

ШИФР

а 2

(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 КУЗНЕЦОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ

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 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 рванные (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	0	25	10	60
см	см	см	см	см

Заполняется проверяющим!

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

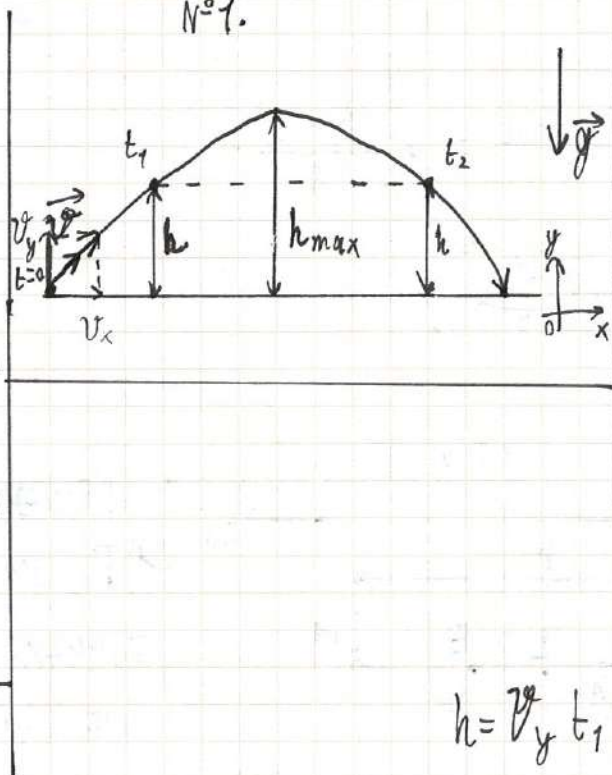
Дано:

$t_{\text{броска}} = 0$

g
высота h в
моменты t_1 и t_2
одинакова;
тело брошено
под углом к
горизонту.

$h_{\text{max}} = ?$

№1.



Решение:

РАЗЛОЖИМ ^{начальную} скорость
тела \vec{v} по координат-
ным осям Ox и Oy ,
где $Oy \perp$ горизонту.
Рассчитаем высоту
тела h в моменты
 t_1 и t_2 , в зависи-
мости от времени.

$$h = v_y t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$h = v_y t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

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

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

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

$$= \frac{g (t_1 + t_2)}{2}$$

Итак, мы поняли (исходя из

того, что тело, брошенное под углом к горизонту, движется по параболе), что наибольшей высоты h_{max} тело достигнет в

МОМЕНТ ВРЕМЕНИ, t_{\max} , РАВНОУДАЛЕННЫЙ ОТ МОМЕНТОВ ВРЕМЕНИ t_1 И t_2 , Т.Е. $t_{\max} = \frac{t_1 + t_2}{2}$.

НАЙДЕМ h_{\max} :

$$h_{\max} = v_y \cdot t_{\max} - \frac{g t_{\max}^2}{2} = \frac{g(t_1 + t_2)}{2} \cdot \frac{(t_1 + t_2)}{2} - \frac{g \left(\frac{(t_1 + t_2)}{2} \right)^2}{2} =$$

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

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

ДАНО:

$+q$ и $-q$;

L ;

РАЗНОСТЬ ПОТЕН-

ЦИАЛОВ УМЕНЬ-

ШАЛАСЬ В 2 РАЗА

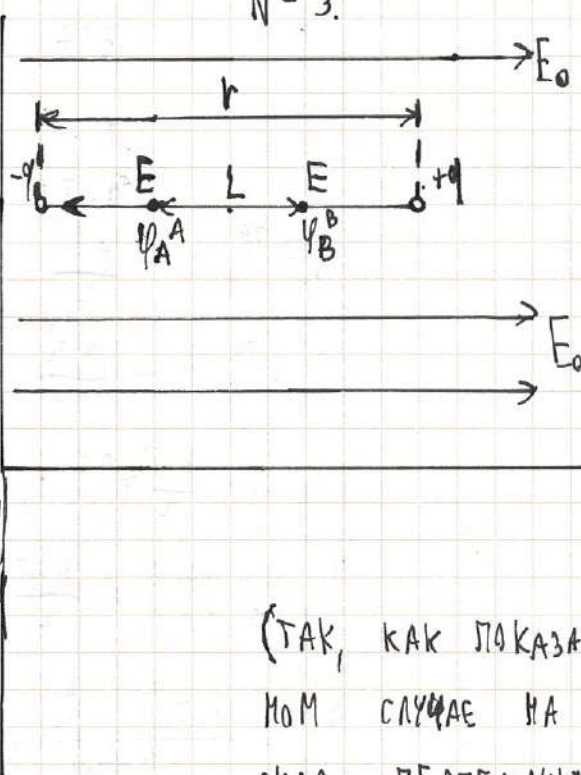
(с $\Delta\varphi_1$ до $\Delta\varphi_2$);

$$E = 0$$

$$E_0 = ?$$

$$r = ?$$

$N^{\circ} 3.$



РЕШЕНИЕ:

1) Поскольку E в ТОЧКАХ РАВНО 0, ОЧЕВИДНО, ЧТО ЭТИ ТОЧКИ НАХОДЯТСЯ НА ЛИНИИ, СОЕДИНЯЮЩЕЙ ЗАРЯДЫ $+q$ И $-q$ ПАРАЛЛЕЛЬНО ЛИНИИ E_0 .

(ТАК, КАК ПОКАЗАНО НА РИСУНКЕ). В ПРОТИВНОМ СЛУЧАЕ НА НИХ БЫ ДЕЙСТВОВАЛА СИЛА, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНАЯ E_0 , НИЧЕМ НЕ УРАВНОВЕШЕННАЯ, И ПОЛЕ E НЕ БЫЛО БЫ РАВНЫМ 0.

2) РАССМОТРИМ ИЗМЕНЕНИЕ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ (ДО И ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ В ПОЛЕ

зарядов $+q$ и $-q$:

$$\Delta\varphi_1 = E_0 \cdot L$$

~~$\Delta\varphi_2 = E_0 \cdot L - \left(\frac{Kq}{\frac{r}{2} - \frac{L}{2}} - \frac{Kq}{\frac{r}{2} + \frac{L}{2}} \right) - \left(\frac{Kq}{\frac{r}{2} + \frac{L}{2}} - \frac{Kq}{\frac{r}{2} - \frac{L}{2}} \right) =$~~

~~$\Delta\varphi_2 =$~~

$$= E_0 \cdot L - \left(\frac{2Kq}{\frac{r}{2} - \frac{L}{2}} - \frac{2Kq}{\frac{r}{2} + \frac{L}{2}} \right) = E_0 \cdot L - \left(\frac{4Kq(r+L-r+L)}{r^2 - L^2} \right) =$$

$$= E_0 \cdot L - \frac{8KqL}{r^2 - L^2}$$

При этом

$$\cancel{E_0} \cdot L = 2 \left(E_0 \cdot L - \frac{8KqL}{r^2 - L^2} \right), \text{ т.е.}$$

$$E_0 \cdot L = \frac{16KqL}{r^2 - L^2}$$

$$E_0 = \frac{16Kq}{r^2 - L^2}$$

3) ТЕПЕРЬ РАССМОТРИМ, КАК ИЗМЕНИЛОСЬ ПОЛЕ В ТОЧКАХ А и В ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ В ПОЛЕ ЗАРЯДОВ $+q$ и $-q$ (А ИЗМЕНИЛОСЬ ОНО ОДИНАКОВО, ПОТОМУ ЧТО В НИХ ВЕКТОРА СЛОЖИЛИ E_{+q} и E_{-q} СОПРАВЛЕННЫ).

$$E_0 - \left(\frac{Kq}{\left(\frac{r}{2} - \frac{L}{2}\right)^2} + \frac{Kq}{\left(\frac{r}{2} + \frac{L}{2}\right)^2} \right) = E = 0$$

$$E_0 = \left(\frac{Kq}{\left(\frac{r}{2} - \frac{L}{2}\right)^2} + \frac{Kq}{\left(\frac{r}{2} + \frac{L}{2}\right)^2} \right) = Kq \left(\frac{1}{\frac{(r-L)^2}{4}} + \frac{1}{\frac{(r+L)^2}{4}} \right) = 4Kq \frac{(r+L)^2 + (r-L)^2}{(r-L)^2 (r+L)^2} =$$

$$= 4Kq \frac{2r^2 + 2L^2}{(r^2 - L^2)^2} = 8Kq \frac{r^2 + L^2}{(r^2 - L^2)^2}.$$

4) Сопоставим значения E_0 из пунктов 3) и 4):

$$\frac{16 kq}{r^2 - L^2} = 8kq \frac{r^2 + L^2}{(r^2 - L^2)^2}$$

$$2 = \frac{r^2 + L^2}{r^2 - L^2}$$

$$2r^2 - 2L^2 = r^2 + L^2$$

$$r^2 = 3L^2$$

$$r = L\sqrt{3}$$

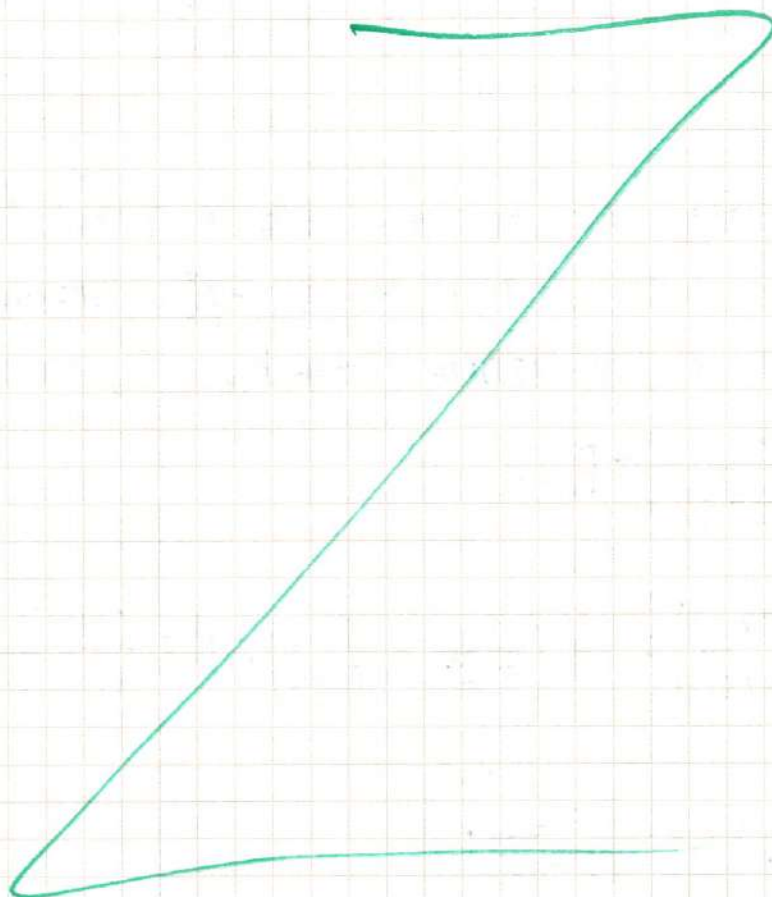
$$\boxed{r = \sqrt{3} L}$$

5) Вернёмся к выражению из пункта 2):

$$E_0 = \frac{16kq}{r^2 - L^2} = \frac{16kq}{3L^2 - L^2} = \frac{8kq}{L^2}$$

$$\boxed{E_0 = \frac{8kq}{L^2}}$$

ОТВЕТ: $r = \sqrt{3} L$; $E_0 = \frac{8kq}{L^2}$.



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

№4.

Дано:
 L, θ_0, g
Грузы колеблются
в перпендикуляр-
ных плоскостях

$\Gamma_{\max} = ?$
 $t_1 = ?$

Решение:

1) Поскольку (по условию) угол θ_0 не большой, мы пренебрежём изменениями высоты грузов, и будем рассматривать колебания грузов друг относительно друга

в плоскости, параллельной земле, по двум взаимно перпендикулярным прямым (как показано на рисунке). Возьмём при этом оси OX и OY так, чтобы они были параллельны траекториям движений грузов.

Первый груз (ось OY) прошёл уже $\frac{1}{2}$ амплитуды, а второй начинает путь из своей наивысшей точки (ось OX , см. рисунок).

Понятно, что амплитуда равна $L \cdot \sin \theta_0$.

2) Запишем уравнения координат тел 1 и 2 от времени, согласно теории колебаний:

1: $y = (L \cdot \sin \theta_0) \cdot \cos(\omega t + \varphi)$ т.с.г

2: $x = (L \cdot \sin \theta_0) \cdot \cos(\omega t)$ т.с.г.

$\varphi = \arccos\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\pi}{3}$

$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$

т.к. это математический маятник.

3) ЗАПИШЕМ УРАВНЕНИЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ТЕЛАМИ r ОТ ВРЕМЕНИ:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{L^2 \cdot \sin^2 \theta_0 \cos^2(\omega t) + L^2 \cdot \sin^2 \theta_0 \cdot \cos^2(\omega t + \varphi)} =$$

$$= L \cdot \sin \theta_0 \cdot \sqrt{\cos^2\left(\frac{\omega t}{2}\right) + \cos^2\left(\frac{\omega t}{2} + \frac{\pi}{3}\right)} = L \cdot \sin \theta_0 \cdot \sqrt{\cos^2(\omega t) + (\cos(\omega t) \cdot \cos \frac{\pi}{3} -$$

$$- \sin(\omega t) \cdot \sin \frac{\pi}{3})^2} = L \cdot \sin \theta_0 \cdot \sqrt{\cos^2(\omega t) + \frac{1}{4} \cos^2(\omega t) - 2 \sin(\omega t) \cos(\omega t) \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} + \sin^2(\omega t) \cdot \frac{3}{4}} =$$

$$= L \cdot \sin \theta_0 \cdot \sqrt{\frac{3}{4} (\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t) + \frac{1}{2} \cos^2 \omega t - \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \omega t \cos \omega t} = L \cdot \sin \theta_0 \cdot$$

$$\cdot \sqrt{\frac{3}{4} + \frac{\cos(\omega t)}{2} (\cos(\omega t) + \sqrt{3} \sin(\omega t))}$$

ДАЛЬШЕ НЕ УСПЕВАЮ, !

