



ШИФР

a Cm - 3

(заполняется представителем Оргкомитета)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике Дата проведения 03.08.2024
(наименование общеобразовательного предмета)ФИО участника (полностью) Гудков Ростислав СергеевичДата рождения _____ Класс 11Школа № Первое Лобачевского - район Усть-Лабинск р-н город Усть-Лабинск
г. Усть-Лабинск

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 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 «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)

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

Задача №1

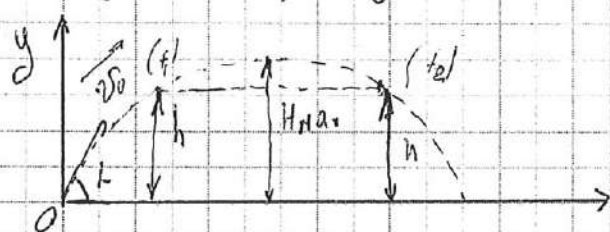
Дано:

t_1, t_2, g

$H_{\max} = ?$

Р.е

1. Сделаем рисунок



Введем v_0 - нач. скорость и α - угол между v_0 и Ox

2. Запишем y -я движение по Oy, Ox :

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

1	2	3	4	5
25	5	15	10	55
PM	CM	PM	PM	CM

3. Найдем H_{\max}

$y(t)$ - парабола вершиной вниз \Rightarrow вершина $\rightarrow t_{\text{верш}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$

Тогда $y(t_{\text{верш}}) = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right)^2 = \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = H_{\max}$

4. Зная, что $y(t_1) = h$ и $y(t_2) = h$

$$\begin{cases} h = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \\ h = v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow v_0 \sin \alpha (t_1 - t_2) - \frac{g t_1^2}{2} + \frac{g t_2^2}{2} = 0$$

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

Тогда справедливо:

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = \frac{g^2}{4} (t_1 + t_2)^2$$

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

5. Подставим в выражение H_{\max}

$$\frac{g^2}{4} \frac{(t_1 + t_2)^2}{g} = H_{\max} \Rightarrow H_{\max} = \frac{g}{8} (t_1 + t_2)^2$$

Ответ: $\frac{g}{8} (t_1 + t_2)^2$

Задача 13

Р-е

Дано:

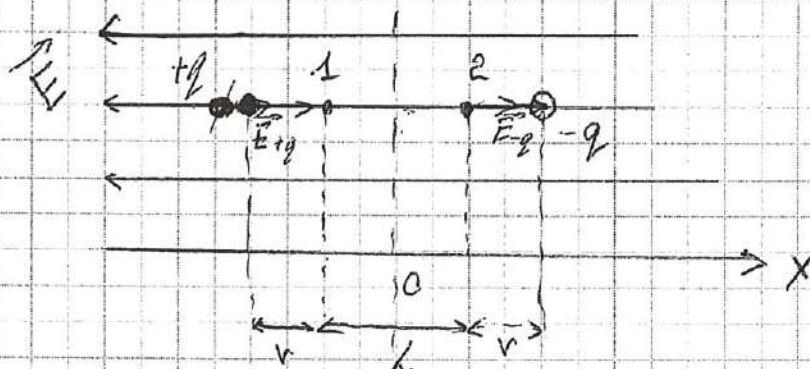
$+q, -q$

$\Delta\varphi_1 = 2\Delta\varphi_2$

$D = ?$

$E = ?$

1. Сделайте рисунок



55

2. Запишем векторную сумму напряженностей в точках 1 и 2:

$$\vec{E} + \vec{E}_{+q} + \vec{E}_{-q} = 0 \quad \text{они одинаковы для т. 1 и 2}$$

на x:

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

55

3. Изначальное $\Delta\varphi_1 = \varphi_1 - \varphi_2 = E \cdot L$

А потом

$$\varphi_1' = \frac{kq}{r} - \frac{kq}{L+r} + E \cdot \frac{L}{2}, \quad \varphi_2' = \frac{kq}{r} + \frac{kq}{L+r} - \frac{EL}{2}$$

55

$$\Delta\varphi_2 = \varphi_1' - \varphi_2' = \frac{2kq}{r} - \frac{2kq}{L+r} + EL$$

Зная, что $\Delta\varphi_1 = 2\Delta\varphi_2$:

$$2EL = 2 \left(\frac{2kq}{r} - \frac{2kq}{L+r} - \frac{2kq}{r} + EL \right)$$

$$EL = -\frac{4kq}{L} + 2EL \Rightarrow EL = \frac{4kq}{L} \Rightarrow \boxed{E = \frac{4kq}{L^2}}$$

4. Подставим E

$$\frac{4kq}{L^2} = \frac{kq}{r^2} + \frac{kq}{(r+L)^2} \Rightarrow \frac{4}{L^2} = \frac{1}{r^2} + \frac{1}{(r+L)^2}$$

$$E = \frac{kq}{r^2} + \frac{kq}{(r+L)^2} = \frac{4kq}{L^2}$$

$$\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r^2} + \frac{1}{2rL} - \frac{3}{L^2} = 0$$

продолжите решать

55

$$4h^2 + rL - 6r^2 = 0 \Rightarrow r = \frac{11}{12}L$$

$$D = 100h^2$$

Задача 13 продолж.

Тогда $D = 2r + L = \frac{2 \cdot 11}{12}L + L = \left(\frac{11}{6} + \frac{6}{6}\right)L = \frac{15}{6}L$

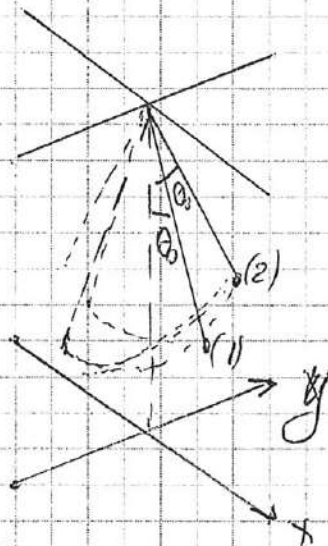
Ответ: $D = \frac{15}{6}L$, $E = \frac{4kq}{L^2}$

Задача 14

Дано:
 L, θ, g
 $R_{\max} = ?$
 $t = ?$

Р. е

1. Сделаем рисунок и введем декартову с.к



с Запишем у-из
 движения грузов в
 своих плоскостях

с учетом того, что
 при малых θ можно
 считать, что $\Delta x \approx \theta \cdot L$

$\Delta x = L \cdot \sin \theta \approx L \cdot \theta$
 $(\sin \theta \approx \theta)$

и время отсчитывается
 от начала движения (2)

$x(t) = \theta_0 L \cos(\omega t + \frac{\pi}{3})$ - едем по фазе, т.к. $x(0) = \frac{\theta_0 \cdot L}{2}$ (по условию)
 $y(t) = \theta_0 L \cos(\omega t)$

3. Тогда, как масса движется только в перпендикуляр-
 ебных плоскостях:

$R = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} = \sqrt{\theta_0^2 L^2 \cos^2(\omega t + \frac{\pi}{3}) + \theta_0^2 L^2 \cos^2 \omega t}$
 $= \theta_0 L \sqrt{\cos^2(\omega t + \frac{\pi}{3}) + \cos^2 \omega t}$ - расстояние между (1) и (2)

Заметим, что максимальное R будет при
 максимальном выражении под корнем

Задача №1 продолжение

И максимизируем $\cos^2(\omega t - \frac{\pi}{3}) + \cos^2 \omega t = \frac{1}{2} + 1 = \frac{5}{4}$

$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{2}$

Тогда $R_{\max} = \frac{\theta L \sqrt{5}}{2}$

4. Зная, что $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ найдем t при R_{\max}

$\cos \omega t = 1 \Rightarrow \omega t = \pi \Rightarrow t \sqrt{\frac{g}{L}} = \pi \Rightarrow t = \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$\cos \omega t = \frac{1}{2} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g}}$

Тогда в первом раз это будет достигнуто R_{\max} при $t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g}}$

Ответ: $R_{\max} = \frac{\theta L \sqrt{5}}{2}$; $t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g}}$

Еще можно заметить, что $\theta_0 = \sin \theta_0$, но $R_{\max} = \sin \theta R \sqrt{\frac{5}{2}}$

Задача №2

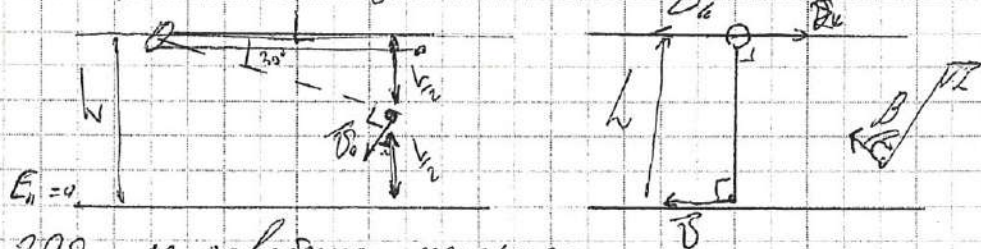
Дано:

$L, g,$

$V_{x \max}$

P-е

1. Рассмотрим рисунок



2. Запишем ЗСЗ до освобождения кассеты.

$mgL = mg \frac{L}{2} + \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = mg \frac{L}{2}$

3. Запишем закон сохранения энергии:

$V_0 \cos \alpha + V \cos \beta = 0$, но $\beta = 90^\circ$, а L — расстояние

$V_0 = \frac{-V}{\cos \alpha}$

4. Запишем ЗСЗ

$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$

$+ mg \frac{L}{2}$

55.

Задача №2 продолжение

$$\frac{mv_0^2}{2} = mg \frac{L}{2} = \frac{mv_k^2}{2} + \frac{m v_k^2}{2 \cos^2 \alpha}$$
$$gL = v_k^2 \left(1 + \frac{1}{\cos^2 \alpha}\right)$$

$$v_k = \sqrt{\frac{gL}{1 + \frac{1}{\cos^2 \alpha}}} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{gL}{2}} = \frac{v_0}{2}$$

Ответ: $v_{max} = \sqrt{\frac{gL}{2}}$