

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 Туркин Владислав Ильич

Дата рождения

Школа № 40 район Нижегородский город Нижний Новгород**Особые отметки** (Заполняется представителем оргкомитета) о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.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.

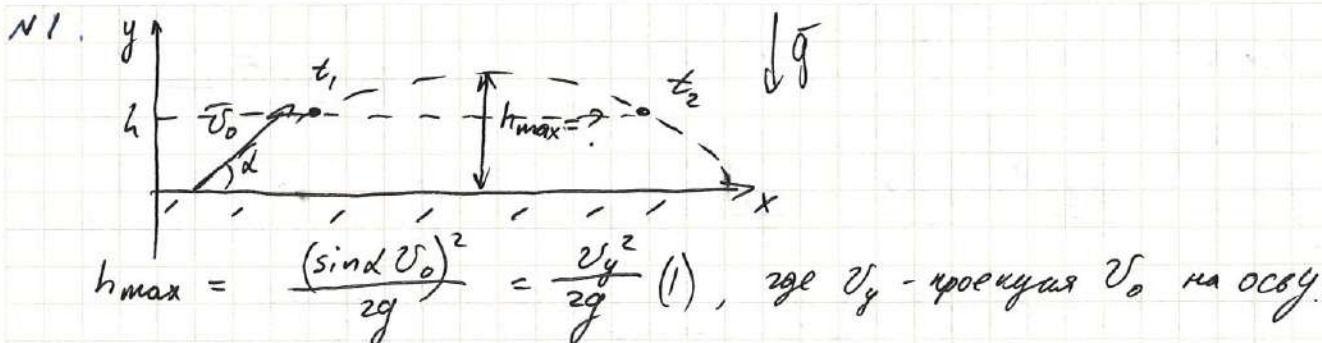
С правилами поведения на олимпиаде и правилами оформления работы ознакомлен

(подпись участника олимпиады)

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	25	5	25	80
см	см	см	см	см

Заполняется проверяющим!

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



$$h = v_y t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_y t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = v_y t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

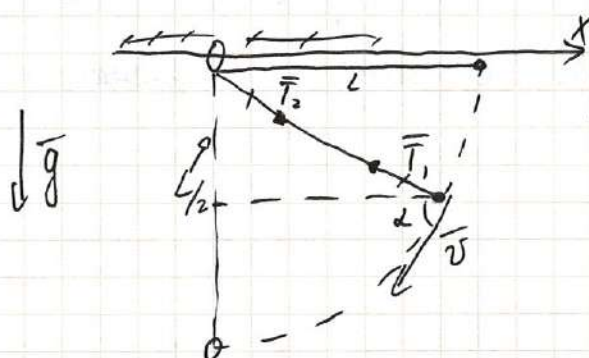
$$v_y (t_1 - t_2) = \frac{g}{2} (t_1^2 - t_2^2)$$

$$v_y = \frac{g}{2} (t_1 + t_2) \quad \text{Подставляем в (1)}$$

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

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

N2.



1) Найти скорость v в момент, когда отпустили кольцо:

$$\text{З.С.Э: } \frac{mv^2}{2} = \frac{mgl}{2} \rightarrow$$

$$v = \sqrt{gl}$$

2) ~~Найти в момент~~ После того, как отпустили кольцо, после того, как отпустили кольцо, на систему, состоящую из кольца, стержня и ^{шарика} ~~шарика~~ не действуют только вертикальное сила (N и mg). \Rightarrow На горизонтальной ось x можно записать З.С.Э.

+ 57.

а. $v_{1x} + v_{2x} = v_x = -v \cdot \cos \alpha$, где $\alpha = 60^\circ$, v_{1x} - скорость колеса, v_{2x} - скорость ~~шарика~~ шарика

v_{1x} будет максимальной, когда вектор \vec{v}_2 будет направлен горизонтально и в противоположную сторону от \vec{v}_1 .

Это достигается, когда шарик находится в самой нижней части. (см. рис N2).

Тогда $-v_2 + v_1 = -v \cdot \cos \alpha = -\frac{v}{2}$

3.С.Э: $\cancel{mLg}^{mg} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow 2Lg = v_1^2 + v_2^2$

$$(v_1 - v_2)^2 = v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 = \frac{v^2}{4} = \frac{gL}{4}$$

$$2v_1 v_2 = \frac{7}{4} Lg \Rightarrow v_2 = \frac{7Lg}{8v_1}$$

$$v_2 - \frac{7Lg}{8v_1} = -\frac{\sqrt{Lg}}{2}$$

$$v_1^2 - \frac{7Lg}{8} + \frac{\sqrt{Lg}}{2} v_1 = 0.$$

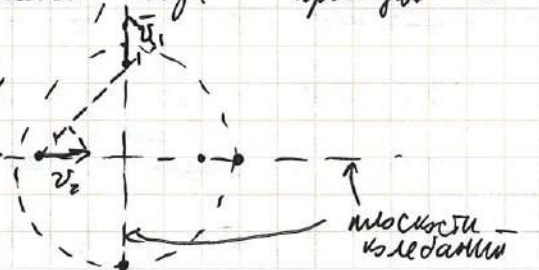
$$v_{1,2} = \frac{-\frac{\sqrt{Lg}}{2} \pm \sqrt{\frac{Lg}{16} + \frac{7}{8} Lg}}{1} = \frac{-\sqrt{Lg}}{4} \pm \frac{\sqrt{15}}{4} \sqrt{Lg}.$$

Т.к. v_1 является проекцией на ось X $\Rightarrow v_1$ может быть меньше нуля. $\Rightarrow |v_{1, \max}| = \sqrt{Lg} \left(\frac{\sqrt{15}+1}{4} \right)$, т.е. в положении,

противоположно направленному положению на рис N2.

Ответ: $\frac{\sqrt{15}+1}{4} \sqrt{Lg}$.

НЧ. Максимальное расстояние достигается, когда проекция их скоростей на ось, соединяющую шарик, будут равны по модулю и направлению (скорость сближения равна 0).



Т.к. их скорости равны \Rightarrow они будут находиться на одной высоте.

Уравнение колебания 2-ого имеет вид:

$$x = A \cdot \cos(\omega t), \text{ где } \omega = \sqrt{\frac{g}{L}},$$

$$A = \sin \theta \cdot L \approx L \theta$$

$$\dot{x} = -A\omega \sin(\omega t)$$

Для 1-ого:

$$y = A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

где φ - фаза в момент,

когда отпустили 2-ой. При этом:

$$y = \frac{A}{2} = \frac{L \theta}{2} \Rightarrow$$

$$\varphi = \frac{\pi}{3}$$

$$\dot{y} = -A\omega \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$

условие $v_{\text{сум}} = 0$ выполняется при:

$$v_{iy} = -v_{x1}$$

$$\dot{y} = -\dot{x}$$

$$-\cancel{A\omega \sin(\omega t)} = -A\omega \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) = A\omega \sin(\omega t)$$

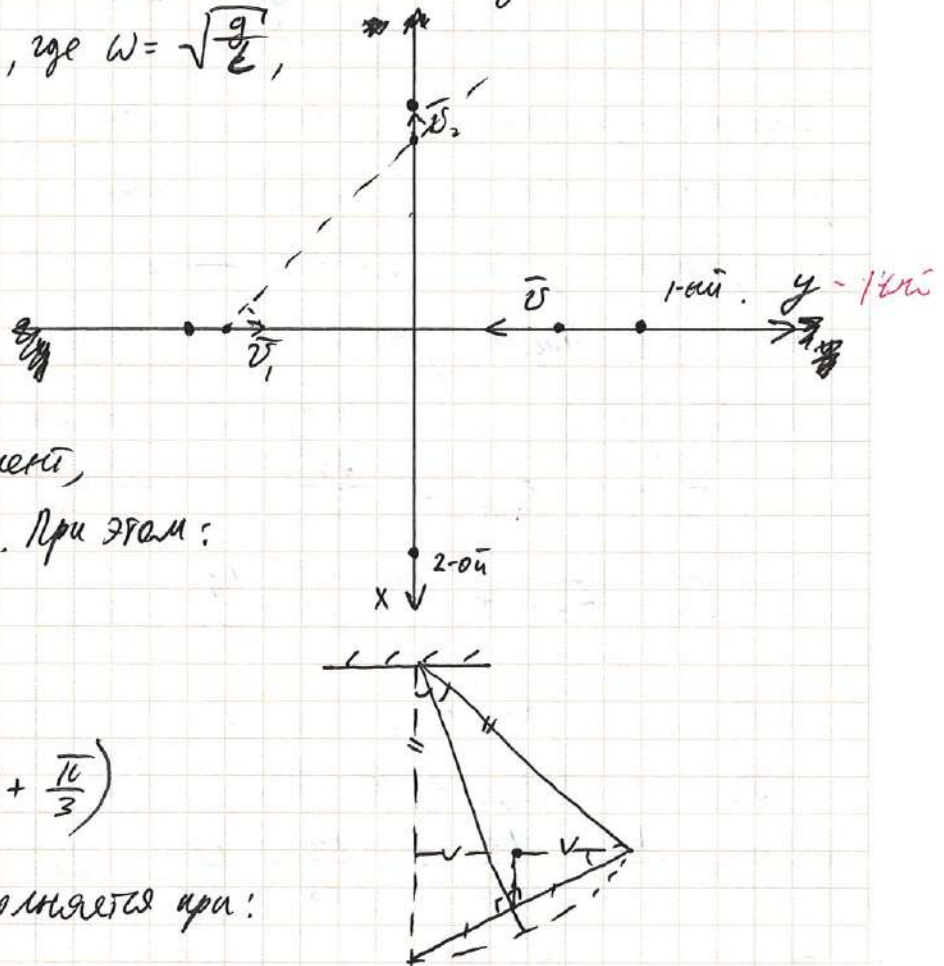
$$\cancel{\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)} = \sin(\omega t) \cdot \cos \frac{\pi}{3} + \sin \frac{\pi}{3} \cos(\omega t) = \sin \omega t$$

$$\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) = \sin(\omega t)$$

$$2\omega t = -\frac{\pi}{3} + \pi \Rightarrow t = \frac{\pi}{6\omega} = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$L_{\max} = \sqrt{2} |y| = \sqrt{2} \cdot A \cdot \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = \sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot L \theta = \frac{\sqrt{6}}{2} L \theta$$

Ответ: $L_{\max} = \frac{\sqrt{6}}{2} L \theta$; $t = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{L}{g}}$



N43

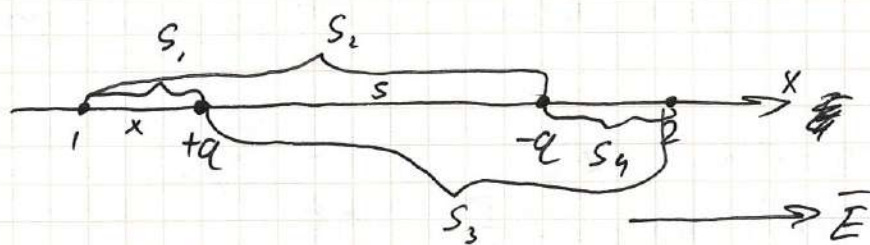


рис (рис N3)

Заряды должны лежать на одной прямой с \$E_{вн}\$.
 При этом (1) 1 и 2 тоже лежат на одной прямой
 с зарядами, т.к. иначе E в этих точках
 не будет равной 0 (будет вертикальная
 составляющая). Запишем условие нулевого поля:

$$\begin{cases} E_1 = E_{вн} + \frac{kq}{S_2^2} - \frac{kq}{S_1^2} = 0. \quad (1) \\ E_2 = E_{вн} + \frac{kq}{S_3^2} - \frac{kq}{S_4^2} = 0. \quad (2) \end{cases}$$

55.

$$\Delta\varphi_{вн} = E_{вн} \cdot L.$$

$$\Delta\varphi_{вн} = \Delta\varphi_{конт} + \varphi_1 - \varphi_2, \quad \text{т.к.} \quad \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\varphi_{конт}}{2} = \frac{E_{вн} L}{2}.$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{kq}{S_1} - \frac{kq}{S_2} + \frac{kq}{S_3} - \frac{kq}{S_4} = E_{вн} L/2. \quad (3)$$

Также, $S_1 = x$ (см рис N3)

$S_2 = x + S$; $S_3 = L - x$; $S_4 = L - x - S$; где S - ~~расстояние~~ ^{расстояние} между зарядами.

Или все нужные уравнения решим ^{эту} систему.

$$\text{из (1) и (2): } \frac{kq}{S_1^2} - \frac{kq}{S_2^2} = \frac{kq}{S_3^2} - \frac{kq}{S_4^2} \Rightarrow \frac{(S_2 - S_1)(S_2 + S_1)}{(S_1 S_2)^2} = \frac{(S_4 - S_3)(S_4 + S_3)}{(S_3 S_4)^2}$$

перенесем 3:

$$\frac{E}{kq} = \frac{2}{L} \left(\frac{S_1 - S_2}{S_1 S_2} + \frac{S_3 - S_4}{S_3 S_4} \right) = \frac{2}{L} \left(\frac{S}{S_1 S_2} + \frac{S}{S_3 S_4} \right)$$

$$\frac{1}{S_1 S_2} = \sqrt{\frac{S_4 + S_3}{S_1 + S_2}} \cdot \frac{1}{S_3 S_4}$$

$$\frac{L E_{вн}}{2 kq S} = \frac{2}{L} \left(\frac{1}{S_3 S_4} \left(1 + \sqrt{\frac{S_4 + S_3}{S_1 + S_2}} \right) \right)$$

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

$$\frac{EL}{kq} = \frac{2S}{L}$$

Полученная система крайне сложна решается, поэтому будем считать, что $S_2 \gg S_1$; $S_4 \ll S_3$:

$$E_{\text{вн}} = \frac{kq}{S_1^2} = \frac{kq}{S_4^2} \Rightarrow S_1 = S_4 \Rightarrow 2x = L$$

$$\frac{E}{kq} = \frac{2}{L} \Rightarrow \frac{E_{\text{вн}} L}{2kq} =$$

$$x = \frac{L}{2}$$

$$S_2 = S + \frac{L}{2}$$

$$S_3 = \frac{L}{2}$$

$$S_4 = \frac{L}{2} - S$$

$$\frac{S + \frac{L}{2} + \frac{L}{2}}{\left(S + \frac{L}{2}\right)^2 \left(\frac{L}{2}\right)^2} = \frac{\left(\frac{L}{2} - S\right) + \frac{L}{2}}{\left(\frac{L}{2} - S\right)^2 \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

$$(S+L) \left(\frac{L}{2} - S\right) =$$

$$(S+L) \left(\frac{L}{2} - S\right)^2 \left(\frac{L}{2}\right)^2 = \left(S + \frac{L}{2}\right)^2 \left(\frac{L}{2}\right)^2 (L-S)$$

$$\frac{S+L}{-S+L} = \frac{\frac{L^2}{4} + \frac{8S}{2}}{\frac{L^2}{4} - \frac{8S}{2}} = \frac{L+2S}{L-2S} \Rightarrow S = \frac{L}{4}$$

$$E_{\text{вн}} \quad SL - 2S^2 + L^2 - 2LS = -SL - 2S^2 + 2SL$$

$$S = \frac{2}{4} L$$

$$E_{\text{вн}} = \frac{kq}{2L}$$