ШИФР Вор-А-5

(заполняется представителем Оргкомитета)

Письменная работа

Межрегиональная олимпиада школьников
БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ

по физике Дата проведения 06.03.2022

(наименование общеобразовательного предмета)

ФИО участника *(полностью)* Рубанская Полина Александровна

Серия и номер паспорта 2 0 1 8 [illegible]

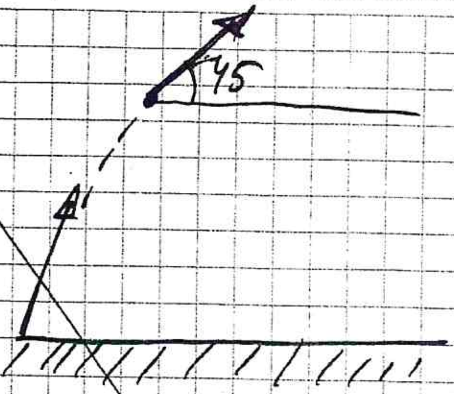
Олимпиада школьников
**БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ-
БУДУЩЕЕ НАУКИ**

Чистовик

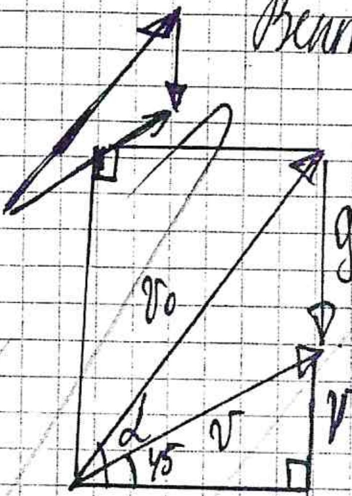
ШИФР Вор-А-5
(заполняется сотрудником секретариата)

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

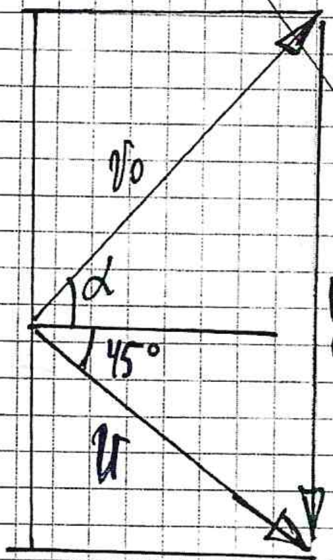
1) $t=0$
$45°$
t_1, t_2
$\alpha = ?$



Векторный треугольник скоростей



$$\begin{cases} v\sin 45° + gt_1 = v_0 \sin\alpha \ (1) \\ v_0\cos\alpha = v\cos 45° \ (2) \end{cases}$$



Из (2) и (4): $\boxed{u = v}$

$v_0 \sin\alpha = v\sin 45 - gt_2$

$v_0 \sin\alpha = gt_2 - v\sin 45°$

$0 = v\sin\alpha + v\sin 45 - gt_1 + gt_2$

$2v\sin 45° - gt_1 + gt_2 = 0$

$2v\sin 45° = gt_1 + gt_2$

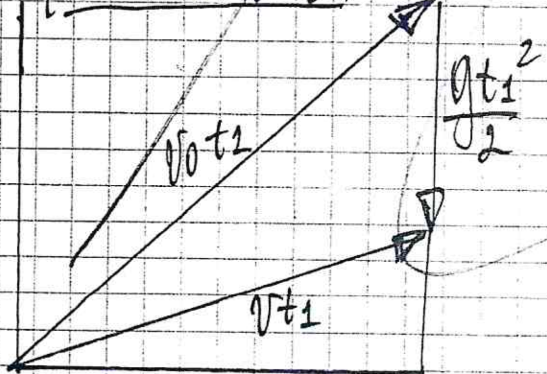
$v\cdot\frac{\sqrt2}{2}\cdot 2 = g(t_1+t_2)$

$v\sqrt2 = g(t_1+t_2)$

$v = \frac{g(t_1+t_2)}{\sqrt2}$

$$\begin{cases} \cancel{gt_2 = v_0\sin\alpha + u\sin 45° \ (3)} \\ \cancel{v_0\cos\alpha = v\cos 45°} \\ v_0\cos\alpha = u\cos 45° \ (4) \end{cases}$$

$\boxed{\alpha = v_0\cos\alpha\, t}$



Правильное решение стр 2.

1	2	3	4	Σ
25	10	5	10	50

1

15°
t_1 t_2
g

$$v_0 = \frac{2gt_1+gt_2}{2\sin 2\alpha} = \frac{2gt_1+gt_2\; g\, 2v_0}{2(2gt_1+gt_2)}$$

$$v_0\sin\alpha - gt_1 = v\sin 45$$

$$v_0\cdot\frac{2gt_1+gt_2}{2v_0} = gt_1 + v\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$l = v_0\cos\alpha\, t$$

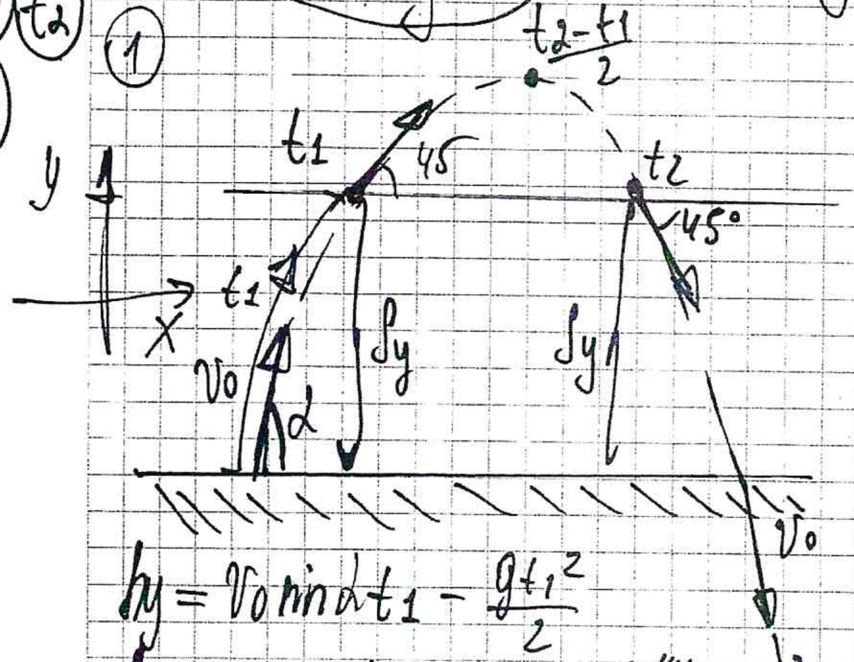
t – время подъема

$$v_0\sin\alpha = gt$$

$$\boxed{t = \frac{v_0\sin\alpha}{g}}$$

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

(1)



t_1 и t_2 – корни квадратного уравнения, задающие высоту на которой находится тело в данный момент времени

~~$S_y = v_{0y}t +$~~

$$S = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$$

$$h_y = v_0\sin\alpha\, t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$h_y = v_0\sin\alpha\, (t_2) - \frac{g(t_2)^2}{2}$$

$$v_0\sin\alpha\, t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = v_0\sin\alpha\, t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$h = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2}$$

$$-\frac{gt^2}{2} + v_{0y}t - h = 0 \quad \Big|\cdot\frac{2}{g}$$; t_1 и t_2 – корни вот этого ур-ния

$$-t^2 + \frac{2v_{0y}t}{g} - \frac{2h}{g} = 0$$

Вор-А-5

$$t^2 - \frac{2v_{0y}t}{g} + \frac{2h}{g} = 0 \qquad v_{0y} = v_0\sin\alpha$$

$$t^2 - \frac{2v_0\sin\alpha\, t}{g} + \frac{2h}{g} = 0$$

$$\begin{cases} t_1 + t_2 = \dfrac{2v_0\sin\alpha}{g} \\ t_1 t_2 = \dfrac{2h}{g} \end{cases}$$

$$v_0\sin\alpha - gt_1 = v\sin 45$$

$$v\sin 45 = g\left(\frac{t_2 - t_1}{2}\right)$$

При подъеме ~~от~~ ~~скор~~ скорость от v под до 0, если считать из т. где v ~~под~~ $45°$ α

$$v\frac{\sqrt{2}}{2} = g\frac{t_2 - t_1}{2}$$

$$v = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}}$$

$l = 2v_0\cos\alpha\, t$, где t – время подъема до наивысшей точки.

$$v_0\cos\alpha = v\cos 45° = \frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2}}$$

$$v_0\cos\alpha = \frac{g(t_2 - t_1)}{2}$$

Движение РУД, а есть только по OY

$$\frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 = t$$

$$t = t_1 - \frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2} = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

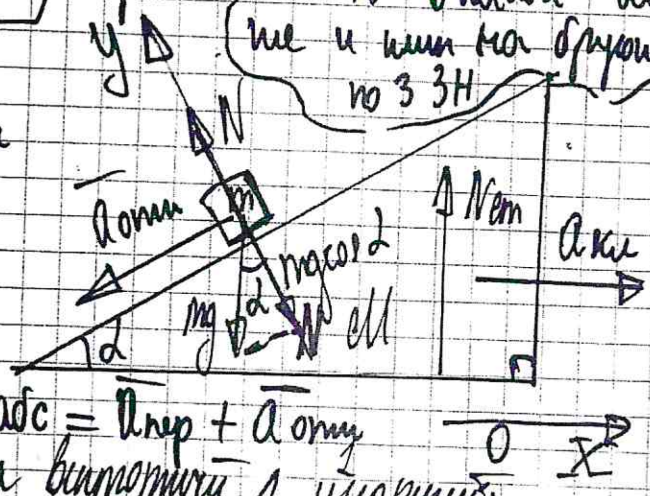
$$l = \frac{2g(t_2 - t_1)}{2}\cdot\frac{(t_1 + t_2)}{2} = \frac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2}$$

Ответ: $l = \dfrac{g(t_2^2 - t_1^2)}{2}$

② Ускорения будут у клина и бруска равны.

$\boxed{\alpha = 30°}$

N – с такой силой брусок на клин, с такой же и клин на брусок. по 3 ЗН



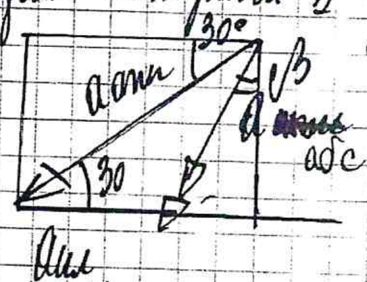
1) Под действием сил тяжести брусок будет скатываться по клину, приводя клин в движение.

2) Так как движение происходит без отрыва, то из кинематических связей следует, что проекции ускорений на клин должны быть равны.

Закон сложения ускорений

ЗСУ: $\overline{a}_{абс} = \overline{a}_{пер} + \overline{a}_{отн}$

для бруска векторный Δ ускорений

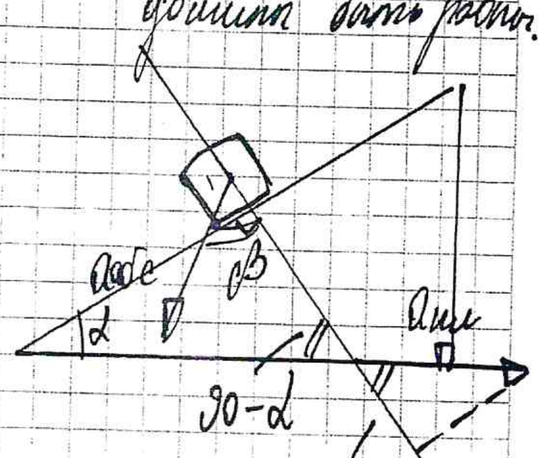


2 Закон Ньютона для клина:

OX: $mg\cos\alpha \sin\alpha = Ma_{кл}$

$mg \sin 2\alpha = 2Ma_{кл}$

$a_{кл} = \frac{mg \sin 2\alpha}{2M}$ $\alpha = 30°$



$a_{отн} \cos 30° = a_{кл} + a_{абс} \sin\beta$

~~$m a_{отн} = mg\cos 30°$ для „m"~~

~~$a_{отн} = g \cos 30°$~~

~~$g\cos^2 30° = 2a_{абс}\cos\beta + a_{абс}\sin\beta$~~

~~$g\cos^2 30° = a_{абс}(2\cos\beta + \sin\beta)$~~

~~Из условия $a_{абс}$ должно быть равно $a_{кл}$.~~

$a_{кл}\cos(90-\alpha) = a_{кл}\sin\alpha$

$a_{кл} \cdot 0{,}5$

$a_{абс}\cos\beta = a_{кл}\cos(90-\alpha)$ 0,5

$2a_{абс}\cos\beta = a_{кл}$

~~$\cos\beta = \frac{1}{2}$~~ $\cos\beta = 0{,}5$

~~$\beta = 60°$~~ $\beta = 60°$

$\cos\beta$ ~~$\sin\beta$~~ $m a_{абс} = mg\cos 30°$ для „m"

$a_{абс} = \frac{g\cos 30}{\cos 60} = g\sqrt{3}$ $\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2$

$a_{щ} = a_{abc} = g\sqrt{3}$

$\cancel{\frac{mg \sin 60}{2M} = g}$

$\cancel{m \sin 60 = 2M}$

$\cancel{\frac{M}{m} = \frac{\sin 60}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2\cdot 2} = \frac{\sqrt{3}}{4}}$

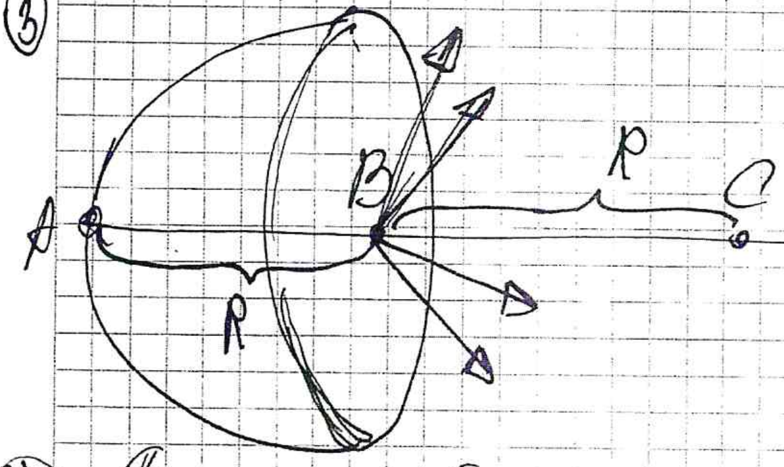
Ответ: $\cancel{\frac{M}{m} = \frac{\sqrt{3}}{4}}$ $\boxed{m = 4M}$

$\frac{mg \sin 60°}{2M} = g\sqrt{3}$

$\frac{m}{M} = \frac{2\sqrt{3}\cdot 2}{\sqrt{3}} = 4$

$\boxed{m = 4M}$

(3)



1) Равномерно заряженная сфера будет действовать на частицу $\vec{E}$, вертикальные составляющие которых убьются в силу симметрии и равномерности распределения заряда. Частица не будет разгоняться за счёт горизонтальных составляющих векторов напряжённостей.

(v_B) По закону об изменении кинетической энергии при движении
(R) частицы из точки A в точку B:

- $\varphi_A q = \varphi_B q + \frac{mv_B^2}{2}$

$(\varphi_A - \varphi_B) q = \frac{mv_B^2}{2}$

$\varphi_A - \varphi_B = ER = U$ (по другому)

$\varphi_B - \varphi_C = ER$

$\varphi_A - \varphi_C = 2ER$

$2ERq = mv_B^2$

$\boxed{E = \frac{mv_B^2}{2Rq}}$

- $\varphi_A q = \varphi_C q + \frac{mv_C^2}{2}$

$q(\varphi_A - \varphi_C) = \frac{mv_C^2}{2}$

$2ERq = \frac{mv_C^2}{2}$

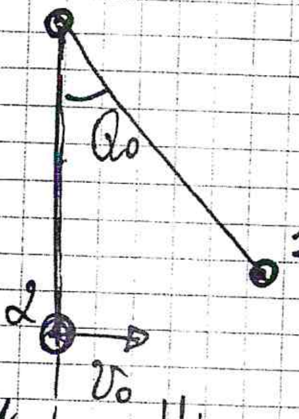
$4ERq = mv_C^2$

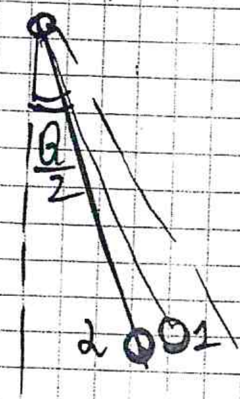
$v_C^2 = \frac{4ERq}{m} = \frac{4\cancel{Rq}\cdot \cancel{m} v_B^2}{\cancel{m}\cdot 2\cancel{Rq}} = 2v_B^2$

Ответ: $\boxed{v_C = \sqrt{2}\, v_B}$

(5)

(4) (2)





Если маятники столкнулись, значит, что были равны длины их нитей. $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

ЗСЭ для того, что столкнулись в произвольный момент времени.

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgh \quad (*)$$

$$\cancel{v^2 + 2gh = v_0^2 \quad v = \sqrt{2gh}}$$

Продифференцируем (*) по t

$$\frac{2mv\dot{v}}{2} + \left(gx\frac{\alpha}{2}\right)' = 0$$

$v_0 = v_{max}$, т.е. $(v_0)' = 0$. Т.к. это экстремум.

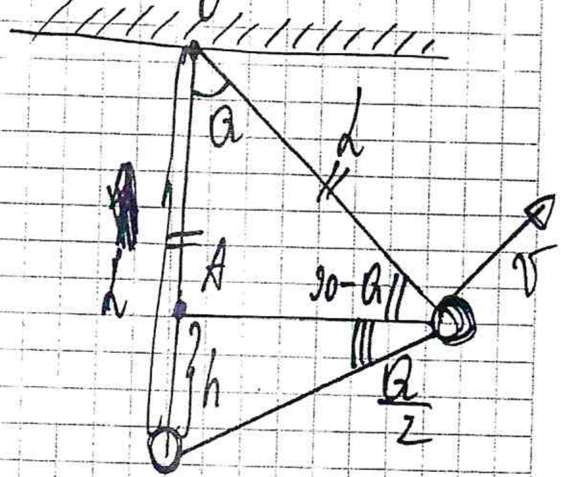
$$va + gv\frac{\alpha}{2} = 0$$

$$a + \frac{g\alpha}{2} = 0 \quad \text{где} \quad \alpha = \frac{x}{l}$$

$$\ddot{x} + \frac{g}{2l} \cdot x = 0$$

$$\omega_2^2 = \frac{g}{2l}; \quad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{2l}{g}}$$

В силу того, что лишь малые колебания маятника можно считать гармоническими, Перемещение маятника $S = x = \alpha l$



$$OA = l\cos\alpha$$

$$h = l - l\cos\alpha = l(1-\cos\alpha)$$

$$\frac{180-\alpha}{2} = 90 - \frac{\alpha}{2}$$

$$90 - \frac{\alpha}{2} - 90 + \alpha = \frac{\alpha}{2}$$

$$tg\frac{\alpha}{2} = \frac{h}{x} = \frac{\alpha}{2}$$

$$h = x\frac{\alpha}{2}$$

Вар-А-5

$$x = \cancel{x_0}^{0} + x_{max}\sin(\omega t)$$

$$v = x\omega\cos(\omega t)$$

$$v_{max} = x_{max}\omega = v_0$$

$$x_{max} = \frac{v_0}{\omega}$$

$$\cancel{v = x_{max}\cdot\frac{v_0}{\omega}\sin\left(\frac{g t}{2ml}\right)}$$

$$x = \alpha_0 l\sin(\omega_1 t)$$

$$\cancel{\frac{v_0}{\omega}\sin\left(\frac{gt}{2ml}\right) = \alpha_0 l \sin}$$

$$\boxed{\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{2ml}}}$$

$$\boxed{\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{l}}}$$

$$x = \frac{v_0}{\omega_2}\sin\left(\sqrt{\frac{g}{2ml}}\,t\right) = \alpha_0 l\sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}}\cdot t\right)$$

$$\frac{v_0}{\omega_2}\sin\left(\sqrt{\frac{g}{2l}}\,t\right) = \alpha_0 l\sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}}\,t\right)$$

$$\cancel{\frac{v_0\cdot 2l}{g}\sin\left(\sqrt{\frac{g}{2l}}\,t\right) = \alpha_0 l\sin\sqrt{\frac{g}{l}}t}$$

$$\cancel{\sin\left(\sqrt{\frac{g}{2l}}t\right) \approx \sqrt{\frac{g}{2l}}t}$$

$$\cancel{\sin\left(\sqrt{\frac{g}{l}}t\right) \approx \sqrt{\frac{g}{l}}t}$$

~~в силу малых колебаний~~

$$\cancel{2v_0\sqrt{\frac{g}{2l}}t = g^2\alpha_0\sqrt{\frac{g}{l}}t}$$

$$\cancel{\sqrt{2}\,v_0\sqrt{\frac{g}{l}}t = g\alpha_0\sqrt{\frac{g}{l}}t}$$

~~Ответ: $v_0 = \frac{g\alpha_0}{\sqrt{2}}$~~

$$v_0\cdot\sqrt{\frac{2l}{g}}\cdot\sqrt{\frac{g}{2l}}\,\cancel{t} = \alpha_0 l\cdot\sqrt{\frac{g}{l}}\cdot t$$

$\frac{м}{c^2}$

Ответ: $v_0 = \alpha_0\sqrt{gl}$

Проверка по размерности:

$$\sqrt{\frac{м}{c^2}\cdot м} = \frac{м}{c}$$