

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 Кузнецов Леонид Александрович

Дата рождения

Школа № 82 район Суровикин 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 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

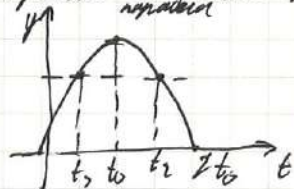
(подпись участника олимпиады)

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
25	5	0	25	55

Заполняется проверяющим!

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

- 1) Заметим, что график высоты тела от времени это парабола с вершиной в точке t_0 , при этом она симметрична.



$$\text{Число } t_0 = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

Так же из-за этого мы знаем ~~что~~ что тело

когда касается земли в момент времени $2t_0$.

Зная что в t_0 тело имеет скорость $v_0 = 0$, получим, что $v_k = (2t_0 - t_0)g = g t_0$. Откуда получаем формулу

$$h = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2g} = \frac{t_0^2 g}{2} = \frac{(t_1 + t_2)^2 g}{8} - \text{это и будет максимальной высотой,}$$

- 2) Заметим, что система идеальная* (никакой энергии снаружи),

тогда мы можем считать каждую точку шарика за потенциал энергии энергии получим, что в начале:

$$E_{\text{мех}} = E_{\text{м}} + E_k = mgl + mgL \quad \text{причем} \quad E_{\text{мех}} = E_{\text{м}} + E_k = \text{const} \quad (\text{по } \star)$$

$$E_{\text{м}} + E_k = mgy + \frac{mv_{\text{ш}}^2}{2} + mgL + \frac{mv_k^2}{2} = \text{const}, \quad \text{чтобы}$$

максимизировать v_k^2 зафиксируем $y=0$. Но тогда теоретически необходимо, чтобы шарик и кольцо двигались с одинаковой скоростью в одну сторону и получим, что

$$mv^2 + mgL = E_{\text{м}} + E_k = E_{\text{мех}}, \quad \text{а значит} \quad E_{\text{мех}} = 2mgL$$

$$\text{получим} \quad mv^2 = mgL$$

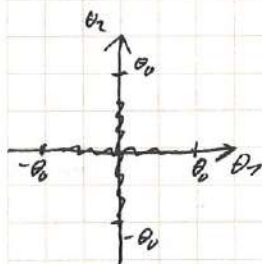
$$v = \sqrt{gL} \quad - \text{максимальная скорость.}$$

4) Найдите функцию угла от времени.

$$\theta_1 = \theta_0 \cos(t\omega) \quad , \text{ где } \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$\theta_2 = \theta_0 \cos(t\omega - \varphi) \quad \text{чтобы получить } \varphi \text{ воспользуемся условиями}$$

$$\theta_1 = \frac{\theta_0}{2} = \theta_0 \cos(\varphi) \\ \varphi = \frac{\pi}{3}$$



Заметим, что максимальное расстояние будет при $\max(|\theta_1|, |\theta_2|)$, иначе говоря мы хотим максимизировать функцию $\theta_1^2 + \theta_2^2$

$$\theta_0^2 (\cos^2(t\omega) + \cos^2(t\omega - \frac{\pi}{3}))$$

$$\text{заменяем } t\omega = x$$

$$f(x) = \cos^2 x + \cos^2(x - \frac{\pi}{3})$$

$$f'(x) = 2 \cos x \sin x + 2 \cos(x - \frac{\pi}{3}) \sin(x - \frac{\pi}{3}) = \sin 2x + \sin(2x - \frac{2\pi}{3}) = 0$$

$$\sin 2x = -\sin(2x - \frac{2\pi}{3})$$

$$\sin 2x = \sin(\frac{2\pi}{3} - 2x)$$

(не совсем корректно, но разберемся позже)

$$2x = \frac{2\pi}{3} - 2x$$

$$x = \frac{\pi}{6}$$

Заметим, что $x = \frac{7\pi}{6}$, также является решением

$$\sin \frac{7\pi}{6} = \sin(\frac{\pi}{6} - \frac{2\pi}{3})$$

Но если $t\omega = \frac{\pi}{6}$ или $t\omega = \frac{7\pi}{6}$ (минимум будет только в зонах θ), тогда мы получим, что в момент времени $t\omega = \frac{\pi}{6}$ когда $t\omega = \frac{\pi}{6}$ $\theta_1 = \frac{\theta_0}{2}$, то

минимальное время будет $t = \frac{7\pi}{6\omega} = \frac{7\pi}{6} \sqrt{\frac{L}{g}}$ и это расстояние через которое расстояние и минимизируется будет равно.

$$S = \sqrt{(L \sin \frac{7\pi}{6})^2 + L \sin^2}$$

$$\theta_1 = -\frac{\theta_0 \sqrt{3}}{2} \\ \theta_2 = -\frac{\theta_0 \sqrt{3}}{2}$$

$$S = \sqrt{(L \sin(\frac{7\pi}{6}))^2 + (L \sin(-\frac{\theta_0 \sqrt{3}}{2}))^2} = L \sin \frac{\theta_0 \sqrt{3}}{2} \sqrt{2}$$

$\frac{\theta_0 \sqrt{3}}{2} < 90^\circ$, поэтому расстояние > 0
(считая $\theta_0 < 90^\circ$)

