

ШИФР

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

015

## Письменная работа

### Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике в 11 классе  
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Орлов Михаил Александрович

Дата рождения

Школа № 2007 ФМ район \_\_\_\_\_ город Москва

**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 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

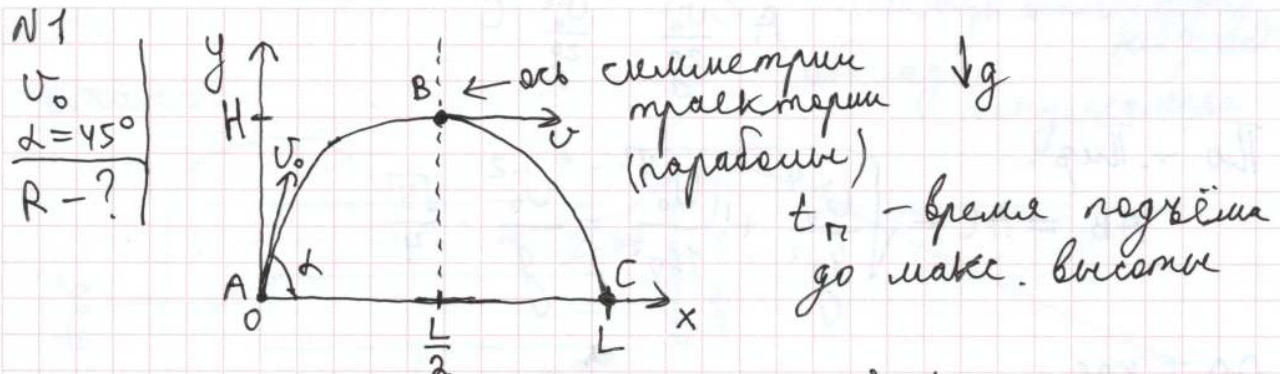
\_\_\_\_\_ (импнады)



| Задание 1 | Задание 2 | Задание 3 | Задание 4 | Сумма баллов |
|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 25        | 25        | 25        | 25        | 100          |
| 9         | 9         | 9         | 9         | 9            |

Заполняется проверяющим!

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



$$\begin{cases} 0 = U_0 \sin \alpha - g t_n \\ H = (U_0 \sin \alpha) t_n - \frac{g t_n^2}{2} \end{cases} \Rightarrow t_n = \frac{U_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H = \frac{U_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{U_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{2U_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{U_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{U_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{U_0^2 (\sin 45^\circ)^2}{2g} = \frac{U_0^2}{4g}$$

$$\frac{L}{2} = (U_0 \cos \alpha) t_n = U_0 \cos \alpha \cdot \frac{U_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{2(\sin \alpha \cos \alpha) \cdot U_0^2}{g} = \frac{U_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{U_0^2 \sin(2 \cdot 45^\circ)}{g} = \frac{U_0^2}{g}$$

Получа  $\frac{L}{2} = \frac{U_0^2}{2g}$

Ищем три точки на нашей параболы:

$A(0; 0)$ ,  $B\left(\frac{U_0^2}{2g}; \frac{U_0^2}{4g}\right)$ ,  $C\left(\frac{U_0^2}{g}; 0\right)$

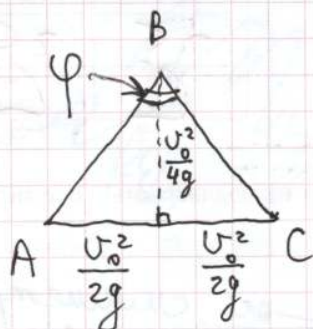
уравнение:  $(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = R^2$

по геометрии мерку:

$$x_{\text{из}}^2 + y_{\text{из}}^2 = R^2$$

$$\frac{v_0^2}{2g} - x_{\text{из}}$$

или:



по т. Пиф:

$$AB = AC = \sqrt{\frac{v_0^4}{4g^2} + \frac{v_0^4}{16g^2}} = \frac{v_0^2}{g} \cdot \frac{\sqrt{5}}{4}$$

по т. кос.

$$\cos \varphi = \frac{\frac{v_0^4}{g^2} \cdot \frac{5}{16} + \frac{v_0^4}{g^2} \cdot \frac{5}{16} - \frac{v_0^4}{g^2}}{2 \cdot \frac{v_0^2}{g} \cdot \frac{\sqrt{5}}{4} \cdot \frac{v_0^2}{g} \cdot \frac{\sqrt{5}}{4}} = -\frac{3}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \varphi = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

по т. синусов

$$\frac{\frac{v_0^2}{g}}{\frac{4}{5}} = 2R \Rightarrow \frac{5v_0^2}{4g} = 2R \Rightarrow R = \frac{5v_0^2}{8g}$$

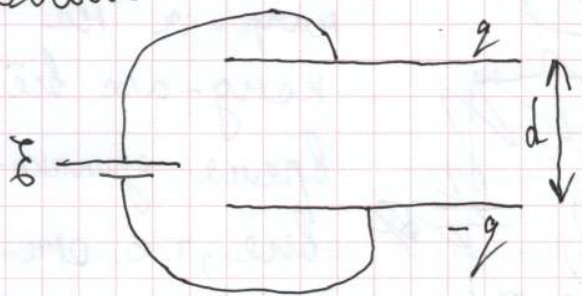
Ответ:  $R = \frac{5v_0^2}{8g}$

23

С  
Э  
гн-? А-?



Было:

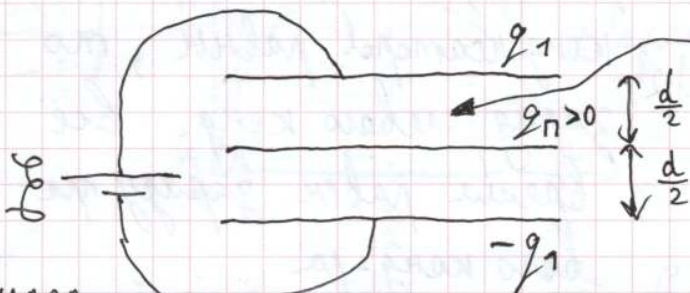


$$\frac{q}{C} = U \Rightarrow q = CU$$

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d},$$

$S$  — площадь ~~одной~~ пласт. обкладки конденсатора

стало:



напр.

поле стало равно нулю между пластиной и одной из обкладок: (это возможно здесь —)

$$\frac{q_1}{\epsilon_0 S} - \frac{q_n}{2\epsilon_0 S} = 0 \quad | \cdot 2\epsilon_0 S$$

$$2q_1 - q_n = 0 \Rightarrow q_n = 2q_1$$

т.к. конд. подкл. к дат.:

$$0 \cdot \frac{d}{2} + \left( \frac{q_n}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_1}{\epsilon_0 S} \right) \cdot \frac{d}{2} = U$$

$$\frac{q_n}{2} + \frac{2q_1}{2} = \frac{2\epsilon_0 S U}{d}$$

$$\frac{2q_1}{2} + \frac{2q_1}{2} = \frac{2\epsilon_0 S U}{d}$$

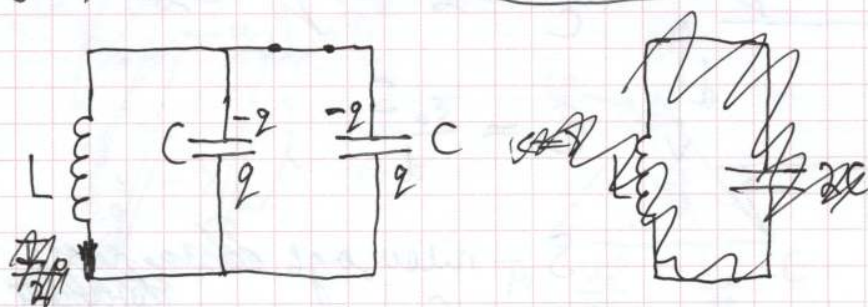
$$2q_1 = \frac{2\epsilon_0 S U}{d} \Rightarrow q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{d} = CU \Rightarrow q_n = 2CU$$

$$A = U(q_1 - q) = U(CU - CU) = 0$$

Ответ:  $q_n = 2CU$  ;  $A = 0$



N4  
до размыкания:  $(I_m - ?)$



напр-я на  
конд-ах всё  
время одинако-  
вые, т.к. они  
соед. парал-но,

по ЗСЭ:

$$\frac{LI_0^2}{2} = \frac{L\left(\frac{I_0}{2}\right)^2}{2} + \frac{q^2}{2C} + \frac{q^2}{2C} \quad | \cdot 2$$

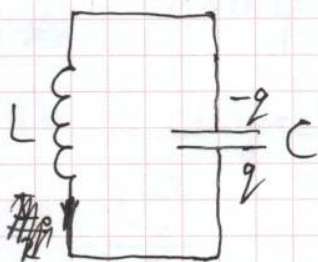
$$LI_0^2 - \frac{LI_0^2}{4} = \frac{2q^2}{C}$$

$$\frac{3}{4} LI_0^2 = \frac{2q^2}{C}$$

$$q^2 = \frac{3}{8} CL I_0^2$$

сразу после размыкания ключа:

так через катушку претит, т.е.  $\frac{I_0}{2}$ ; зар. конд. претит, т.е.  $q$ .



$$\frac{L \cdot \left(\frac{I_0}{2}\right)^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \frac{LI_m^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$\frac{LI_0^2}{4} + \frac{\frac{3}{8} CL I_0^2}{C} = LI_m^2$$

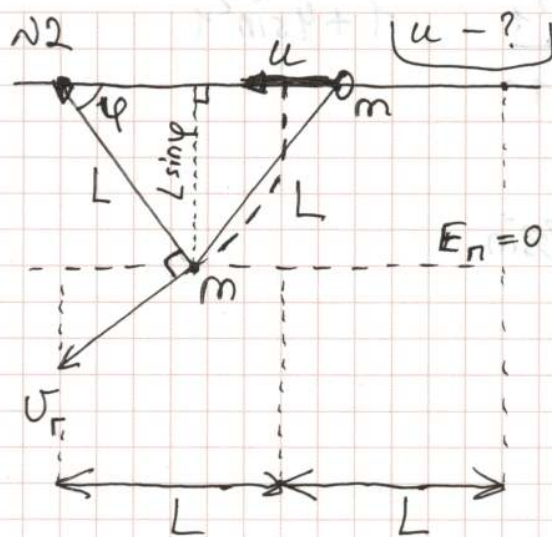
$$I_m^2 = I_0^2 \Rightarrow I_m = I_0 \quad \text{Ответ: } I_m = I_0$$

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

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



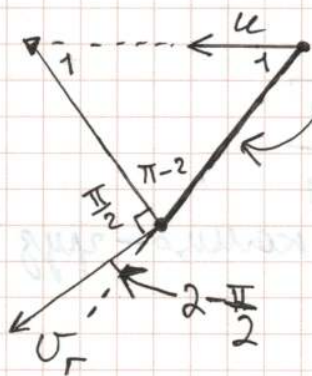
Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!



груз дв-ся по окр-ти  
радиуса  $L$ , т.к. нити  
натянуты — их натя-  
гивает груз. По усл.  
груз прошёл путь  $L$   
(пунктирная дуга на рис.)

Потому  $\varphi = \frac{L}{L} = 1 \text{ рад}$  (здесь все углы  
показаны в радианах)

условие нерастяжимости правой нити:




$$u \cos 1 = U_r \cos\left(2 - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$u \cos 1 = U_r \cos \left( \frac{\pi}{2} - 2 \right)$$

$$u \cos 1 = U_r \sin 2$$

$$u \cos 1 = \sqrt{2} \sin 1 \cos 1$$

$$u = 2V_r \sin 1 \Rightarrow V_r = \frac{u}{2 \sin 1}$$

no 3C7: 

$$mgL \sin 1 + mgL \sin 1 = mgL \sin 1 + \frac{m v_r^2}{2} + \frac{m u^2}{2}$$

$$2gL \sin \theta = \frac{u^2}{\sin^2 \theta} + u^2$$

$$2gL \sin \theta = u^2 \left( \frac{1}{4 \sin^2 \theta} + 1 \right)$$

$$u^2 = \frac{2gL \sin 1}{\frac{1}{4 \sin^2 1} + 1} = \frac{2gL \sin 1}{\frac{1 + 4 \sin^2 1}{4 \sin^2 1}} = \frac{8gL \sin^3 1}{1 + 4 \sin^2 1}$$

$$u = \sqrt{\frac{8gL \sin^3 1}{1 + 4 \sin^2 1}} = \cancel{2\sqrt{2}} \sin 1$$

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

учитывая, что  $1 \text{ рад} \approx 57^\circ$ , то:

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

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

⊗ ЗСЭ записан для сист. "нить-кольцо-груз":  
↑  
правая

внешн. силы:

1) сила натяж. левой нити:  $\perp$  траект. груза, её работа 0.

~~сила реакции~~

2) сила взаим. кольца и спицы:  $\perp$  траект. кольца, её работа 0.

3) сила тяжести — учтена в ЗСЭ.

внутр. силы: (нерастян. нити:  $v_1 \cos \alpha = v_2 \cos \beta$ )

$$dA_{\text{внут}} = T v_1 dt \cos \alpha + T v_2 dt \cos(180^\circ - \beta) = \\ = T dt (v_1 \cos \alpha - v_2 \cos \beta) = 0$$

Поэтому ЗСЭ записан именно в таком виде.

