

ШИФР

024

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике в 11 классе
(наименование общеобразовательного предмета)

Фамилия И.О. участника Лазарев Ярослав Олегович

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
20	5	5	25	55

Заполняется проверяющим!

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

Лист 81

Задача 81

Решение.

$$v_x = \text{const} \Rightarrow L = v_0 \cos \alpha \cdot t = v_x \cdot t$$

Для момента падения: $y_k = 0 = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow L = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

$\beta = 45^\circ \Rightarrow$ В моменты t_1, t_2 $\tan \beta = \frac{v'_x}{v'_y} = 1$

$$\Rightarrow v'_y = v_0 \sin \alpha - gt_1 = v_0 \cos \alpha \quad (1)$$

В силу симметричности параболы относительно вершины $\frac{t_2 - t_1}{2}$ — момент прохождения вершины \Rightarrow от этого момента ($v'_y = 0$) до t_2 проходит $\Delta t = t_2 - \frac{t_2 - t_1}{2}$

Тогда $v_0 \cos \alpha = g \cdot \Delta t = gt_2 - \frac{gt_2}{2} + \frac{gt_1}{2}$

$$v_0 \cos \alpha = 0,5gt_1 + 0,5gt_2$$

Подставим в (1), находим:

Луст 52

$$v_0 \sin \alpha = v_0 \cos \alpha + g t_1 = 1,5 g t_1 + 0,5 g t_2$$

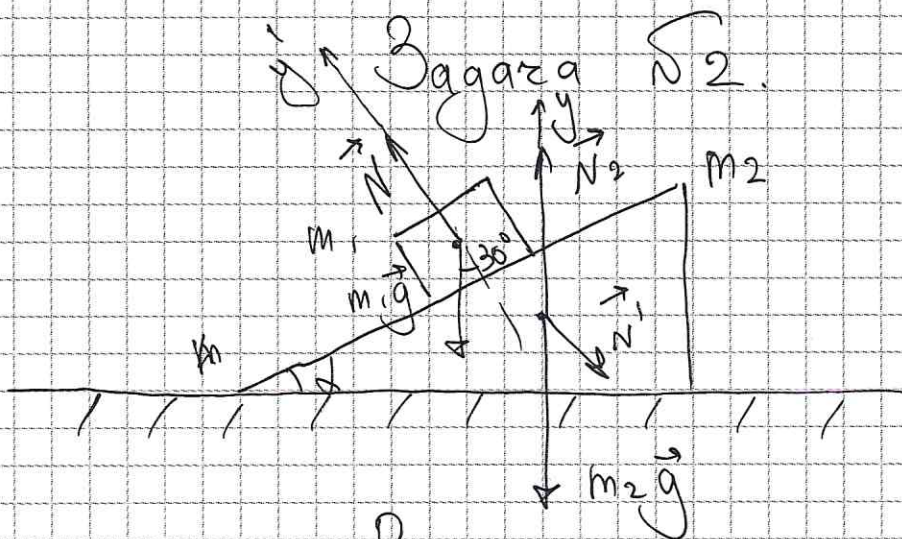
Тоғра

$$L = \frac{2 \cdot v_0 \sin \alpha \cdot v_0 \cos \alpha}{g} =$$

$$L = \frac{2 \cdot g(1,5 t_1 + 0,5 t_2) \cdot g(0,5 t_1 + 0,5 t_2)}{g} =$$

$$= g(3 t_1 + t_2)(0,5 t_1 + 0,5 t_2) = \frac{g}{2}(3 t_1 + t_2)(t_1 + t_2)$$

Ответ: $L = \frac{g}{2}(3 t_1 + t_2)(t_1 + t_2)$



$$\alpha = 30^\circ$$

$$a_{\text{кн}} = a_{\text{бп}} = a$$

$$\frac{m_2}{m_1} = ?$$

Решение.

По II закону Ньютона:

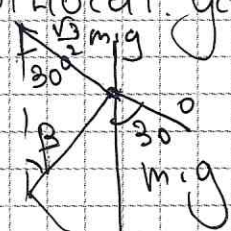
$$m_1 \vec{g} + \vec{N} = m_1 \vec{a}_{\text{от}}, \text{ где } a_{\text{от}} - \text{относит. ускорение}$$

$$\text{по } y': N = m_1 g \frac{\sqrt{3}}{2}$$

По те косинусов:

$$F_p^2 = m_1^2 g^2 + \frac{3}{4} m_1^2 g^2 - 2 m_1^2 g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_p = 0,22 m_1 g = m_1 a_{\text{от}} \Rightarrow a_{\text{от}} = 0,22 g^*$$



Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов

Заполняется проверяющим!

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

По th косинусов: Лист №3

$$\frac{3}{4} = 1 + 0,04 - 2 \cdot 0,22 \cdot \cos \beta \Rightarrow$$

$$\angle \beta \approx 48,8^\circ$$

Полное ускорение бруска равно векторной сумме относительного (в СО клина) и ускорения клина в ЛСО. \Rightarrow

$$\vec{a}_{\text{бр}} = \vec{a}_{\text{от}} + \vec{a}_{\text{кн}}$$

По Π закону Ньютона для клина:

$$m_2 \vec{g} + \vec{N}' + \vec{N}_2 = m \vec{a}_{\text{кн}}$$

По Π закону Ньютона $\vec{N}' = -\vec{N} \Rightarrow$

по oy : $N_2 - m_2 g = m_1 g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow$

По th косинусов: $F_{\text{пр}2}^2 = 2m_1^2 g^2 \cdot \frac{3}{4} - 2m_1 g \cdot 4,2$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} m_1 g \Rightarrow F_{\text{пр}2} = m_1 g \sqrt{1,5 - 0,75\sqrt{3}} = m_2 a$$

$$a = \frac{m_1}{m_2} g \sqrt{1,5 - 0,75\sqrt{3}}$$

$$\angle = 20^\circ - \beta \approx 40^\circ ?$$

по теореме косинусов:

$$a^2 = 0,05 g^2 + a^2 - 2a \cdot 0,22g \cdot \cos 40^\circ$$

Лист № 41

$$\Rightarrow a = \frac{0,05g}{0,44 \cos 40} = 0,15g \Rightarrow$$

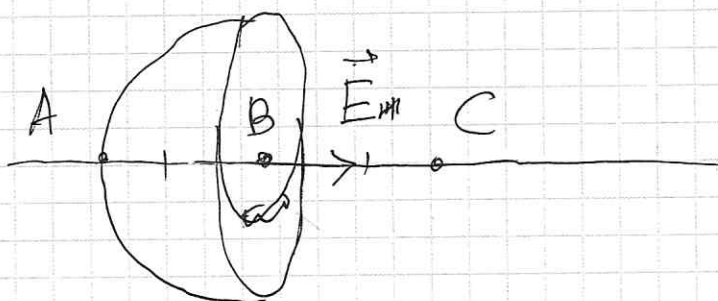
$$0,15g = \frac{m_1}{m_2} g \sqrt{1,5 - 0,75\sqrt{3}} \Rightarrow$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{0,15}{\sqrt{0,2}} \approx \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = 3$$

Ответ: $\frac{m_2}{m_1} = 3$

Задача № 3.

V_B
 $AB = BC = R$
 $V_C = ?$



По теореме об изменении кинетической энергии работа поля поусферы равна изменению кинетической энергии: $A_{AB} = \frac{mV_B^2}{2}$

При этом сфера и заряд заряжены одноименно (т.к. происходит отталкивание)

Не уменьшая общности допустим, они положит. (в обратном случае помещаются лишь напр. линии напряженности, но суть задачи не меняется)

E направлен вдоль $AC \Rightarrow$ можно рассмотреть равносильную модель, когда весь заряд сферы сосредоточен в точке A .

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

В таком случае (Лист 55)

$$\varphi_A - \varphi_B = \frac{kq}{R}, \quad \varphi_B - \varphi_C = \frac{kq}{2R}$$

где q - заряд протона, где q' - заряд гасицы.

$$A_{AB} = q' \cdot (\varphi_A - \varphi_B) = \frac{kqq'}{R} = \frac{mV_B^2}{2} \quad *$$

$$A_{BC} = \frac{kqq'}{2R} = \frac{mV_C^2}{2} - \frac{mV_B^2}{2} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{mV_B^2}{2} = \frac{mV_C^2}{2} - \frac{mV_B^2}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{3}{2} V_B^2 = V_C^2 \Rightarrow V_C = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} V_B \approx 1,2 V_B$$

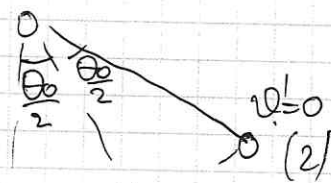
Ответ: $V_C \approx 1,2 V_B$ ($\sqrt{1,5} V_B$)

Дано:
 L, θ_0, g

Задача 54.

$v_0 = ?$

Решение.



Углы малы \Rightarrow периоды гармонических колебаний обоих

маятников по π . Томсона

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (\theta_0 = 0 \Rightarrow)$$

$$\vartheta = v_0 \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$\vartheta = v_0 \cos(\sqrt{\frac{g}{L}} t) \quad (1)$$

По ЗСЭ: $\frac{m v_0^2}{2} = mgL(1 - \cos \frac{\theta_0}{2}) + \frac{m v^2}{2} \Rightarrow$

$$v^2 = v_0^2 - 2gL(1 - \cos \frac{\theta_0}{2})$$

Подставляем v в (1), получаем:

$$v_0^2 = \frac{2gL \left(1 - \cos \frac{\theta_0}{2}\right)}{1 - \cos^2 \left(\sqrt{\frac{g}{L}} \cdot t\right)} \quad \text{[уст. 5]} \quad (3)$$

Для маятника (2):

$$x = x_0 \cdot \cos(\omega t)$$

$$\frac{x_0}{2} = x_0 \cdot \cos(\omega t) \Rightarrow \omega t - \frac{\pi}{3} = 1 \Rightarrow t = \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Подставляя в (3) получаем:

$$v_0^2 = \frac{2gL \left(1 - \cos \frac{\theta_0}{2}\right)}{1 - \cos^2 \left(\sqrt{\frac{g}{L}} \cdot \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{L}{g}}\right)} =$$

$$= \frac{2gL \left(1 - \cos \frac{\theta_0}{2}\right)}{3} =$$

$$v_0 = 2 \sqrt{\frac{2gL \left(1 - \cos \frac{\theta_0}{2}\right)}{3}}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = 2 \sqrt{\frac{2gL \left(1 - \cos \frac{\theta_0}{2}\right)}{3}}$$

