

ШИФР

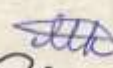
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИпо ФИЗИКЕ в 11 классе
(наименование общеобразовательного предмета)Фамилия И.О. участника МАКАРОВ М МИТРИЙ СЕРГЕЕВИЧ

Дата рождения

Школа № 38 район СОВЕТСКИЙ город И. НОВГОРОД**Особые отметки** (Заполняется представителем оргкомитета) о добавлении листов, о смене цвета пасты, о нарушении правил поведения и т.д.

+ 1 чистовик 
+ 1 чистовик 

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

(подпись участника олимпиады)

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

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	15	5	20	65

Заполняется проверяющим!

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

№1

Дано:
 $t_1; t_2; g$
 $H = ?$

Для решения:

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

(1): $y(t_1) = y(t_2) = h$; м.к. $y(t)$ - параболы: $t_0 = \frac{t_1 + t_2}{2}$
 $y(t_0) = H$ ($t_0; H$ - вершина параболы)

(2): $H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{t_1 + t_2}{2} - \frac{g \cdot (t_1 + t_2)^2}{8}$

(1): $v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_1 - g \cdot \frac{t_1^2}{2} = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_2 - g \cdot \frac{t_2^2}{2}$
 $v_0 \cdot \sin \alpha \cdot (t_1 - t_2) = \frac{g}{2} (t_1^2 - t_2^2)$
 $v_0 \cdot \sin \alpha = \frac{g}{2} \cdot \frac{(t_1 + t_2)(t_1 - t_2)}{(t_1 - t_2)}$
 $v_0 \cdot \sin \alpha = \frac{g}{2} \cdot (t_1 + t_2)$

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

лист 1

Дано:

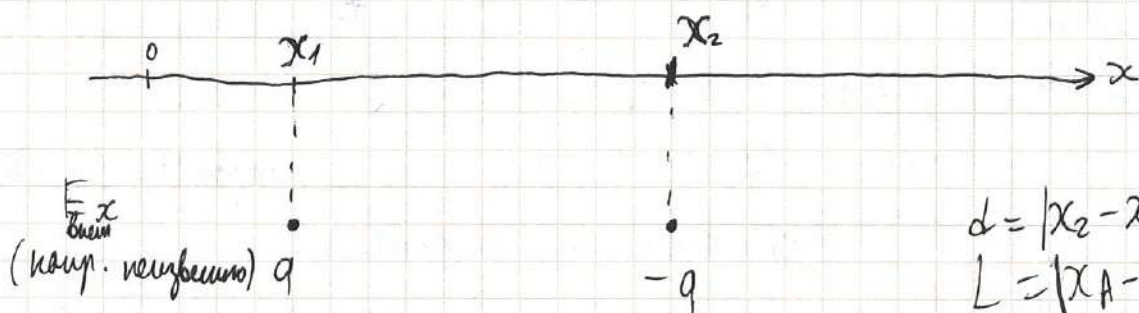
$$L; n=2; q;$$

$E_{\text{внеш}} - ?$

$d - ?$

A, B - точки, где $\vec{E} = \vec{0}$ $AB = L$

заряды лежат на прямой $\parallel \vec{E}_{\text{внеш}}$, ~~иначе~~
т.к. в противном случае A и B не найдутся бы
отметим все случаи взаимного расположения
зарядов и $E_{\text{внеш}}$, найдем коор. точек A и B



$$E_{q_x}(x) = \frac{k \cdot q}{(x - x_1)^2} \cdot \frac{(x - x_1)}{|x - x_1|};$$

$$E_{-q_x}(x) = -\frac{k \cdot q}{(x - x_2)^2} \cdot \frac{(x - x_2)}{|x - x_2|}$$

Пусть:

$$a(x) = \frac{x - x_1}{|x - x_1|}$$

$$b(x) = \frac{x - x_2}{|x - x_2|}$$

Искомое $\vec{E} = \vec{0}$:

$$E_{q_x}(x_{AB}) + E_{-q_x}(x_{AB}) + E_{\text{внеш}x} = 0$$

$$\frac{k \cdot q}{(x_{AB} - x_1)^2} \cdot \frac{(x_{AB} - x_1)}{|x_{AB} - x_1|} - \frac{k \cdot q}{(x_{AB} - x_2)^2} \cdot \frac{(x_{AB} - x_2)}{|x_{AB} - x_2|} + E_{\text{внеш}x} = 0$$

Если
1) $x_{AB} < x_1$:

$$+ \frac{k \cdot q \cdot a(x_{AB})}{(x_{AB} - x_1)^2} - \frac{k \cdot q \cdot b(x_{AB})}{(x_{AB} - x_2)^2} + E_{\text{внеш}x} = 0$$

$$+ \frac{a(x_{AB})}{(x_{AB} - x_2)^2} - \frac{b(x_{AB})}{(x_{AB} - x_1)^2} = \frac{E_{\text{внеш}x}}{k \cdot q}$$

итого

$$\frac{(x_{AB} - x_1)^2 \cdot a(x_{AB}) - (x_{AB} - x_2)^2 \cdot a(x_{AB})}{(x_{AB} - x_1)^2 (x_{AB} - x_2)^2} = \frac{E_{внеш}}{k \cdot q}$$

мин

$$\begin{cases} x_{AB}^2 \cdot a(x_{AB}) - 2 \cdot x_{AB} \cdot x_1 \cdot a(x_{AB}) + x_1^2 \cdot a(x_{AB}) - \\ - x_{AB}^2 \cdot b(x_{AB}) + 2 \cdot x_{AB} \cdot x_2 \cdot b(x_{AB}) - x_2^2 \cdot b(x_{AB}) = \\ = \frac{E_{внеш}}{k \cdot q} \cdot ((x_{AB} - x_1)^2 \cdot (x_{AB} - x_2)^2) \end{cases}$$

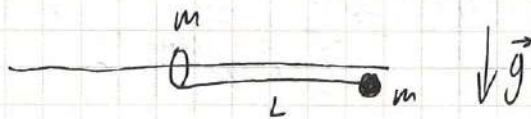
$x_{AB} \neq x_1$
 $x_{AB} \neq x_2$

Дано:

L, g
трения нет;

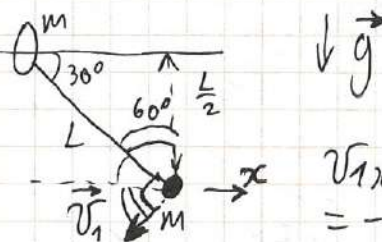
$v_{кон} - ?$

0):



1):

кольцо выскользает
в момент 1)



$$v_{1x} = -v_1 \cos 60^\circ = -\frac{1}{2} v_1$$

м.к. кольцо неподвижно, v_1 + скорость

из 3 т. для шарика:

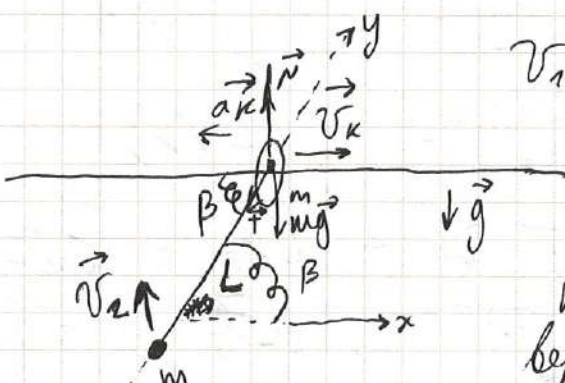
$$\Delta K + \Delta \Pi = A_{внеш}$$

$$m \cdot \frac{v_1^2}{2} - 0 + 0 - m \cdot g \cdot \frac{L}{2} = 0$$

$$v_1^2 = g \cdot L$$

$$v_1 = \sqrt{gL}$$

2):



м.к. шарик не перемещается
поэтому $v_{2y} = v_{1y}$;
кольцо движется вдоль оси x
и $v_{2x} = v_{1x}$

м.к. внешние силы
вертикальные (сила тяжести,
реакция опоры шарика),
то $P_{1x} = P_{2x}$; а именно:
кольцо, шарик, шарик
 $- m \cdot v_{1x} + m \cdot v_{2x} + m \cdot v_{3x} = 0$
(2): $\frac{1}{2} \sqrt{gL} + v_{2x} + v_{3x} = 0$

из ЗС? на у-ке времени 0) → 2) для той же
математик:

$$\Delta K + \Delta H = A_{внеш}$$

~~$$\frac{m \cdot v_2^2}{2} + \frac{m \cdot v_{Kx}^2}{2} - 0 - mgl \cdot \sin \beta - 0 = 0$$~~

$$(3): v_2^2 + v_{Kx}^2 = 2gL \cdot \sin \beta$$

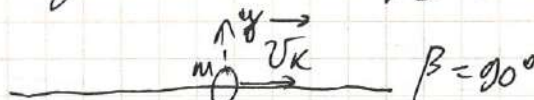
$$(1): v_{2y} = v_K \cdot \cos \beta$$

~~математик~~ ~~функция~~ ~~выражения~~ ~~для~~ ~~после~~ ~~it~~

~~математик~~ v_K - макс, если $\vec{v}_K = \vec{0}$, значит сила \vec{T} вертикальна или $\vec{T} = \vec{0}$; если \vec{T} вертикальна:
в макс $\vec{T} = \vec{0}$ не порождают
или y и x ~~совпадают~~

↓ $g_{гир}$ $g_{гир}$

$$(1): v_{2y} = 0$$



$$(3): v_{2x}^2 + v_{Kx}^2 = 2gL$$

$$(2): \frac{1}{2} \cdot \sqrt{gL} + v_{2x} + v_{Kx} = 0$$

$$v_{2x} = -\sqrt{2gL - v_{Kx}^2} \quad (\text{из принципа})$$

$$\frac{1}{2} \cdot \sqrt{gL} - \sqrt{2gL - v_{Kx}^2} + v_{Kx} = 0$$

$$\left(\frac{1}{2} \sqrt{gL} + v_{Kx} \right)^2 = 2gL - v_{Kx}^2$$

$$\frac{1}{4} gL + \sqrt{gL} \cdot v_{Kx} + v_{Kx}^2 = 2gL - v_{Kx}^2$$

$$2 \cdot v_{Kx}^2 + \sqrt{gL} \cdot v_{Kx} - \frac{7}{4} gL = 0$$

$$D = \sqrt{gL} + 2 \cdot 7 gL = 15 gL$$

$$v_{Kx} = \frac{-\sqrt{gL} + \sqrt{15 gL}}{4} = \sqrt{gL} \cdot \frac{\sqrt{15} - 1}{4};$$

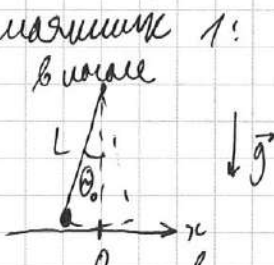
$$v_K = \sqrt{gL} \cdot \frac{\sqrt{15} - 1}{4}$$


математик

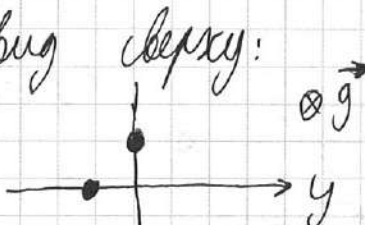
Фамилию, имя, отчество **не** писать! Лист **не** подписывать! Все листы вложить в папку «Письменная работа»!

№ 4

Дано:
 $L; \theta_0; g;$
 $\rho_{\text{max}} - ?$
 $\tau_1 - ?$

математик 1:
вниз


математик 2:
вниз


математик 1:
вверх


момент вр. 0,
когда отпустили
1 математик (его см.
ниже)
математик 1:
 $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$
 $x(t) = A_x \cdot \cos \omega t + B_x \cdot \sin \omega t$

математик 2:
 $y(t) = A_y \cdot \cos \omega t + B_y \cdot \sin \omega t$

$\rho^2(t) = x(t)^2 + y(t)^2$

1) отпустили матем. 1:
время 0:
 ~~$x(0) = 0$~~
 ~~$A_x \cdot \cos(0) + B_x \cdot \sin(0) = 0$~~
 $- \omega A_x \cdot \sin(0) + \omega B_x \cdot \cos(0) = 0$
 $B_x = 0$
 $x(t) = A_x \cdot \cos \omega t$
 $x(0) = -L \cdot \theta_0$
 $A_x = -L \cdot \theta_0$
 $x(t) = -L \cdot \theta_0 \cdot \cos \omega t$

2) в момент времени
 τ отпустили матем. 2
 $x(\tau) = -\frac{\theta_0}{2} \cdot L$
 $-\frac{\theta_0}{2} \cdot L = -L \cdot \theta_0 \cdot \cos \omega \tau$
 $\frac{1}{2} = \cos \omega \tau$
 $\sin \omega \tau = \frac{\sqrt{3}}{2}, \text{ м.к.}$
 $\omega \tau < \pi; \tau = \frac{\pi}{3 \cdot \omega}$
 $y(\tau) = -L \cdot \theta_0$
(2): $y(\tau) = 0$
(1): $-L \cdot \theta_0 = A_y \cdot \cos \omega \tau + B_y \cdot \sin \omega \tau$
 $-L \cdot \theta_0 = A_y \cdot \frac{1}{2} + B_y \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$(2): 0 = -w \cdot A_y \cdot \sin(wt) + w \cdot B_y \cdot \cos(wt)$$

$$0 = -A_y \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + B_y \cdot \frac{1}{2}$$

$$\begin{cases} -L \cdot \theta_0 = A_y \cdot \frac{1}{2} + B_y \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \\ 0 = -A_y \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + B_y \cdot \frac{1}{2} \end{cases}$$

$$B_y = A_y \cdot \sqrt{3}$$

$$-L \cdot \theta_0 = A_y \cdot \frac{1}{2} + A_y \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{3}$$

$$A_y = \frac{-2 \cdot L \cdot \theta_0}{\sqrt{3} + 1} = -\frac{L \cdot \theta_0}{2}$$

$$B_y = \frac{-2 \cdot \sqrt{3} \cdot L \cdot \theta_0}{\sqrt{3} + 1} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot L \cdot \theta_0$$

$$y(t) = -\frac{L \cdot \theta_0}{2} \cdot \cos(wt) - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot L \cdot \theta_0 \cdot \sin(wt)$$

Es ist
 $\omega t = \frac{2\pi}{3}$
?

$$\begin{aligned} \rho^2(t) &= L^2 \cdot \theta_0^2 \cdot \cos^2(wt) + \left(-\frac{L \cdot \theta_0}{2} \cdot \cos wt - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \right. \\ &\cdot L \cdot \theta_0 \cdot \sin(wt) \left. \right)^2 = L^2 \cdot \theta_0^2 \cdot \left(\cos^2(wt) + \frac{1}{4} \cdot \cos^2(wt) + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \right. \\ &\cdot \cos(wt) \cdot \sin(wt) + \frac{3}{4} \cdot \sin^2(wt) \left. \right) \end{aligned}$$

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

Symmetrie $x(t) = \frac{\rho^2(t)}{L^2 \cdot \theta_0^2}$; nur x -max:

$$\begin{aligned} x'(t) &= -2w \cdot \cos(wt) \cdot \sin(wt) - \frac{1}{4} \cdot w \cdot 2 \cdot \cos(wt) \cdot \sin(wt) \\ &+ 2w \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \cos(2wt) + \frac{3}{4} \cdot 2 \cdot \sin(wt) \cdot w \cdot \cos(wt); \\ x'(t) &= 0: \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\cancel{-\sin(2wt)} - \frac{1}{4} \cdot \sin(2wt) + \\ &+ \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos(2wt) + \frac{3}{4} \cdot \sin(2wt) = 0 \end{aligned}$$

mem6

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

$$-\frac{1}{2} \cdot \sin(2\omega t) + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos(2\omega t) = 0 \quad \text{мин 7}$$

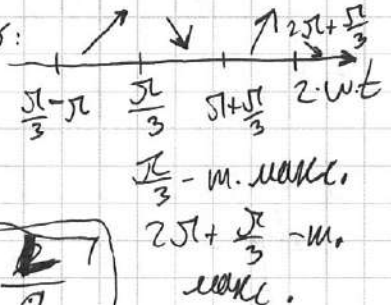
$$-\frac{1}{2} \cdot \tan(2\omega t) + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1 = 0$$

$$\tan(2\omega t) = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 = \sqrt{3}$$

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

$$2\omega \cdot \tau_1 = \frac{\pi}{3}; \quad \text{и.и. } \tau_1 = \tau$$

$$\tau_1 = \frac{\pi}{6 \cdot \omega}; \quad \tau_1 = \frac{\pi}{6 \cdot \omega} \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$



$$J_{\max} = J(\tau_1) = \sqrt{\gamma(\tau_1) \cdot L^2 \cdot \theta_0^2} = L \cdot \theta_0 \cdot \sqrt{\gamma(\tau_1)};$$

$$\gamma(\tau_1) = \cos^2(\omega \cdot \tau_1) + \frac{1}{4} \cdot \cos^2(\omega \tau_1) +$$

$$+ \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \sin(2\omega \tau_1) + \frac{3}{4} \cdot \sin^2(\omega \tau_1) =$$

$$= \frac{5}{4} \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{6}\right) + \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) + \frac{3}{4} \cdot \sin^2\left(\frac{\pi}{6}\right) =$$

$$= \frac{15}{16} + \frac{3}{8} + \frac{3}{16} = \frac{24}{16} = \frac{3}{2}$$

$$J_{\max} = L \cdot \theta_0 \cdot \sqrt{\frac{3}{2}}$$

N 3

Решить ур-е (1) было каким-то образом решено, найдены x_A, x_B через $E_{\text{внеш}} \cdot L$ (и.и. разность пот. полев. энергии)

$\Delta \varphi_{AB_0}$ (и.и. разность пот. полев. энергии); $\Delta \varphi_{AB_0} = E_{\text{внеш}} \cdot L$

$\Delta \varphi_{AB_1}$ (разность пот. после добавления заряда) по формуле пот. точечного заряда

$$\Delta \varphi_{AB_1} = E_{\text{внеш}} \cdot (x_A - x_B) + \frac{k \cdot q}{x_B - x_A} - \frac{k \cdot q}{x_A - x_A} - \frac{k \cdot q}{x_B - x_2} +$$

$$+ \frac{kq}{x_A - x_2} \Big|; \quad \frac{\Delta \varphi_{AB_0}}{\Delta \varphi_{AB_1}} = n; \quad \text{из этого вып-я}$$

можно выразить: $E_{\text{внеш}} = |E_{\text{внеш}x}|;$

$E_{\text{внеш}x}$ через x_1, x_2

~~при найденных $E_{\text{внеш}x}$ можно~~ подставить

$$E_{\text{внеш}x} \text{ в } L = |x_A - x_B|.$$

вып-е с крив. x_1, x_2 . ~~найдем~~ ~~выразим~~ из этого

$$\text{вып-я } d = |x_2 - x_1|$$

