

ШИФР

К599/Р/Н-3

(заполняется представителем Оргкомитета)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике

(наименование общеобразовательного предмета)

Дата проведения 09.03.2025ФИО участника (полностью) Катков Максим Алексеевич

Дата рождения _____

Класс 11Школа № МАОУ "Лицей №31" район республика Татарстан город Казань

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

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 «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

—
~U (подпись участника олимпиады)

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	25	20	25	95

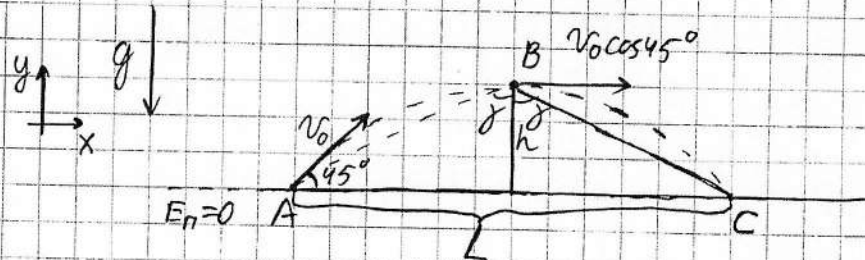
Заполняется проверяющим!

Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать!

✓1

(V₀)

R = ?



1) Закон сохр. энергии от A до B:

$$\frac{mV_0^2}{2} + 0 = \frac{m(V_0 \cos 45^\circ)^2}{2} + mgh$$

$$V_0^2 = \frac{V_0^2}{2} + 2gh$$

$$0,5V_0^2 = 2gh$$

$$h = \frac{V_0^2}{4g} \quad +5$$

2) Найдём $t_{\text{полёта}}$:

от A до B: $S_y = V_{0y} t_{\text{полёта}} - \frac{g t_{\text{полёта}}^2}{2}$

$$0 = \left(V_0 \sin 45^\circ - \frac{g t_{\text{полёта}}}{2} \right) \cdot t_{\text{полёта}}$$

$$t_{\text{полёта}} \neq 0 \Rightarrow V_0 \sin 45^\circ - \frac{g t_{\text{полёта}}}{2} = 0$$

$$t_{\text{полёта}} = \frac{2V_0 \sin 45^\circ}{g}$$

3) Найдём L: $L = V_0 \cos 45^\circ \cdot t_{\text{полёта}} = \frac{2 \cdot V_0^2 \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ}{g}$

$$L = \frac{V_0^2 \cdot \sin 90^\circ}{g} \Rightarrow L = \frac{V_0^2}{g} \quad +5$$

4) По теореме синусов для $\triangle ABC$:

$$\frac{AC}{\sin \angle ABC} = 2R$$

$$R = \frac{L}{2 \sin 2\gamma} = \frac{L}{2 \cdot 2 \sin \gamma \cos \gamma}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\frac{L}{2}}{h} = \frac{L}{2h} = \frac{\frac{v_0^2}{g}}{\frac{2 \cdot v_0^2}{4g}} = 2$$

$$\sin^2 \gamma + \cos^2 \gamma = 1$$

$$\operatorname{tg}^2 \gamma + 1 = \frac{1}{\cos^2 \gamma}$$

$$\cos^2 \gamma = \frac{1}{5}$$

$$\xRightarrow{\gamma \text{ острому}} \cos \gamma = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\cos \gamma} \Rightarrow \sin \gamma = \cos \gamma \operatorname{tg} \gamma = \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot 2 = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$R = \frac{L}{4 \sin \gamma \cos \gamma} = \frac{L}{4 \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}}} = \frac{5L}{8} \quad \begin{matrix} L = \frac{v_0^2}{g} \\ \underline{\underline{R = \frac{5v_0^2}{8g}}} \end{matrix}$$

$$\text{Ответ: } R = \frac{5v_0^2}{8g}$$

~~Второй~~

~~Второй вариант решения~~

~~Второй вариант решения~~

~~Второй вариант решения~~

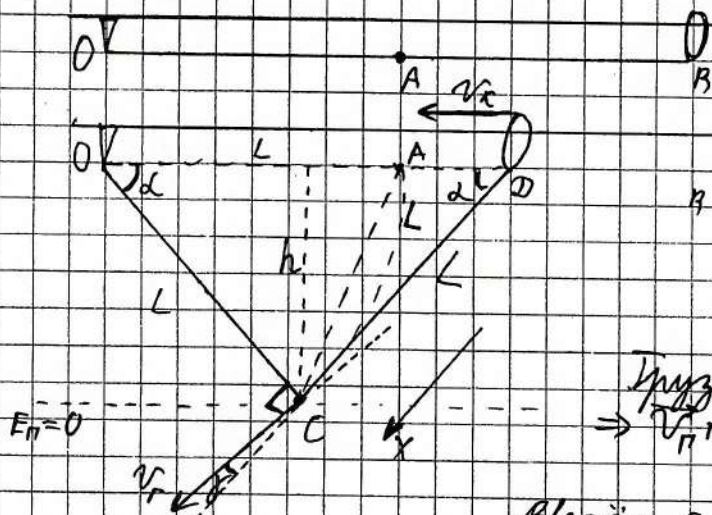
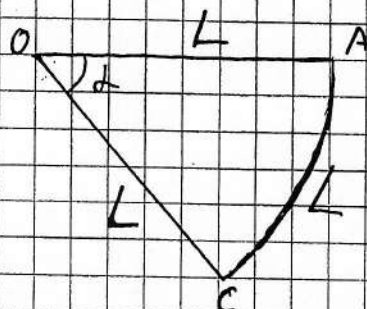
~~Второй вариант решения~~

12

Груз движется по окружности с центром в т. О и радиусом L .

Путь = длина дуги окружности:

$$\alpha = \frac{L}{L} = 1 \text{ (в радианах)}$$



$$\triangle OCD - \mu - \theta \Rightarrow \angle ODC = \alpha$$

Груз движется по окружности \Rightarrow
 $\Rightarrow v_r$ перпендикулярен OC

Введём OX \parallel CD

$$\angle(v_r, OX) = \gamma$$

$$\gamma = \pi - (\pi - 2\alpha) - \frac{\pi}{2} = 2\alpha - \frac{\pi}{2}$$

$$\angle(v_r, OX) = \alpha$$

$$\gamma = 2\alpha - \frac{\pi}{2}$$

CD = L = const (нить нерастяжима) \Rightarrow по закону параллелизма:

$$v_r \cdot \cos \gamma = v_k \cdot \cos \alpha$$

$$v_r \cdot \cos(2\alpha - \frac{\pi}{2}) = v_k \cdot \cos \alpha$$

$$v_r \cdot \sin 2\alpha = v_k \cdot \cos \alpha$$

$$2 \sin \alpha v_r = v_k$$

Запишем закон сохранения энергии для системы "груз + кольцо"

$$A_{\text{итг}} = E_{\text{кон}} - E_{\text{нач}}$$

$$E_{\text{кон}} = E_{\text{нач}}$$

$$A_{\text{итг}} = 0, \text{ т.к. } \vec{v}_r \perp OC \text{ в любой момент}$$

$$\frac{m v_p^2}{2} + \frac{m v_k^2}{2} = mgh, \text{ где } h = L \cdot \sin \alpha$$

$$v_p^2 + v_k^2 = 2gL \sin \alpha$$

$$v_p^2 + (2 \sin \alpha v_p)^2 = 2gL \sin \alpha$$

$$v_p^2 + v_p^2 \cdot 4 \sin^2 \alpha = 2gL \sin \alpha$$

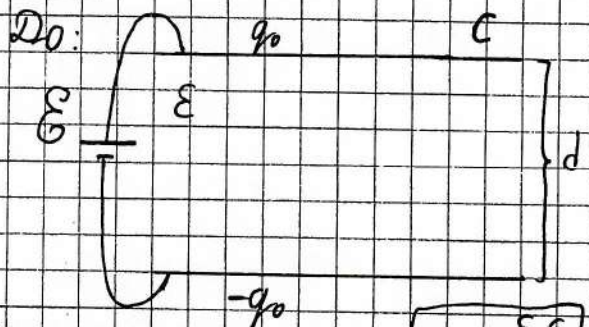
$$v_p^2 (1 + 4 \sin^2 \alpha) = 2gL \sin \alpha$$

$$v_p = \sqrt{\frac{2gL \sin \alpha}{1 + 4 \sin^2 \alpha}}$$

$$v_p = \sqrt{\frac{2gL \sin(1)}{1 + 4 \sin^2(1)}}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{2gL \sin(1)}{1 + 4 \sin^2(1)}}$

✓3

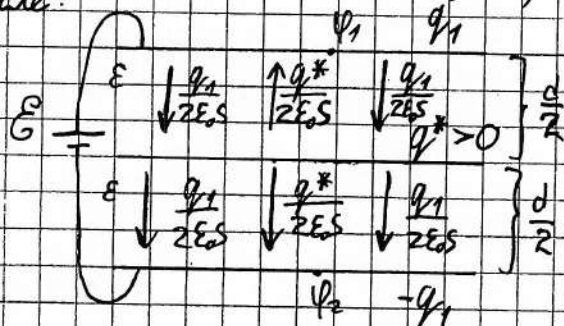


1) Сумма, что до сборки цепи конденсатор не заряжен \Rightarrow сумма зарядов на обкладках всегда = 0

2) $q_0 = U_c \cdot C$
 $U_c = \varepsilon \Rightarrow q_0 = \varepsilon C$

+5

Примем $\varepsilon = 1$
 (если $\varepsilon > 1$ решение задачи будет таким же и ответ не изменится)
 Тогда:



3) Напряженность между нижней обкладкой и пластиной может не равна нулю (или все сонаправлены) \Rightarrow

$$\frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} + \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q^*}{\varepsilon_0 S} = 0$$

$$q^* = 2q_1$$

✓✓

$$4) \begin{cases} \varphi_1 - \varphi_2 = \mathcal{E} \\ \varphi_1 - \varphi_2 = E_{\text{сверху}} \cdot \frac{d}{2} + E_{\text{снизу}} \cdot \frac{d}{2} = 0 + \left(\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q^*}{2\epsilon_0 S} \right) \cdot \frac{d}{2} \end{cases}$$

$$\mathcal{E} = \frac{2q_1 + q^*}{2\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{2} = \frac{4q_1 d}{4\epsilon_0 S} = \frac{q_1 d}{\epsilon_0 S}$$

$$\mathcal{E} \cdot \frac{\epsilon_0 S}{d} = q_1$$

$$\boxed{\mathcal{E} \cdot C = q_1}$$

Не пошла расстановка знаков.

$$U_2 \text{ н. 2) } q_0 = \mathcal{E}C$$

$$q_0 = q_1$$

$$\boxed{q^* = 2q_1 = 2q_0 = 2\mathcal{E}C} \quad +5$$

$$\boxed{A_{\mathcal{E}} = \mathcal{E} \Delta q = \mathcal{E}(q_1 - q_0) = 0}$$

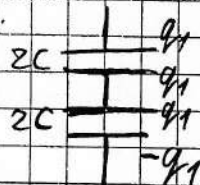
5) Но, что $A_{\mathcal{E}} = 0$, никак не противоречит физике, затронет закон сохранения энергии для цепи:

$$\boxed{A_{\mathcal{E}} + A_{\text{мех}} = \Delta W_C + Q} \quad \text{Неверно!}$$

$$A_{\mathcal{E}} = 0, \text{ но } A_{\text{мех}} \neq 0 \quad (A_{\text{мех}} > 0)$$

ΔW_C можно найти разбившем источник на 2 последовательно соединенных конденсатора.

$$\text{с емкостями } C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{0,5d} = 2C$$



$$W_1 = 0 + \frac{q_1^2}{4C} = \frac{q_0^2}{4C}$$

$$\Delta W_C = W_1 - W_0 = -\frac{q_0^2}{4C} \quad (\Delta W_C < 0)$$

В таких задачах нельзя пренебрегать сопротивлением в проводниках, даже если оно очень маленькое, следовательно $Q \neq 0$ ($Q > 0$).

Итого получаем, что в законе сохранения энергии для цепи нет противоречия, зна-

ит, $A_E = 0$ действительно реализуется.

Ответ: 1) $q^* = 2EC$
2) $A_E = 0$

✓ 4

$$I_A = I_0$$

$$I_A^* = ?$$

$$1) U_L = I' \cdot L$$

В момент, когда $I = I_A = I_0, U_L = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow U_{C1} = U_{C2} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{В этот момент } E_{\text{ист}} = \frac{LI_0^2}{2}$$

2) В любой момент времени до размыкания ключа $U_{C1} = U_{C2} = U_C$ (параллельное соединение)

Запишем закон сохранения энергии в момент, когда $I_L = \frac{I_0}{2}$ (З.С.Э)

$$E_{\text{ист}} = \frac{L\left(\frac{I_0}{2}\right)^2}{2} + \frac{C \cdot U_C^2}{2} + \frac{C U_C^2}{2}$$

$$E_{\text{ист}} = E_{\text{ист}} \quad (\text{З.С.Э. от амплитудного до того, когда } I_L = \frac{I_0}{2})$$

$$\frac{LI_0^2}{2} = \frac{L \frac{I_0^2}{4}}{2} + C U_C^2$$

$$LI_0^2 = \frac{LI_0^2}{4} + 2C U_C^2$$

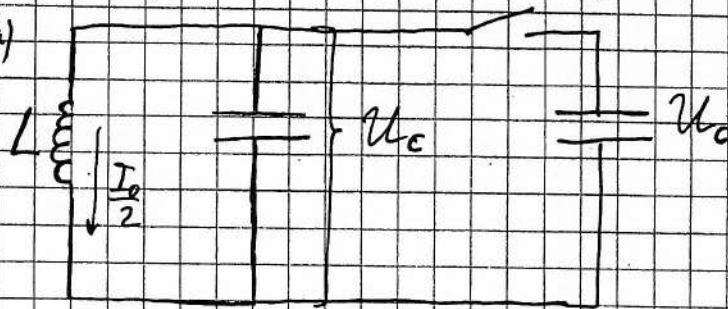
$$\frac{3LI_0^2}{4} = 2C U_C^2 \Rightarrow U_C = \pm \sqrt{\frac{3LI_0^2}{8C}}$$

знаки "+" и "-" определяют только полярность конденсатора в этот момент времени. Оба случая решаются одинаково.

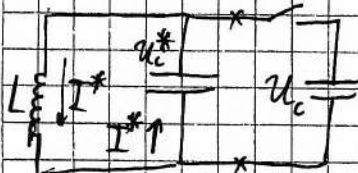
После размыкания ключа напряжение на правом конденсаторе так и останется U_C (и заряд на нем будет сохраняться), а на лев, "новый"

колебательный контур будет иметь вид:
(сразу после
размыкания ключа)

Ток через ка-
тушку скачком
не изменится
и вначале
равен $\frac{I_0}{2}$ сразу
после размыкания
ключа



$$U_c = LI' \Rightarrow I_A^* \text{ (новое амплитудное значение силы тока) будет}$$



реализовываться тогда, когда
 $U_L^* = 0$, т.е. $U_c^* = 0$

Запишем закон сохранения энергии для
цепи после размыкания ключа:

$$E_{\text{нач}}^* = E_{\text{кон}}^*$$

$$\frac{L \left(\frac{I_0}{2} \right)^2}{2} + \frac{CU_c^2}{2} + \frac{CU_c^2}{2} = \frac{2LI^{*2}}{2} + 0 + \frac{CU_c^2}{2}$$

$$\frac{LI_0^2}{4} + CU_c^2 = \frac{2LI^{*2}}{2}$$

$$\frac{LI_0^2}{4} + C \cdot \frac{3LI_0^2}{8C} = LI^{*2}$$

$$\frac{2I_0^2 + 3I_0^2}{8} = I^{*2}$$

$$I^* = \pm \sqrt{\frac{5I_0^2}{8}} = \pm I_0 \sqrt{\frac{5}{8}}$$

$$I_A^* = I_0 \sqrt{\frac{5}{8}}$$

Ответ: $I_0 \sqrt{\frac{5}{8}}$