


ШИФР

(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 Рябов Иван Андреевич

Дата рождения

Школа № 82 район Сормовский город Нижний Новгород**Особые отметки** (Заполняется представителем оргкомитета)
о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.+ 1 чистовик Дата проведения 03.03.2024**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	15	5	10	55

Заполняется проверяющим!

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

N1

По уравнениям кинематики:

$$h = V_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$h = V_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$V_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = V_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$\frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2} = V_0 \sin \alpha (t_2 - t_1)$$

$$\frac{g(t_2 - t_1)(t_1 + t_2)}{2} = V_0 \sin \alpha (t_2 - t_1)$$

$$\frac{g(t_1 + t_2)}{2} = V_0 \sin \alpha \quad (1)$$

$$H_{\max} = V_0 \sin \alpha t_{\max} - \frac{g t_{\max}^2}{2}$$

$$t_{\max} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}, \text{ т.к. в момент времени } t_{\max} \quad V_y = 0.$$

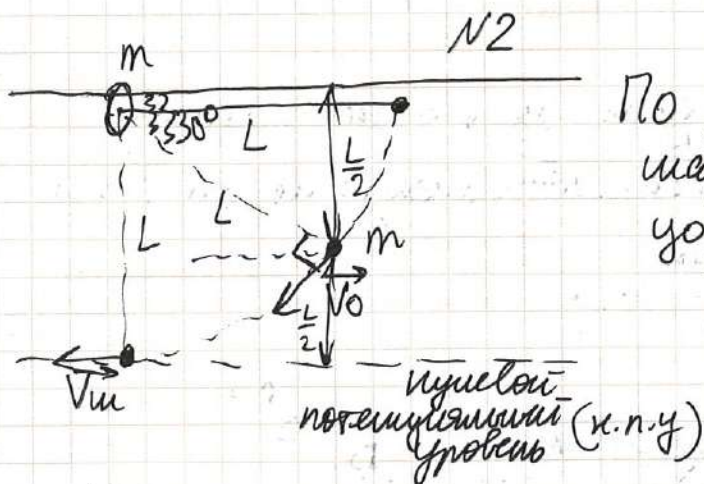
$$\text{Тогда: } H_{\max} = V_0 \sin \alpha \frac{V_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} =$$

$$H_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (2)$$

Подставим (1) в (2), получим:

$$H_{\max} = \frac{g^2(t_1 + t_2)^2}{4} : 2g = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{8g} = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{8}$$

$$\text{Ответ: } H_{\max} = \frac{g(t_1 + t_2)^2}{8}$$



По закону сохр. энергии для шарика в момент, когда кольцо отпустили:

$$mg \frac{L}{2} + m \frac{V_0^2}{2} = mgL$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = mg \frac{L}{2}$$

$$V_0^2 = gL$$

$$V_0 = \sqrt{gL}$$

V_0 - скорость шарика, когда он достигает уровня $L/2$.

Максимальная скорость кольца достигается в тот момент, когда шарик достигает го к.п.у., т.е. когда нить становится вертикальной. По закону сохр. импульса: (в момент, когда нить вертикальна)

по ЗСД: $mV_{\text{ш}} - mV_{\text{ш.к}} = mV_0 \cdot \cos 60^\circ = mV_0 \cdot \frac{1}{2}$

$$V_{\text{ш}} - V_{\text{к}} = \frac{1}{2}V_0$$

$$\frac{gL}{2} + \frac{gL}{2} = \frac{V_{\text{ш}}^2}{2} + \frac{V_{\text{к}}^2}{2}$$

$$gL = \frac{(V_{\text{к}} - \frac{V_0}{2})^2}{2} + \frac{V_{\text{к}}^2}{2}$$

$$2gL = V_{\text{к}}^2 - V_{\text{к}} \cdot V_0 + V_{\text{к}}^2$$

$$2V_{\text{к}}^2 - V_{\text{к}} \sqrt{gL} - 2gL = 0$$

$$V_{\text{к}1,2} = \frac{\sqrt{gL} \pm \sqrt{gL + 16gL}}{4} = \frac{\sqrt{gL} \pm \sqrt{17gL}}{4}$$

$$V_{\text{к}} = \frac{\sqrt{18gL}}{4} = \frac{3\sqrt{2gL}}{4}$$

Ответ: $V_{\text{к}} = \frac{3\sqrt{2gL}}{4}$

N4

Т.к. угол Θ_0 небольшой по условию задам, то $\sin \Theta_0 \approx \Theta_0$. Запишем, как меняются углы отклонения 1 и 2 маятников.

$$\Theta_1 = \Theta_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) +$$

$$\Theta_2 = \Theta_0 \cos(\omega t) +$$

Разга $\frac{\pi}{3}$ взята для удобства, ^{покажем} ~~так как~~ ^{чтобы в момент $t=0$} ~~первый маятник~~ ^{второй маятник} имеет угол отклонения $\frac{\Theta_0}{2}$. Макси-
мальный

маленькое расстояние между нитями достигается в первый раз в тот момент, когда $\omega t = \frac{\pi}{3}$, т.е. когда угол отклонения второго маятника будет равен $\frac{\Theta_0}{2}$. Тогда $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ т.к. $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$
 $t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g}}$ - время достижения макс. расстояния.

Найдем, чему равно макс. расстояние между нитями. По формуле:

$$R = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} = \sqrt{\left(L\Theta_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) - L\Theta_0 \cos(\omega t)\right)^2 + \left(L\Theta_0^2 \cos^2(\omega t + \frac{\pi}{3}) - L\Theta_0^2 \cos^2(\omega t)\right)^2}$$

В момент $\omega t = \frac{\pi}{3}$:

$$x_1 = L\Theta_0 \cdot (\cos \frac{2\pi}{3}) = -\frac{L\Theta_0}{2}$$

$$x_2 = L\Theta_0 \cos \frac{\pi}{3} = \frac{L\Theta_0}{2}$$

$$y_1 = \sqrt{L^2 - \left(\frac{L\Theta_0}{2}\right)^2}$$

$$y_2 = \sqrt{L^2 - \left(\frac{L\Theta_0}{2}\right)^2} \quad R_{\max} = L\Theta_0$$

По т. Пифагора: $y_1 = \sqrt{L^2 - \left(\frac{L\Theta_0}{2}\right)^2}$

$$R_{\max} = \sqrt{4\Theta_0^2} = 2\Theta_0$$

Ответ: $t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g}}$ $y_2 = \sqrt{L^2 - \left(\frac{L\Theta_0}{2}\right)^2} \rightarrow y_1 = y_2$ $R_{\max} = L\Theta_0$

N3

Заметим, что в начальный момент разность потенциалов между точками была равна $U = E \cdot L$, тогда после разделения зарядов она стала $\frac{E \cdot L}{2}$. Это, что точки $\vec{E}_q, \vec{E}, \vec{E}_q, \vec{E}, \vec{E}_q, \vec{E}$ не могут располагаться между зарядами, т.к. напряженность в этом случае не будет равна 0. Выходим.

Diagram showing a horizontal line with points $+q$, $-q$, A , and B . Distances are marked: x_A from $+q$ to A , L from A to B , and d from $+q$ to $-q$.

Equations for point A:

$$E + E_q = E_q$$

$$E + \frac{k \cdot q^2}{(x_A + d)^2} = \frac{k \cdot q^2}{x_A^2} \Rightarrow E = \frac{k \cdot q^2}{(x_A + d)^2} - \frac{k \cdot q^2}{x_A^2} < 0$$

Equations for point B:

$$E + E_q = E_q$$

$$E + \frac{k \cdot q^2}{(x_A + L)^2} = \frac{k \cdot q^2}{(x_A + d + L)^2}$$

Text: "точно так же не имеем аналогично."

Diagram showing a horizontal line with points A , $+q$, $-q$, and B . Distances are marked: x_A from A to $+q$, d from $+q$ to $-q$, and $L - x_A - d$ from $-q$ to B .

Equations for point A:

$$E + E - q = E_q$$

$$A: E = E_q - E_q = \frac{k \cdot q^2}{x_A^2} - \frac{k \cdot q^2}{(x_A + d)^2} = \frac{k \cdot q^2 \cdot d (2x_A + d)}{x_A^2 (x_A + d)^2}$$

Equations for point B:

$$B: E = E_q - E - q = \frac{k \cdot q^2}{(x_A + d + L)^2} - \frac{k \cdot q^2}{(x_A + d)^2} = \frac{k \cdot q^2 \cdot d (2x_A + d + L)}{(x_A + d + L)^2 (x_A + d)^2}$$

Equation for potential difference:

$$1 = \frac{d (2x_A + d + L)}{(x_A + d + L)^2 (x_A + d)^2} \cdot \frac{x_A^2 (x_A + d)^2}{d (2x_A + d)}$$

Equations for potential difference:

$$\varphi_A = \frac{k \cdot q}{x_A + d} - \frac{k \cdot q}{x_A} = \frac{k \cdot q \cdot d}{x_A (x_A + d)}$$

$$\varphi_B = \frac{k \cdot q}{x_A + d + L} - \frac{k \cdot q}{(x_A + d)} = -\frac{k \cdot q \cdot d}{x_A + L} + \frac{k \cdot q \cdot d}{x_A (x_A + d)}$$

Equations for point A:

$$E + E_q = E - q$$

$$A: E = E_q - E_q = \frac{k \cdot q^2}{x_A^2} - \frac{k \cdot q^2}{(x_A + d)^2} = \frac{k \cdot q^2 \cdot d (2x_A + d)}{x_A^2 (x_A + d)^2}$$

Equations for point B:

$$B: E = E_q - E_q = \frac{k \cdot q^2}{(x_A + L)^2} - \frac{k \cdot q^2}{(x_A + L + d)^2} = \frac{k \cdot q^2 \cdot d (2x_A + L + d)}{(x_A + L)^2 (x_A + L + d)^2}$$

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

Продолжение №3

$$\text{Тогда } \varphi_A - \varphi_B = -\frac{k \cdot q \cdot d}{(x_A + L)(x_A + d + L)} + \frac{k \cdot q \cdot d}{x_A(x_A + d)}$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{k \cdot q \cdot d}{x_A(x_A + d)} - \frac{k \cdot q \cdot d}{(x_A + L)(x_A + d + L)} = \frac{E}{2} \cdot L$$

$$E = \frac{k \cdot q^2 \cdot d(2x_A + d)}{x_A^2(x_A + d)^2}$$

$$E = \frac{k \cdot q^2 \cdot d(2x_A + 2L + d)}{(x_A + L)^2(x_A + L + d)^2}$$

Если вместо
напряжённости
поискать эту
величину, то скорее,
то ~~найдём~~ получим
значение из двух ур-
нений на x_A и d , отсюда най-
дём их.

Поше это найдём напряжённость