

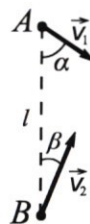
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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 пластина 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.

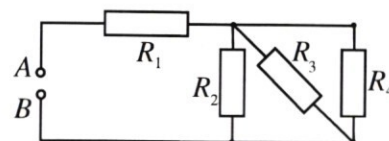
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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

Дано:

$$U_1 = 8 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

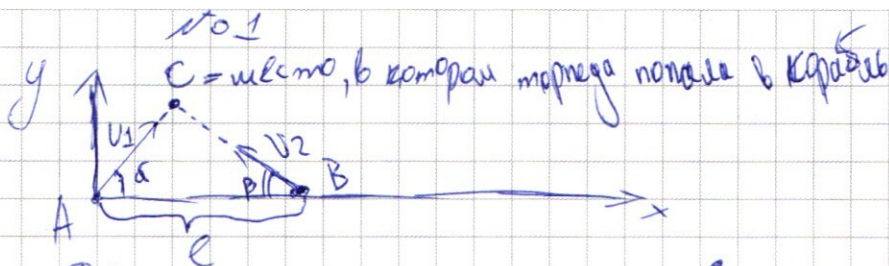
$$\beta = 30^\circ$$

$$l = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$$

$$T = 25 \text{ с}$$

$$U_2 = ?$$

$$S = ?$$



Введем координатные ося: Ox и Oy .

Пусть U' - скорость сближения
лодки и причала; S' - расстояние на
которое сближаются
лодка и причал

$$U' = U_1 \cos \alpha + U_2 \cos \beta$$

$$S = l - S'$$

$$S' = T \cdot U' = T \cdot (U_1 \cos \alpha + U_2 \cos \beta)$$

П.т. причал попал в лодку; то расстояние,
которое оно прошло до встречи с лодкой
по Oy равно расстоянию, которое прошел
лодка до встречи с ней (по Oy)

Пусть $T_{\text{встр}}$ - время, через которое причал попал в лодку

$$\left. \begin{aligned} U_{1y} &= U_1 \sin \alpha \\ U_{2y} &= U_2 \sin \beta \end{aligned} \right\} \text{ проекции скорости на } Oy$$

$$S = l - T(U_1 \cos \alpha + U_2 \cos \beta) \quad U_{1y} T_{\text{встр}} = U_{2y} T_{\text{встр}}$$

$$U_1 \sin \alpha = U_2 \sin \beta$$

$$U_2 = U_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$U_2 = \frac{8 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$S = l - S' = 800 \text{ м} - 25 \text{ с} \cdot \left(8 \text{ м/с} \cdot \frac{1}{2} + 8\sqrt{3} \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 800 \text{ м} - 25 \text{ с} \cdot 16 \text{ м/с} = 800 \text{ м} - 400 \text{ м} = 400 \text{ м}$$

Ответ: а) $U_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$
б) $S = 400 \text{ м}$

Дано:

$$\sin \delta = 0,6$$

$$S = 1,8 \text{ км}$$

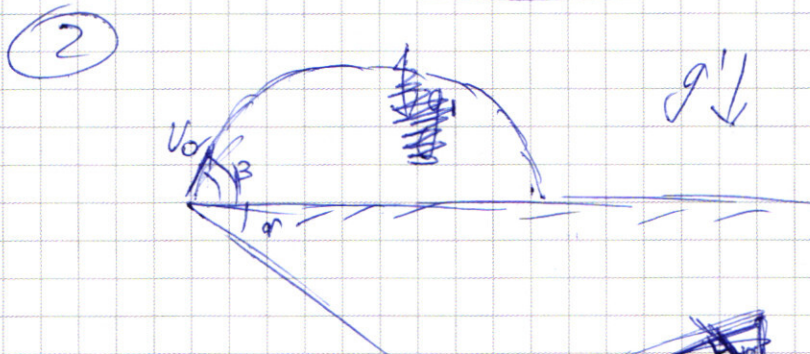
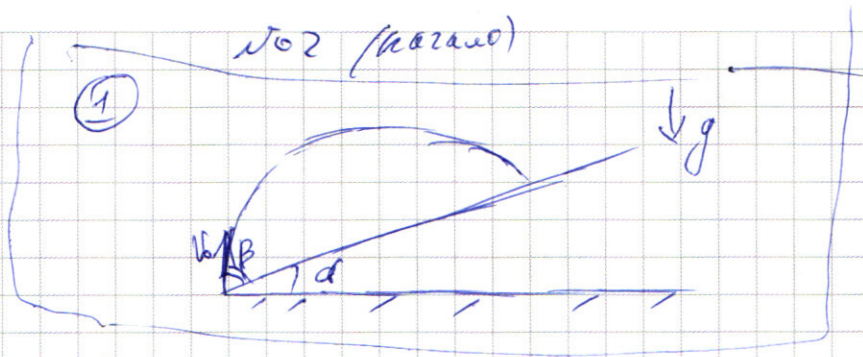
$$V_0 = \text{const}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

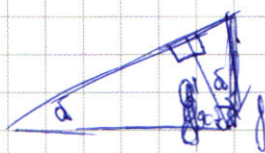
$$t_n - \text{max}$$

$$\beta - ?$$

$$L - ?$$



t_n - время полета



$$g' = g \cos \delta$$

$$V_x = V_0 \cos \beta$$

$$V_y = V_0 \sin \beta - g' t_n$$

$$S = V_0 \cos \beta \cdot t_n$$

$$0 = V_0 \sin \beta t_n - \frac{g' t_n^2}{2}$$

$$t_n = \frac{2 V_0 \sin \beta}{g'}$$

$t_n - \text{max}$; при $\sin \beta - \text{max}$, т.е. $\begin{cases} V_0 = \text{const} \\ g' = \text{const} \\ (\alpha = \text{const}) \end{cases}$

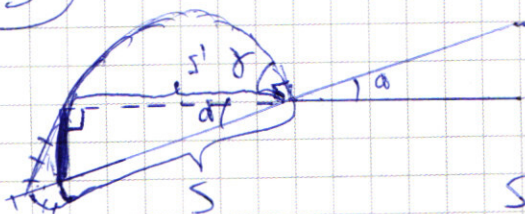
$$\sin - \text{max} \Rightarrow \sin \beta = 1$$

$$(\beta = 90^\circ)$$

$$S = \frac{2 V_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g'} = 0 (\cos 90^\circ = 0)$$

Но $S = 0$ в проекции на рис 2

3



Но если считать ось отсчета ~~горизонта~~ горизонтальной, то высота происходит под углом $\beta - \delta = 90^\circ - \alpha$

$$S' = S \cos \delta$$

$$S' = \frac{2 V_0^2 \cos \delta \sin \delta}{g}$$

$$\delta = \beta - \alpha = 90^\circ - \alpha$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (продолжение)

$$S \cos \delta = \frac{2U_0^2 \sin \alpha \cos \delta}{g}$$

$$S = \frac{2U_0^2 \sin \alpha}{g}$$

$$\sqrt{\frac{gS}{2 \sin \alpha}} = U_0 \Rightarrow U_0 = \sqrt{\frac{18000}{1,2}}$$

$$L = \frac{2U_0^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g}$$

φ - угол с которого должны производиться
выстрелы для $L_{\max}$

$$L_{\max} \text{ при } \sin \varphi \cdot \cos \varphi = \max$$

$$L = \frac{2U_0^2}{g} = \frac{2 \frac{gS}{2 \sin \alpha}}{g} =$$

$$\sin \varphi \cdot \cos \varphi = 1 - \text{максимальная скорость}$$

$$\varphi = 45^\circ$$

$$= \frac{gS}{\sin \alpha} \cdot \frac{1}{g} = \frac{S}{\sin \alpha} = \frac{1,8 \text{ км}}{0,6} = 3 \text{ км}$$

Ответ: а) 90°

б) 3 км

Дано:

$$R_1 = 2r$$

$$R_2 = R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

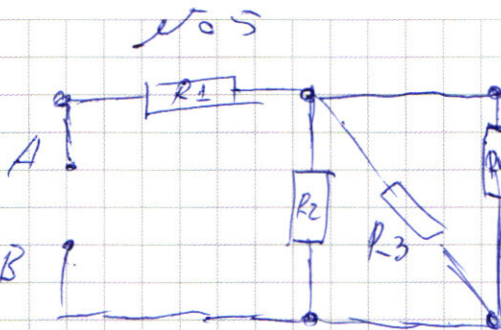
$$U = 8B$$

$$r = 6 \text{ Ом}$$

$$R_{AB} = ?$$

~~Решение~~

$$P_{2,3,4} = ?$$



Нарисуем эквивалентную схему:



Пусть $P_{2,3,4} = P$

$$R_{AB} = R_0$$

$$R_0 = R_1 + R_{2,3,4} = 2r + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r$$

$$R_{2,3,4} = \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4} = \frac{2r \cdot r}{2r + r} = \frac{2}{3}r$$

$$R_{2,3} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{16r^2}{8r} = 2r$$

$$R_{AB} = R_0 = \frac{8}{3}r = \frac{8}{3} \cdot 6 \text{ Ом} = 16 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{Закон Ома}$$

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

$$P_{2,3,4} + P_1 = P_0$$

$$(1) P_{2,3,4} = P_0 - P_1$$

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} \Rightarrow I_0 = \frac{8B}{16 \text{ Ом}} = 0,5 \text{ А}$$

$$I_0 = I_1 \quad \text{по закону Кирхгофа}$$

$$(2) P_0 = I_0^2 \cdot R_{AB}$$

$$(3) P_1 = I_0^2 \cdot R_1$$

$$(4) R_1 = 2r = 12 \text{ Ом}$$

$$P_{2,3,4} = I_0^2 (R_{AB} - R_0) = 0,25 \text{ А}^2 \cdot (16 \text{ Ом} - 12 \text{ Ом}) = 0,25 \text{ А}^2 \cdot 4 \text{ Ом} = 1 \text{ Вт}$$

Ответ: а) $R_{AB} = 16 \text{ Ом}$
б) $P = 1 \text{ Вт}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

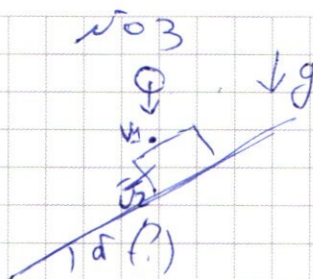
$$T = 0,2 \text{ с}$$

$$v_{\text{из}} = 0$$

$$v_1 - ?$$

$$v_2 - ?$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$



$$v_1 = v_{\text{из}} + gT$$

$$v_1 = gT = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,2 \text{ с} = 2 \text{ м/с}$$

Ответ: а) $v_1 = 2 \text{ м/с}$
 $v_2 - ?$

№ 4

Дано:

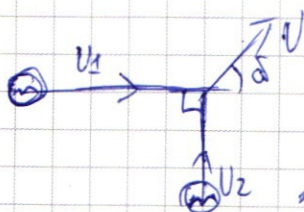
$$v = 25 \text{ м/с}$$

$$v_1 = 30 \text{ м/с}$$

$$\Delta t = 1,35 \text{ с}$$

$$v_2 - ?$$

$$c - ?$$



$$E_{k1} + E_{k2} = E_{k'} + Q$$

$$Q = c \cdot 2m \cdot \Delta t$$

Пуск m — масса ^{одного} шарика

$$E_{k'} = \frac{2mV^2}{2}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$Q = E_{k1} + E_{k2} - E_{k'}$$

$$2c \Delta t = \frac{m(v_1^2 + v_2^2)}{2} - \frac{2mV^2}{2}$$

$$2c \Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2V^2}{2}$$

$$c = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2V^2}{4 \Delta t}$$

$$v_2 = 2V \sin \alpha = 50 \cdot 0,8 = 40 \text{ м/с}$$

$$c = \frac{3 \cdot 12,5}{1,35} \approx 230 \text{ Дж/кг}$$

Ответ: а) $v_2 = 40 \text{ м/с}$
б) $c = 230 \text{ Дж/кг}$

$$\cos \alpha = \frac{v_1}{2V}$$

$$\cos \alpha = 0,6 \Rightarrow \text{по таблице тригонометрии}$$

$$\sin \alpha = 0,8 \quad (\alpha = 90^\circ)$$

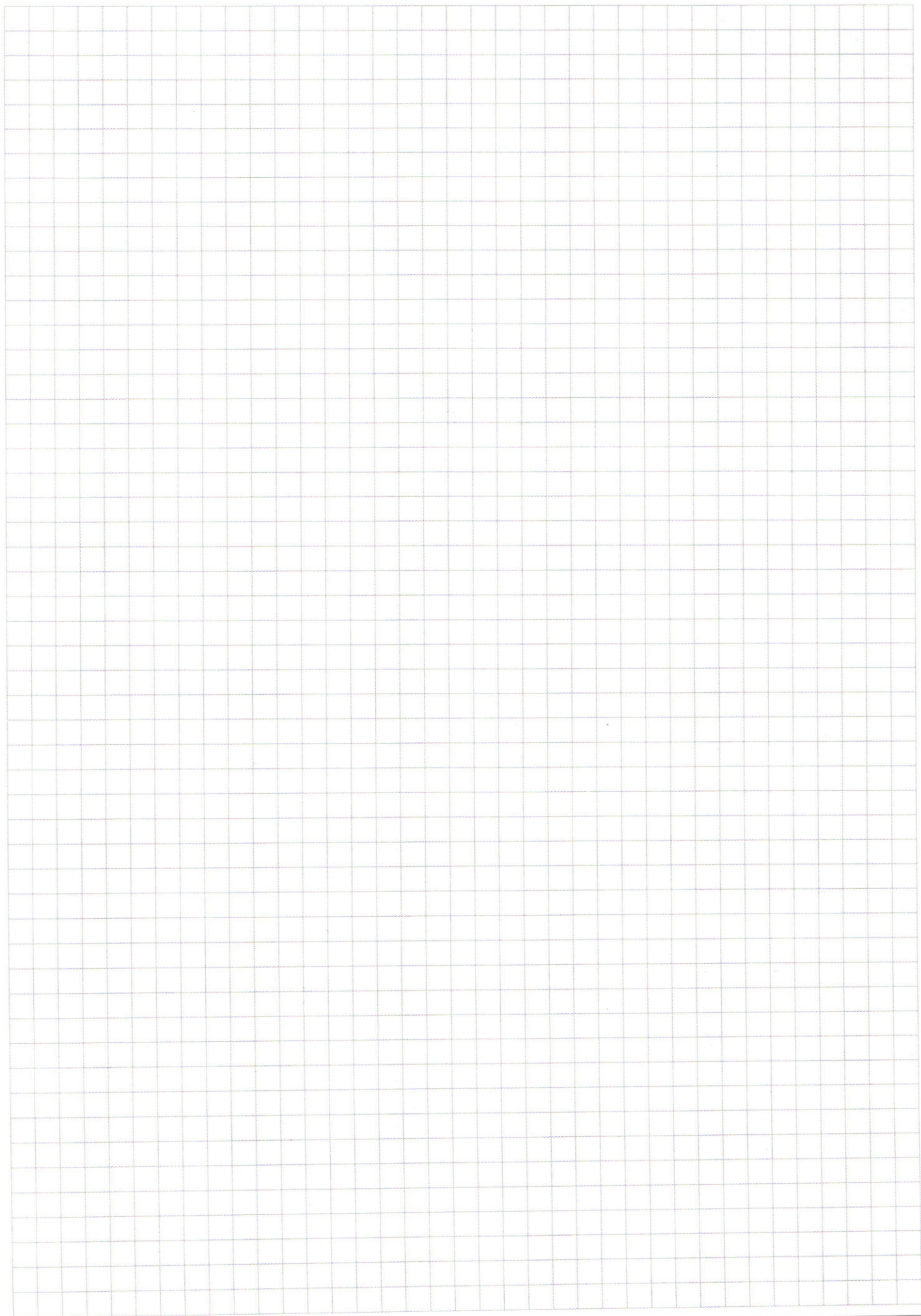
☐ черновик

☒ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 5

(Нумеровать только чистовики)

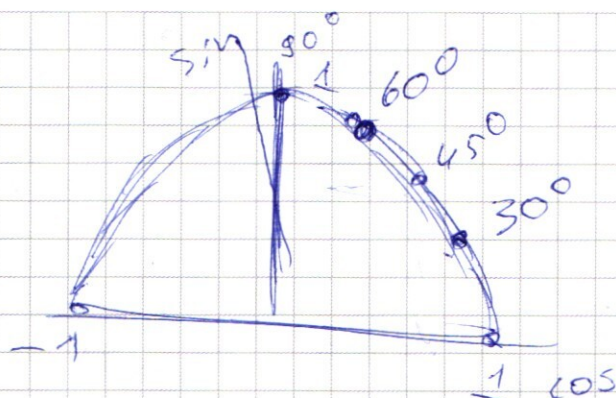


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

	0	30	45	60	90
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tg	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	∞
ctg	∞	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	0



$$\text{tg} = \frac{\sin}{\cos}$$

$$\cot \gamma = \frac{\cos}{\sin}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{53}$$

21

Задача:

$$U_I = 8 \text{ m/s}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

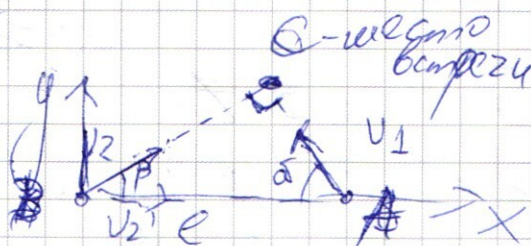
$$v_2 = ? +$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$T = 250$$

$$Q = 2,0 \text{ kJ} = 800 \text{ W}$$

S-14



$$U_{21} = U_2 \cdot \cos \beta = \frac{U_2 \cdot \sin \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\frac{v_1}{s} = v_1 \cos \delta$$

$$S = T / \underbrace{(U_2 \cos \beta + U_1 \cos \alpha)}_{U_{\text{result}}}$$

$$T_{\text{comp}} = \frac{1}{U_1 \cos \alpha + U_2 \cos \beta}$$

$$\frac{v_1}{\sin \beta} = \frac{v_2}{\sin \alpha}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{1} = \sqrt{3}$$

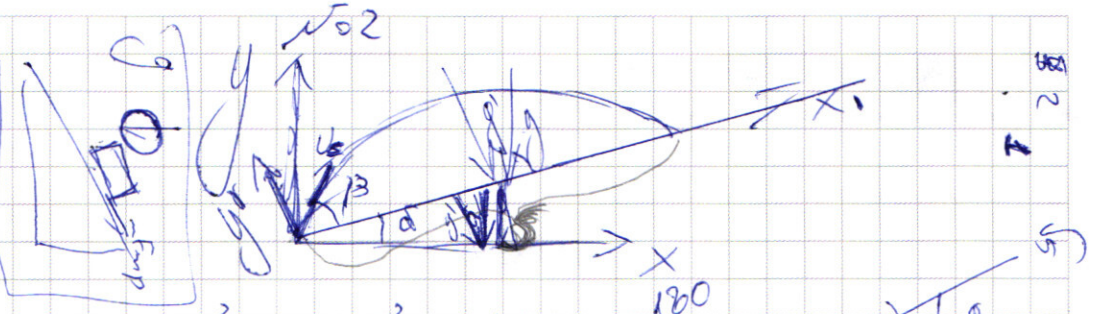
$$V_2 \sin \theta \cdot I_{\text{temp}} = V_1 \sin \alpha \cdot I_{\text{temp}}$$

$$v_2 = \frac{v_1 \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = 8\sqrt{3} \text{ m/s}$$

$$S = T / \left(\frac{V_1 \sin \alpha}{\sin \beta} \cdot \cos \beta + V_1 \cos \alpha \right)$$

$$S = 25 \left(803 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 2 \cdot \frac{1}{2} \right) = 25 \cdot (12 + 4) = 25 \cdot 16 = 400 \text{ m} = 0,4 \text{ km}$$

Дано
 $\sin \alpha = 0,6$
 $S = 1,8 \text{ км}$
 $v_0 = \text{const}$



$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$0,36 + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha = 0,64$$

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

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

$$\cos \alpha = \frac{g}{g'}$$

$$g' \cos \alpha = g = \frac{10}{0,8} = 12,5$$

$$\frac{10 \cdot 0,8}{1} = \frac{10 \cdot 10}{8}$$

$$\frac{100 \cdot 8}{20} = \frac{10000}{15000}$$

$$v_x = v_0 \cos \beta$$

$$v_y = v_0 \sin \beta - g t$$

$$S = v_0 \cos \beta \cdot t_n$$

$$0 = v_0 \sin \beta t_n - \frac{g t_n^2}{2}$$

$$v_0 \sin \beta = \frac{g t_n}{2}$$

$$\frac{2 v_0 \sin \beta}{g} = t_n$$

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

$$S g' = 2 v_0^2 \cos \beta \sin \beta$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{S g'}{2 \cos \beta \sin \beta}} \cdot \frac{g'}{g} = \cos \alpha$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad P = P_0 - P_1$$

$$P = 0,25 \cdot 16 - 0,25 \cdot 12 = 0,25(16 - 12) = 1 \text{ Вт}$$

$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_2 + R_1}$$

$$R_{AB} = 2 \frac{r}{3} = \frac{8}{3} \cdot \frac{6}{1} = 16 \text{ Ом}$$

$$R_1 = 2 \Omega$$

$$R_2 = R_3 = 4 \Omega$$

$$R_4 = r$$

$$u = 12 \text{ В}$$

$$u = I R \Rightarrow \frac{u}{R} = I$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{2,3,4}$$

$$R_{2,3,4} = \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4}$$

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

$$\frac{4r \cdot \frac{4r \cdot r}{5r}}{4r + \frac{4r \cdot r}{5r}} = \frac{4r \cdot 0,8r}{4,8r} = \frac{3,2r}{4,8r} = \frac{2}{3} r$$

$$\frac{3,2}{4,8} = \frac{16}{24} = \frac{2}{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

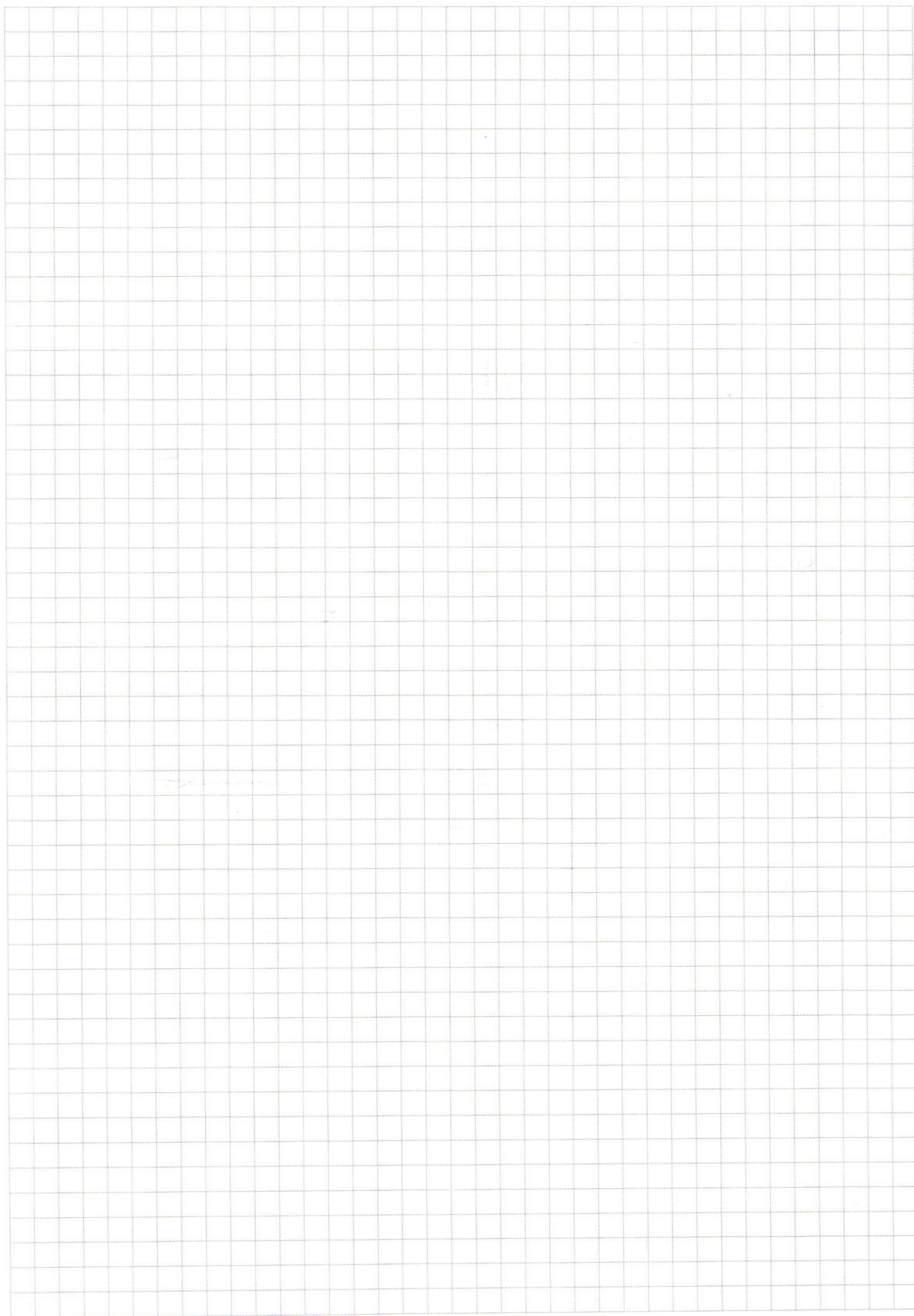
Handwritten solution for a physics problem involving projectile motion and vector decomposition.

Diagram 1: Shows a projectile launched from point A at an angle α to the horizontal. The initial velocity is U_0 . The trajectory is a parabola. The horizontal distance is s . The vertical displacement is y . The angle of the velocity vector at the end of the trajectory is β .

Diagram 2: Shows the decomposition of the initial velocity U_0 into horizontal $U_x = U_0 \cos \alpha$ and vertical $U_y = U_0 \sin \alpha$ components. The horizontal distance is $s = U_x t$. The vertical displacement is $y = U_y t - \frac{g t^2}{2}$.

Equations and Calculations:

- $L = F \cdot s \cdot \cos \alpha$
- $L = m g y \cos \alpha$
- $50 \cdot 0.6 = 300 - 1250$
- $900 + 1250 = \frac{1250}{U_x t}$
- $U_x = U_0 \cos \alpha$
- $U_y = U_0 \sin \alpha$
- $(0.5 \cdot 90 - \alpha) = \sin \alpha$
- $\cos \alpha = \frac{30}{62.5}$
- $\alpha = 62.5^\circ$
- $\sin 90 - \alpha = \sin \alpha = 1$
- $\alpha = 90^\circ$
- $\cos \alpha = \frac{x}{e}$
- $e l = e \cos \alpha$
- $e l = 1.8 \cdot 0.8 = 1.44$
- $s = \frac{2 U_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$
- $\sin \beta = 1$
- $\beta = 90^\circ$
- $L = \frac{2 U_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g}$
- $L = \frac{2 \cdot 100^2 \cdot \cos 90^\circ \cdot \sin 90^\circ}{9.8}$
- $L = \frac{2 \cdot 100^2 \cdot 0 \cdot 1}{9.8} = 0$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)