



ШИФР

1106

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИпо физике

(наименование общеобразовательного предмета)

Дата проведения 27.02.14Фамилия И.О. участника Гущин Дмитрий Александрович

Серия и номер паспорта

Дата рождения

Класс 11Школа № 3

район

город Саров**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 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 работ

Участник аккуратно заполняет титульный лист папки «Письменная работа», ставит дату и подпись (другие записи на папке делать запрещено).

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.

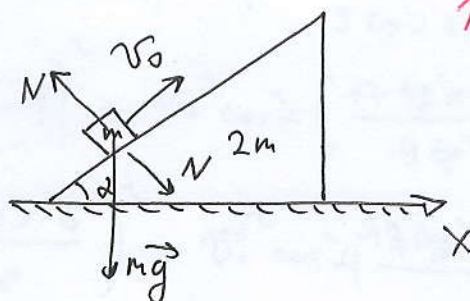
С правилами поведения на олимпиаде и правилами оформления работы ознакомлен

(подпись участника олимпиады)

Исходно: v_0, α

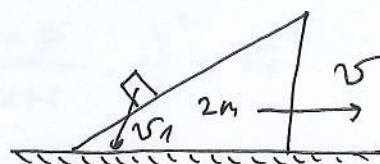
Найдем v_1

рис 1



1	2	3	4	Σ
30	30	10	-	70
1106				

рис 2

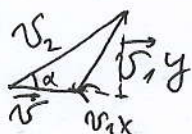


- 1) Импульс системы по оси x сохраняется (для системы брусков и клина).

$$mv_0 \cos \alpha = 2mv - v_{1x} \cdot m, \text{ где } v_{1x} - \text{скорость бруска по оси } x.$$

$$v_{1x} = 2v - v_0 \cos \alpha;$$

Перейдем в СО, связанную с клином (рис 2)



Скорость v_2 должна быть направлена по клину.

$$\tan \alpha = \frac{y}{v + v_{1x}} = \frac{y}{3v - v_0 \cos \alpha}, \quad y = \tan \alpha (3v - v_0 \cos \alpha)$$

По Т. Пифагора $y^2 + (v_{1x})^2 = v_1^2$, $\tan^2 \alpha (3v - v_0 \cos \alpha)^2 + (2v - v_0 \cos \alpha)^2 = v_1^2$ (1)

- 2) По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{2mv^2}{2}; \quad v_0^2 = v_1^2 + 2v^2$$

$$v_0^2 = \tan^2 \alpha (3v - v_0 \cos \alpha)^2 + (2v - v_0 \cos \alpha)^2 + 2v^2$$

$$v_0^2 = 9v^2 \tan^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha - 6vv_0 \cos \alpha \tan^2 \alpha + 4v^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha - 4vv_0 \cos \alpha + 2v^2$$

$$9v^2 \tan^2 \alpha - 6v_0 \cos \alpha \tan^2 \alpha + 6v - 4v_0 \cos \alpha = 0;$$

$$v(9 \tan^2 \alpha + 6) = 6v_0 \cos \alpha \cdot \tan^2 \alpha + 4v_0 \cos \alpha$$

$$v = \frac{v_0 \cos \alpha (6 \tan^2 \alpha + 4)}{9 \tan^2 \alpha + 6};$$

Подставим это в (1) равенство

Смп 1

$$\operatorname{tg}^2 \alpha \left(\frac{3V_0 \cos \alpha (6 \operatorname{tg}^2 \alpha + 4)}{9 \operatorname{tg}^2 \alpha + 6} - V_0 \cos \alpha \right)^2 + \left(\frac{2V_0 \cos \alpha (6 \operatorname{tg}^2 \alpha + 4)}{9 \operatorname{tg}^2 \alpha + 6} - V_0 \cos \alpha \right)^2 = V_1^2$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha \cdot V_0^2 \cos^2 \alpha \left(\frac{18 \operatorname{tg}^2 \alpha + 12}{9 \operatorname{tg}^2 \alpha + 6} - 1 \right)^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha \left(\frac{12 \operatorname{tg}^2 \alpha + 8}{9 \operatorname{tg}^2 \alpha + 6} - 1 \right)^2 = V_1^2$$

$$V_0^2 \sin^2 \alpha \left(\frac{18 \operatorname{tg}^2 \alpha + 12 - 9 \operatorname{tg}^2 \alpha - 6}{9 \operatorname{tg}^2 \alpha + 6} \right)^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha \left(\frac{12 \operatorname{tg}^2 \alpha + 8 - 9 \operatorname{tg}^2 \alpha - 6}{9 \operatorname{tg}^2 \alpha + 6} \right)^2 = V_1^2$$

$$V_0^2 \sin^2 \alpha \left(\frac{9 \operatorname{tg}^2 \alpha + 6}{9 \operatorname{tg}^2 \alpha + 6} \right)^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha \left(\frac{3 \operatorname{tg}^2 \alpha + 2}{3 (3 \operatorname{tg}^2 \alpha + 2)} \right)^2 = V_1^2$$

$$V_0^2 \sin^2 \alpha + V_0^2 \cos^2 \alpha \cdot \frac{1}{9} = V_1^2;$$

$$V_0^2 \left(\sin^2 \alpha + \frac{\cos^2 \alpha}{9} \right) = V_1^2; \quad V_1^2 = V_0^2 \left(\frac{9 \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{9} \right);$$

$$V_1^2 = V_0^2 \cdot \frac{(8 \sin^2 \alpha + 1)}{9};$$

$$V_1 = \frac{V_0}{3} \cdot \sqrt{8 \sin^2 \alpha + 1}$$

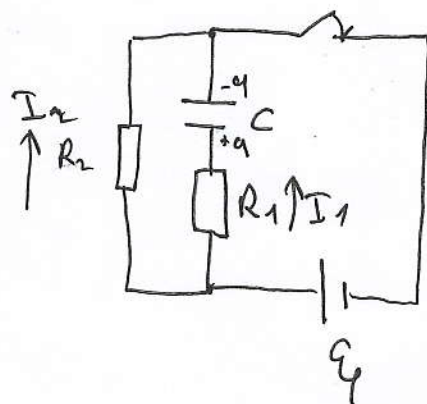
$$\text{Ответ: } V_1 = \frac{V_0}{3} \cdot \sqrt{8 \sin^2 \alpha + 1}$$

30

$\sqrt{2}$.

Дано: $C, \mathcal{E}$

Найти: Q_1, Q_2



1) При замыкании по законам Кирхгофа:

$$\mathcal{E} = I_2 R_2; \quad \mathcal{E} = I_1 R_1 + U, \text{ где } U - \text{напряжение на конденсаторе}$$

В каком-то моменте скажем $I_1 = I_2 = I$ знаем

$$I R_2 = I R_1 + U; \quad U = I(R_2 - R_1). \text{ Так как } U \geq 0, \text{ то } R_2 \geq R_1,$$

$$\text{знаем, } R_2 = 2R_1, R_1 = R$$

См 2

Потому $U = IR$; но $\varphi = I \cdot 2R$, значит, $U = \frac{\varphi}{2}$ + 10

По закону сохранения энергии:

$$A_{\text{ист}} = W_K + Q_R + Q_{2R}.$$

$$Q_{2R} = I_2^2 \cdot 2R \cdot T;$$

$A_{\text{ист}} = \varphi \Delta q$; $\Delta q = I_2 \cdot T + q_1$, где q_1 — заряд конденсатора в конце. $q_1 = \frac{C\varphi}{2}$, значит, $A_{\text{ист}} = \varphi(I_2 T + \frac{C\varphi}{2})$

$$W_K = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{C\varphi^2}{8}$$

$$\varphi(I_2 T + \frac{C\varphi}{2}) = \frac{C\varphi^2}{8} + Q_R + I_2^2 \cdot 2R \cdot T$$

$$\varphi I_2 T + \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{C\varphi^2}{8} + Q_R + \varphi I_2 T$$

$$Q_R = \frac{C\varphi^2}{2} - \frac{C\varphi^2}{8}; \quad Q_R = \frac{3}{8} C\varphi^2 = Q_1$$

2) Поле размыкаем ключа,

$$U_H = I_H \cdot (2R + R).$$

$$\Delta Q_{2R_H} = I_H^2 \cdot 2R \cdot dt - \text{тепло через } 2R$$

$$\Delta Q_{R_H} = I_H^2 \cdot R \cdot dt - \text{тепло через } R$$

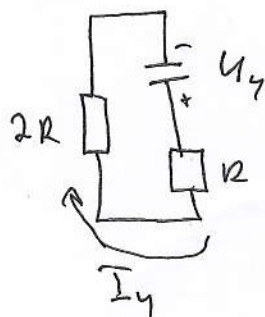
$$\Delta Q_{\text{осы}} = \Delta Q_{2R_H} + \Delta Q_{R_H} = 3R I_H^2 dt$$

$$\frac{\Delta Q_{R_H}}{\Delta Q_{\text{осы}}} = \frac{1}{3}; \quad \text{значит, } \frac{Q_R}{Q_{\text{осы}}} = \frac{1}{3}.$$

$$Q_{\text{осы}} = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{C\varphi^2}{8}. \quad \text{Значит, } Q_R = \frac{C\varphi^2}{8 \cdot 3} = \frac{C\varphi^2}{24}$$

Ответ: $Q_1 = \frac{3}{8} C\varphi^2$

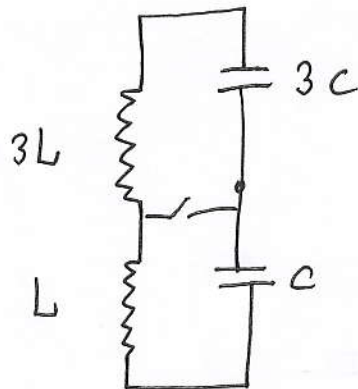
~~$Q_2 = \frac{C\varphi^2}{24}$~~ $Q_2 = \frac{C\varphi^2}{24}$



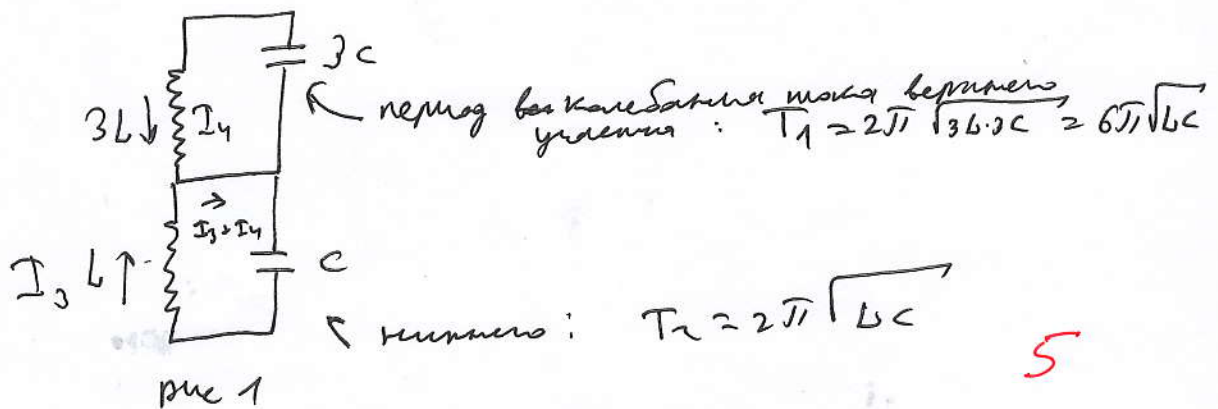
№3.

Дано: C, L, I_0

Найти I_{max} ?

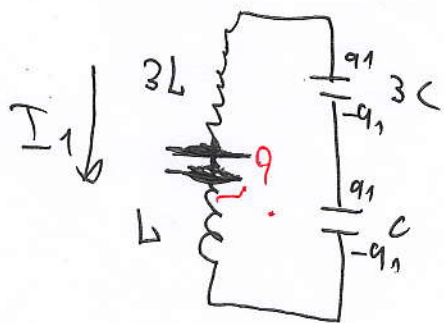


1) При замыкании ключа



$$\frac{T_1}{T_2} = 3$$

2) До замыкания ключа возник ток I_0 ; когда



$$\frac{q_1^2}{3C} + \frac{q_2^2}{C} + \frac{3LI_1^2}{2} + \frac{LI_2^2}{2} = \frac{3LI_0^2}{2} + \frac{LI_0^2}{2}$$

полная энергия.

$$\text{Тогда: } \frac{LI_{3max}^2}{2} + \frac{3L \cdot I_{4max}^2}{2} = 2LI_0^2$$

$$I_{3max} + 3I_{4max} = 4I_0$$

Дополнительно

3) Чтобы через перемычку тек максимальный ток, необходимо, чтобы ток был макс, как показано на рисунке (рис 1), либо оба в противоположные стороны.

стр 4.

Докажем $(I_{3\max} + I_{4\max}) \geq 2I_0$

$$I_{3\max}^2 + I_{4\max}^2 + 2I_{3\max} \cdot I_{4\max} \geq 4I_0^2 = I_{3\max}^2 + 3I_{4\max}^2$$

$$2I_{3\max} I_{4\max} \geq 2I_{4\max}^2$$

$$I_{3\max} \geq I_{4\max}$$

Важным переключку в момент максимума, когда сила тока через катушку равна I_0 и конденсатор не заряжен

$$I_{3\max}$$

$$I_{3\max} = I_0, I_{4\max} = I_0$$

$$\text{Тогда } I_{3\max} + I_{4\max} = 2I_0$$

$$I_4 = I_z \cos(\omega t + \varphi_0) = I_x \left(\cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}} \cdot 3 + \varphi_0\right) \right) - \text{колебания тока}$$

$$I_3 = I_y \left(\cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}} + \varphi_0\right) \right)$$

$$3I_x^2 + I_y^2 = 4I_0^2$$

$$I_3 + I_4 = I_x \cos\left(3\frac{t}{\sqrt{LC}} + \varphi_0\right) + I_y \cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}} + \varphi_0\right)$$