

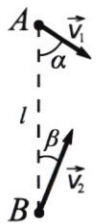
Олимпиада «Физтех» по физике, фс

Класс 09

Вариант 09-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без влож

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ км друг от друга (см. рис.) Скорость корабля $V_1 = 8$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$, угол $\beta = 30^\circ$. Скорость V_2 торпеды такова, что торпеда попадет в цель.



1) Найдите скорость V_2 торпеды.

2) На каком расстоянии S будут находиться корабль и торпеда через $T = 25$ с?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол α , $\sin \alpha = 0,6$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом β к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 1,8$ км от точки старта.

1) Под каким углом β к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите максимальную дальность L стрельбы из такого миномета на горизонтальной поверхности. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. Величина ускорения бруска $a = 2$ м/с². Пластилинный шарик, движущийся по вертикали, падает на брусок и прилипает к нему, а брусок останавливается. Продолжительность полета шарика до соударения $T = 0,2$ с. Начальная скорость шарика нулевая.

1) Найдите скорость V_1 шарика перед соударением.

2) Найдите скорость V_2 бруска перед соударением.

Движение шарика до соударения – свободное падение. Массы бруска и шарика одинаковы.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластилина заканчиваются одновременно. В этих процессах действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

4. Два одинаковых шарика движутся по взаимно перпендикулярным прямым и слипаются в результате абсолютно неупругого удара. После слипания скорость шариков $V = 25$ м/с. Скорость одного из шариков перед слипанием $V_1 = 30$ м/с.

1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

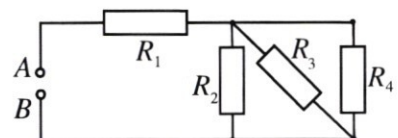
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 ,

R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:
 $l = 800 \text{ м}$
 $v_1 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\alpha = 60^\circ$

$\beta = 30^\circ$

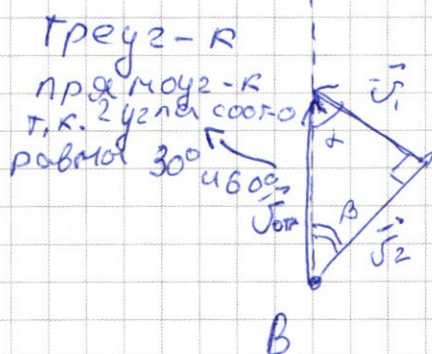
$v_2 = ?$

$S = ?$

$T = 25 \text{ с}$

Реш-е:

в с.о. корабля



т.к. торпеда попадает
в цель, то $v_{\text{отн}}$ направ-а
вдоль прямой АВ

$$\Rightarrow v_2 = \frac{v_1}{\tan \beta} = \sqrt{3} \cdot 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 13,85 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = v_{\text{отн}} \cdot t - v_{\text{отн}} T =$$

$$= \cancel{v_{\text{отн}} T} - \frac{v_1 T}{\sin \beta} = 800 \text{ м}$$

Ответ: $v_2 \approx 13,85 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $S = 400 \text{ м}$

№2

Дано:

$\sin \alpha = 0,6$

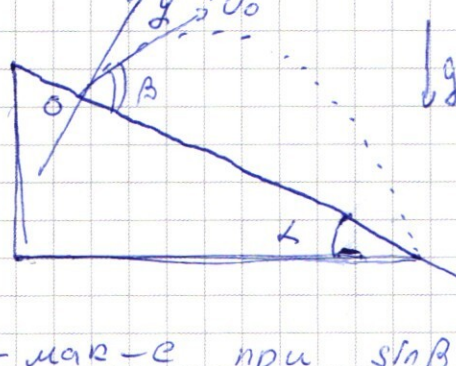
$S = 1,8 \cdot 10^3 \text{ м}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\beta = ?$

$L = ?$

Реш-е:



ог: $0 = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$

$$\Rightarrow 2v_0 \sin \beta = g \cos \alpha t$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

макс-е при $\sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ \Rightarrow t = \frac{2v_0}{g \cos \alpha}$

ох: $\frac{v_0^2 \cos^2 \beta}{2} + \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = S$

$$\frac{g \sin \alpha}{2} \frac{4v_0^2}{g^2 \cos^2 \alpha} = S \Rightarrow v_0^2 = \frac{S g \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}$$

$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha = 0,64$

(Продол-е на след. стр.)

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \quad \text{— макс при } \sin 2\alpha = 1 \quad (\alpha = 45^\circ)$$

$$= \frac{5 \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha} = 1800 \text{ м} \cdot \frac{0,64}{2 \cdot 0,6} = \boxed{960 \text{ м}}$$

Ответ: $L = 960 \text{ м}; \beta = 90^\circ$

N3

Дано:

$$a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

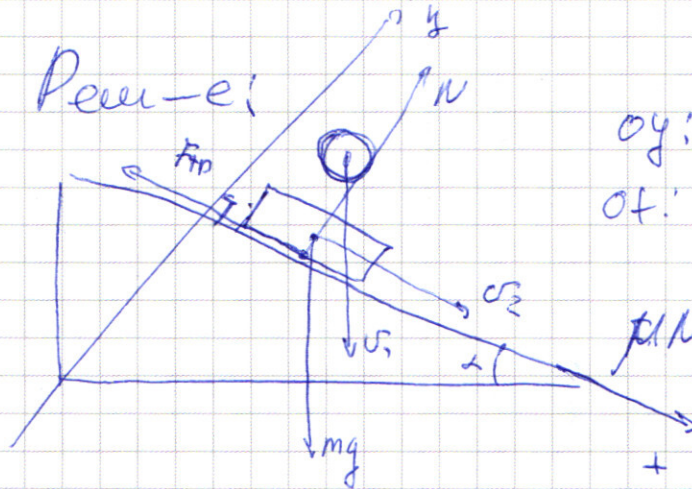
$$T = 0,2 \text{ с}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$

Реш-е:



$$\text{по } y: N = mg \cos \alpha$$

$$\text{от: } -ma = -mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$\mu N - mg \sin \alpha = ma$$

$$v_2 = gT = \boxed{2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

$$\mu = \frac{a + g \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

$$\Delta p_y = N \Delta t$$

$$\Delta p_y = p_{y1} - p_{y2}$$

$$\Delta p_x = F_{\text{тр}} \Delta t$$

$$\Delta p_x = p_{x1} - p_{x2}$$

$$p_{x1} = m v_1 \sin \alpha + m v_2 \quad p_{x2} = 0$$

$$p_{y1} = m v_1 \cos \alpha \quad p_{y2} = 0$$

$$\Rightarrow \mu m v_1 \cos \alpha = m v_1 \sin \alpha + m v_2$$

$$v_1 \sin \alpha + v_1 \frac{a}{g} = v_1 \sin \alpha + v_2 \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{a}{g} = \boxed{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

Ответ: $v_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}; v_2 = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

N4

Дано:

$$v = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

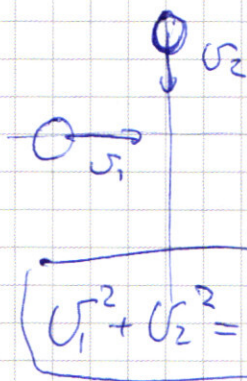
$$v_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = ?$$

$$c = ?$$

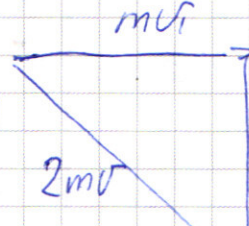
$$\Delta t = 1,35 \text{ с}$$

Реш-е:



По Заc. cоxр. импyльca

$$m \vec{v}_1 + m \vec{v}_2 = 2m \vec{v}$$



$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} =$$

$$= \sqrt{4 \cdot 625 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 900 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} =$$

$$= \boxed{40 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

Продол. на след. стр.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 Продол-е

По Зак. сохр-я эмер-ии

$$E_1 = E_2, \text{ где } E_1 = E_{m1} + Q = E_{k1} + E_{n1} + Q \quad \begin{matrix} \text{мех-я эмер-я} \\ \text{внут-я эмер-я} \\ \text{хим-я эмер-я} \\ \text{потенц эмер-я} \end{matrix}$$

$$E_2 = E_{m2} + Q = E_{k2} + E_n + Q + \Delta Q$$

$$\Rightarrow E_{k1} = E_{k2} + \Delta Q$$

$$\frac{mU_1^2}{2} + \frac{mU_2^2}{2} = \frac{2mU^2}{2} + 2mc\Delta t$$

$$\frac{40^2 - 20^2}{2} \pm 2c\Delta t \Rightarrow c = \frac{U^2}{2\Delta t} = \frac{625 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 1,35^\circ\text{C}} \approx$$

$$\approx 231,48 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

Ответ: $U_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $c \approx 231,48$
 $c \approx 231,48 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$

№5

Дано:

$$R_1 = 2\Omega$$

$$R_2 = R_3 = 4\Omega$$

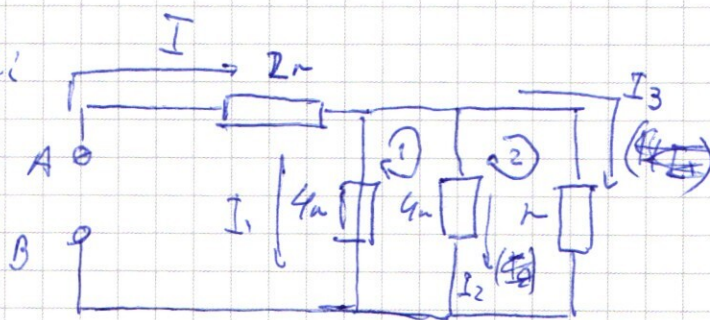
$$R_4 = r$$

$$U = 8\text{В}$$

$$R_{AB} = ?$$

$$P = ? \text{ (при } r = 60\Omega)$$

Реш-е:



$$\textcircled{1} 4\Omega I_1 = 4\Omega I_2 \Rightarrow I_1 = I_2$$

$$\Rightarrow I_1 = I_2$$

$$\textcircled{2} 4\Omega I_2 = I_3 r \Rightarrow I_3 = 4I_1$$

$$\Rightarrow I_3 = 4I_1$$

$$I = I_1 + I_1 + 4I_1 = 6I_1 = \frac{U}{R_{AB}} \Rightarrow I_1 = \frac{U}{6R_{AB}}$$

$$R_{AB} = 2\Omega + \frac{2\Omega \cdot r}{2\Omega + r} = \frac{8}{3}\Omega$$

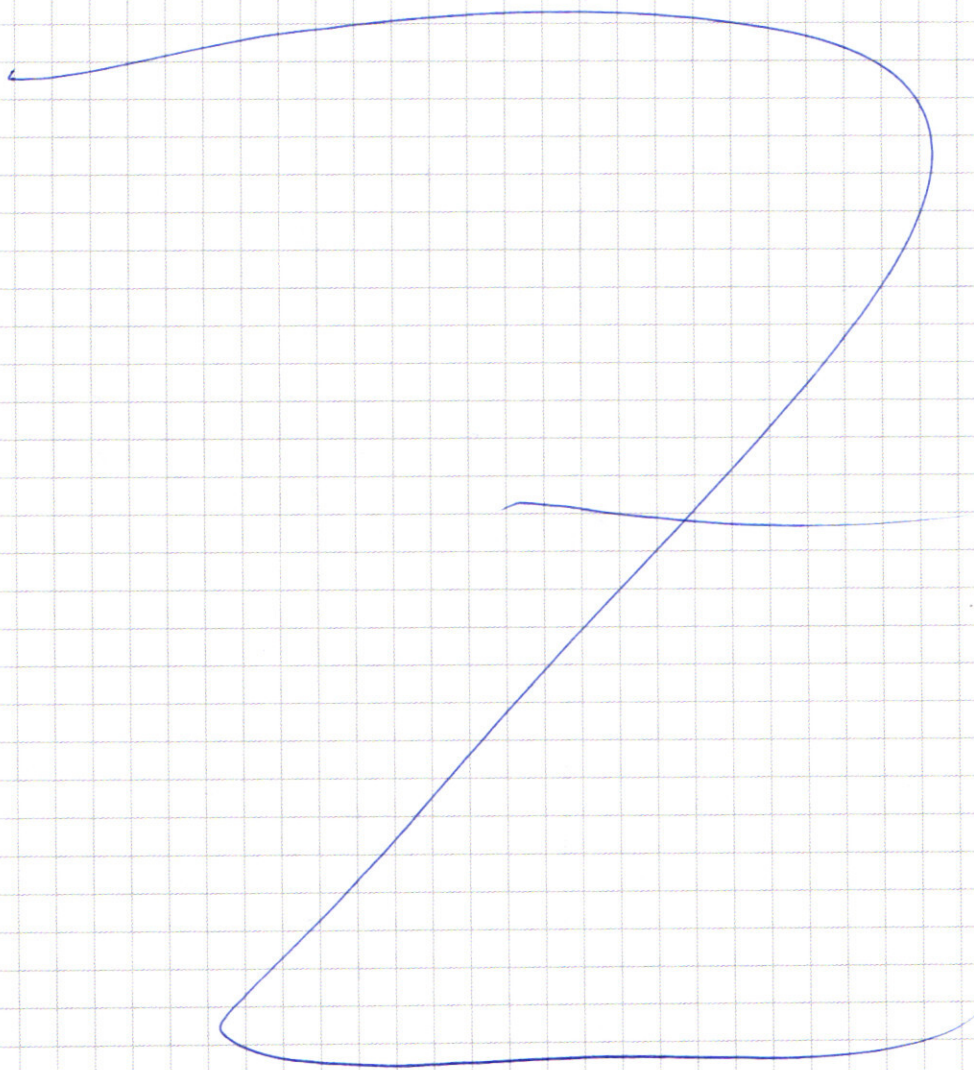
Продол-е
 ма след-е
 стр.

$$P = P_2 + P_3 + P_4 = 4I_1^2 r + R_B I_1^2 4r + 16I_1^2 r =$$

$$= 24 I_1^2 r = \left(\frac{U}{R_{AB6}} \right)^2 \cdot 24r = \frac{24U^2 \cdot 9}{64r \cdot 36} \cdot r = \frac{24 \cdot 64B^2 \cdot 9}{64 \cdot 60r \cdot 36} =$$

$$= 1 \text{ Вт}$$

Ответ: $R_{AB} = \frac{8}{3} r$; $P = 1 \text{ Вт}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

44

$$\begin{array}{r} \times 625 \\ 4 \\ \hline 2500 \\ 900 \\ \hline 1600 \end{array}$$

$$v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} = \sqrt{625 \cdot 4 - 900} = 40 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$v_1^2 + v_2^2 = 2v^2$

~~$E = E_m + \Delta Q$~~ $E_0 =$

$E_1 = E_{m1} + Q_0$ $E_1 - E_2 = 0 = E_{m1} - E_2 - \Delta Q$

$E_2 = E_{m2} + Q_0 + \Delta Q$ $E_{k1} - E_{k2} = \Delta Q$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} - \frac{2mv^2}{2} = 2Cm\Delta t$$

$$\frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{2} = 2C\Delta t \Rightarrow C = \frac{2v^2}{4\Delta t} = \frac{v^2}{2\Delta t}$$

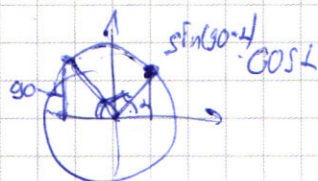
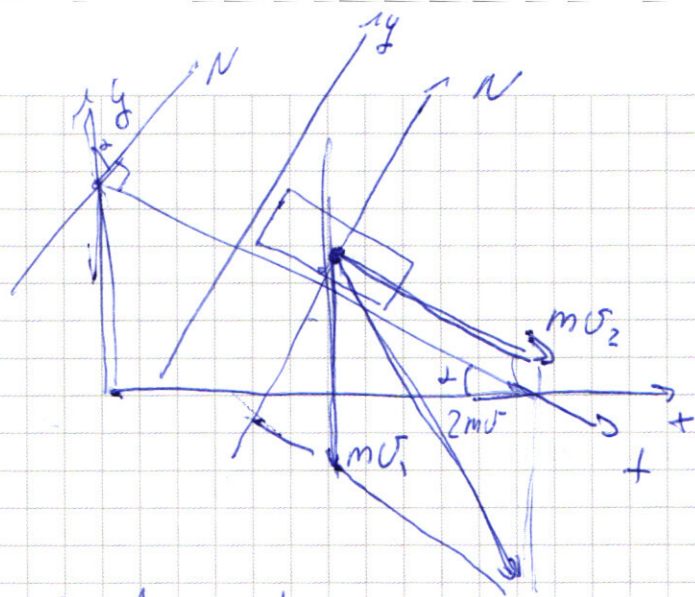
$$\begin{array}{r} 10 \\ 6250 \mid 27 \\ 54 \quad 12314 \\ \hline 85 \\ -81 \\ \hline 40 \\ -27 \\ \hline 130 \end{array}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha > mg \sin \alpha$$

$$\mu > \tan \alpha$$

$a_{\text{от}} = v$

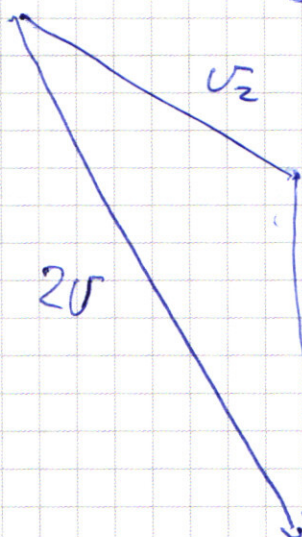


$$\sin(120) = \sin(60)$$

$$(-\cos(4))$$

$$\Delta p_y = \cos(120)$$

$$\Delta p_y =$$



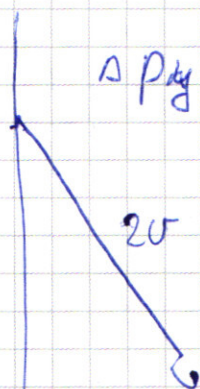
$$p_{y1} = m u_1 \cos 4$$

$$p_{y2} = 0$$

$$p_{y1} = 0$$

$$4u^2 = u_1^2 + u_2^2 - 2 \cos(90+4) u_1 u_2$$

$$4u^2 = u_1^2 + u_2^2 - 2 \sin 4 u_1 u_2$$



$$\Delta p_{xy} = m u \cos 4$$

$$m u \cos 4 = N \sin 4$$

$$2u \cdot m u \sin 4 + m u_2 \cos 4 = F_{\text{fr}} \sin 4$$

$$\frac{u \cos 4}{u \sin 4 + u_2} = \frac{N}{F_{\text{fr}}}$$

$$u \sin 4 N + u_2 N = F_{\text{fr}} u \cos 4$$

$$u \sin 4 N + u_2 N = \mu N u \cos 4$$

$$160 + 56$$

$$\frac{u_1}{u_2}$$

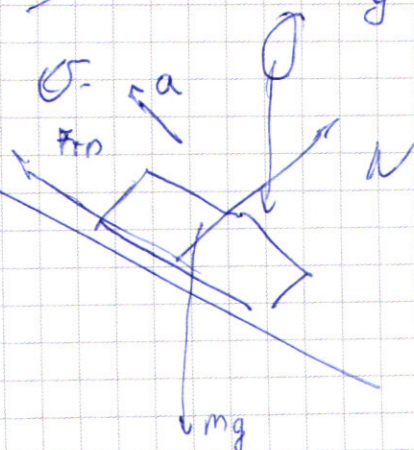
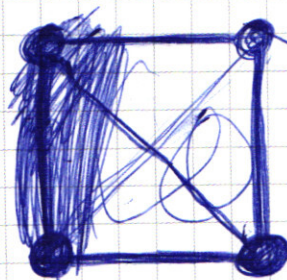
$$u \sin 4 + u_2 = \mu u \cos 4$$

$$a = \mu g \cos 4 - g \sin 4$$

$$\mu = \frac{a + g \sin 4}{g \cos 4}$$

$$u \sin 4 + u_2 = \frac{u_1 (a + g \sin 4)}{g}$$

$$u \sin 4 + u_2 = u_1 \frac{a}{g} + u \sin 4$$



$$\begin{array}{r} 16 \\ 6250 \mid 27 \\ - 54 \\ \hline 85 \\ - 81 \\ \hline 40 \\ - 27 \cdot 10 \\ \hline 130 \\ - 108 \\ \hline 220 \\ - 216 \\ \hline 40 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 В С.О. А $\frac{\sqrt{3}}{2}$

$\tan 30^\circ = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{1,73}{8}$
 $\Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{\tan 30^\circ}$
 $\tan 30^\circ = \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

$V_2 = \frac{3V_1}{\sqrt{3}}$

$S = L - 2V_1 \cdot T$

$\frac{1}{2} \times \frac{25}{16} = \frac{150}{400}$

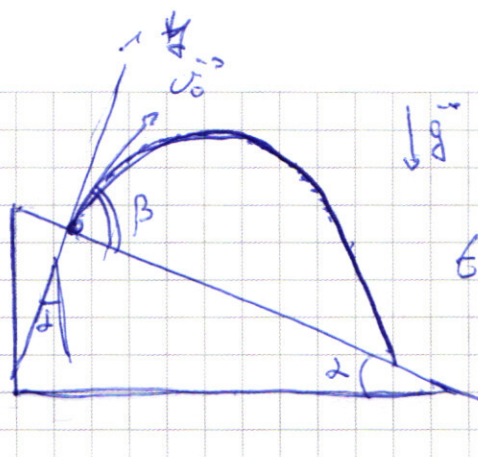
$\cos(90-60)^\circ = \sin 60^\circ$

№2

$\frac{g t^4}{4} = S^2 + V_0^2 t^2 - 2 \cos \beta V_0 t S$
 $V_0^2 t^2 = S^2 + \frac{g t^4}{4} - 2 \sin \alpha \frac{S g t^2}{2}$
 $\frac{g t^4}{4} = S^2 + S^2 + \frac{g t^4}{4} - \sin \alpha g t^2 S - 2 \cos \beta S \sqrt{S^2 + \frac{g t^4}{4}} - \sin \alpha g t^2 S$
 $4 \cos^2 \beta S^2 (S^2 + \frac{g t^4}{4} - \sin \alpha g t^2 S) = 2 S^2 - \sin \alpha g t^2 S$

$1,73 \times 13,84 = 23,94$

$1,73 \times 13,84 = 23,94$



$$\alpha = 0,36$$

$$\text{ог: } \begin{aligned} \sin \alpha &= 0,6 \\ \cos \alpha &= \sqrt{0,64} = 0,8 \end{aligned}$$

$$0 = v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$\text{ог: } \boxed{2 v_0 \sin \beta = g \cos \alpha t}$$

$$t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$t_{gl} = \frac{0,6}{0,8} = 0,75$$

Ох:

$$v_0 \cos \beta t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = S$$

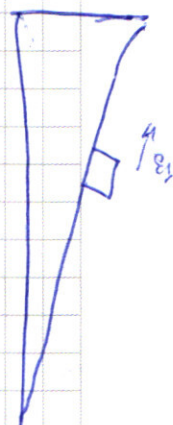
$$\frac{2 v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} + \frac{2 g \sin \alpha t^2}{2} = S$$

$$t^2 = \frac{4 v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= 0,75$$

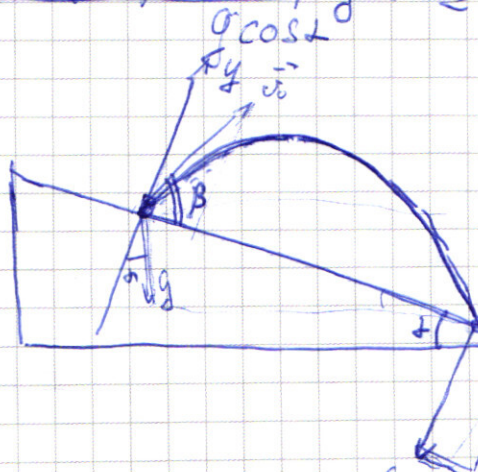
$$\frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g \cos \alpha} + \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{g \cos^2 \alpha} \sin \alpha = S$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= 0,6 \\ \cos \alpha &= 0,8 \\ t_{gl} &= 0,75 \end{aligned}$$



$$\frac{v_0^2 (\sin 2\beta + \sin^2 \beta t_{gl})}{g \cos \alpha} = S$$

$$\frac{v_0^2 (2 \sin \beta \cos \beta + \sin^2 \beta t_{gl})}{\cos \alpha} = S$$



$$\text{ог: } 0 = v_0 \sin \beta t + \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$2 v_0 \sin \beta = g \cos \alpha t$$

$$t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$(v_0 \cos \beta + g \sin \alpha t)^2 + (v_0 \sin \beta)^2 = (v_0 \sin \beta)^2 + (v_0 \cos \beta)^2 + 2 g S \sin \alpha$$

$$\cancel{v_0^2 \cos^2 \beta} + 2 v_0 g \cos \beta \sin \alpha t + g^2 t^2 \sin^2 \alpha = \cancel{v_0^2 \cos^2 \beta} + 2 g S \sin \alpha$$

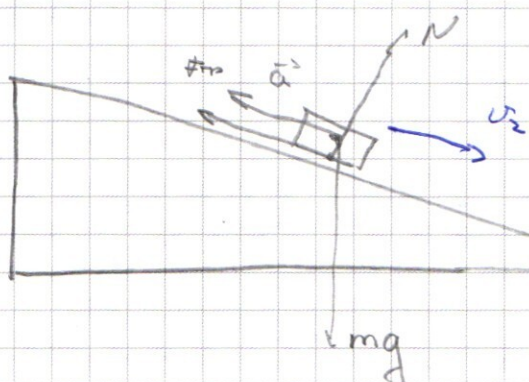
$$\begin{array}{r} 4 \cdot 625 \\ - 2500 \\ \hline 2500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2500 \\ - 2500 \\ \hline 0 \end{array}$$

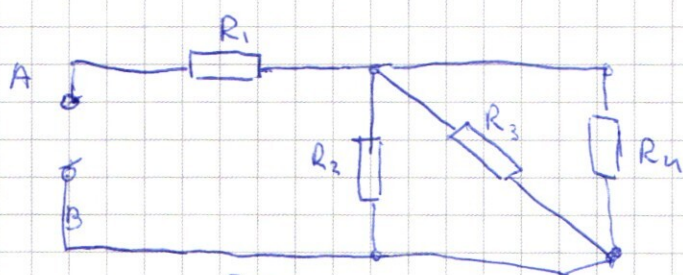
$$\begin{array}{r} 1,35 \\ \times 2 \\ \hline 2,70 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

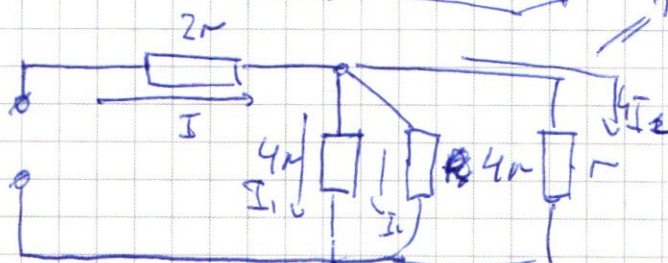
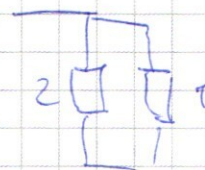
$$\frac{0,64}{0,12}$$



$$\begin{array}{r} 40 \overline{) 1059} \\ \underline{- 400} \\ 315 \\ \underline{- 850} \\ 849 \\ \underline{- 1000} \\ 945 \end{array} \quad \begin{array}{l} 9 \\ 0,3809 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 550 \cdot 4 \\ \hline 64 \cdot 24 \cdot 9 \\ \hline 64 \cdot 8 \cdot 36 \\ \hline 1 \cdot 24 \cdot 9 \end{array}$$



$$\Rightarrow R_{AB} = 3,5r$$

$$m \cos \alpha = \mu m g \sin \alpha$$

$$I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{84}{3,5 \cdot 6} = \frac{8}{3,5 \cdot 6} = \frac{4}{3,5 \cdot 3} = \frac{4}{10,5} = \frac{8}{3,5 \cdot 6} \text{ A}$$

$$2I_1 + I_2 = I$$

$$6I_1 = I$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{I}{6}$$

$$I = \frac{42}{10,5 \cdot 6} = \frac{2}{31,5} \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{8}{3,5 \cdot 6 \cdot 6} \text{ A}$$

$$4I_2 r = 4I r$$

$$P_1 = \frac{8^2 \cdot 2 \cdot 6}{3,5 \cdot 6^2 \cdot 6} = \frac{64 \cdot 4}{12,25 \cdot 36 \cdot 6}$$

$$P_2 = \frac{64 \cdot 16}{3,5 \cdot 12,25 \cdot 36 \cdot 6}$$

$$24 \cdot 9$$

$$\frac{6}{4} \quad \frac{4}{6} \quad \frac{2 \cdot 1}{2 \cdot 1} \quad \frac{2}{3}$$

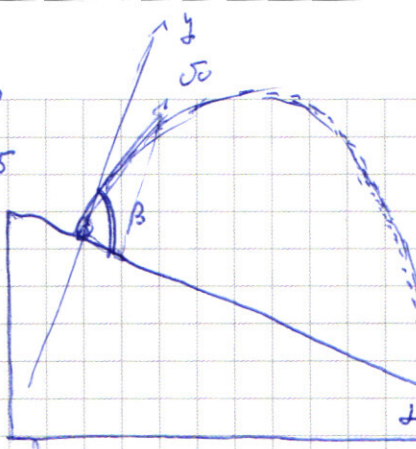
$$\sin \alpha = 0,6$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$\tan \alpha = 0,75$$

$$\frac{16}{\times 600}$$

$$\frac{9600}{9600}$$



$$\frac{96}{12} \quad \frac{16}{6} \quad \frac{964}{64} \quad \frac{64}{12}$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$$

$$L = V_0 \cos \beta t + \frac{g t^2}{2} \sin \alpha$$

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

$$L = \frac{g}{2} \sin \alpha \frac{4V_0^2}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$V_0^2 = \frac{g \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha} = 9600 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$V_0 = \sqrt{9600} \approx 98 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 96 \\ 48 \\ 24 \\ 12 \\ 6 \\ 3 \\ 1 \end{array} \begin{array}{l} (2) \\ (2) \\ 2 \\ (2) \\ (2) \\ 3 \\ 1 \end{array}$$

$$\frac{18 \cdot 64}{2 \cdot 6} = 96$$

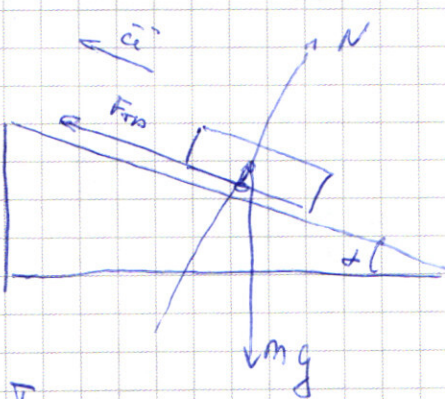
$$\frac{1800 \cdot 10 \cdot 0,64}{2 \cdot 0,6} = 9600$$

$$4\sqrt{6}$$

$$\frac{18 \cdot 64}{2 \cdot 6} = 96$$

$$\frac{V_0 \cos \alpha}{g} = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2V_0^2 \sin \alpha}{g} = \frac{g \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}$$

$$N/3$$



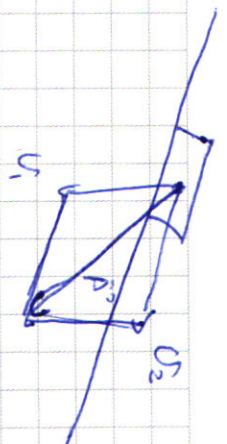
$$mg \cos \alpha = N$$

$$-ma = mg \sin \alpha - F_{fr}$$

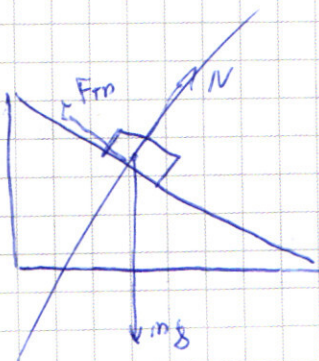
$$-ma = mg \sin \alpha - \mu N$$

$$-ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a = \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha$$



$$U = gT$$

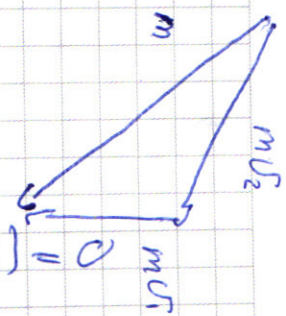


$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{fr} = mg \sin \alpha$$

$$mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$$

$$m(g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha) = 0$$



$$\begin{array}{r} 64 \\ 15 \\ 320 \\ 64 \\ 960 \end{array}$$