

ШИФР

942

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

## Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников  
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИпо ФИЗИКЕ в 11 классе  
(наименование общеобразовательного предмета)Фамилия И.О. участника Поляков Иван Михайлович

Дата рождения

Школа № 87 район московский город Нижний Новгород**Особые отметки** (Заполняется представителем оргкомитета)  
о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.Дата проведения 09.03.2025**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 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 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)

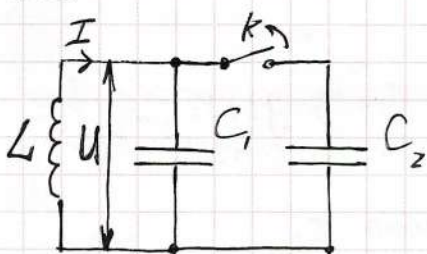


Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	25	25	25	100
Ч	Ч	Ч	Ч	Ч

Заполняется проверяющим!

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

№ 4



Путь индуктивности катушки равна  $L$ , а ёмкость конденсаторов равна  $C_1 = C_2 = C$

Т.к. в цепи отсутствует сопротивление,

в процессе колебаний не будет потерь энергии, а значит будет справедлив закон сохранения энергии:

$$W_L + W_{C_1} + W_{C_2} = \text{const} = \frac{LI_0^2}{2}$$

$$W_L = \frac{LI^2}{2}; W_{C_1} = \frac{C_1 U^2}{2}; W_{C_2} = \frac{C_2 U^2}{2}; W_{C_1} = W_{C_2} = W_C = \frac{CU^2}{2}$$

Найдём энергию конденсаторов в момент времени, когда ток через катушку равен  $I_0/2$ :

$$\frac{LI_0^2}{8} + 2W_C = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow 2W_C = \frac{3LI_0^2}{8} \Rightarrow W_{C_1} = W_{C_2} = W_C = \frac{3LI_0^2}{16}$$

Когда ток ~~кратчайший~~ ~~кратчайший~~ После размыкания ключа К энергия конденсатора  $C_2$  перейдёт на  $C_1$ , т.к. через конденсатор  $C_2$  перейдёт весь эл. ток, тогда по ЗСЭ:

$$\frac{LI_0^2}{8} + \frac{LI^2}{2} + W_{C_1} + W_{C_2} = \frac{LI_0^2}{2} = \text{const}$$

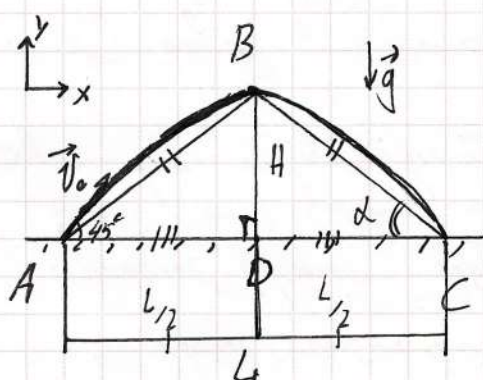
Когда ток через катушку достигнет своего нового амплитудного значения  $I_0'$ , энергия на конденсаторе  $C_1$  будет равной нулю:

$$\frac{LI_0'^2}{2} + W_{co} = \frac{LI_0^2}{2} \Rightarrow \frac{LI_0'^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} - \frac{3LI_0^2}{16} = \frac{5LI_0^2}{16} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_0'^2 = \frac{5}{8} I_0^2 \Rightarrow I_0' = I_0 \frac{\sqrt{10}}{4}$$

Ответ:  $I_0' = I_0 \frac{\sqrt{10}}{4}$

№ 1



$$v_{0y} = v_{0x} = \frac{v_0 \sqrt{2}}{2}; \quad v_y = v_{0y} - gt; \quad y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_x = v_{0x} = \text{const}; \quad x = v_{0x}t$$

Найдем время полета  $T$ :

$$-v_{0y} = v_{0y} - gT \Rightarrow T = \frac{v_0 \sqrt{2}}{g}$$

$$L = v_{0x}T = \frac{v_0^2}{g} +$$

Мн. В силу симметрии траектории тела, время возвышения на макс. высоту A будет равно  $T/2 = \frac{v_0 \sqrt{2}}{2g}$

$$H = v_{0y} \cdot \frac{T}{2} - \frac{1}{2}g \cdot \left(\frac{T}{2}\right)^2 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2}{4g} = \frac{v_0^2}{4g} +$$

Пусть A — точка броска, B — точка макс. возвышения и C — точка падения. D — точка ортогональной проекции B на поверхность земли

$AB = BC$  в силу симметрии

$$AD = \frac{L}{2} = \frac{v_0^2}{2g} = DC; \quad BD = H = \frac{v_0^2}{4g}; \quad AB = \sqrt{AD^2 + BD^2} = \frac{v_0^2 \sqrt{5}}{4g}$$

так  $\angle BAC = \angle BCA = \alpha$ , т.к. ABC — р/б

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

По теореме синусов:

$$\frac{AB}{\sin \alpha} = 2R, \text{ где } R - \text{ радиус окружности (ABC)}$$

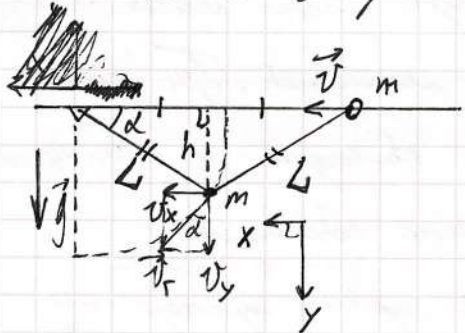


$$R = \frac{AB}{2 \sin \alpha} = \frac{5v_0^2}{8g}$$

Ответ:  $R = \frac{5v_0^2}{8g}$

№ 2

Заметим, что груз будет двигаться по окружности с радиусом  $L$  и центром в точке крепления нити к стержню



1) Горизонтальная проекция скорости груза  $v_x$  будет равна по модулю модулю скорости его ортогональной проекции на стержень, который всегда находится

в середине отрезка, соединяющего кольцо и точку крепления нити к стержню, а значит её скорость будет вдвое меньше скорости кольца:  $v_x = \frac{1}{2}v$ , где  $v$  - скорость кольца

Пусть груз отклонился на некоторый угол  $\alpha$ , тогда пройденный им путь будет равен  $L\alpha$

П.к. груз прошёл путь  $L$ , то угол  $\alpha = \frac{L}{L} = 1$  рад.

Пусть  $v_2$  - скорость груза, тогда  $v_x = v_2 \sin \alpha = v_2 \sin 1$

Тогда  $v_2 = \frac{v_x}{\sin \alpha} = \frac{v}{2 \sin \alpha}$

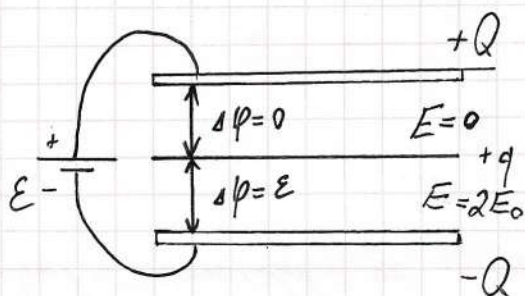
П.к. потери энергии отсутствуют, применив ЗЭГ; за весь путь механической энергии приращение высоты стержня, тогда: в касательный момент времени все кольца попарно:

$$\frac{mv_2^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + mgL \sin \alpha = 0 \Rightarrow \frac{v^2}{8 \sin^2 \alpha} + \frac{v^2}{2} = gL \sin \alpha \Rightarrow v^2 = \frac{8 \sin^3 \alpha}{4 \sin^2 \alpha + 1} \cdot gL$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{8 \sin^3 \alpha}{4 \sin^2 \alpha + 1} \cdot gL}$$

Ответ:  $v = \sqrt{\frac{8 \sin^3 \alpha}{4 \sin^2 \alpha + 1} \cdot gL}$ ; где  $\alpha = 1$  рад.

№ 3



Очевидно, что электростатическое поле будет равно нулю между положительно заряженной обкладкой и пластинкой. При этом поле между отрицательно заряженной обкладкой и пластинкой удваивается от поля, которое создают только обкладки.

Поле, создаваемое подвижной пластинкой, прямо пропорционально её заряду. П.к. поле одной пластинки способно поднять поле сразу двух обкладок конденсатора, её заряд должен быть в 2 раза больше:  $q = 2Q$ , где  $Q$  - заряд положительно заряженной обкладки.

П.к. пластинка находится посередине между обкладками, разность потенциалов между точками двух обкладок, создаваемая этой пластинкой, будет равна нулю в силу симметрии. Тогда разность потенциалов, создаваемая только обкладками, будет равна ЭДС источника  $\mathcal{E}$ . Это значит, что внесение пластинки никак не повлияло на заряд конденсатора, Тогда  $Q = CE$  и  $q = 2Q = 2CE$ . П.к. при внесении пластинки в конденсатор заряд через источник ЭДС не проходит, его работа  $A_{\mathcal{E}} = 0$

Ответ: 1)  $q = 2CE$ ; 2)  $A_{\mathcal{E}} = 0$