

Олимпиада «Физтех» по физике, с

Класс 09

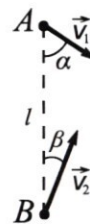
Вариант 09-01

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ км друг от друга (см. рис. 1) Скорость корабля $V_1 = 10$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$. Скорость торпеды $V_2 = 20$ м/с. Угол β таков, что торпеда попадет в цель.

1) Найдите $\sin \beta$.

2) Через какое время T расстояние между кораблем и торпедой составит $S = 770$ м?



2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом φ к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 0,8$ км от точки старта.

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

2) Найдите величину V_0 начальной скорости мины.

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

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. В тот момент, когда скорость бруска равна $V_1 = 1$ м/с, на брусок падает пластилиновый шарик и прилипает к нему, а брусок останавливается. Движение шарика до соударения – свободное падение с высоты $h = 0,8$ м с нулевой начальной скоростью.

1) Найдите скорость V_2 шарика перед соударением.

2) Найдите величину a ускорения бруска перед соударением.

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 свинцовых шарика одинаковой массы, летящие со скоростями $V_1 = 60$ м/с и $V_2 = 80$ м/с, слипаются в результате абсолютно неупругого удара. Скорости шариков перед слипанием взаимно перпендикулярны.

1) С какой по величине скоростью V движутся слипшиеся шарики?

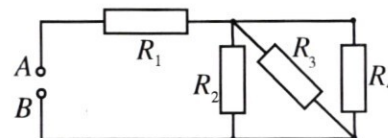
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг $\cdot$ $^\circ\text{C}$). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

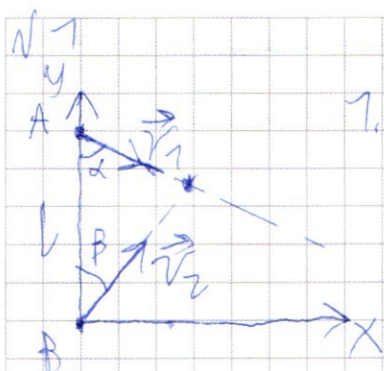
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1. Лодка плывет в цель $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ через некоторое время t лодки
и тиреда будут находиться
в одной точке.

X: $x_1 = x_2$

$$V_1 x t = V_2 x t$$

$$V_1 x = V_2 x$$

$$V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{V_1}{V_2} \cdot \sin \alpha = \frac{10}{20} \cdot \sin 60^\circ = \frac{\sin 60^\circ}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

Дано:
 $L = 740 \text{ м}$
 $V_1 = 10 \text{ м/с}$
 $V_2 = 20 \text{ м/с}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $S = 740 \text{ м}$
 $\sin \beta = ?$
 $S = ?$

2. Из п. 1 $V_1 x = V_2 x \Rightarrow x_1 = x_2$ всегда $\Rightarrow S = y_1 - y_2$

$$y_1 = L - V_{1y} T = L - V_1 \cos \alpha T$$

$$y_2 = V_{2y} T = V_2 \cos \beta T$$

$$y_1 - y_2 = L - V_1 \cos \alpha T - V_2 \cos \beta T = S$$

$$T = \frac{L - S}{V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta} = \frac{L - S}{V_1 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + V_2 \sqrt{1 - \sin^2 \beta}}$$

$$= \frac{740 - 740}{10 \sqrt{1 - \sin^2 60^\circ} + 20 \sqrt{1 - \sin^2 \beta}} = \frac{230}{5 + \frac{230}{2}} = \frac{230 \cdot 2}{35} = \frac{92}{7}$$

$$= 13,14 \text{ с}$$

Ответ: 1) $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$ 2) $T = 13,14 \text{ с}$

N2 (продолжение)

$$v_0 - \frac{gt \sin \alpha}{2} = 0$$

$$v_0 = \frac{gt \sin \alpha}{2} = \frac{g \cdot \sqrt{\frac{2s}{g \cos \alpha}} \cdot \sin \alpha}{2} = \frac{\sqrt{2gs} \cdot \sin \alpha}{2\sqrt{\cos \alpha}}$$

$$= \frac{\sqrt{2gs} \cdot \sqrt{\sin^2 \alpha}}{2\sqrt{\cos \alpha}} = \frac{\sqrt{2gs} \cdot \sqrt{\tan \alpha \cdot \sin \alpha}}{2} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 10^3 \cdot \tan 30^\circ \cdot \sin 30^\circ}}{2}$$

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

$$= 100 \sqrt{2 \cdot 8}$$

$$= \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2}}}{2} = \frac{100}{2} \cdot \sqrt{\frac{0,8}{3}} = \frac{100}{2} \cdot 2 \sqrt{\frac{1}{5 \cdot 3}} =$$

$$= 100 \cdot \sqrt{\frac{1}{5 \cdot 3}} = \frac{20 \sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{20 \sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{20 \sqrt{45}}{3}$$

Ответ: 1) $\varphi = 90^\circ$ 2) $v_0 = \frac{20 \sqrt{45}}{3}$

N3

Дано:

$$v_1 = 1 \text{ м/с}$$

$$h = 9 \text{ м}$$

$$v_2 = ?$$

$$a = ?$$

$$E_k - E_0 = 0$$

$$E_k = E_0$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = mgh$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 9} = \sqrt{18} = 4 \text{ м/с}$$

$$2. \frac{\vec{p}_k - \vec{p}_0}{\Delta t} = m \vec{a} = \vec{F}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

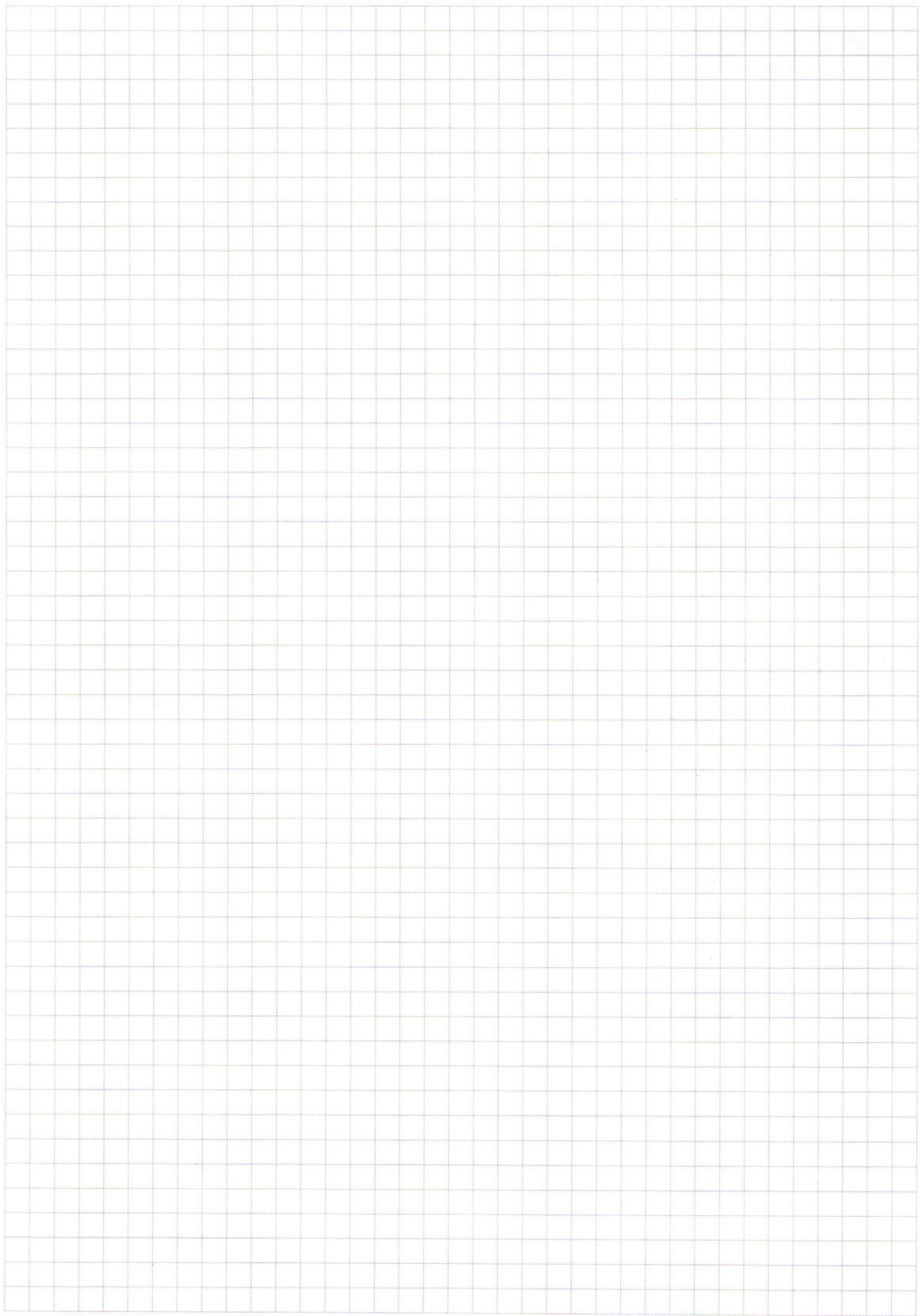
N5

Дано:
 $R_1 = 3r$
 $R_2 = R_3 = 2r$
 $R_4 = 4r$
 $U = 30 \text{ В}$

Найти:
 $R_{AB} = ?$
 $I_4 = ?$

1. $R_{AB} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = R_1 + \frac{R_2 R_3 R_4}{R_3 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_3} =$
 $= 3r + \frac{2r \cdot 2r \cdot 4r}{2r \cdot 4r + 2r \cdot 4r + 2r \cdot 2r} = 3r + \frac{16r^3}{(8+8+4)r^2} = 3r + \frac{16}{20}r =$
 $= r(3 + \frac{16}{20}) = r \cdot \frac{76}{20} = 3,8r$

2. $I_2 R_2 = I_3 R_3 = I_4 R_4 = U - I_1 R_1$
 $I_1 = I_4 + I_3 + I_2$
 $I_2 = I_4 \cdot \frac{R_4}{R_2} \quad I_3 = I_4 \cdot \frac{R_4}{R_3} \quad I_1 = \frac{U - I_4 R_4}{R_1}$
 $I_4 + I_3 + I_2 - I_1 = 0$
 $I_4 + I_4 \cdot \frac{R_4}{R_3} + I_4 \cdot \frac{R_4}{R_2} - \frac{U - I_4 R_4}{R_1} = 0$
 $I_4 + I_4 \cdot \frac{R_4}{R_3} + I_4 \cdot \frac{R_4}{R_2} - \frac{U}{R_1} + I_4 \cdot \frac{R_4}{R_1} = 0$
 $I_4 \left(1 + \frac{R_4}{R_1} + \frac{R_4}{R_2} + \frac{R_4}{R_3} \right) = \frac{U}{R_1}$
 $I_4 = \frac{U}{R_1 \left(1 + R_4 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \right)} = \frac{U}{3r \left(1 + 4r \left(\frac{1}{3r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} \right) \right)} =$
 $= \frac{U}{3r \left(1 + 4r \left(\frac{1}{3r} + \frac{1}{2r} \right) \right)} = \frac{U}{3r + 4r \cdot 4} = \frac{U}{19r} = \frac{30}{19 \cdot 20} = 0,2 \text{ А}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5 (продолжение)

ответ: 1) $R_{AB} = 3,8 \Omega$ 2) $I_4 = 0,2 \text{ A}$

№9



$$1. \quad m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}$$

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

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

$$4v^2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$v = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{4}} = \frac{1}{2} \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \frac{1}{2} \sqrt{60^2 + 80^2} =$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{3600 + 6400} = \frac{1}{2} \sqrt{10000} = \frac{1}{2} \cdot 100 = 50 \text{ м/с}$$

$$2. \quad E_0 = E_{\text{эл}} + q$$

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

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

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

$$\Delta t = \frac{60^2 + 80^2 - 2 \cdot 50^2}{4 \cdot 130} = \frac{100(36 + 64 - 50)}{24 \cdot 130} = \frac{5 \cdot 50}{26 \cdot 13} = \frac{5 \cdot 25}{26 \cdot 13} = \frac{125}{26 \cdot 13} = 9,61 \text{ нс}$$

$$= \frac{5}{26} \cdot (36 + 64 - 50) = \frac{5 \cdot 50}{26 \cdot 13} = \frac{5 \cdot 25}{13} = \frac{125}{13} = 9,61 \text{ нс}$$

ответ: 1) $v = 50 \text{ м/с}$ 2) $\Delta t = 9,61 \text{ нс}$

Дано:

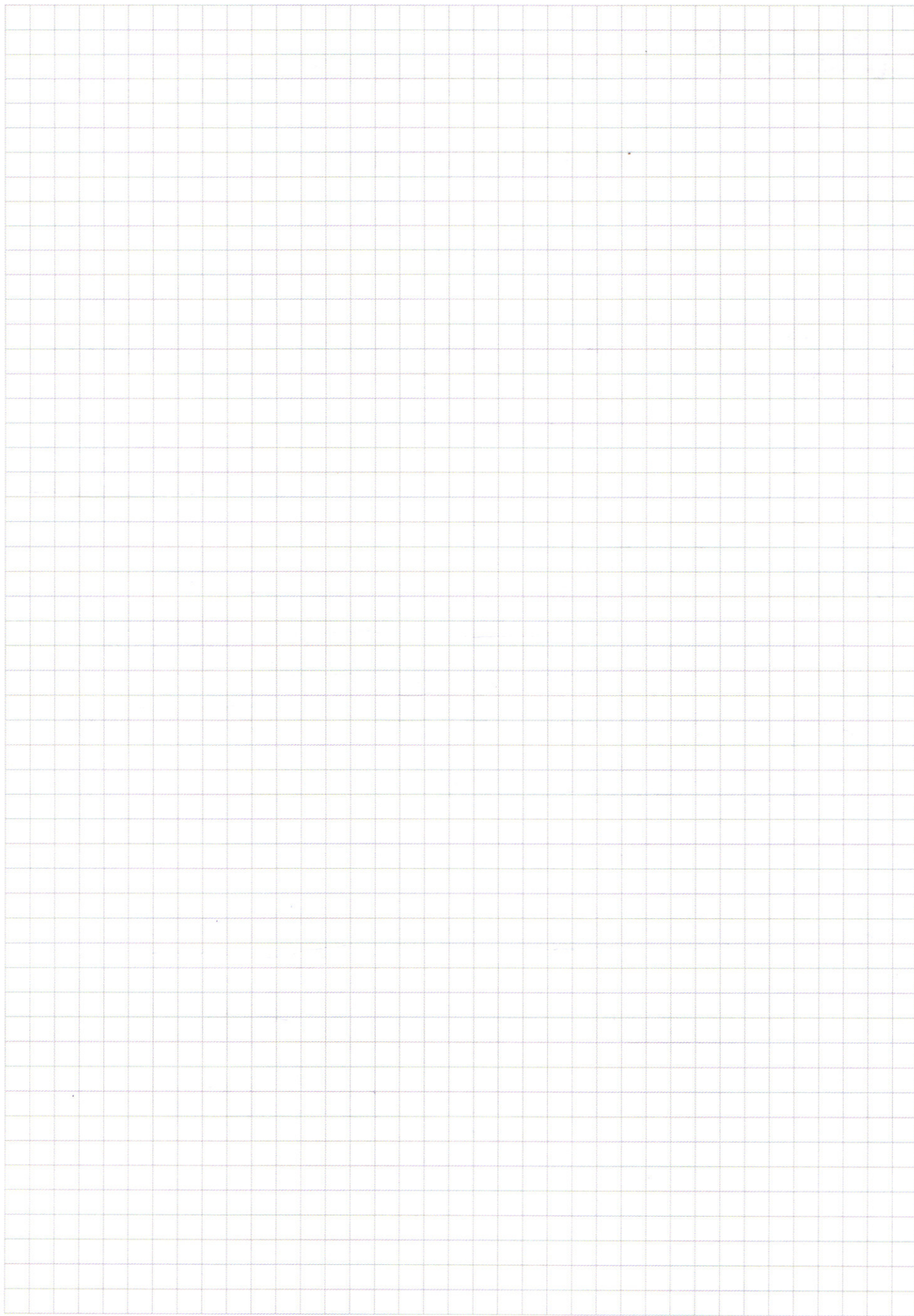
$$v_1 = 60 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 80 \text{ м/с}$$

$$c = 130 \frac{\text{м}}{\text{нс}}$$

$v = ?$

$\Delta t = ?$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 2

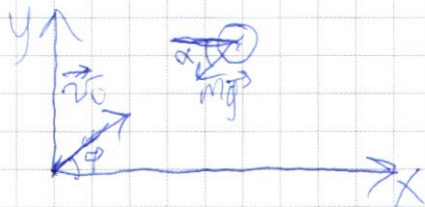
Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$S = 0,8 \text{ мкм}$$

$$\varphi = ?$$

$$v_0 = ?$$



$$m\vec{a} = m\vec{g}$$

$$\vec{a} = \vec{g}$$

$$y: 0 = v_0 \sin \varphi - \frac{gt^2 \sin \alpha}{2}$$

$$\frac{gt^2 \sin \alpha}{2} = v_0 \sin \varphi$$

$t=0$ - не максимум

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

t будет максимумом при
максимальном $\sin \varphi$

$$\sin \varphi_{\max} = 1 \Rightarrow \varphi = 90^\circ$$

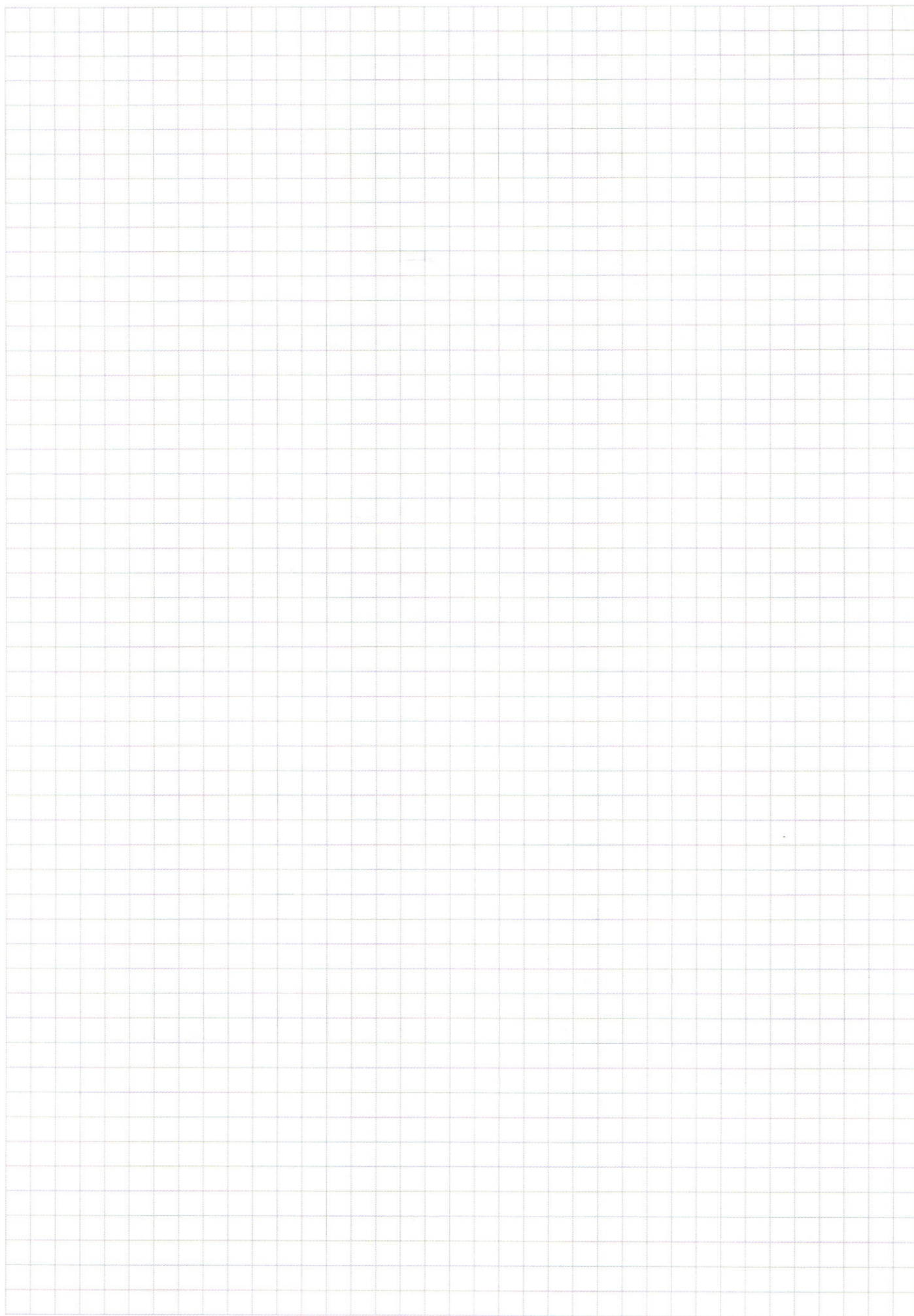
$$x: -S = v_0 t \cos \varphi - \frac{gt^2 \cos \alpha}{2}$$

$$S = \frac{gt^2 \cos \alpha}{2} \Rightarrow gt^2 \cos \alpha = 2S \Rightarrow t^2 = \frac{2S}{g \cos \alpha}$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g \cos \alpha}}$$

$$y: 0 = v_0 t \sin \varphi - \frac{gt^2 \sin \alpha}{2}$$

$$t \left(v_0 - \frac{gt \sin \alpha}{2} \right) = 0 \Rightarrow \begin{cases} v_0 - \frac{gt \sin \alpha}{2} = 0 \\ t=0 - \text{не макс.} \end{cases}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

$$-V_1 \sin \alpha + V_2 \sin \beta = V_2 \sin \alpha \cos \beta + V_1 \cos \alpha$$

$$x_2 = x_1 = V_2 \sin \beta = V_1 \sin \alpha = 0$$

$$V_2 \sin \beta t = V_1 \sin \alpha t$$

$$\sin \beta = \frac{V_1}{V_2} \sin \alpha$$

$$V_1 \sin \alpha + (V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \alpha) T = L - S$$

N2

$$mgh = \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh}$$

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

$$\vec{v}_1 = -\vec{v}_2 \quad m\vec{v}_1 = m\vec{g} = m\vec{a}$$

N3

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

$$I_1 R_1 = U - I_1 R_1$$

$$I_1 = \frac{U - I_1 R_1}{R_1}$$

N4

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

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

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = 2mC\Delta t$$

$$I_1 + I_2 \cdot \frac{R_1}{R_3} + I_1 \cdot \frac{R_1}{R_2} = 0$$

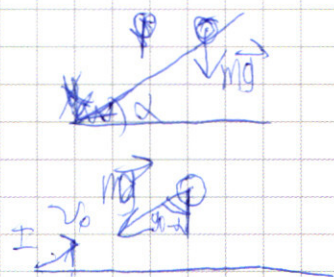
$$I_1 R_1 = U - I_1 R_1 = I_1 R_1$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_3 = I_2 R_2 = U - I_1 R_1$$

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_1$$

$$\frac{1}{R_{11}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$R_{AB} = \frac{R_2 R_3 R_4}{R_3 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_3} + R_1$$



$$I \quad v_x = v_0 \cos \alpha - g t \sin \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - g t \cos \alpha \quad \frac{8}{10} = \frac{v}{g}$$

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

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

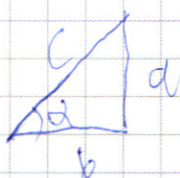
$$t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g \sin \alpha}$$

$$\frac{\sqrt{\sin \alpha} \cdot \sqrt{\sin \alpha}}{\sqrt{\cos \alpha}} = \downarrow$$

$$100 = 5 \cdot 20 = (\sqrt{5})^2 \cdot 20$$

$$\sqrt{25 \cdot 3} = \sqrt{75}$$

$$\frac{\sin 30}{\cos 30} = \frac{1}{2} : \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$



$$\frac{a}{b} \cdot \frac{a}{c} = \frac{a^2}{bc} = \frac{c^2}{4bx} = \frac{c}{4b} = \frac{1}{4 \cos \alpha}$$

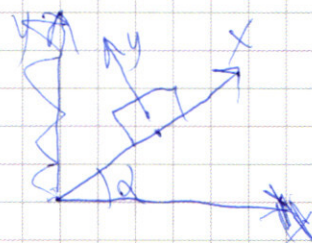
$$\sqrt{\frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = \sqrt{\frac{1}{4 \cos \alpha}}$$

~~mv_1 + mv_2~~

$$m v_1 \sin \alpha + m v_2 = 0$$

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

$$-m \vec{v}_1 + m \vec{v}_2 = 2m \vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_m$$



$$\frac{m v_2 \cos \alpha}{\cos \alpha} = 2m g \cos \alpha + N$$

$$X: \frac{m v_2}{\cos \alpha} = \mu N$$