



ШИФР

22 - Ф - 11 - 02

(заполняется представителем Оргкомитета)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

о Физике

(наименование общеобразовательного предмета)

Дата проведения 6.03.2022

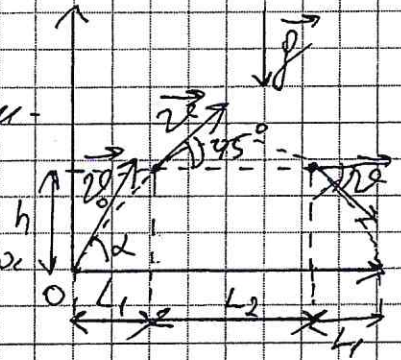
ИО участника (полностью)

Лешкин Владимир Сергеевич

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

1. Решение

\vec{v} - вектор скорости тела в моменты t_1 и t_2 . Он горизонтален, потому что траектория движения пошла \Rightarrow сег-пр. симметричн в t_1 и t_2 моменты вектор скорости ортогонален



$$\Rightarrow -v \sin 45^\circ = v \sin 45^\circ - g(t_2 - t_1)$$

$$\Rightarrow 2v \sin 45^\circ = g(t_2 - t_1) \Rightarrow v = \frac{g(t_2 - t_1)}{2 \sin 45^\circ} = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}}$$

Горизонтальное расстояние

\Rightarrow Если считать, что тело движется с высоты h в момент t_1 и оно приземлилось на высоте h в момент t_2

$$\Rightarrow L_2 = \frac{v^2 \sin 90^\circ}{g} = \frac{v^2}{g} = \frac{g^2 (t_2 - t_1)^2}{2g} = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{2}$$

Горизонтальное расстояние

$$\Rightarrow L_1 = v_x \cdot t_1 = v \cos 45^\circ t_1 = \frac{g(t_2 - t_1) t_1}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow L = 2L_1 + L_2 = g(t_2 - t_1) t_1 + \frac{g(t_2 - t_1)^2}{2} =$$

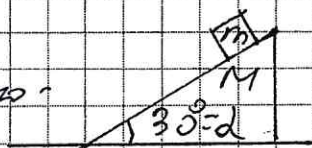
$$= g(t_2 - t_1) \left(t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2} \right) = \frac{g(t_2 - t_1)(t_2 + t_1)}{2}$$

Ответ: $L = \frac{g(t_2 - t_1)(t_2 + t_1)}{2}$

2. Решение

Затем Учтем все силы, действующие по вект.

$$Ox: m \sin \alpha = P \sin \alpha$$



1	2	3	4	Σ
25	25	5	25	80
∇	∇	∇	∇	∇

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

$$\Rightarrow O_k = \frac{P \sin \alpha}{M}$$

Перейдем в С.О. клетки, это клеточки.

Осьная система отсчета \Rightarrow появляется сила энергии.

Трусок движется вдоль клетки.

$$Ox: m a_1 = m g \sin \alpha + F_3 \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow m a_1 = m g \sin \alpha + m O_k \cos \alpha$$

$$a_1 = g \sin \alpha + O_k \cos \alpha$$

$$Oy: 0 = N + F_3 \sin \alpha - m g \cos \alpha$$

$$N + m O_k \sin \alpha = m g \cos \alpha$$

$$N + \frac{m P \sin^2 \alpha}{M} = m g \cos \alpha$$

$$N = P \text{ (по 3 закону Ньютона)}$$

$$\Rightarrow N + N \frac{m \sin^2 \alpha}{M} = m g \cos \alpha$$

$$N \left(1 + \frac{m \sin^2 \alpha}{M}\right) = m g \cos \alpha \Rightarrow N = \frac{m g \cos \alpha M}{M + m \sin^2 \alpha}$$

$$a_1 = g \sin \alpha + \frac{N \sin \alpha \cos \alpha}{M} = g \sin \alpha + \frac{m g \sin \alpha \cos^2 \alpha}{M + m \sin^2 \alpha}$$

Когда нас перейдем в С.О. клетки, мы отпишем

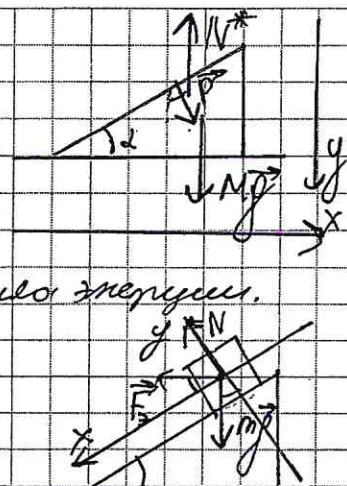
вектор ускорения клетки \Rightarrow можно считать

вектор \vec{a} ускорения. Т.к. $a_k = a_0$ (по условию).

$\Rightarrow \Delta - \text{угол (углы при основании } \alpha = 30^\circ \text{; при вершине } 180 - 2\alpha = 120^\circ)$

Используем теорему синусов.

$$\frac{a_1}{\sin(180 - 2\alpha)} = \frac{a_0}{\sin \alpha} \Rightarrow \frac{g \sin \alpha + \frac{m g \sin^2 \alpha \cos \alpha}{M + m \sin^2 \alpha}}{\sin 2\alpha} = \frac{N}{M + m \sin^2 \alpha}$$



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

$$2\cancel{mg \sin \alpha (M + m \sin^2 \alpha)} + \cancel{mg \sin 2\alpha} = \cancel{mg \cos \alpha} \quad | : mg$$

$$2 \sin \alpha \left(\frac{M}{m} + \sin^2 \alpha \right) + \sin 2\alpha = \cos \alpha$$

$$\frac{M}{m} + \sin^2 \alpha = \frac{\cos \alpha - 2 \sin \alpha \cos \alpha}{2 \sin \alpha} = \frac{\cos \alpha}{2} - \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{\cos \alpha}{2} - \cos \alpha - \sin^2 \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} - \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$2\cancel{mg \sin \alpha (M + m \sin^2 \alpha)} + \cancel{mg \sin 2\alpha} = \cancel{mg \cos \alpha} \cdot \sin 2\alpha \quad | : mg$$

$$2 \sin \alpha \left(\frac{M}{m} + \sin^2 \alpha \right) + 2 \sin \alpha \cos \alpha = 2 \cos^2 \alpha \sin \alpha$$

$$\frac{M}{m} + \sin^2 \alpha = \frac{2 \cos^2 \alpha \sin \alpha - 2 \sin \alpha \cos \alpha}{2 \sin \alpha}$$

$$\frac{M}{m} + \sin^2 \alpha = \cos^2 \alpha - \cos \alpha$$

$$\frac{M}{m} = \cos^2 \alpha - \cos \alpha$$

$$2\cancel{mg \sin \alpha (M + m \sin^2 \alpha)} + \cancel{mg 2 \sin \alpha} = 2 \cancel{mg \cos \alpha} \cdot \sin 2\alpha \quad | : mg$$

$$2 \sin \alpha \left(\frac{M}{m} + \sin^2 \alpha \right) = \sin 2\alpha \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{M}{m} + \sin^2 \alpha = \frac{\sin 2\alpha \cos \alpha}{2 \sin \alpha} = \cos^2 \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{M}{m} = (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) = \cos 2\alpha \quad \alpha = 30^\circ (\text{по условию})$$

$$\frac{M}{m} = \cos 60^\circ = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{m}{M} = 2$$

$$\text{Ответ: } \frac{m}{M} = 2$$

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

№ 4 Решение

Рассмотрим движение маятника в
котором момент. Пусть угол между вертикалью и маятником
 $mgl(1-\cos\alpha) + \frac{mv^2}{2} = \text{const}$ | Дифференцируем.

$$mgl \sin\alpha d\alpha + mv v' = 0 \quad \text{т.к. угол между } \sin\alpha = d$$

$$l d^2 \alpha + 2l \alpha d'' = 0 \quad v = \omega l = l d'$$

$$d'' = -\frac{g}{l} \alpha \quad \omega^2 = \frac{g}{l}$$

$$\Rightarrow \alpha = A \cos \omega t + B \sin \omega t$$

$$\Rightarrow \alpha(t) = \alpha_0 \cos \omega t \quad \alpha_0 - \text{максимальный угол откл.}$$

Это α зависимость $\alpha(t)$ периодична, т.к. при $t=0$ угол
максимален.

$$\Rightarrow \frac{\alpha_0}{2} = \alpha_0 \cos \omega t_1 \Rightarrow \cos \omega t_1 = \frac{1}{2} \Rightarrow \omega t_1 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{\pi}{3\omega}$$

Рассмотрим 2 маятник, т.к. длина нити такая же
и масса $p \Rightarrow \omega$ та же.

1) уравнение для 2 маятника:

$$\alpha(t) = A \sin \omega t \quad \text{т.к. при } t=0 \quad \alpha=0$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha_0}{2} = A \sin \omega t_1 = A \sin \frac{\pi}{3} = A \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow A = \frac{\alpha_0}{\sqrt{3}} \quad \text{В нижней точке скорости 2 маят-}$$

$$\Rightarrow \alpha'_m = \omega_m = \omega A = \omega \frac{\alpha_0}{\sqrt{3}} = \frac{v_m}{l} \Rightarrow v_m = \alpha_0 \sqrt{\frac{lg}{3}}$$

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

№3 Решение

~~Получено
Восстановлено и частично исправлено по плану за год,~~

~~Т.К. Селлер знакомый дендрологический, но он~~

Полусфера и космический ^{дисковский} ~~раздел~~ по прямой линии,

Т.к. если дедуктивное, то частный случай не упрощается,
он наоборот усложняется.

Судебный процесс ^{ко 19} ~~суда~~

АВ, что в ней векторное сечение
компактностью координат уместно!

ко, рубри 0

Расшифруем латинский ключик с помощью таблицы Д.Е. Он состоит из вертикали и горизонтали д.ч.РВА:

$$\Rightarrow \text{OGB} = 90^\circ + \alpha$$

$$\therefore \frac{R}{\sin(90^\circ)} = \frac{R \cos \phi}{\sin(180 - 90 - \phi)}$$

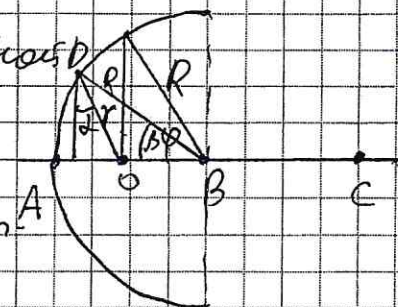
$$\Rightarrow \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{\cos \varphi}{\cos(\alpha + \beta)}$$

$$\therefore \frac{\cos \alpha \cdot \sin \beta + \sin \alpha \cdot \cos \beta}{\cos \alpha} = \cos \phi$$

$$\rightarrow \sin \beta + 692 \cdot \cos \beta = 1034$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{\cos \varphi - \sin \beta}{\cos \beta}$$

→ от точки 0. Мощность не имеет
предела.



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

$$\Rightarrow \frac{E(R-r)}{R} \quad r = \text{расстояние до точки } O = DO$$

$$\frac{DO}{\sin \beta} = \frac{R}{\cos \alpha} \Rightarrow DO = \frac{R \sin \beta}{\cos \alpha}$$

$$L = \text{arc cos} \left(\frac{\cos \alpha - \sin \beta}{\cos \beta} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{dE}{dR} = \frac{dE}{dR} \cdot \frac{R \sin \beta}{\cos \alpha}$$

$$\Rightarrow E_1$$

30°
-50°

