



ШИФР

22 - 9-11-08

(заполняется представителем Оргкомитета)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

Физике

Дата проведения 06.03.2022

(наименование общеобразовательного предмета)

ИО участника (полностью) Пятков Всеволод Дмитриевич

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

1) Нарисуем скоростной треугольник:

2) $\triangle OBC \cong \triangle OCD \Rightarrow v_1 = v_2$
 $BC = CD$ скорости в моменты t_1 и t_2

3) Начальная скорость и скорость падения на
 в момент падения на землю направлены
 под одним и тем же углом к горизонту

4) $v_x = v_0 \cos \alpha$
 $v_x = v_1 \cos 45^\circ \Rightarrow v_1 = \frac{v_0 \cos \alpha}{\cos 45^\circ}$
 $v_1^2 = 2 v_0^2 \cos^2 \alpha$

5) $AO \cdot \sin \alpha = AB + BC$
 $v_0 \sin \alpha = gt_1 + \frac{gt_2 - gt_1}{2} = \frac{g(t_1 + t_2)}{2}$

6) $v_1^2 + v_2^2 = g^2(t_2 - t_1)^2$
 $v_1^2 = \frac{g^2(t_2 - t_1)^2}{2}$

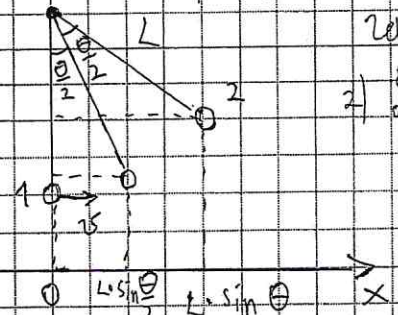
7) Приравняем 4 и 6:
 $4 v_0^2 \cos^2 \alpha = g^2(t_2 - t_1)^2$
 $2 v_0 \cos \alpha = g(t_2 - t_1)$

8) Перемножим 5 и 7:
 $2 v_0^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{g^2(t_1 + t_2)(t_2 - t_1)}{2}$
 $\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2}$
 $S = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2}$

1	2	3	4	Σ
25	5	10	20	60

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

4. Пусть $t=0$ — момент встречи



1) Запишем дифференциальные уравнения гармонических колебаний для шариков:

2) Для математического маятника известно:

$$X'' = -X \cdot \frac{g}{L} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

3) Для 1-го:

$$x_1(t) = A_1 \cos(\omega t) + B_1 \sin(\omega t)$$

$$x_1'(t) = v_1(t) = -A_1 \omega \sin(\omega t) + B_1 \omega \cos(\omega t)$$

$$x_1(0) = 0 \Rightarrow A_1 = 0$$

$$x_1'(0) = v \Rightarrow v = B_1 \omega$$

$$B_1 = \frac{v}{\omega}$$

$$x_1(t) = \frac{v}{\omega} \sin(\omega t)$$

$$x_2(t) = L \cdot \sin \frac{\theta}{2} = \frac{v}{\omega} \sin(\omega t)$$

$$\sin(\omega t) = \frac{L \cdot \omega \cdot \sin \frac{\theta}{2}}{v}$$

$$\sin^2(\omega t) = \frac{L^2 \omega^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}}{v^2}$$

4) Для 2-го:

$$x_2(t) = A_2 \cos(\omega t) + B_2 \sin(\omega t)$$

$$x_2'(t) = v_2(t) = -A_2 \omega \sin(\omega t) + B_2 \omega \cos(\omega t)$$

$$x_2(0) = L \sin \theta \Rightarrow L \sin \theta = A_2$$

$$x_2'(0) = 0 \Rightarrow B_2 = 0$$

$$x_2(t) = L \sin \theta \cdot \cos(\omega t)$$

$$x_2(t) = L \sin \theta \cdot \cos(\omega t) = L \sin \frac{\theta}{2} \cdot \cos(\omega t)$$

$$1 = 2 \cdot \cos \frac{\theta}{2} \cdot \cos(\omega t)$$

$$\cos(\omega t) = \frac{1}{2 \cdot \cos \frac{\theta}{2}}$$

$$\cos^2(\omega t) = \frac{1}{4 \cdot \cos^2 \frac{\theta}{2}}$$

$$\sin^2(\omega t) + \cos^2(\omega t) = 1$$

$$\frac{L^2 \omega^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}}{v^2} + \frac{1}{4 \cos^2 \frac{\theta}{2}} = 1$$

$$\frac{L^2 \omega^2 \cdot 4 \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2} \cdot \cos^2 \frac{\theta}{2} + v^2}{4 \cos^2 \frac{\theta}{2} v^2} = 1$$

$$L^2 \omega^2 \sin^2 \theta + v^2 = (2 + 2 \cos \theta) v^2$$

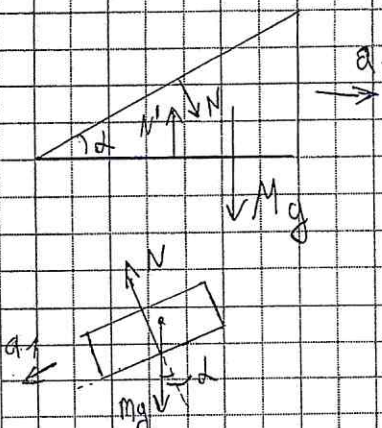
$$L^2 \omega^2 \sin^2 \theta = (1 + 2 \cos \theta) v^2$$

$$v = L \omega \sin \theta \sqrt{1 + 2 \cos \theta}$$

$$v = \sin \theta \cdot \sqrt{gL(1 + 2 \cos \theta)}$$

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

✓ 2



1) Запишем 2 закон Ньютона для бруска:

$$\begin{cases} Mg \cdot \cos 30^\circ = N \\ Mg \cdot \sin 30^\circ = M a_1 \end{cases}$$

2) Запишем 2 закон Ньютона для клина:

$$M a_2 = N \cdot \sin 30^\circ$$

$$\begin{cases} a_2 = \frac{m}{M} g \sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ \\ a_1 = g \cdot \sin 30^\circ \end{cases}$$

3) $\frac{m}{M} = \frac{1}{\cos 30^\circ} = \frac{2}{3} \sqrt{3}$

1) В силу симметрии, результирующая сила ~~сил~~ будет направлена по нормали к плоскости сечения сферы, поэтому для определения силы нужно рассматривать только проекцию на x

2) $dF_B = \frac{K q \cdot 5 \cdot dS \cdot \cos \alpha}{R^2} = \frac{K q 5}{R^2} \cdot dS_0$

Предположим, что

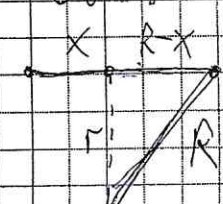
3) На заряд на линии AB $F_B = \frac{K q 5}{R^2} \cdot S_0 = K q 5 \pi$ ($S_0 = \pi R^2$)

будет действовать сила

7 $F_B = K 5 \pi$

прямо пропорциональная

площади сечения сферы плоскостью, параллельной основанию полушара:

$$S_0(x) = \pi \cdot r^2 = \pi (R^2 - (R-x)^2) = \pi (2Rx + x^2)$$


$$F_x = \frac{K q 5}{R^2} \cdot S_0(x) = K q 5 \pi$$

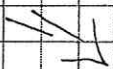
4) Сила не зависит от положения заряда, а значит движение заряда — равноускоренное

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

5) Тогда для скорости v_B : 6) Для скорости v_C :

$$R = \frac{v_B^2 - 0}{2a}$$

$$2R = \frac{v_C^2 - 0}{2a}$$



$$\frac{v_C^2}{v_B^2} = 2$$

$$v_C = \sqrt{2} v_B$$

