

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

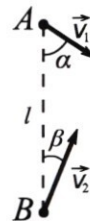
Вариант 09-01

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

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?

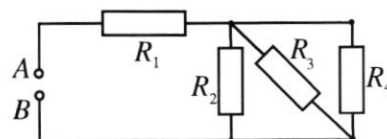
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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.

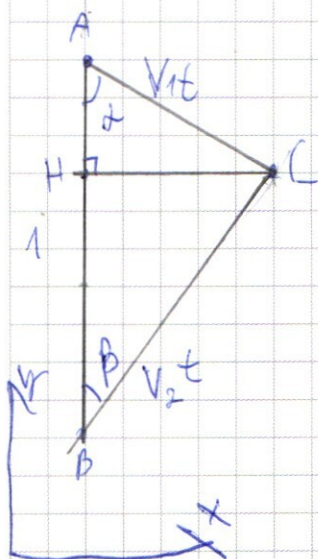
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

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



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

М1



Вспомогательная треугольная система
переменных:

Запишем условия равенства:

$$\begin{cases} V_1 t \sin \alpha = V_2 t \sin \beta & - \text{ось } x \\ V_1 t \cos \alpha + V_2 t \cos \beta = 1000 \text{ (м)} & - \text{ось } y \end{cases}$$

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

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{10}{20} = \frac{\sqrt{3}}{4} - \text{ответ}$$

т.к. координаты и моменты в начале и в конце
нахождения на оси вертикальной линии,
и остались на ней ($V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta$)
расстояние между ними никогда не
имеет составляющей по x , равно

$$L - V_1 t \cos \alpha - V_2 t \cos \beta$$

$$L - V_1 t \cos \alpha - V_2 t \cos \beta = 0$$

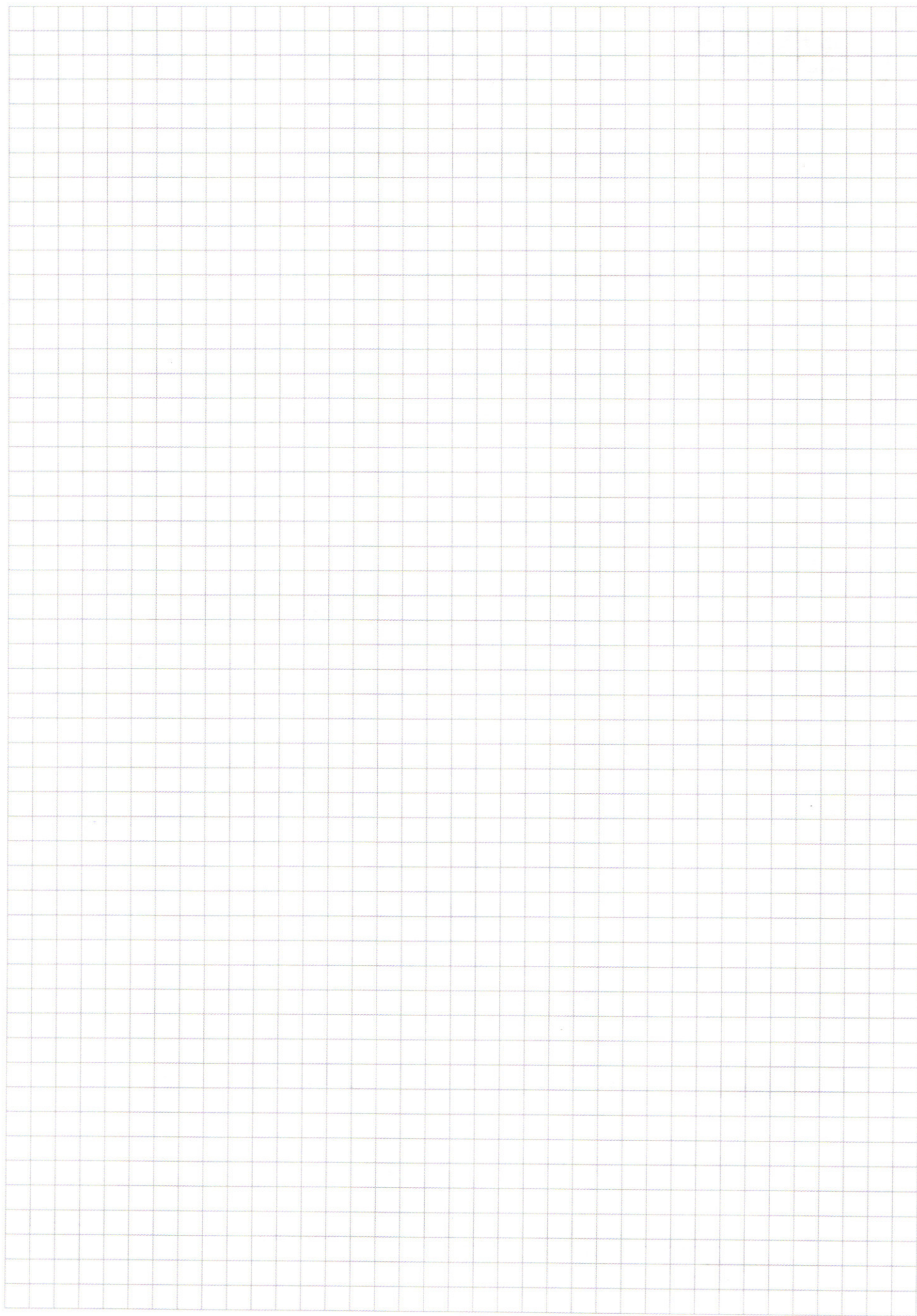
$$(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) t = L - S$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2} \quad \cos \beta = \sqrt{\frac{16-9}{16}} = \sqrt{\frac{7}{16}}$$

$$t = \frac{L - S}{V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta}$$

$$= \sqrt{\frac{L - S}{V_1^2 \frac{1}{4} + V_2^2 \frac{7}{16}}}$$

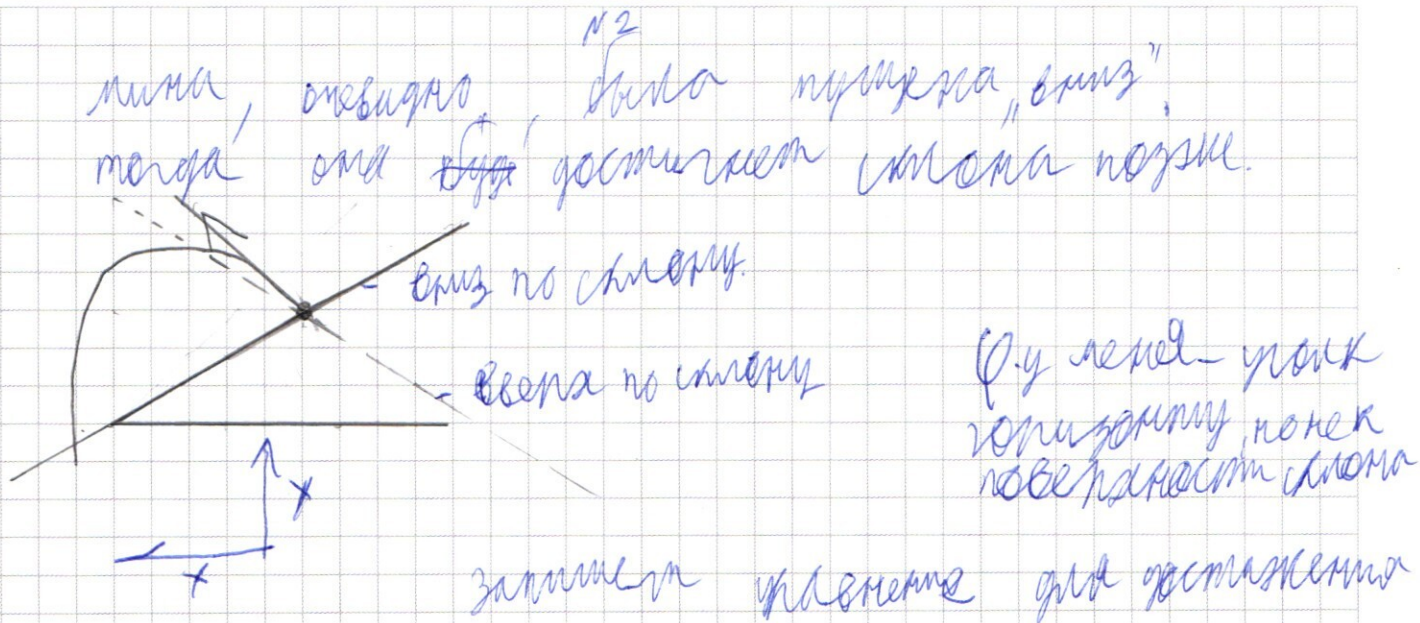
Ответ



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



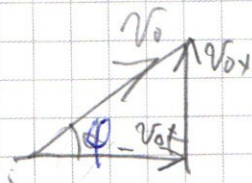
склона:

$$\frac{-\Delta y}{\Delta x} = \tan \alpha$$

найдем Δx и Δy

$$\frac{-(v_{0y}t + \frac{gt^2}{2})}{v_{0x}t} = \tan \alpha$$

$$\frac{\frac{gt^2}{2} - v_{0y}t}{v_{0x}t} = \tan \alpha$$



$$\frac{\frac{gt}{2} - v_{0y}}{v_{0x}} = \tan \alpha$$

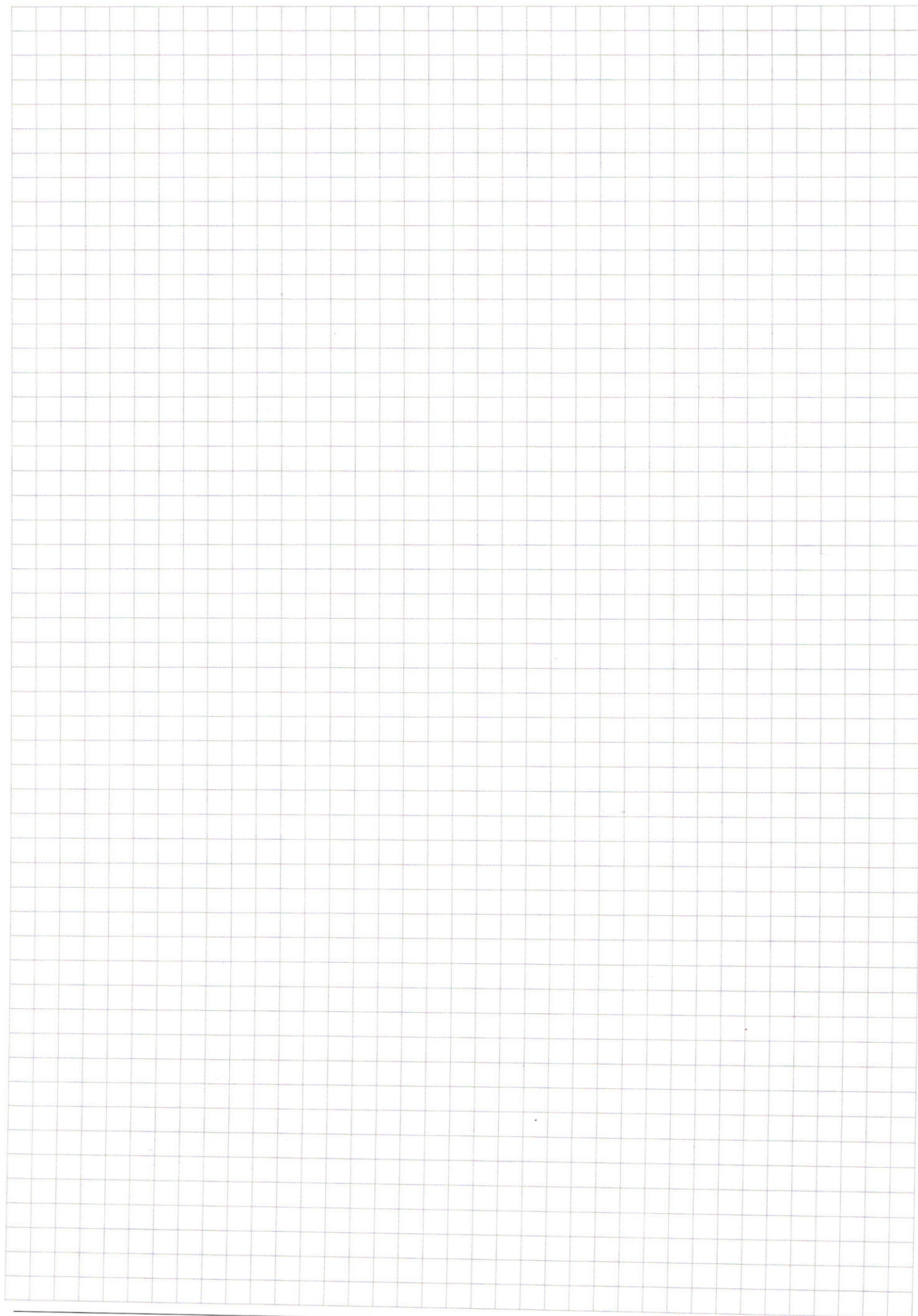
$$v_{0x} = v_0 \sin \varphi$$

$$v_{0y} = v_0 \cos \varphi$$

$$\frac{\frac{gt}{2} - v_{0y}}{v_{0x}} = \tan \alpha$$

$$\frac{gt}{2} - v_{0y} = \tan \alpha v_{0x}$$

$$gt = \frac{2(\tan \alpha v_{0x} + v_{0y})}{g}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\pm$ максимумы при $\text{tg} \alpha + V_{0x} + V_{0y}$ максимум

$$\text{tg} \alpha + V_{0x} + V_{0y} = V_0 (\text{tg} \alpha \cos \varphi + \sin \varphi) =$$

$$\pm \frac{V_0}{\cos \alpha} (\sin \alpha \cos \varphi + \cos \alpha \sin \varphi) = \frac{V_0}{\cos \alpha} \sin(\varphi + \alpha)$$

$$\varphi + \alpha = 90^\circ$$

$$\varphi = 90^\circ - \alpha = 60^\circ$$

наименьшее $\pm$

90° - наименьшее φ

$$\pm = \frac{2}{g} (\text{tg} \alpha V_{0x} + V_{0y}) = \frac{2 \cdot V_0}{g \cos \alpha} \cdot 1 =$$

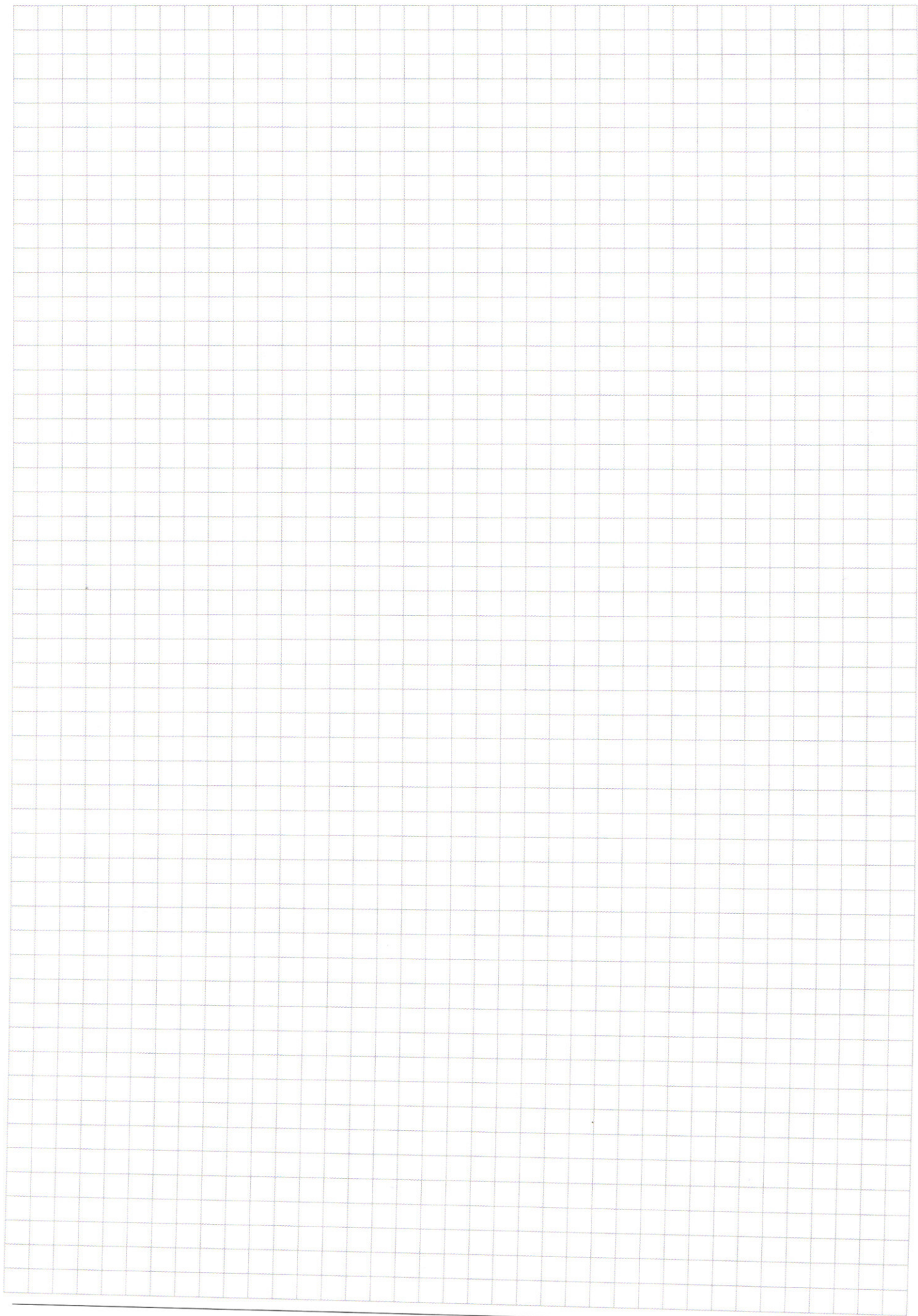
$$= \frac{2 \cdot V_0}{g \cos \alpha}$$

наименьшее S

$$S = t \cdot V_{0x} \cos \alpha = \frac{t \cdot V_0 \cdot \cos \alpha \cdot \text{tg} \alpha}{\cos \alpha} =$$

$$S = \frac{t V_0 \cos \varphi}{\cos \alpha} = \frac{2 V_0^2 \cos \varphi}{g \cos^2 \alpha} =$$

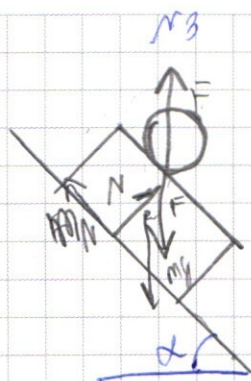
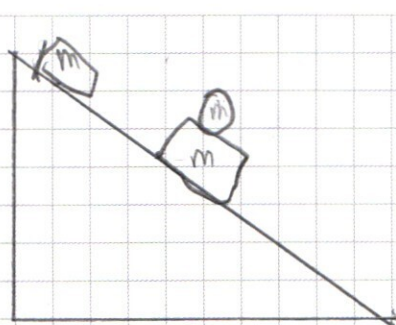
$$V_0 = \sqrt{\frac{S g \cos^2 \alpha}{2 \cos \varphi}} = \sqrt{\frac{800 \cdot 10 \cdot \frac{3}{4}}{2 \cdot \frac{1}{2}}} = \sqrt{6000} \text{ - ответ}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



из-за "мгновенности"
пластичной деформации
неважно вниз
его разорвет
"мгновенно"
вместе с бруском
превратятся.

$$mg \sin \alpha + F \sin \alpha + F_f N = -ma_x$$

$$N = mg \cos \alpha + F \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha + F$$

$$m mg \cos \alpha + m F \cos \alpha - mg \sin \alpha - F \sin \alpha = ma_x$$

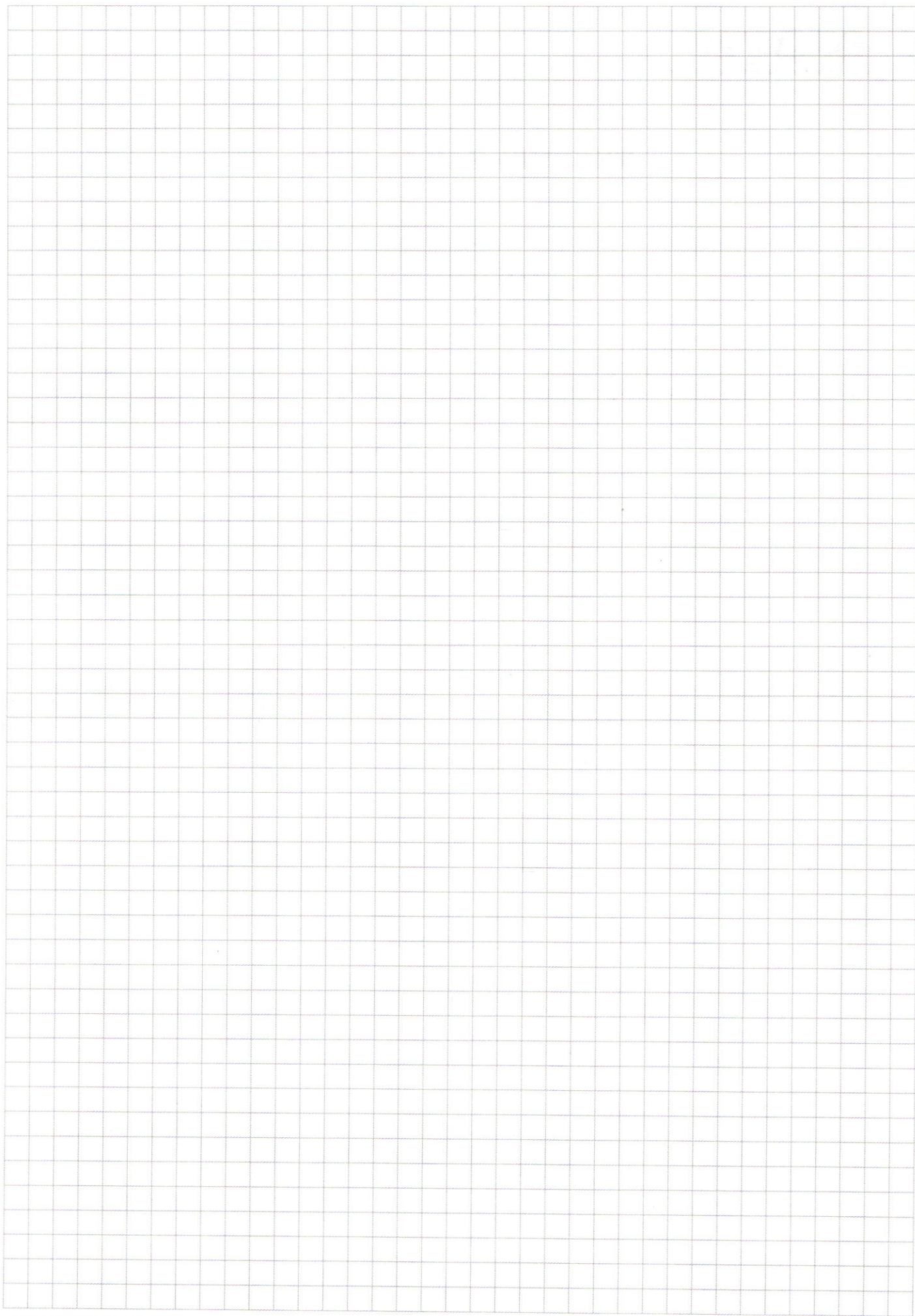
$$(m \cos \alpha + \sin \alpha)(mg + F) = ma_x$$

$$a_x = \frac{(m \cos \alpha - \sin \alpha)(g + \frac{F}{m})}{2}$$

найдём скорость пластины перед
столкновением

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g h \quad \frac{g t^2}{2} = h \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1}} \quad g = \sqrt{2gh} - \text{искомая скорость}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ширина планетки: $\sqrt{2gh}$ м

t - время взаимодействия (мкс)

$$m\sqrt{2gh} = Ft \quad \text{— измерение ширины.}$$

$$F = \frac{m\sqrt{2gh}}{t}$$

$$a_x t = v_1$$

$$a_x = (m \cos \alpha - \sin \alpha) \left(g + \frac{\sqrt{2gh}}{t} \right)$$

т.к. $t \approx 0$, то $g \ll \frac{\sqrt{2gh}}{t}$, следовательно можно не учитывать

$$a_x = (m \cos \alpha - \sin \alpha) \left(\frac{\sqrt{2gh}}{t} \right)$$

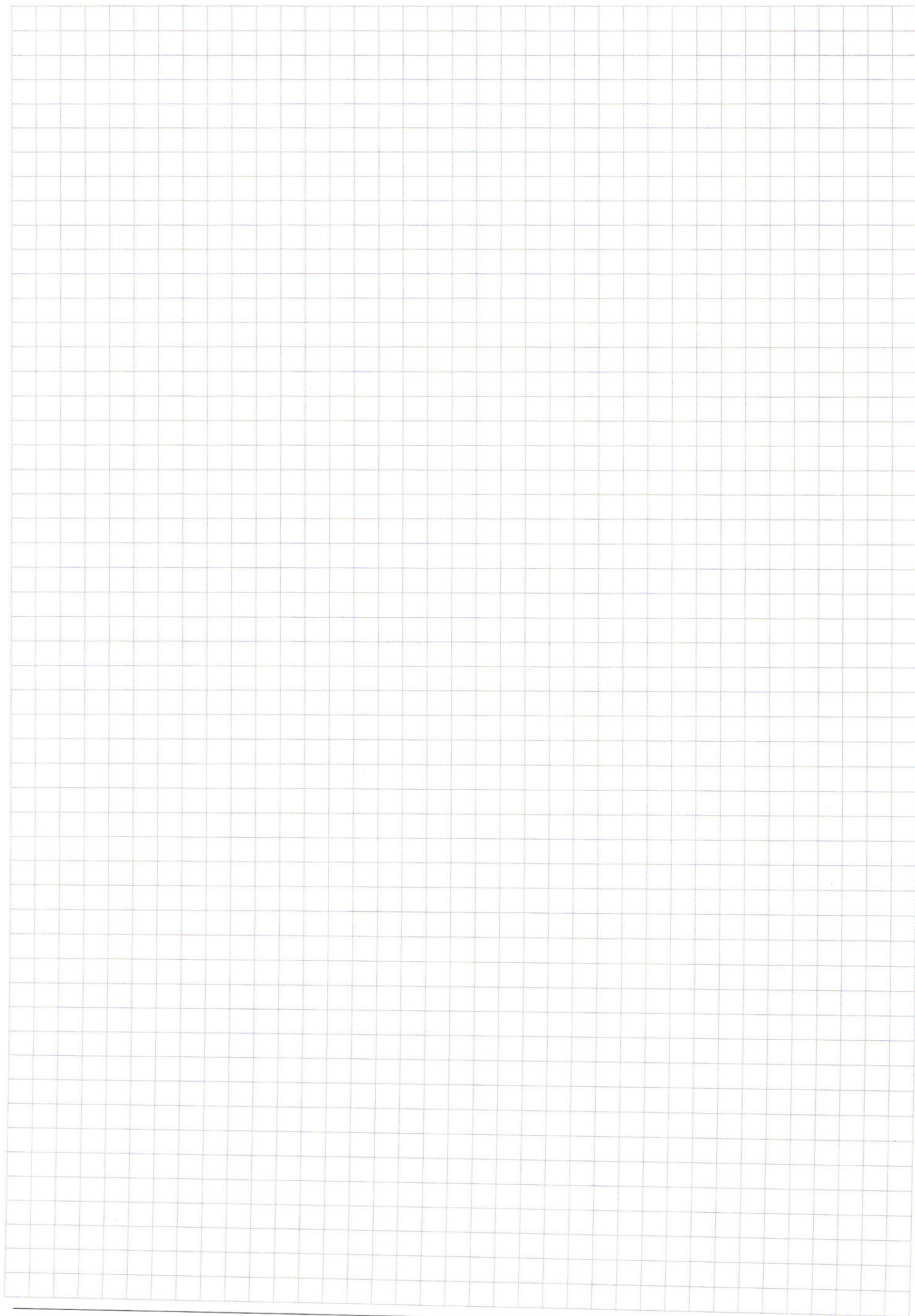
$$v_1 = a_x t = (m \cos \alpha - \sin \alpha) \sqrt{2gh}$$

$$m \cos \alpha - \sin \alpha = \frac{v_1}{\sqrt{2gh}}$$

$$a = (m \cos \alpha - \sin \alpha) \left(g + \frac{F}{m} \right) = \frac{v_1}{\sqrt{2gh}} \left(g + \frac{F}{m} \right)$$

по условию величина $F = 0$, следовательно

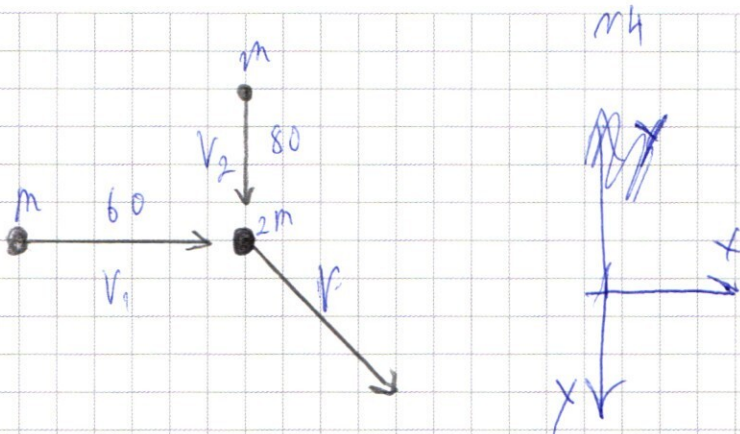
$$a = \frac{v_1 g}{\sqrt{2gh}} = \sqrt{\frac{v_1^2 g}{2h}} \quad \text{— ответ}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



затем проекции закона сохранения
импульса по осям x и y

$$m v_1 = 2m v_x$$

$$v_x = \frac{1}{2} v_1$$

$$m v_2 = 2m v_y$$

$$v_y = \frac{1}{2} v_2$$

$$v = \sqrt{\frac{1}{4}(v_1^2 + v_2^2)} = \frac{1}{2} \sqrt{v_1^2 + v_2^2} - \text{ответ}$$

найдем потерю энергии:

$$\Delta Q = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} - \frac{2m \left(\frac{1}{4} v_1^2 + v_2^2 \right)}{2}$$

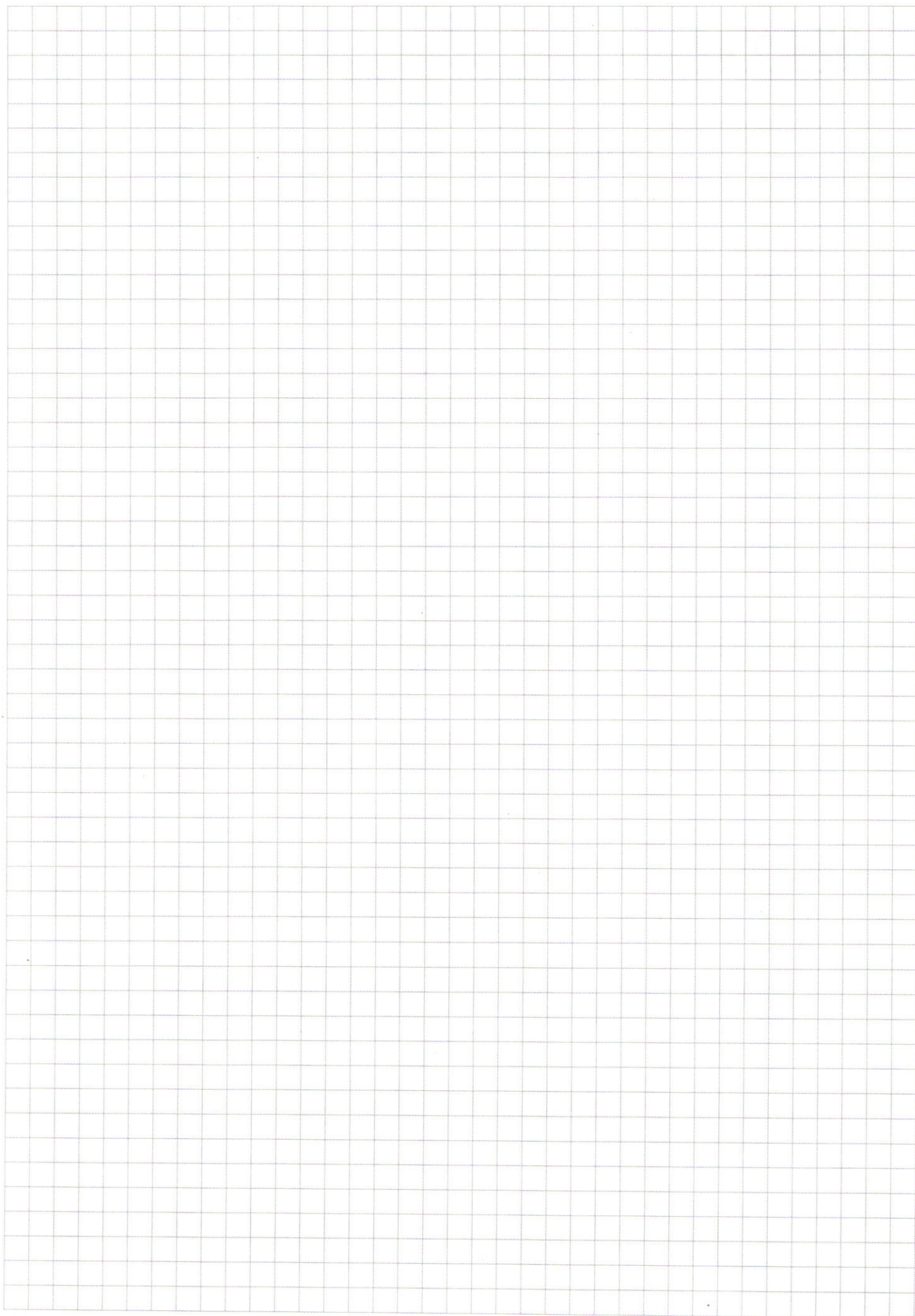
$$= \frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2 - \frac{1}{2} v_1^2 - \frac{1}{2} v_2^2) = \frac{m}{4} (v_1^2 + v_2^2)$$

$$= \frac{m}{4} (v_1^2 + v_2^2)$$

Считаем, что энергия потеряется только
в тепло.

$$\Delta Q = C m \Delta t$$

$$C m \Delta t = \frac{m}{4} (v_1^2 + v_2^2)$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

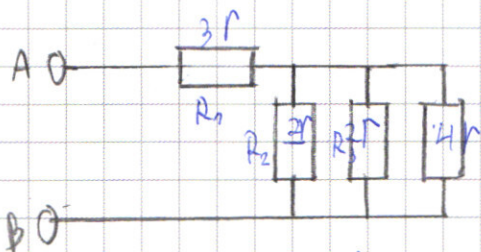
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Delta t = \frac{\sqrt{V_1^2 + V_2^2}}{4C} \quad \text{ответ}$$

175

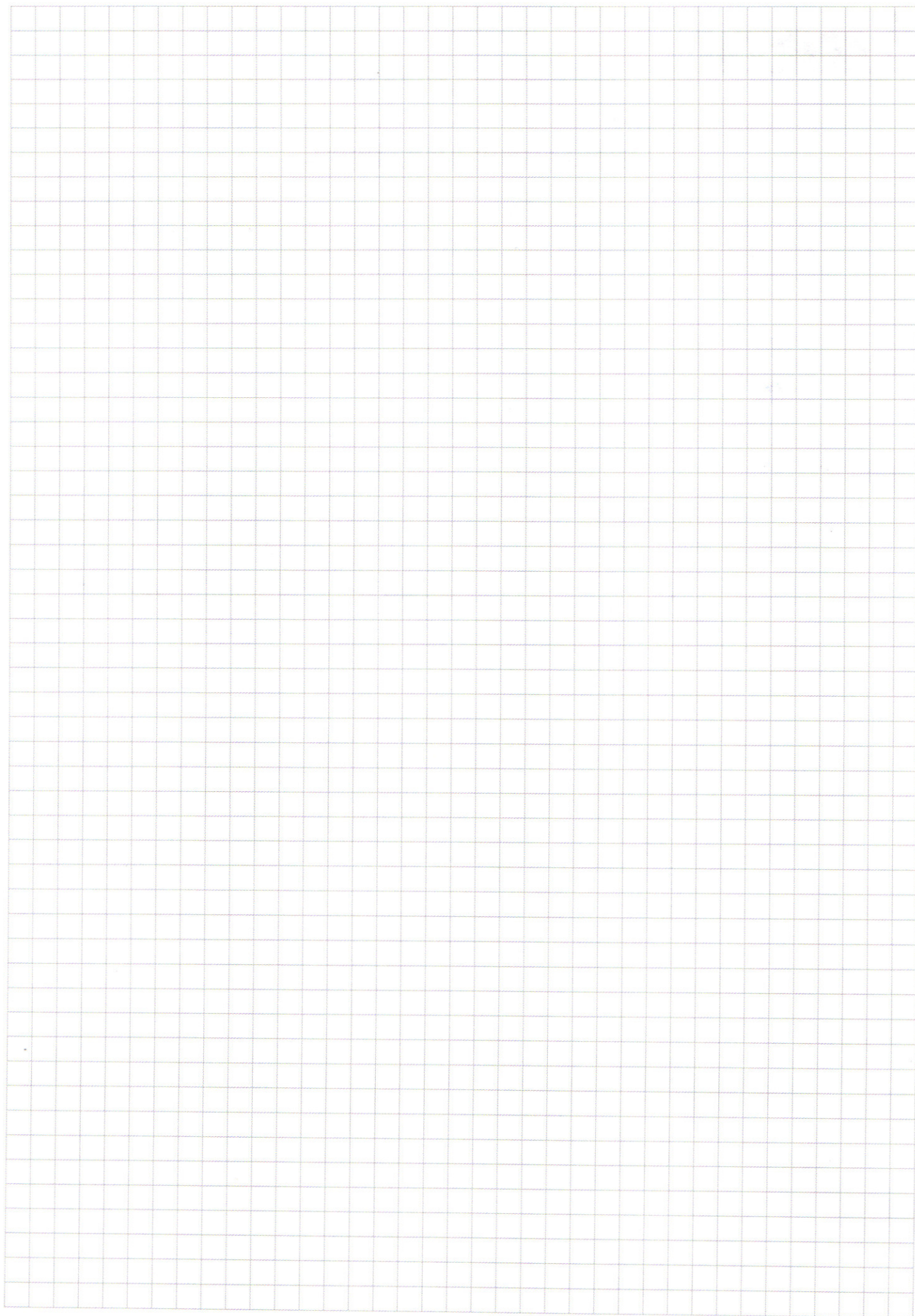


Найдём эквивалентное сопротивление

$$R_{AB} = 3r + \frac{1}{\frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r}} = 3r + \frac{r}{\frac{5}{4}} =$$

$$= \left(3 + \frac{4}{5}\right)r = \frac{15+4}{5}r = \frac{19}{5}r = 3\frac{4}{5}r \quad \text{ответ}$$

$$I = \frac{U}{\frac{19}{5}r} = \frac{5U}{19r} = \frac{28.5}{10.19} = 1 \text{ A} \quad \text{ответ}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)