pi}\right)$$

То ЗСД найдем, что  $\Delta E_{\pi} = \frac{mV_r^2}{2} + \frac{mV_k^2}{2}$ , где  $V_r$  и  $V_k$  -

скорости груза и колеса в данный момент времени. Найдем кинематическую связь между скоростями в неподвижной точке. Пусть  $A(0;0)$ ,  $B(x;y)$ , и за

$\Delta t \rightarrow 0$  скорость не изменяется, но  $\Delta$  стал иметь коор.  $(\Delta x, \Delta y)$ ,



а  $B(x+\Delta x, y+\Delta y)$ . Рассмотрим треугольник  $AB$  с основанием  $AB$ , то  $x^2 + y^2 = (x + \Delta x - \Delta x_2)^2 + (y + \Delta y)^2$   
 некоторая величина второго порядка малости равна нулю:

$$x^2 + y^2 = x^2 + 2x\Delta x - 2x\Delta x_2 + y^2 + 2y\Delta y$$

$$2x(\Delta x - \Delta x_2) + 2y\Delta y = 0, \text{ или сразу}$$

$$\Delta x = -L(\cos(\varphi + \Delta\varphi) - \cos\varphi) = +2L\sin\frac{\Delta\varphi}{2}\sin\varphi + \frac{\Delta\varphi^2}{2}$$

$$\Delta y = L(\sin(\varphi + \Delta\varphi) - \sin\varphi) = 2L\sin\frac{\Delta\varphi}{2}\cos\varphi + \frac{\Delta\varphi^2}{2}, \text{ то}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = +\operatorname{ctg}(\varphi + \frac{\Delta\varphi}{2}), \text{ то } \Delta y = +\operatorname{ctg}(\varphi + \frac{\Delta\varphi}{2})\Delta x$$

$$2x\Delta x - 2x\Delta x_2 + 2y\operatorname{ctg}(\varphi + \frac{\Delta\varphi}{2})\Delta x = 0$$

$$\Delta x(2x + 2y\operatorname{ctg}(\varphi + \frac{\Delta\varphi}{2})) = 2x\Delta x_2$$

$$\frac{\Delta x_2}{\Delta x} = \frac{x + y\operatorname{ctg}(\varphi + \frac{\Delta\varphi}{2})}{x} = 1 + \frac{y}{x}\operatorname{ctg}(\varphi + \frac{\Delta\varphi}{2})$$

$$y = L\sin\varphi, x = L\cos\varphi, \text{ то } \frac{y}{x} = \operatorname{tg}\varphi$$

$$\text{м.к. } \Delta\varphi \ll \varphi, \text{ то } \operatorname{ctg}(\varphi + \frac{\Delta\varphi}{2}) \approx \operatorname{ctg}\varphi$$

$$\frac{\Delta x_2}{\Delta x} = 1 + \operatorname{tg}\varphi \cdot \operatorname{ctg}\varphi = 2, \text{ то } \frac{V_{x2}}{V_{x1}} = 2, \text{ м.к. } \Delta x_2 = V_{x1} \cdot \Delta t,$$

$$\Delta x_2 = V_{rx} \cdot \Delta t \quad (V_{rx} - \text{проекция скорости груза на ось } x)$$

$$V_{x2} = 2V_{rx} \rightarrow V_{rx} = V_r \cdot \cos\varphi$$

$$V_r = \frac{V_{x2}}{2\cos\varphi} \quad \text{Вернемся к ЗЦЗ:}$$

$$\frac{mV_{x2}^2}{2} + \frac{mV_{x2}^2}{2} \cdot \frac{1}{4\cos^2\varphi} = mgL \cdot \sin(\frac{1}{2}\varphi)$$

$$V_{x2}^2 = \frac{2gL\sin(\frac{1}{2}\varphi)}{1 + (4\cos^2(\frac{1}{2}\varphi))^{-1}} \quad V_{x2} = \sqrt{\frac{2gL\sin(\frac{1}{2}\varphi)}{1 + (4\cos^2(\frac{1}{2}\varphi))^{-1}}}$$

$$\text{Ответ: } V_{x2} = \sqrt{\frac{2gL\sin(\frac{1}{2}\varphi)}{1 + (4\cos^2(\frac{1}{2}\varphi))^{-1}}}$$