

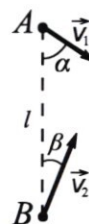
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

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. Пластиновый 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 пластины 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 $\Delta t = 1,35$ °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

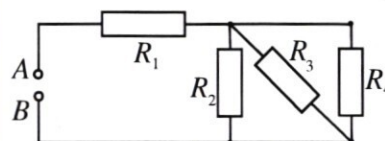
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. 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:

$$l = 0,8 \text{ км}$$

$$v_1 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

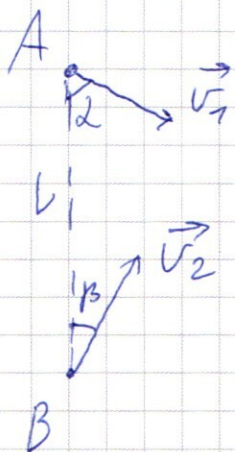
$$\angle \alpha = 60^\circ$$

$$\angle \beta = 30^\circ$$

$$T = 25 \text{ с}$$

$$v_2 = ?$$

$$S = ?$$



Перейдём в СО корабля А

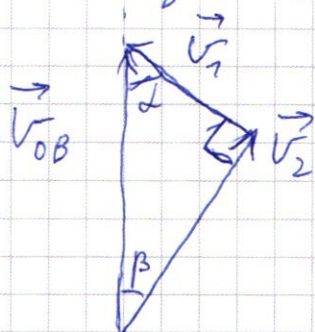
$$\vec{v}_A = \vec{v}_0 + \vec{u}$$

абсолютная
скорость

переносная скорость
относ.
скорость

$$\vec{v}_0 = \vec{v}_A - \vec{u}$$

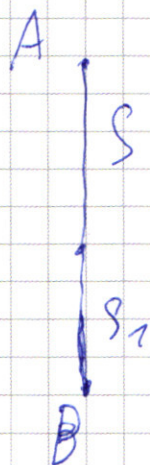
$$\vec{v}_{0B} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$



$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow v_2 = v_1 \tan \alpha = \\ &= v_1 \tan 60 = v_1 \sqrt{3} = 8 \cdot \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 13,6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

За $T = 25 \text{ с}$ в системе отсчёта корабля торпедер пройдёт S ; корабль не пойдёт

$$S_1 = v_{0B} T = \sqrt{3} v_1 T = \sqrt{3} \cdot \frac{8\sqrt{3}}{c} 256 = 200\sqrt{3} \mu \approx 340 \mu$$



$$S = AB - S_1 = 800 \mu - 200\sqrt{3} \mu = 460 \mu$$

$$= 800 - 200\sqrt{3} = 200(4 - \sqrt{3}) \mu$$

$$8\sqrt{3} \frac{\mu}{c} \approx 13.6 \frac{\mu}{c}$$

$$200(4 - \sqrt{3}) \mu \approx 460 \mu$$

Ответ: $v_2 = 13.6 \frac{\mu}{c}$; $S = 460 \mu$

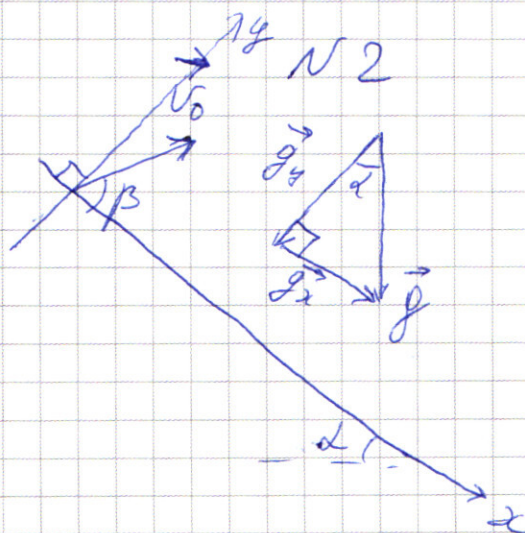
Дано:

$$\sin \alpha = 0.6$$

$$S = 7.8 \text{ км}$$

$$\beta = ?$$

$$L = ?$$



$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

$$Oy: y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$y(t_{\text{max}}) = 0 \Rightarrow v_0 \sin \alpha t_{\text{max}} - \frac{g \cos \alpha t_{\text{max}}^2}{2} = 0$$

$$t_{\text{max}} (v_0 \sin \alpha - \frac{g \cos \alpha t_{\text{max}}}{2}) = 0$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{g \cos \alpha t_{\text{max}}}{2}$$

$$t_{\text{max}} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} \quad (1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

v_2 (проекции)

$t_{\max}$ зависит только от $\sin \beta$; $\sin \beta$ максимален, когда $\angle \beta = 90^\circ$; $\sin 90^\circ = 1$.

$\Downarrow$

$$t_{\max} = \frac{2v_0}{g \cos \alpha}$$

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

$$x(t_{\max}) = S \Rightarrow$$

$$\frac{v_0 \cos \beta \cdot 2v_0}{g \cos \alpha} + \frac{g \sin \alpha \cdot \frac{4v_0^2}{4g^2 \cos^2 \alpha}}{2} = S$$

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

П.к. $\angle \beta = 90^\circ$, то $\cos \beta = 0$.

$\Downarrow$

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

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

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0.36} = 0.8$$

$$v_0 = \frac{1800 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{c^2}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{1800 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,64}{2 \cdot 0,6}} = 0,4 \sqrt{\frac{18000}{0,6}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0,4 \cdot 100 \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 40 \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Теперь рассмотрим ситуацию, когда $\angle \beta$ - неизвестен и как нужно найти максимальную дальность полёта:

$$U_z (1): t_{\text{max}} = \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$Ox: L = v_0 \cos \beta t_{\text{max}} + \frac{g \sin \alpha t_{\text{max}}^2}{2} =$$

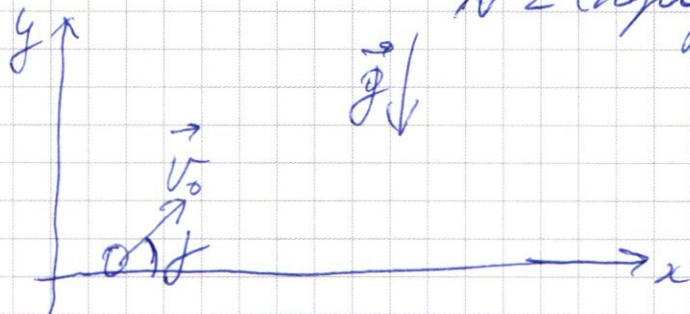
$$= \frac{2v_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g \cos \alpha} + \frac{g \sin \alpha \cdot v_0^2 \sin^2 \beta}{2 g \cos^2 \alpha} =$$

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

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2 (продолжение)



$$Oy: y = v_0 \sin \alpha t - g \frac{t^2}{2}$$

$$y(t_{\max}) = 0$$

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

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

$$Ox: x = v_0 \cos \alpha t$$

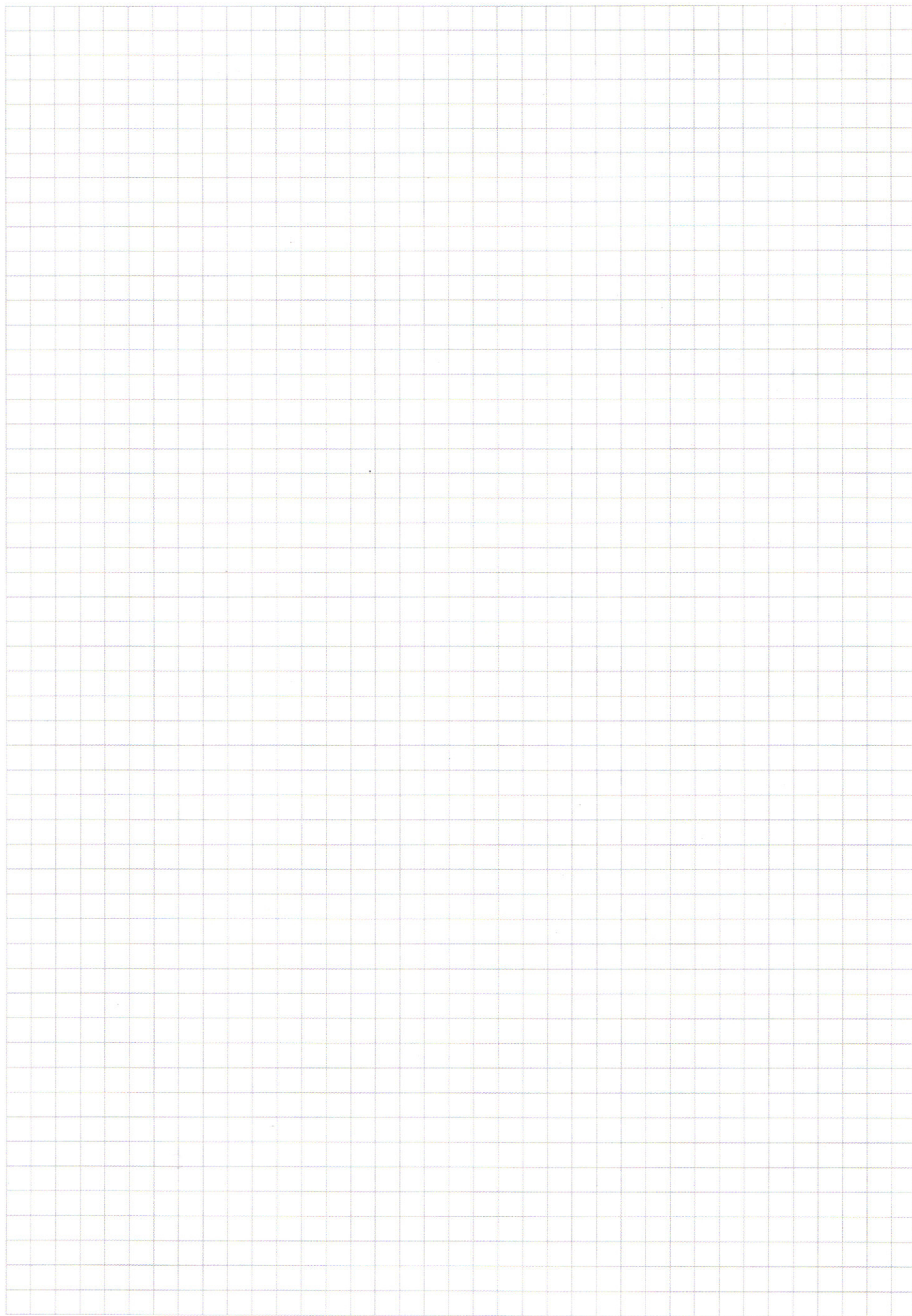
$$L = v_0 \cos \alpha t_{\max} = \frac{v_0 \cos \alpha \cdot 2 v_0 \sin \alpha}{g} =$$

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

$$\sin 2\alpha_{\max} = 1 \Rightarrow$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{1600 \cdot 6}{10} = 960 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } L_{\max} = L = 960 \text{ м; } \alpha = 45^\circ.$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2 (продолжение)

$$L' = \cancel{2U_0^2 \cos \beta} \frac{2U_0^2}{g \cos \alpha} \cdot (\cos \beta \cdot \sin \beta)' + \frac{2U_0^2 \operatorname{tg} \alpha}{g \cos \alpha} (\sin^2 \beta)'$$

$$(\cos \beta \cdot \sin \beta)' = -\sin \beta \cdot \cos \beta + \cos^2 \beta$$

$$(\sin^2 \beta)' = 2 \sin \beta \cdot \cos \beta$$

$\Downarrow$

$$L' = -\frac{2U_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} + \frac{2U_0^2 \cos^2 \beta}{g \cos \alpha} + \frac{2U_0^2 \operatorname{tg} \alpha \cdot 2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha}$$

$$L' = 0 \Rightarrow$$

$$\cos^2 \beta + 2 \operatorname{tg} \alpha \sin \beta \cos \beta = \sin \beta \cos \beta$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,6}{0,8} = \frac{3 \cdot 5}{5 \cdot 4} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$\cos \beta + 3 \sin \beta = \sin \beta$$

$$\cos \beta = -2 \sin \beta$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$\operatorname{tg}^2 \beta + 1 = \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{1}{\cos^2 \beta} \Rightarrow \cos \beta = \frac{2}{\sqrt{5}} ; \sin \beta \operatorname{tg} \beta \cos \beta = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$L = \frac{2v_0^2}{\sqrt{5}g} \left(\frac{2}{\sqrt{5}} + \frac{1}{\sqrt{5}} \frac{3}{4} \right) = \frac{25 \cdot 1600 \cdot 3}{\sqrt{5} \cdot 10} \left(\frac{2}{\sqrt{5}} + \frac{3}{4\sqrt{5}} \right) =$$

$$= \frac{20 \cdot 3 \cdot 11}{2 \sqrt{5} \cdot 10 \cdot 4 \sqrt{5}} = 20 \cdot 3 \cdot 11 = 660 \text{ м.}$$

Answer:

и 3

Дано:

$$a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

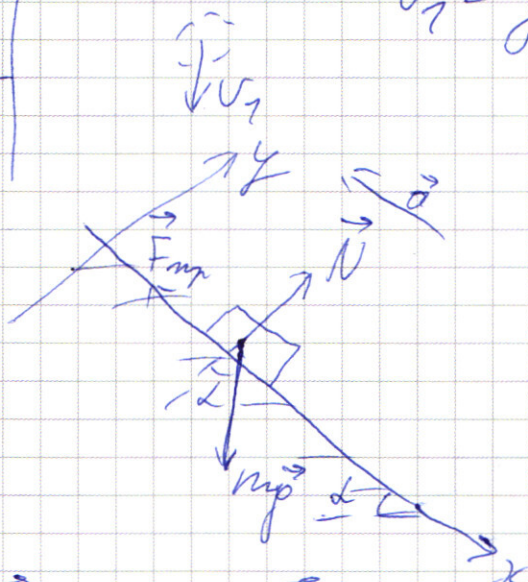
$$T = 0,2 \text{ с}$$

$$V_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$v_T = gT = 10 \cdot 0,2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (3)$$



$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{fr}} = m\vec{a}$$

$$O_y: N = mg \cos \alpha$$

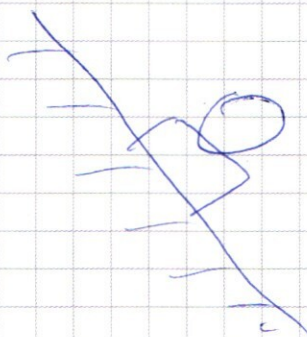
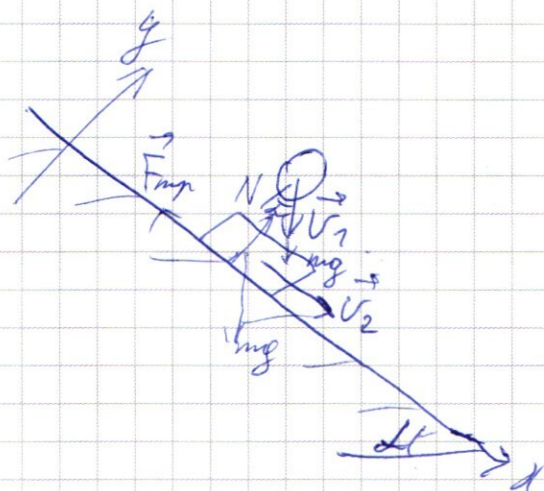
$$F_{\text{fr}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

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

$$g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = a \quad (1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3 (продолжение)



Закон изменения импульса в про-
екции на ось Oy: (момент удара)

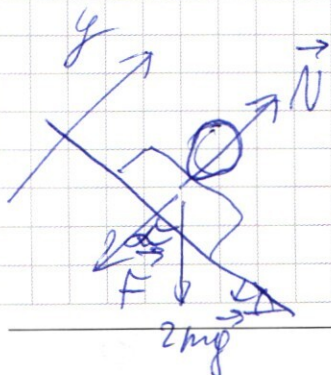
$$mv_1 \cos \alpha = F \cdot t$$

$$F = \frac{mv_1 \cos \alpha}{t} \quad (2)$$



Закон изменения импульса в проекции
на ось Ox:

$$mv_1 \sin \alpha + mv_2 = F_{тр} \cdot t \quad (\text{действующие силы тяжести считали пренебрежимо малыми})$$



$$\vec{N} + \vec{F} + 2m\vec{g} = \vec{0}$$

$$Oy: N = F + 2mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{упр}} = \mu N = \mu F + 2\mu mg \cos \alpha$$

$\Downarrow$

$$m v_1 \sin \alpha + m v_2 = \mu F t + 2\mu m g t \cos \alpha$$

$$\text{Уз (2): } \mu v_1 \sin \alpha + \mu v_2 = \mu \mu v_1 \cos \alpha + 2\mu \mu g t \cos \alpha$$

П.к. произведем деление бруска и реорганизацию плазмиды системы, то $2\mu g t \cos \alpha \rightarrow 0$.

$\Downarrow$

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

$$v_2 = \cancel{v_1} (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$\text{Уз (1): } \mu \cos \alpha - \sin \alpha = \frac{a}{g}$$

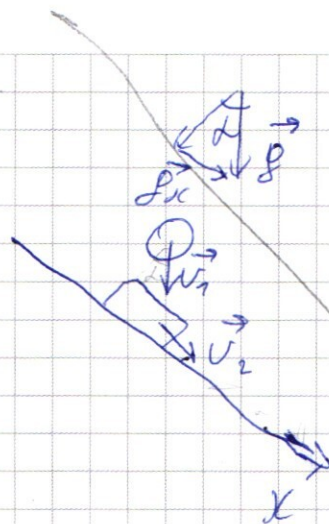
$\Downarrow$

$$v_2 = \frac{v_1 a}{g}$$

$$\text{Уз (3): } v_1 = g T \Rightarrow v_2 = \frac{g T a}{g} = a T = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№3 (продолжение)

Запишем закон изменения импульса между начальным и конечным состоянием шарика и со-
гласуем (в проекции на ось Ox).

~~$$m \Delta v = \sum \vec{F}_{ext} \Delta t$$~~

~~$$0 - m v_0 = \mu mg \sin \alpha T - \mu mg \cos \alpha T$$~~

~~$$v_0 = \mu g \sin \alpha T - \mu g \cos \alpha T = g T (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$~~

~~$$\mu \cos \alpha - \sin \alpha = \frac{v_0}{g T}$$~~

~~$$v_0 = \frac{g T a}{g} = a T$$~~

~~$$v_2 = v_0 -$$~~

Дано:

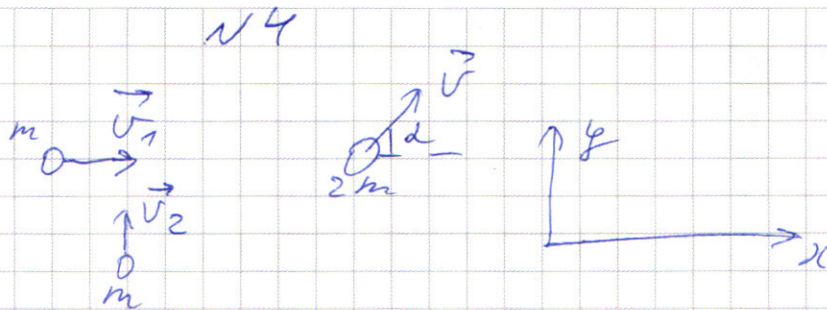
$$V = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Delta t = 1,35^\circ \text{C}$$

$$V_2 = ?$$

$$C = ?$$



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

$$O_y: mV_2 = 2mV \sin \alpha$$

$$O_x: mV_1 = 2mV \cos \alpha$$

↓

$$\cos \alpha = \frac{V_1}{2V} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{4V^2 - V_1^2}}{2V}$$

↑

$$V_2 = \frac{2V \sqrt{4V^2 - V_1^2}}{2V} = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2} =$$

$$V_2^2 = 4V^2 - V_1^2 = 5 \sqrt{4 \cdot 5^2 - 6^2} = 5 \cdot 8 =$$

$$= 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{2mV^2}{2} + Q$$

$$Q = \frac{m}{2} (V_1^2 + V_2^2 - 2V^2) = C 2m \Delta t$$

$$C = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4 \Delta t} = \frac{30^2 + 40^2 - 2 \cdot 25^2}{4 \cdot 1,35} =$$

$$= \frac{5^2 (6^2 + 8^2 - 2 \cdot 5^2)}{4 \cdot 1,35} = \frac{25 \cdot 50}{28 \cdot 1,35} = \frac{625}{2 \cdot 1,35} =$$

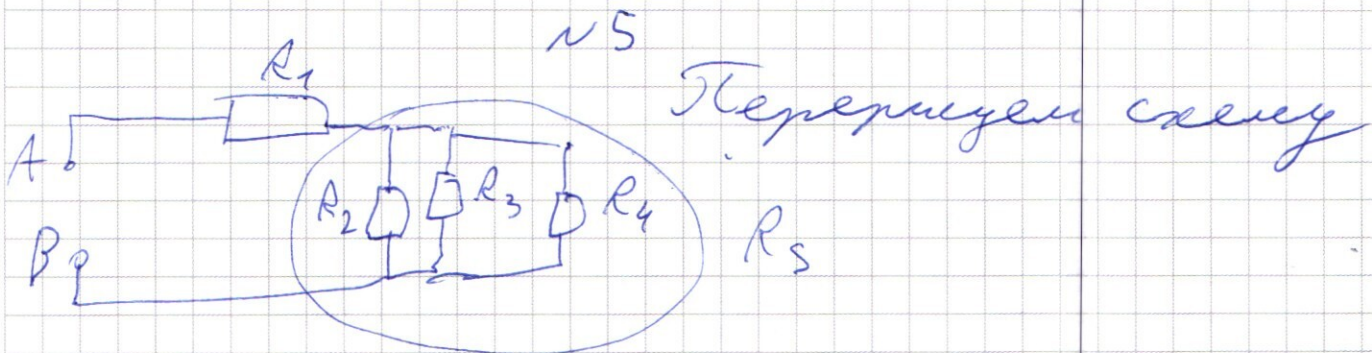
$$= \frac{12500}{2 \cdot 2,7} = 466,6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \quad \text{Ответ: } V_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}; C = 466,6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 (продолжение)

$$C = \frac{625}{2,7} = 231,4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Ответ: $U_2 = 40 \frac{\text{В}}{\text{В}}; C = 231,4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$



$$\frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \text{ (параллельное соедине-}$$

ние)

$$\frac{1}{R_5} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r} = \frac{1}{2r} + \frac{2}{r} = \frac{3}{2r}$$

$$R_5 = \frac{2}{3} r$$

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_5 = 2r + \frac{2}{3} r = 2\frac{2}{3} r \text{ (последователь-}$$

ное соединение)

$$I = \frac{U}{R} \quad I_0 = \frac{U_0}{R_{\text{общ}}} = \frac{U_0 \cdot 3}{8r} = I_1 = I_5 \text{ (попер.}$$

соед.)

$$U_5 = I_5 R_5 = \frac{3 U_0 \cdot 2 r}{4 \cdot 8 \cdot 3} = \frac{1}{4} U_0 = U_2 = U_3 = U_4 \text{ (напрям. сер.)}$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$P_3 = \frac{U_3^2}{4r} = \frac{U_0^2}{4 \cdot 4 \cdot 4r} = \frac{8^2}{4^2 \cdot 6} = \frac{4^2 \cdot 2^2}{4^2 \cdot 6} = \frac{2}{3} B_m = \frac{1}{6} B_m$$

$$P_4 = \frac{U_4^2}{r} = \frac{U_0^2}{4^2 \cdot 6} = \frac{8^2}{4^2 \cdot 6} = \frac{4^2 \cdot 2^2}{4^2 \cdot 6} = \frac{2}{3} B_m$$

$$P_3 + P_4 = \frac{5}{6} B_m$$

~~Ответ: $R_{AB} = R_{обц} = 2 \frac{2}{3} r$; $P_3 + P_4 = \frac{5}{6} B_m$.~~

$$P_5 = \frac{U_5^2}{R_5} = \frac{U_0^2 \cdot 3}{16 \cdot 2r} = \frac{6 \cdot 4 \cdot 3}{16 \cdot 2 \cdot 4} = 7 B_m$$

~~Ответ: $R_{AB} = R_{обц} = 2 \frac{2}{3} r$; $P_5 = P = 7 B_m$.~~

$$P_3 = \frac{U_3^2}{4r} = \frac{U_0^2}{4 \cdot 4 \cdot 4r} = \frac{8^2}{4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 6} = \frac{1}{6} B_m$$

$$P_4 = \frac{U_4^2}{r} = \frac{U_0^2}{4 \cdot 4 \cdot 4} = \frac{8^2}{4^2 \cdot 6} = \frac{2}{3} B_m$$

$$P_2 = \frac{U_2^2}{4r} = P_3 = \frac{1}{6} B_m$$

$$P = P_3 + P_4 + P_2 = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{2}{3} = 1 B_m$$

Ответ: $R_{AB} = R_{обц} = 2 \frac{2}{3} r$; $P = 1 B_m$.

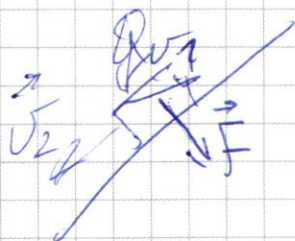
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{array}{r} 6250 \overline{) 23} \\ 54 \\ \hline 85 \\ -87 \\ \hline 40 \\ -23 \\ \hline 130 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \overline{) 23} \\ 20 \\ \hline 3 \\ \times 280 \\ 1165 \\ \hline 240 \\ 288 \\ \hline 3320 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 24 \\ \hline 120 \\ 144 \\ \hline 7560 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 48 \\ \hline 165 \\ 240 \\ \hline 288 \\ 3720 \end{array}$$



$$m v_1 \cos \alpha = F \cdot t$$

$$N = m g \cos \alpha + F = m g \cos \alpha + \frac{m v_1 \cos \alpha}{t}$$

$$F_{\text{mp}} = m g \cos \alpha + \frac{m v_1 \cos \alpha}{t} = 1 \cdot t$$

$$m g \cos \alpha > m g \sin \alpha$$

$$m g \cos \alpha + m v_1 \cos \alpha = m v_1 \sin \alpha + m v_2$$

$$m v_2 + m v_1 \sin \alpha = m g \cos \alpha + m v_1 \cos \alpha = v_1 \sin \alpha + v_2$$

$$m v_1 \cos \alpha = m v_1 \sin \alpha + m v_2 \quad v_1 (\cos \alpha - \sin \alpha) = v_2$$

$$v_2 = v_1 (\cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$v_1 a = v_2$$

$$v_2 =$$

$$m g \cos \alpha + \frac{m v_1 \cos \alpha}{t} = \frac{m v_1 \sin \alpha + m v_2}{t}$$

$$m g \cos \alpha t =$$

$$\frac{U}{R} + \frac{U}{R} + \frac{U}{R}$$

$$\frac{U}{R} + \frac{U}{R} + \frac{U}{R}$$

$$\frac{16}{4 \cdot 6} + \frac{16}{4 \cdot 6} + \frac{16}{4 \cdot 6} = \frac{4}{3} + \frac{8}{3} = \frac{12}{3} = 4 \text{ Вт.}$$

$$\mu V_1 \sin \alpha + \mu V_2 = 2\mu m g \cos \alpha + \mu \mu V_1 \cos \alpha$$

$$V_2 = V_1 (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) -$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\times 200$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 17 \\ \times 200 \\ \hline 3400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 7 \\ \hline 35 \end{array}$$

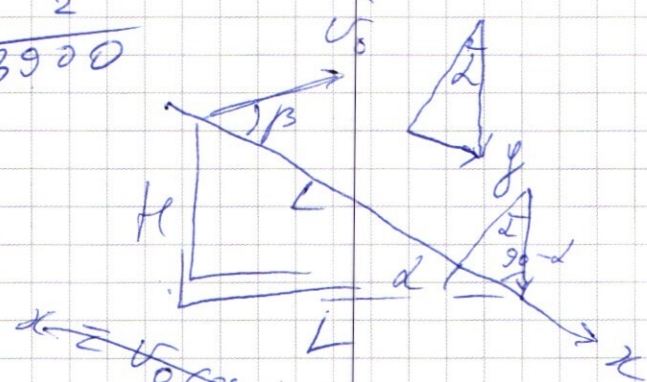
$$\begin{array}{r} 1950 \\ \times 2 \\ \hline 3900 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 273 \\ \hline 81 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 760 \\ \times 6 \\ \hline 900 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 1560 \\ \hline 3120 \end{array}$$

$$\frac{2.2}{70} = 0.4$$



$$y = v_0$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{f \cos \alpha}$$

$$\begin{array}{r} \overset{\curvearrowright}{6250} \mid \overset{\checkmark}{23} \overset{0.5}{\text{r}} \\ - 54 \quad \quad \quad 237,4 \\ \hline 85 \\ - 89 \end{array}$$

$$\frac{v_0 \sin \alpha \beta}{237.4} = \frac{\rho \cos \alpha t^2}{2} = 0$$

$$\cos z = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5} = 0,8$$



$$L = \frac{U_0 U}{f}$$

$$S = \frac{V_0 V \cdot \text{circ}}{2} = \frac{V_{\text{ext}}}{2}$$

$$180000 \sqrt{30000} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{70000} = \sqrt{3} \cdot 100 \text{ L} = v_{\text{kt}} \frac{v_{\text{jet}}^2}{2}$$

$$\frac{20^5}{82} = 2,5$$

$$\frac{8}{4\sqrt{5}} + \frac{3}{4\sqrt{5}} = \frac{11}{4\sqrt{5}}$$

$$L = \frac{v_0 \sqrt{v_0^2 + 2gk}}{g}$$

$$L = v_0 \sqrt{v_0^2 + 2pL \sin \alpha}$$

$$\begin{array}{r} 60 \\ \times 77 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 77 \\ \times 6 \\ \hline 660 \end{array}$$

$$1 - \frac{v_1^2}{2v_2^2} = \frac{\sqrt{4v_2^2 - v_1^2}}{\sqrt{4v_2^2}} = \frac{4v_1}{1 \cancel{\sqrt{4v_2^2}}}$$

$$\frac{L^2 \rho^2}{v_0^2} = v_0^2 + 2 \rho L \sin \alpha.$$

$$\frac{100}{40\sqrt{3}} \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0,6 = 12 \quad 16$$

$$\frac{p^2}{v_0^2} L^2 - 2p \sin \alpha L - v_0^2 = 0$$

$$D = \frac{4p^2 \sin^2 \alpha}{v_0^2} + \frac{4p^2 v_0^2}{v_0^2} = 4p^2 (1 + \sin^2 \alpha)$$

$$L = \frac{(2p \sin \alpha + 2p \sqrt{1 + \sin^2 \alpha}) / v_0^2}{2p^2} =$$

$$= \frac{(2 \cdot 10 \cdot 0,6 + 2 \cdot 10 \sqrt{1,36}) \cdot 1600 \cdot 3}{2 \cdot 10^2} =$$

$$= \frac{2 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 3 (0,6 + \sqrt{1,36})}{2} =$$

$$= 48 \cdot 0,6 + 48 \cdot \sqrt{1,36}$$

$$\sqrt{4 \cdot 5^4 - 5^2 \cdot 6^2} = 5 \sqrt{4 \cdot 5^2 - 6^2} = 100 -$$

$$36 + 64 = 100 - 2 \cdot 25 = 50$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ 50 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$62500 \overline{) 1}$$

$$\begin{array}{r} 62500 \overline{) 1} \\ 62500 \\ \hline 108 \\ 170 \\ \hline 162 \\ 27 \\ \hline 780 \\ 762 \\ \hline 180 \\ 162 \\ \hline 18 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15600 \overline{) 8} \\ 8 \\ \hline 36 \\ 42 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\frac{30 \cdot 8}{\sqrt{6}} = \frac{240 \sqrt{6}}{6}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 2 \\ 233,3 \\ \times 6,5 \\ \hline 120 \\ 144 \\ \hline 1560 \end{array}$$

$$\frac{40}{8} = 5 =$$

$$= 6,5$$

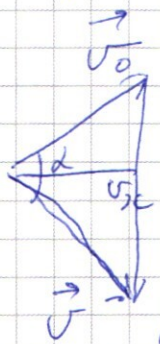
$$\sqrt{900 \cdot 70 \cdot 0,64} =$$

$$= 30 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{\frac{10}{6}} = \frac{10}{\sqrt{6}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

v_2 (проекции)

Нарисуйте треугольник скоростей:



$$S_{\Delta} = \frac{v_0 v \sin \alpha}{2} = \frac{v_x g t}{2} \quad (1)$$

$$L = v_x t$$

$$\text{Из (1): } v_x t = \frac{v_0 v \sin \alpha}{g} = L$$

$$L_{\max} = \frac{v_0 v}{g} \quad (\sin \alpha_{\max} = 1)$$

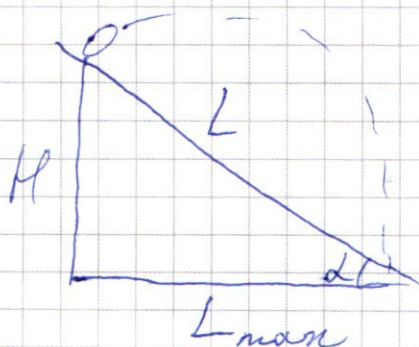
$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} - m g H \quad (3)$$

$\Downarrow$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2 g H}$$

$\Downarrow$

$$L_{\max} = \frac{v_0 \sqrt{v_0^2 + 2 g H}}{g}$$



$$\text{tg } \alpha = \frac{H}{L_{\max}} \Rightarrow H = L_{\max} \text{tg } \alpha$$

$$L_{\max} = \frac{v_0 \sqrt{v_0^2 + 2 g L_{\max} \text{tg } \alpha}}{g}$$

$$\frac{L_{\max}^2}{V_0^2} = V_0^2 + 2g L_{\max} \operatorname{tg} \alpha$$

~~thence~~
$$\frac{g^2}{V_0^2} L_{\max}^2 - 2g \operatorname{tg} \alpha L_{\max} - V_0^2 = 0$$

$$0 = 4g^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + 4g^2 = 4g^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = \frac{4g^2}{\cos^2 \alpha}$$

$$L_{\max} = \frac{(2g \operatorname{tg} \alpha + \frac{4g}{\cos \alpha}) V_0^2}{2g^2} = \frac{(2 \cdot 10 \cdot 0,875 + \frac{4 \cdot 10}{0,8}) \cdot 1600}{2 \cdot 100} =$$

$$= 48 \cdot 10 \left(1,5 + \frac{4}{0,8} \right) = 480 \cdot 6,5 = 3120 \text{ м.}$$

$$L = \frac{L_{\max}}{\cos \alpha} = \frac{2 \cdot 1560}{0,8} = \frac{3120}{0,8} = 3900 \text{ м.}$$

Ответ: $\alpha = 90^\circ$; $L = 3900 \text{ м.}$