

ШИФР

а 6
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике в 11 классе
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Реймова Амина Ринатовна

Дата рождения

Школа № 2 район Ишимовская область город Дзержинск

Особые отметки (Заполняется представителем оргкомитета) о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.

Дата проведения 03.03.2024

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

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

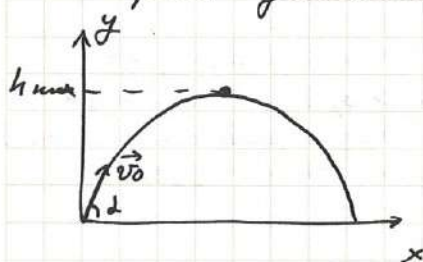
(подпись участника олимпиады)

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	15	5	15	60
СН	СН	СН	СН	СН

Заполняется проверяющим!

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

- ① Траектория тела представляет из себя параболу, т.к. квадратично зависит от времени. Следовательно время достижения h_{\max} $t_0 = \frac{t_1 + t_2}{2}$



$$y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$y(t_1) = y(t_2)$$

$$v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$\frac{g t_2^2}{2} - \frac{g t_1^2}{2} + v_0 \sin \alpha t_1 - v_0 \sin \alpha t_2 = 0$$

$$\frac{g}{2} (t_2 - t_1)(t_2 + t_1) - v_0 \sin \alpha (t_2 - t_1) = 0$$

$$t_2 - t_1 \neq 0, \text{ т.к. } t_2 \neq t_1$$

$$t_2 + t_1 = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}; \quad v_0 \sin \alpha = \frac{g}{2} (t_2 + t_1)$$

$$\begin{aligned} h_{\max} &= y\left(\frac{t_1 + t_2}{2}\right) = v_0 \sin \alpha \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{g}{2} \left(\frac{t_1 + t_2}{2}\right)^2 = \\ &= \frac{g}{2} (t_2 + t_1) \cdot \frac{t_2 + t_1}{2} - \frac{g}{2} \left(\frac{t_1 + t_2}{2}\right)^2 = \frac{g}{2} \left(\frac{t_1 + t_2}{2}\right)^2 = \\ &= \frac{g}{8} (t_1 + t_2)^2 \end{aligned}$$

Ответ: $\frac{g}{8} (t_1 + t_2)^2$

- ② На систему действует только сила тяжести вдоль ОУ.

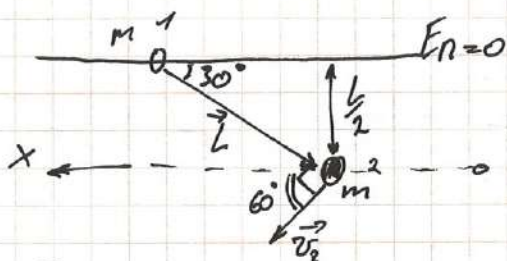
ЗСЭ: $0 = \frac{m v_2^2}{2} - m g \frac{L}{2}$

$$v_2 = \sqrt{gL}$$

Следовательно мы имеем право записать ЗСЭ и ЗСВ на ОХ.

Дальше так





Т.к. колесо было запертого,
 \vec{v}_2 направлена по касательной
 \perp к \vec{L} (или касательная к радиусу)

Тогда ЗСД на ОХ для колеса и шарика: \vec{v}_1, \vec{v}_2

$$v_2 \cos 60^\circ \cdot m = m v_2' + m v_1'$$

$$v_2 \cos 60^\circ = v_2' + v_1' \quad (1)$$

$$\text{ЗСЭ: } 0 = \frac{m v_2'^2}{2} + \frac{m v_1'^2}{2} - m g L$$

$$v_1'^2 + v_2'^2 = 2 g L \quad (2)$$

$$\begin{cases} (1) \frac{\sqrt{gL}}{2} = v_2' - v_1' \\ (2) v_1'^2 + v_2'^2 = 2 g L \end{cases} \rightarrow v_2' = \frac{\sqrt{gL}}{2} + v_1'$$

$$v_1'^2 + \frac{gL}{4} + v_1'^2 + \sqrt{gL} v_1' = 2 g L$$

$$2 v_1'^2 + \sqrt{gL} v_1' - \frac{7}{4} g L = 0 \quad | : g L$$

$$2 \frac{v_1'^2}{gL} + \frac{v_1'}{\sqrt{gL}} - \frac{7}{4} = 0$$

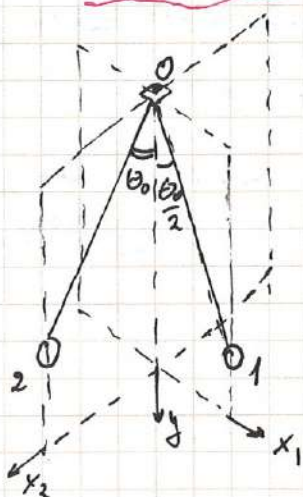
$$D = 1 + 4 \cdot 2 \cdot \frac{7}{4} = 1 + 14 = 15$$

$$\frac{v_1'}{\sqrt{gL}} = \frac{-1 \pm \sqrt{15}}{4} \Rightarrow \frac{v_1'}{\sqrt{gL}} = \frac{-1 + \sqrt{15}}{4}$$

$$v_1' = \frac{\sqrt{15} - 1}{4} \sqrt{gL}$$

Ответ: $\frac{\sqrt{15} - 1}{4} \sqrt{gL}$

(4)



Найдём φ_0 и ω

$$x(t) = A \cos(\omega t)$$

$$x(0) = L \sin \theta_0 \approx L \theta_0$$

$$x(t_1) = L \sin \theta_0 \cos(\omega t_1) \approx L \theta_0 \cos(\omega t_1)$$

$$x(t_1) = L \sin \frac{\theta_0}{2} = L \frac{\theta_0}{2}$$

$$\cos(\omega t_1) = \frac{1}{2} \quad \omega t_1 = \varphi_0 = \frac{\pi}{3}$$

Аналогично для $y(t)$

$$\begin{cases} x_1(t) = L \sin \theta_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) \\ x_2(t) = L \sin \theta_0 \cos(\omega t) \\ y_1(t) = L \cos \theta_0 \cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) \\ y_2(t) = L \cos \theta_0 \cos(\omega t) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \rho(t) &= \sqrt{(x_1(t) - x_2(t))^2 + (y_1(t) - y_2(t))^2} \rightarrow \max \\ &= \sqrt{(L \sin \theta_0 (\cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) - \cos(\omega t)))^2 + (L \cos \theta_0 (\cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) - \cos(\omega t)))^2} \rightarrow \max \\ &= L \sin^2 \theta_0 (\cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) - \cos(\omega t))^2 + L \cos^2 \theta_0 (\cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) - \cos(\omega t))^2 \rightarrow \max \\ &= L (\cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) - \cos(\omega t))^2 \rightarrow \max \\ &= L (\cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) - \cos(\omega t)) \rightarrow \max \end{aligned}$$

$$f(t) = \cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) - \cos(\omega t) \rightarrow \max$$

$$f'(t) = -\sin(\omega t + \frac{\pi}{3}) \cdot \omega + \sin(\omega t) \cdot \omega = 0$$

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

$$\begin{cases} \omega t + \frac{\pi}{3} = \omega t + 2\pi k, k \in \mathbb{Z} & \frac{\pi}{3} \neq 0 \text{ не уга.} \\ \omega t + \frac{\pi}{3} = \pi - \omega t + 2\pi k, k \in \mathbb{Z} \end{cases}$$

$$2\omega t = \frac{2\pi}{3} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$$

$$t = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1}{\omega} + \frac{\pi k}{\omega}, k \in \mathbb{Z}$$

$$t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g}} + \frac{\pi k}{\omega} \sqrt{\frac{L}{g}}, k \in \mathbb{Z}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (\text{где } \omega \text{ — угл. частота})$$

$$\Rightarrow \text{в первый раз это случается в } t_0 = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{\pi}{3} \frac{1}{\omega}$$

там считано дальнее место

$$\rho(t) = L (\cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) - \cos(\omega t)) \quad (\text{из предыдущих преобразований})$$

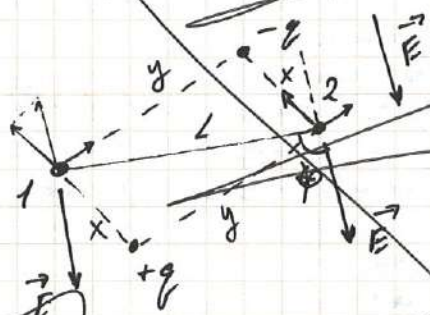
$$\rho(t_0) = L (\cos \frac{\pi}{6} - \cos \frac{\pi}{3}) = L (\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2})$$

$$\rho(t_0) = \frac{L}{2} (\sqrt{3} - 1)$$

$$\text{Ответ: } \frac{L}{2} (\sqrt{3} - 1); \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g}}.$$

31

Заметим, что поле E должно быть или \perp , или $\parallel \vec{L}$,
т.к. оно \parallel разности потенциалов от заряда, а
Заметим, что все точки в задане будут равнопотенциальны
в вершинах параллелограмма. Тогда S между зарядами L .



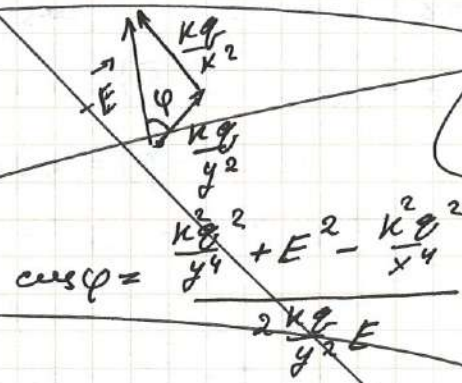
Эти заряды и поле подобраны
так, что этот параллелограмм
прямоугольный.
Пусть в точке 1 $\varphi_1 = 0$

$$\varphi_{01} = \cos \varphi E = 0$$

$$\varphi_{02} = EL \cos \varphi$$

$$\varphi_1 = \frac{kq}{x} - \frac{kq}{y}$$

$$\varphi_2 = EL \cos \varphi + \frac{kq}{y} - \frac{kq}{x}$$



$$\cos \varphi = \frac{\frac{kq^2}{y^4} + E^2 - \frac{kq^2}{x^4}}{2 \frac{kq}{y^2} E}$$

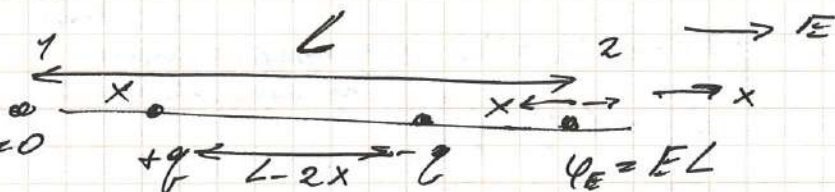
$$\frac{\Delta \varphi}{2} = kq^3$$

$$\frac{EL \cos \varphi}{2} = EL \cos \varphi + \frac{2kq}{y} - \frac{2kq}{x}$$

$$\frac{EL}{2} \cos \varphi = \frac{2kq}{x} - \frac{2kq}{y}$$

$$\frac{EL}{2} \frac{\frac{kq^2}{y^4} + E^2 - \frac{kq^2}{x^4}}{2 \frac{kq}{y^2} E} = \frac{2kq}{x} - \frac{2kq}{y}$$

3



$$\varphi_E = 0 \quad \varphi_E = EL$$

$$\varphi_2 = \frac{kq}{L+x} - \frac{kq}{x} + EL$$

$$\varphi_1 = \frac{kq}{x} - \frac{kq}{L+x}$$

$$E_2 = 0 = -\frac{kq}{x^2} + \frac{kq}{(L+x)^2} + E$$

$$\Delta \varphi = EL$$

$$\Delta \varphi = EL + \frac{2kq}{L+x} - \frac{2kq}{x} = \frac{\Delta \varphi}{2}$$

$$\Delta \varphi = EL = 2EL + \frac{4kq}{L+x} - \frac{4kq}{x}$$

$$EL = \frac{4kq}{x} - \frac{4kq}{L+x}$$

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

$$\textcircled{3} \begin{cases} E + \frac{kq}{(x+L)^2} - \frac{kq}{x^2} = 0 \\ EL = \frac{4kq}{x} - \frac{4kq}{L+x} \\ EL = 4 \left(\frac{kq}{x} - \frac{kq}{L+x} \right) \end{cases}$$

$$2x+L-?$$

$$E-?$$

$$E = \frac{kq}{x^2} - \frac{kq}{(x+L)^2}$$

$$\left(\frac{kq}{x^2} - \frac{kq}{(x+L)^2} \right) L = \frac{4kq}{x} - \frac{4kq}{L+x} \quad | \cdot x(L+x)^2 \cdot x^2$$

$$\left(\frac{kq}{x} - \frac{kq}{L+x} \right) L = 4kq - \frac{4kq}{L+x}$$

$$(x+L)^2 kq L - x^2 kq L = 4kq x(L+x)^2 - 4kq x^2(L+x)$$

$$(x+L)^2 L - x^2 L = 4x(L+x)^2 - 4x^2(L+x)$$

$$x^2 L + 2xL^2 + L^3 - x^2 L = 4xL^2 + 8x^2 L + 4x^3 - 4x^2 L - 4x^3$$

$$L^3 = 2xL^2 + 4x^2 L$$

$$L^2 = 2xL + 4x^2$$

$$\left(\frac{L}{x} \right)^2 - 2 \frac{L}{x} - 4 = 0$$

$$D = 4 + 16 = 20$$

$$\frac{L}{x} = \frac{2 + 2\sqrt{5}}{2} = 1 + \sqrt{5}$$

$$\frac{L}{1+\sqrt{5}} + L =$$

$$= L$$

$$x = \frac{L}{1+\sqrt{5}}$$

$$D = \frac{2L}{1+\sqrt{5}} + L$$

← 1 часть ответа

$$EL = 4kq \left(\frac{1+\sqrt{5}}{L} - \frac{\frac{1}{1+\sqrt{5}} + 1}{L} \right)$$

$$E = \frac{4kq}{L^2} \left(1 + \sqrt{5} - \frac{1}{1+\sqrt{5}} + 1 \right) \leftarrow 2 \text{ часть ответа}$$