ШИФР К-А-1 (11)
(заполняется представителем Оргкомитета)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике Дата проведения 6 марта 2022г
(наименование общеобразовательного предмета)

ФИО участника *(полностью)* Войтов Сергей Витальевич

Олимпиада школьников
**БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-
БУДУЩЕЕ НАУКИ**

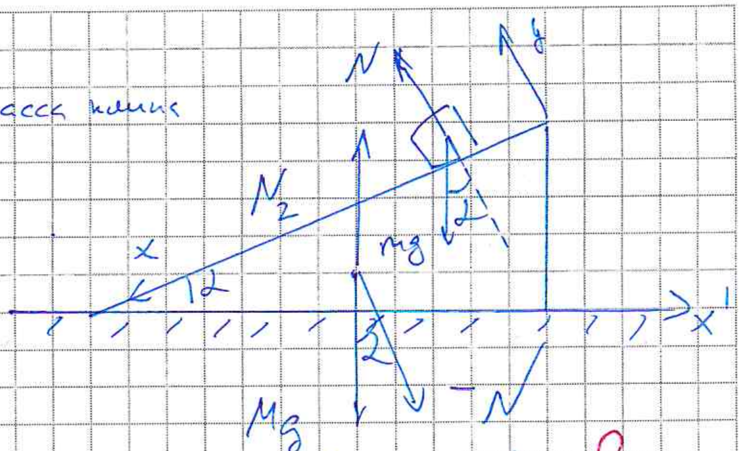
ШИФР К-А-1 (11) **Чистовик**

(заполняется сотрудником секретариата)

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

Задача 2

] m – масса бруска, M – масса клина



по 2-му закону Ньютона для бруска:

$\vec{mg} + \vec{N} = \vec{a_б} m$

ox: $mg \sin\alpha = a_б m$ | oy: $N - mg\cos\alpha = 0$?

$a_б = g\sin\alpha$ – ускорение бруска относительно клина | $N = mg\cos\alpha$

по 2 ЗН для клина:

$\vec{N_2} + \vec{Mg} + \vec{N_1} = \vec{a_к} M$, $\vec{N_1} = -\vec{N}$ (по 3 ЗН)

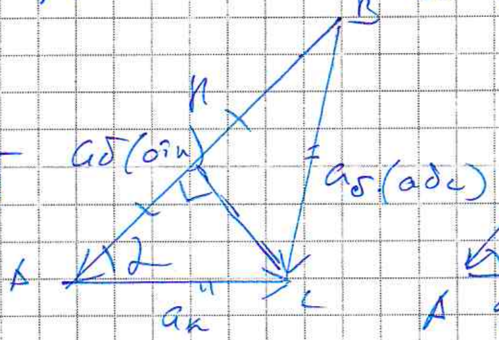
ox': ~~$N\cos\alpha = Ma_к$~~

$\begin{cases} N\sin\alpha = Ma_к \\ N = mg\cos\alpha \end{cases} \Leftrightarrow Ma_к = mg\sin\alpha\cos\alpha$

1	2	3	4	Σ
25	10	10	25	70

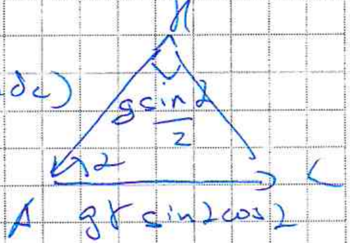
$a_к = \dfrac{m}{M} g\sin\alpha\cos\alpha$ – ускорение клина отн-но Земли

$\vec{a}_{б\,абс} = \vec{a}_{б\,отн} + \vec{a_к}$



т.к. $a_к = a_б(абс) \Rightarrow \triangle ABC$ – р/б

] CH – высота $\Rightarrow AH = HB = a_б(отн)\cdot\frac{1}{2}$



$\triangle AHC$: $\cos\alpha = \dfrac{a_б(отн)}{2a_к}$; $2a_к\cos\alpha = a_б(отн)$

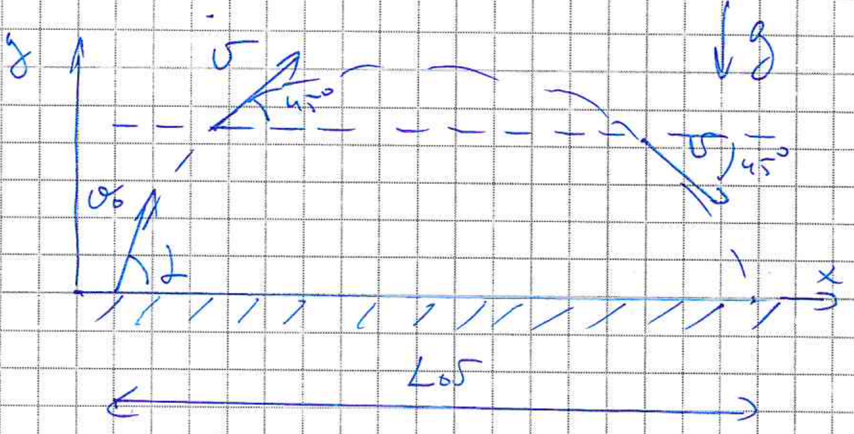
$\dfrac{m}{M} = \gamma$: $2\gamma \cancel{g}\cancel{\sin\alpha}\cos\alpha\cdot\cos\alpha = \cancel{g}\,\cancel{\sin\alpha}$

$\gamma = \dfrac{1}{2\cos^2\alpha}$

$\gamma = \dfrac{1}{2\cdot\frac{3}{4}} = \dfrac{2}{3} = \dfrac{m}{M}$

$\boxed{\text{Ответ: } \dfrac{m}{M} = \dfrac{2}{3}}$

Задача 1



$v_{0x} = v_0 \cos\alpha$ $\quad v_x = v_0 \cos\alpha$

$v_{0y} = v_0 \sin\alpha$ $\quad v_y = v_0 \sin\alpha - gt$

$S_y = h = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$

$S_x = L = v_0 \cos\alpha\, t$

$v_y = 0$ (наивысшая точка) : $v_0 \sin\alpha = gt$

$t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g} = t_{под}$

$t_{об} = 2 t_{под} = \frac{2 v_0 \sin\alpha}{g}$

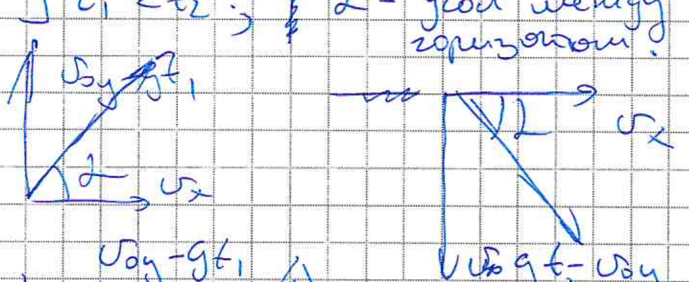
$L_{об} = \frac{2 v_0 \sin\alpha \cos\alpha}{g}$ $\quad (= L(t_{об}))$

по соображениям симметрии вектор скорости тела будет составлять равные углы с горизонтом на равных высотах

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

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

$\exists\, t_1 < t_2$; α - угол между вектором скорости и горизонтом.



$\operatorname{tg}\alpha = \frac{gt_2 - v_{0y}}{v_x}$ (2)

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{v_{0y} - gt_1}{v_x}$ (1)

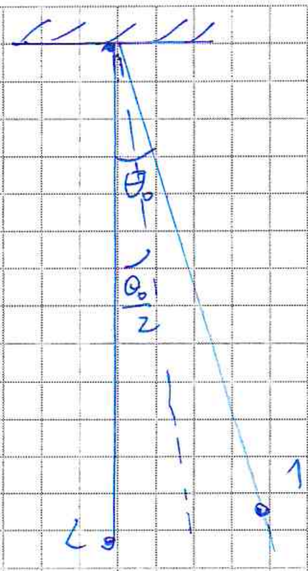
$(1) + (2) = \frac{v_{0y} - gt_1 + gt_2 - v_{0y}}{v_x} = \frac{g(t_2 - t_1)}{v_x} = 2\operatorname{tg}\alpha = 2\operatorname{tg}45^\circ = 2$

$\boxed{v_x = \frac{g}{2}(t_2 - t_1)}$

$L_{об} = v_x \cdot t_{об} = \frac{g}{2}(t_2 - t_1) \cdot (t_1 + t_2) = \frac{g}{2}(t_2^2 - t_1^2)$

Ответ: $g(t_2^2 - t_1^2)\frac{1}{2}$

Задача 4



$\alpha_1 = \theta_0 \cos(\omega t) = \frac{\theta_0}{2}$

$\cos \omega t = \frac{1}{2}$

$\omega t = \frac{\pi}{3}$

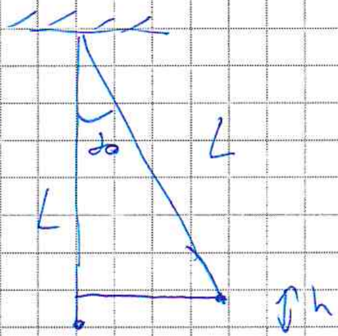
$t = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1}{\omega}$

$T_1 = T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, $\omega_1 = \omega_2 = \sqrt{\frac{g}{L}}$

$\alpha_2 = \alpha_0 \sin \omega t = \frac{\theta_0}{2}$ (α_0 – максимальный угол отклонения 2-го маятника)

$\begin{cases} \sin \omega t = \frac{\theta_0}{2\alpha_0} \\ t = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{1}{\omega} \end{cases}$ $\sin\frac{\pi}{3} = \frac{\theta_0}{2\alpha_0} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\alpha_0 = \frac{\theta_0}{\sqrt{3}}$



по ЗСЭ для 2-го маятника:

$E_{п\,max} = E_{к\,max}$

$2gh = v^2$

$h = L - L\cos\alpha_0$

$2(gL - gL\cos\alpha_0) = v^2$

$\begin{cases} v = \sqrt{2gL(1-\cos\alpha_0)} \\ \alpha_0 = \frac{\theta_0}{\sqrt{3}} \end{cases}$

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

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

Задача 3

по ЗСЭ при перемещении частицы из А в В:

$\Delta W_k = A_{эл_1}$

$\frac{f_1}{f_2} = \frac{S_1}{S_2}$; $f_2 = \frac{S_2}{S_1} f_1$

$\Delta W_k = \frac{m v_B^2}{2}$ (Δx - перемещение частицы)

$A_{эл_1} = \sum f_{эл} \Delta \cancel{x} = \left(\sum E q \Delta \cancel{x} = q \sum E \Delta \cancel{x}\right)$

$A_{эл_1} = f_1 \sum \left(\frac{S_2}{S_1} - 1\right) \Delta x = f_1 \sum \frac{\Delta S}{S} \Delta x = f_{об} \cdot r$

Поскольку частица движется по оси симметрии полусферы, то проекции действия каждого из слоёв полусферы на ось, перпендикулярную её оси симметрии будут взаимоуничтожаться

ЗСЭ от В до С

$\Delta W_{k_2} = A_{эл_2}$

$\begin{cases} A_{эл_2} = f_{об} \cdot r \\ A_{эл} = f_{об} \cdot r \end{cases}$

$\frac{m(v_2^2 - v_B^2)}{2} = A_{эл_2}$

$A_{эл_2} = A_{эл_1}$

$\frac{A_{эл_2}}{A_{эл_1}} = \frac{v_2^2 - v_B^2}{v_B^2} = 1$

$v_2^2 = 2 v_B^2$

$v_2 = v_B \sqrt{2}$

Ответ: $v_B \sqrt{2}$