ШИФР а36

(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 Абрамычев Григорий Владиславович

Олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

Чистовик

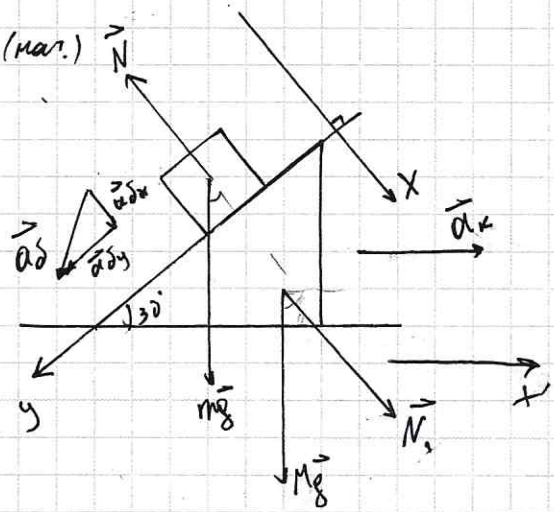
ШИФР а36
(заполняется сотрудником секретариата)

Задание 1	Задание 2	Задание 3	Задание 4	Сумма баллов
15	25	0	15	55

Заполняется проверяющим!

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

№ 2. (нач.)



Пусть m - масса бруска, а M - масса клина.

По усл.: $a_к = a_б = a$, где

$a_к$ - уск. клина

$a_б$ - уск. бруска

введу Oy вдоль наклонной грани клина и $Ox \perp$ ей.

По 2 з. Н: для бруска:

(1). Ox: $mg\cos 30° - N = m a_{бx}$, где $a_{бx}$ - проекция

(2). Oy: $mg\sin 30° = m a_{бy}$, где $a_б$ на Ox

$a_{бy}$ - проекция $a_б$ на Oy

$a = \sqrt{a_{бx}^2 + a_{бy}^2}$

Кинематическая связь на Ox: проекции ускорений клина и бруска на Ox равны, т.к. брусок с клином не проходят через друг друга и не разделяются.

След. $a_к \cdot \cos(90° - 30°) = a_{бx}$ (4).

Введу Ox', направленную горизонтально.

клин:

(3). Ox': $M a_к = N_1 \cdot \cos(90° - 30°)$, $N = N_1$ - реакции опоры

Тогда (2). $a_{бy} = g \cdot \sin 30° = g \cdot \frac{1}{2}$

(4). $a_{бx} = a \cdot \cos 60° = a \cdot \frac{1}{2}$

№ 2 (прод.)

$$a = \sqrt{a_{\delta x}^2 + a_{\delta y}^2}$$

$$a = \sqrt{\frac{g^2}{4} + \frac{a^2}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{g^2 + a^2}$$

$$2a = \sqrt{g^2 + a^2}$$

$$4a^2 = g^2 + a^2$$

$$3a^2 = g^2$$

$$a = \frac{g}{\sqrt{3}}$$

След. (3). $M \cdot \frac{g}{\sqrt{3}} = N \cdot \cos 60$

$$M = \frac{N \cdot \sqrt{3}}{g \cdot 2}$$

Из (1): $mg \cos 30 - N = m a_{\delta x}$

$$m\left(g\frac{\sqrt{3}}{2} - a_{\delta x}\right) = N$$

$$m = \frac{N}{\left(g\frac{\sqrt{3}}{2} - a \cdot \frac{1}{2}\right)}$$

$$m = \frac{N}{\left(g\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{g}{\sqrt{3} \cdot 2}\right)} = \frac{N}{g} \cdot \left(\frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{3 \cdot 2}}\right) = \frac{N}{g} \cdot \left(\frac{1}{\frac{3\sqrt{3} - \sqrt{3}}{6}}\right) =$$

$$= \frac{N}{g} \cdot \frac{3}{2\sqrt{3}}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{N \cdot 3 \cdot g \cdot 2}{g \cdot 2\sqrt{3} \cdot N \cdot \sqrt{3}} = 1$$

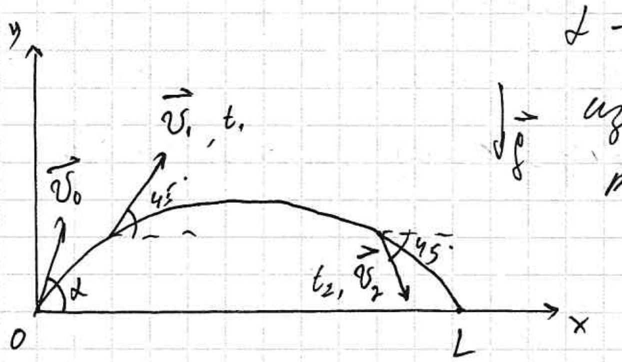
Ответ: 1

№ 1 (мат.)

Дано:	
t_1, t_2, g $45°$, L - ?	(см. далее ↓)

№ 1. (прод.)

Пусть $\vec{v}_0$ - начальная скорость



α - угол, под которым изначально бросают тело. $\alpha \geq 45°$, $\alpha < 90$

~~$t_{общ} = t_1 + t_2$ ($t_{общ}$ - полн. время полёта)~~

~~т.к. траектория - парабола.~~

На ox: $v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t_{общ} = L$

$L = v_1 \cdot \cos 45° \cdot t_{общ}$

$L = v_2 \cdot \cos 45° \cdot t_{общ}$, т.к. скорость по оси $x = const$.

Т.к. в моменты t_1 и t_2 углы равны, то равны и скорости: $v_1 = v_2 = v$

$L = v \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t_{общ}$

$t_{общ} = t_1 + t_2$, т.к.: ~~Пусть~~ траектория параболическая и моменты t_1 и t_2 симметричны относительно наивысшей точки траектории.

~~$L = x_1 + x_2 + x_3$~~

~~$x_1 = v_1 t_1 \frac{\sqrt{2}}{2}$~~

~~$x_2 = v_2 t_2 \frac{\sqrt{2}}{2}$~~

~~$x_3 = L - x_2$~~

~~$x_3 = L - v t_2 \frac{\sqrt{2}}{2}$~~

След. $L = v \frac{\sqrt{2}}{2}(t_1 + t_2)$ (*)

$L = v_0 \cos\alpha \, (t_1 + t_2)$

$v_0 \cos\alpha = v \frac{\sqrt{2}}{2}$

$y(t_1) = y(t_2)$ см. (*)

$v \cdot \sin\alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v \sin\alpha \, t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$

$v \sin\alpha \, (t_1 - t_2) = \frac{g}{2}(t_1^2 - t_2^2)$, т.к. $t_1 \neq t_2$, то:

$v \sin\alpha = \frac{g}{2}(t_1 + t_2)$; $v = \frac{g}{2}(t_1 + t_2)\sin\alpha$

№ 2 (прод.)

$$a = \sqrt{a_{бx}^2 + a_{бy}^2}$$

$$a = \sqrt{\frac{g^2}{4} + \frac{a^2}{4}} = \frac{1}{2}\sqrt{g^2 + a^2}$$

$$2a = \sqrt{g^2 + a^2}$$

$$4a^2 = g^2 + a^2$$

$$3a^2 = g^2$$

$$a = \frac{g}{\sqrt{3}}$$

След. (3). $M \cdot \frac{g}{\sqrt{3}} = N \cdot \cos 60^\circ$

$$M = \frac{N \cdot \sqrt{3}}{g \cdot 2}$$

Из (1): $mg \cos 30^\circ - N = m a_{бx}$

$$m\left(g\frac{\sqrt{3}}{2} - a_{бx}\right) = N$$

$$m = \frac{N}{\left(g\frac{\sqrt{3}}{2} - a \cdot \frac{1}{2}\right)}$$

$$m = \frac{N}{\left(g\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{g}{\sqrt{3} \cdot 2}\right)} = \frac{N}{g} \cdot \left(\frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{3 \cdot 2}}\right) = \frac{N}{g} \cdot \left(\frac{1}{\left(\frac{3\sqrt{3} - \sqrt{3}}{6}\right)}\right) =$$

$$= \frac{N}{g} \cdot \frac{3}{2\sqrt{3}}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{N \cdot 3 \cdot g \cdot 2}{g \cdot 2\sqrt{3} \cdot N \cdot \sqrt{3}} = 1$$

Ответ: 1

№ 1 (нач.)

Дано: | (см. далее!)

t_1, t_2, g

45°, L - ?

№ 1 (прод.)

Т.к. не дан начальный угол, под которым бросили тело, то дальность полета нельзя определить однозначно.

$$L = v\frac{\sqrt{2}}{2}(t_1+t_2)$$

$$v = \frac{g}{2}(t_1+t_2)\cos\alpha$$

$$L = \frac{g\sqrt{2}}{2\cdot 2}(t_1+t_2)^2\cdot\cos\alpha$$

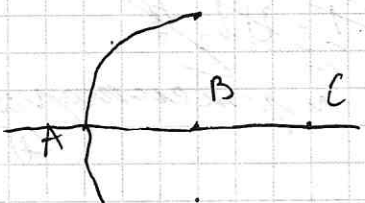
$$L = \frac{g\sqrt{2}(t_1+t_2)^2}{4}\cdot\cos\alpha, \quad \alpha\in[45;90)$$

$L_{min} = 0$, т.к. при 90° будет бросок вверх.

$$L_{max} = \frac{g\sqrt{2}}{4}(t_1+t_2)\cdot\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{g}{4}(t_1+t_2)$$

Ответ: $L\in\left(0;\ \frac{g}{4}(t_1+t_2)\right]$.

№ 3



$AB = BC = R$

Чтобы в точке A частица имела возможность разгоняться, ее заряд должен быть таким же, как у сферы. Тогда в точке B ~~заряд~~ частица будет иметь наибольшую скорость, а после вылета из полусферы будет скорость терять пропорционально расстоянию до центра полусферы. След. в C $v_C = \frac{v_B}{2}$ Ответ: $\frac{v_B}{2}$

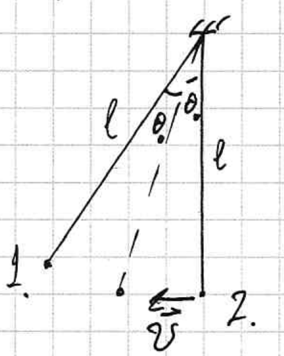
Олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-БУДУЩЕЕ НАУКИ

Чистовик

ШИФР а36
(заполняется сотрудником секретариата)

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

№ 4.



Пусть l - длина маятника

Тогда $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} = \sqrt{\frac{g}{l}}$

Изм. угла для 1:

$\theta(t) = \theta_0 \cos(\sqrt{\frac{g}{l}} t)$ $A = \theta_0$ +5

для 2: $\theta_1'(t) = \theta_1 \sin(\sqrt{\frac{g}{l}} t)$ +5

В момент столкновения $t = t_1 = t_2$ (для 1 и 2 тела) и углы равны: $\theta_0 \cos(\sqrt{\frac{g}{l}} t) = \theta_1 \sin(\sqrt{\frac{g}{l}} t)$

Для 2 искомая скорость равна максимальной: $v_{\text{уг.}} = A\omega = \theta_1 \sqrt{\frac{g}{l}}$

$\theta_1 = \theta_0 \operatorname{ctg}(\sqrt{\frac{g}{l}} t)$

$v_{\text{уг}} = \theta_0 \operatorname{ctg}(\sqrt{\frac{g}{l}} t)\sqrt{\frac{g}{l}}$

$v = \sqrt{a_{\text{ц.с.}} l}$