



ШИФР

асим-5

(заполняется представителем Оргкомитета)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике Дата проведения 03.03.2024
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Чумакова Парома Андреевна

Серия и номер паспорта _____

Дата рождения _____ Класс 11

Школа № Лицей-предупредительный СВГУ район _____ город Свистополье

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

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 (другие записи на папке делать запрещено).

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.

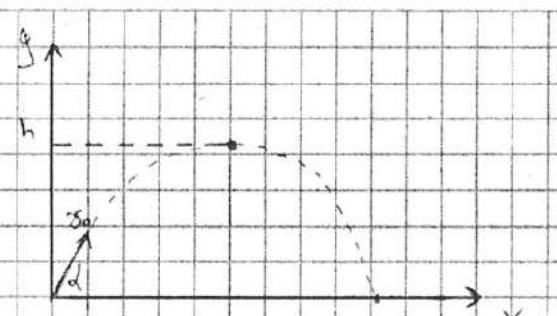
Внимание! Если в работе ошибки исправлены карандашом, то при шифровке работы карандашные исправления будут стерты и на проверку поступит работа без исправлений.

С правилами поведения на олимпиаде и правилами оформления работы ознакомлен

(подпись участника олимпиады)

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

д1. Дано:
 $t_1, t_2, g.$
 $h_{\max} = ?$



Пусть начальная скорость тела это v_0 , а брошено оно под углом α . Тогда уравнения движения в проекции на координатные оси выглядят так:

$$\begin{cases} x = v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

h_{\max} это максимальное значение y , которое является квадратной функцией от t и максимум достигается при $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$ и равен $\max(y) = h_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$.

Из условия: $y(t_1) = y(t_2)$

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

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

т.к. $t_1 \neq t_2$

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

Тогда $h_{\max} = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{g}{2} (t_1 + t_2)\right)^2}{2g} = \frac{g (t_1 + t_2)^2}{8}$

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

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

Дано:
 $L, g.$
 $v_{\max} = ?$

E_1 - энергия в точке A
 E_2 - энергия в точке B.

По закону сохранения энергии:

$$E_1 = E_2$$

$$mgl = \frac{mgl}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{v^2}{2} = \frac{gl}{2} \quad v = \sqrt{gl}$$

$\alpha = 30^\circ$ (т.к. $\sin \alpha = \frac{1}{2}$), Проведем касательную к окружности в точке B. С осью x она составляет угол, равный $90 - 30 = 60^\circ$.

Тогда по закону сохранения импульса:

$$-m\sqrt{gl} \cdot \cos 60^\circ = -p_1 + p_2, \text{ где } p_1 - \text{импульс шарика,}$$

$$p_2 - \text{импульс кольца.}$$

$$p_2 = p_1 - m\sqrt{gl}/2$$

$$mv_2 = mv_1 - m\sqrt{gl}/2$$

$$v_2 = v_1 - \sqrt{gl}/2$$

$$v_{\max} = (\sqrt{2} - \frac{1}{2})\sqrt{gl}$$

Законим закон сохранения энергии через импульсы:

$$\Rightarrow v_1^2 + v_2^2 = v_1'^2 + v_2'^2$$

$$2v_1^2 - v_1\sqrt{gl} = 2v_1'^2 - v_1'\sqrt{gl}$$

$$2(v_1 + v_1') = \sqrt{gl} \Rightarrow v_{\max} = \frac{\sqrt{gl}}{2}$$

Ответ: $(\sqrt{2} - \frac{1}{2})\sqrt{gl}$

1	2	3	4	Σ
25	5	0	25	55

Всего баллов: 55

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

Дано: L, θ, g Так как угол θ небольшой, то мы можем все рассмат-
ривать как движение грузиков в вертикальной плоскости.
Найти: d_{\max}, t Введем оси x и y в горизонтальной плоскости координат.
Первый грузик движется по оси x , второй по оси y , и мы
можем записать уравнения движения:
$$x = L\theta_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \quad (\text{тут мы пользуемся тем, что при малом } \theta, \sin\theta \approx \theta)$$

$$y = L\theta_0 \cos(\omega t)$$

Уравнения составлены так, что в момент времени $t=0$ ~~не~~ первый
маятник начинает движение из угла $\frac{\theta_0}{2}$, а второй из угла θ_0 .
Расстояние между грузиками:
$$d = \sqrt{x^2 + y^2} = L\theta_0 \sqrt{\cos^2\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) + \cos^2(\omega t)}$$

Чтобы найти d_{\max} , исследуем ф-ю $f(\omega t) = \cos^2\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) + \cos^2(\omega t)$
$$f'(\omega t) = 2\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \cdot (-\omega) - \omega \cdot 2\cos(\omega t)\sin(\omega t) =$$

$$= -\omega (\cos \sin(2\omega t + \frac{2\pi}{3}) + \sin(2\omega t)) = -\omega \sin(2\omega t + \frac{\pi}{3})\cos\frac{\pi}{3}$$

Нули производной находим в точках $\omega t = \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2}n$
Нам достаточно подставить значения $\frac{\pi}{3}$ и $\frac{5\pi}{6}$, другие значения d
будут повторяться.
$$\omega t_1 = \frac{\pi}{3}, d_1 = \frac{L\theta_0}{\sqrt{2}}, \quad \omega t_2 = \frac{5\pi}{6}, d_2 = \frac{L\theta_0\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$$

$$d_2 > d_1 \Rightarrow d_{\max} = d_2 = \frac{L\theta_0\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \quad \omega t = \frac{5\pi}{6}$$

$$t = \frac{5\pi}{6} \cdot \frac{1}{\omega} = \frac{5\pi}{6} \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Ответ: $d_{\max} = \frac{L\theta_0\sqrt{3}}{\sqrt{2}}, \quad t = \frac{5\pi}{6} \sqrt{\frac{L}{g}}$