

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

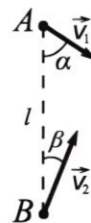
Вариант 09-01

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

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?

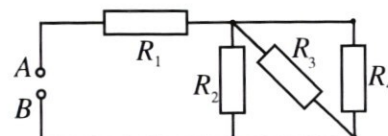
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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?

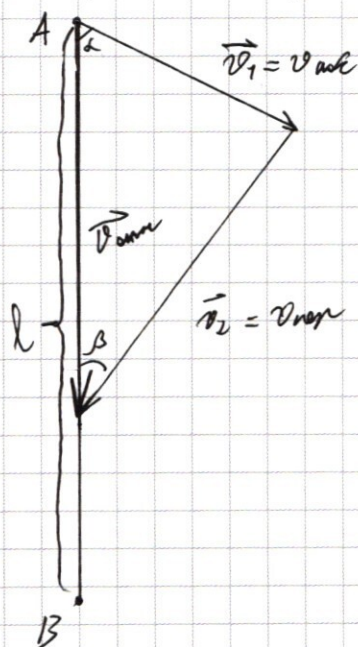


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задана дт.

□ C.O,

связанной с торпедой В:



по к. температура повышается

1) касания, его скорость относительно
поверхности направлена вправо
к точке.

Берга; по м. ссылок:

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

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

$$\sin \beta = 0,5 \sin \alpha$$

$$\sin \beta = 0,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \approx \frac{1,73}{4} \approx 0,4225 \approx 0,42$$

$$2) \quad v_{\text{см}} = v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta$$

$$v_{\text{omr}} = 0,5 v_1 + v_2 \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$$

$$v_{\text{min}} = 5 \frac{\mu}{\text{C}} + 20 \frac{\mu}{\text{C}} \sqrt{\frac{16-3}{16}}$$

$$v_{\text{max}} = 5 \frac{u}{c} + 5 \sqrt{13} \frac{u}{c}$$

$$V_{\text{out}} = (1 + \sqrt{13}) \cdot 5 \frac{\mu}{C}$$

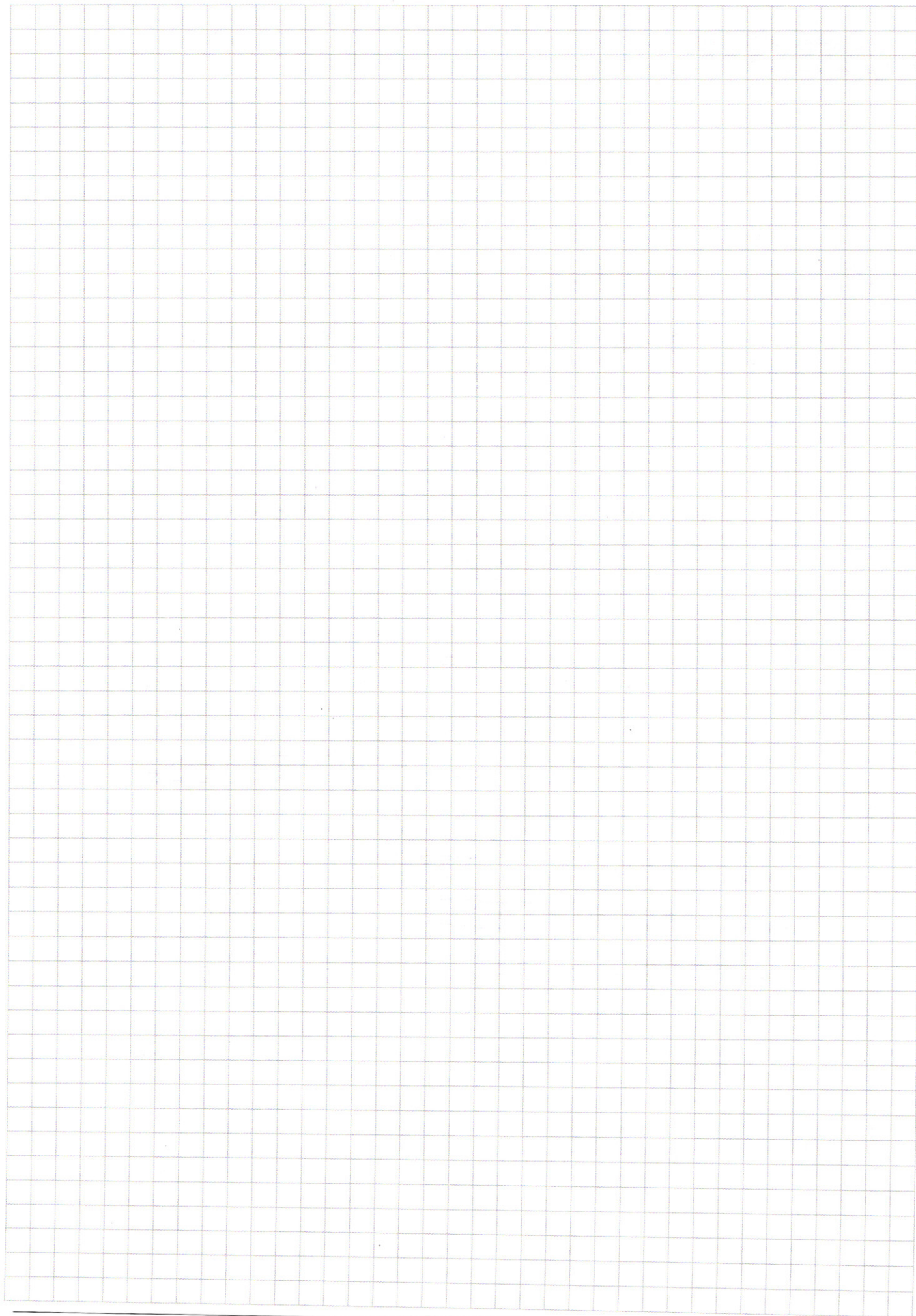
$$V_{anti} \approx 4,6 \cdot 5 \frac{u}{c} \approx 23 \frac{u}{c}$$

$$\frac{L}{T} = \frac{1.8}{2.0 \text{ sec}}$$

$$T = \frac{l - s}{5(1 + \sqrt{13})} \frac{m}{c}$$

$$T = \frac{230 \mu}{23 \frac{\mu}{C}} = 10C.$$

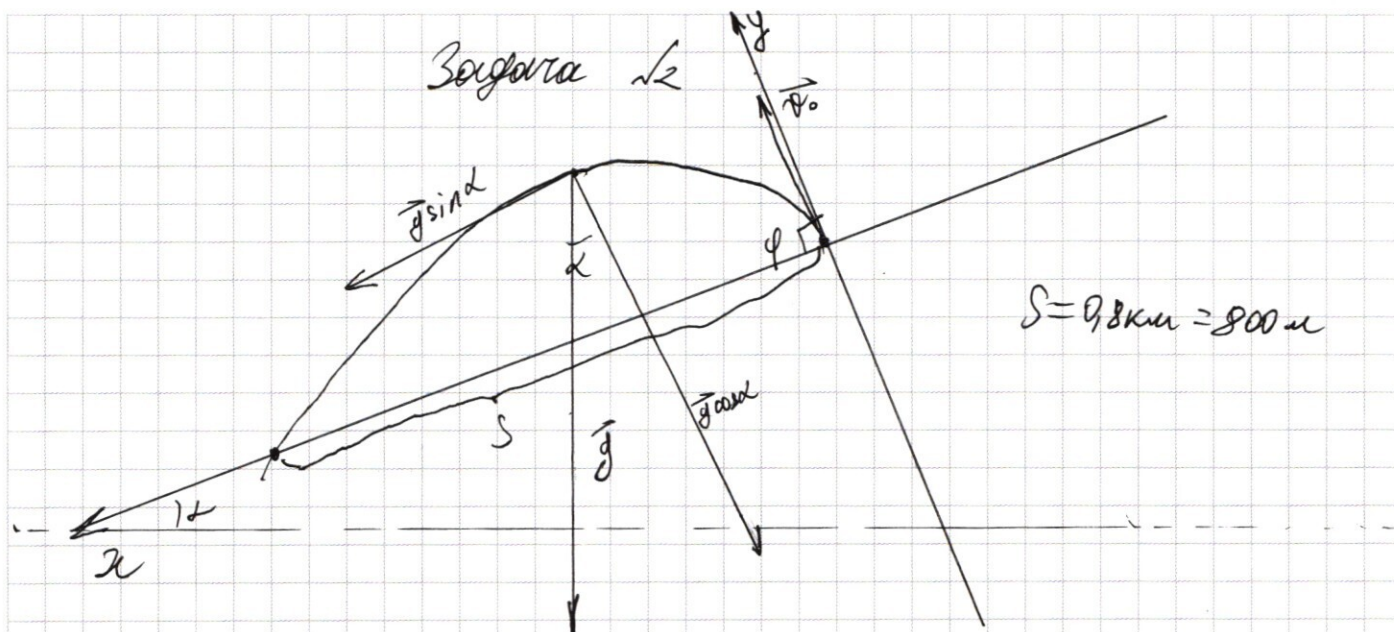
Danben: $\sin \beta \approx 0,4225$; $T \approx 100$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



~~Задача 2~~

$$1) \vec{g} \cdot \vec{v} = v_{0y} \sin \alpha$$

$$g \cdot \vec{v} = v_0 \sin \varphi$$

$$g \cos \alpha \cdot \vec{v} = v_0 \sin \varphi$$

$$\vec{v} = \frac{v_0}{g \cos \alpha} \cdot \sin \varphi$$

$$\vec{v} \text{ максимальна при максимальном } \sin \varphi: \vec{v}_{\max} = \frac{v_0}{g \cos \alpha}$$

$$\max(\sin \varphi) = 1 \Leftrightarrow \varphi = 90^\circ$$

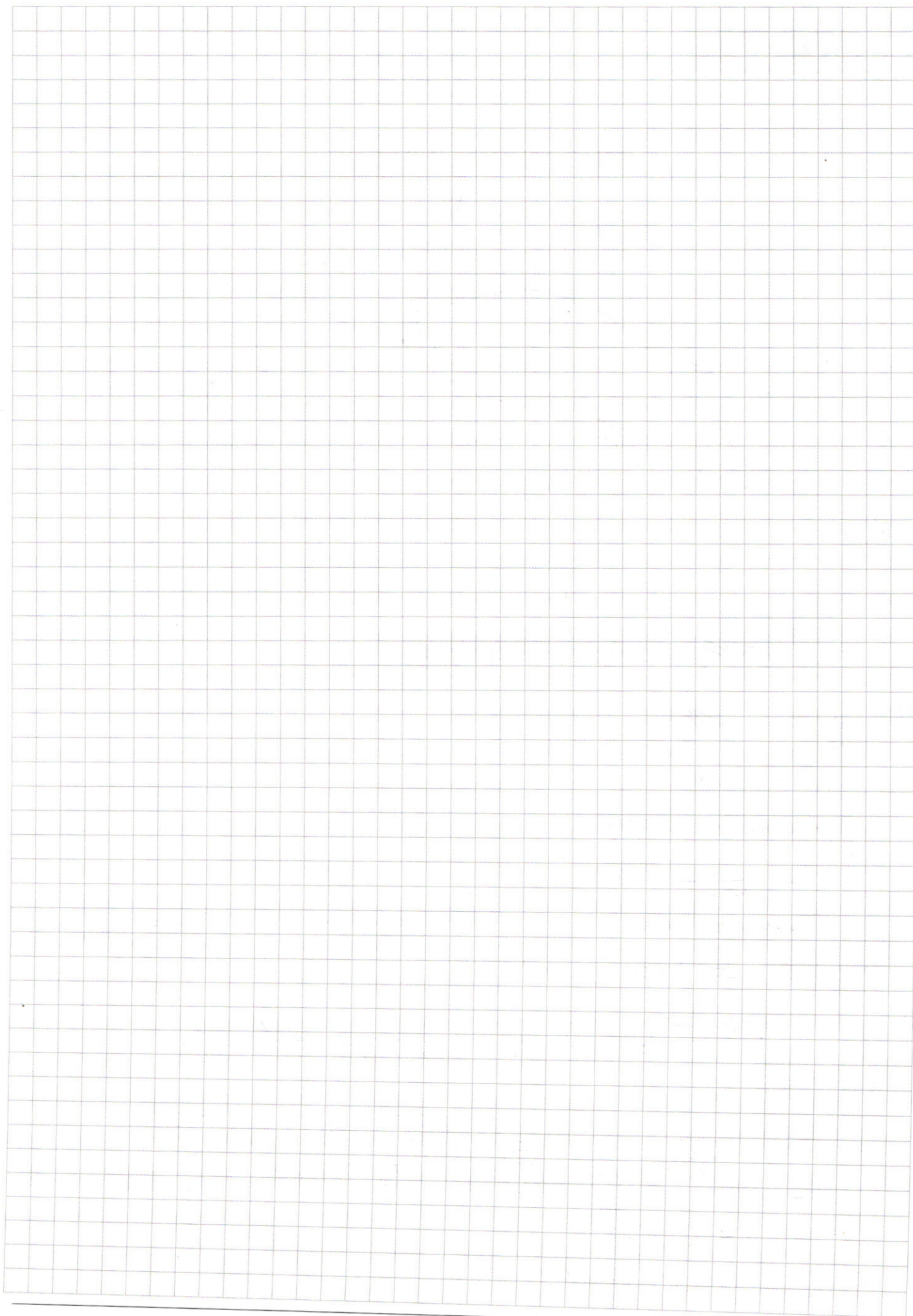
$$2) \begin{cases} S = g \sin \alpha \frac{\vec{v}^2}{2} \\ \vec{v} = \frac{v_0}{g \cos \alpha} \end{cases} \Leftrightarrow S = g \sin \alpha \frac{v_0^2}{2g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{v_0^2}{2g}$$

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

$$v_0 = \cos 30^\circ \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 900 \text{ м}}{0.5}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{36000 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 5\sqrt{3} \cdot \sqrt{320} = 40\sqrt{15} \approx$$

$$\approx 3.87 \cdot 40 = 154.8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } \varphi = 90^\circ; v_0 = 154.8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 13

1) Уг. с. с. 2,

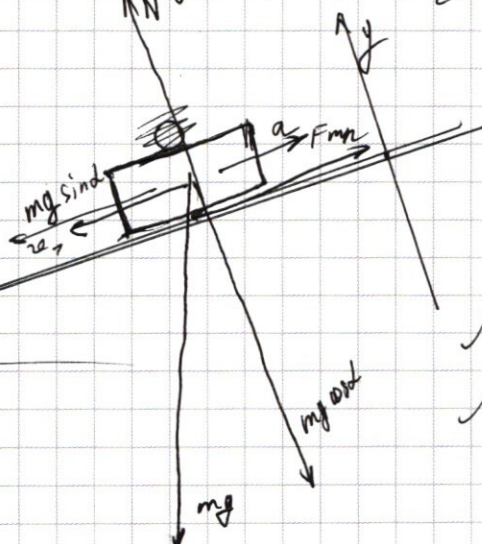
$$\frac{0^2 - v_2^2}{-2g} = h \Leftrightarrow v_2 = \sqrt{2gh}.$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot 0,8 \cdot 10} = 4 \frac{m}{c}.$$

$$= \sqrt{2 \cdot 0,8 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 4 \frac{m}{c}.$$

2)

до столкновения:



$$N = mg \cos \alpha$$

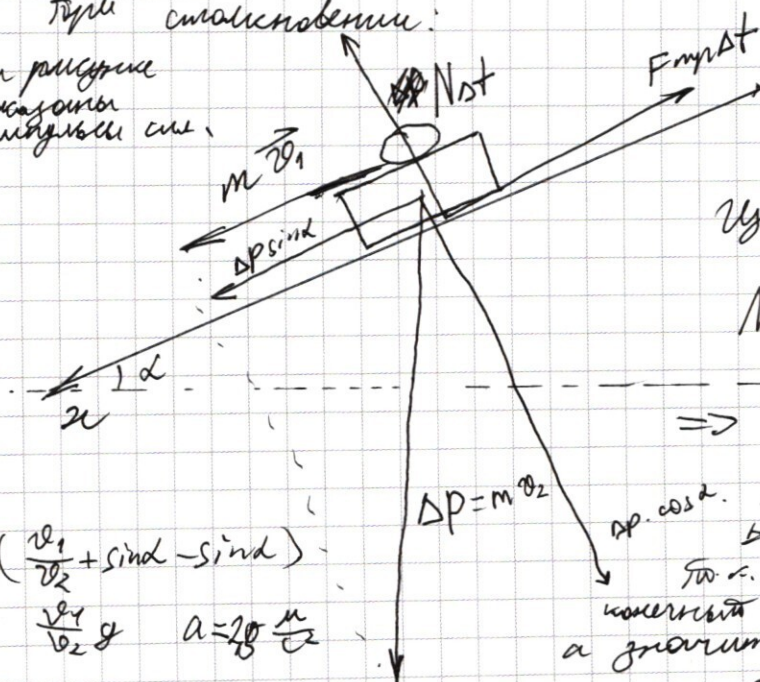
$$\mu N = mg \sin \alpha + ma$$

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

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

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

После столкновения:
на рисунке
показаны
интервалы сил.



Уменьшаем силы
трения
вдвое.

Уг. 2 3-ей задачи:

$$N \sin \alpha = \Delta P \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{тр} \sin \alpha = \Delta P \cos \alpha \mu.$$

По закону сохранения импульса:
m v_1 + m v_2 \sin \alpha = \mu m v_2 \cos \alpha

По 1-й задаче считаем, что
коэффициент трения равен 0,5,
а знаем,

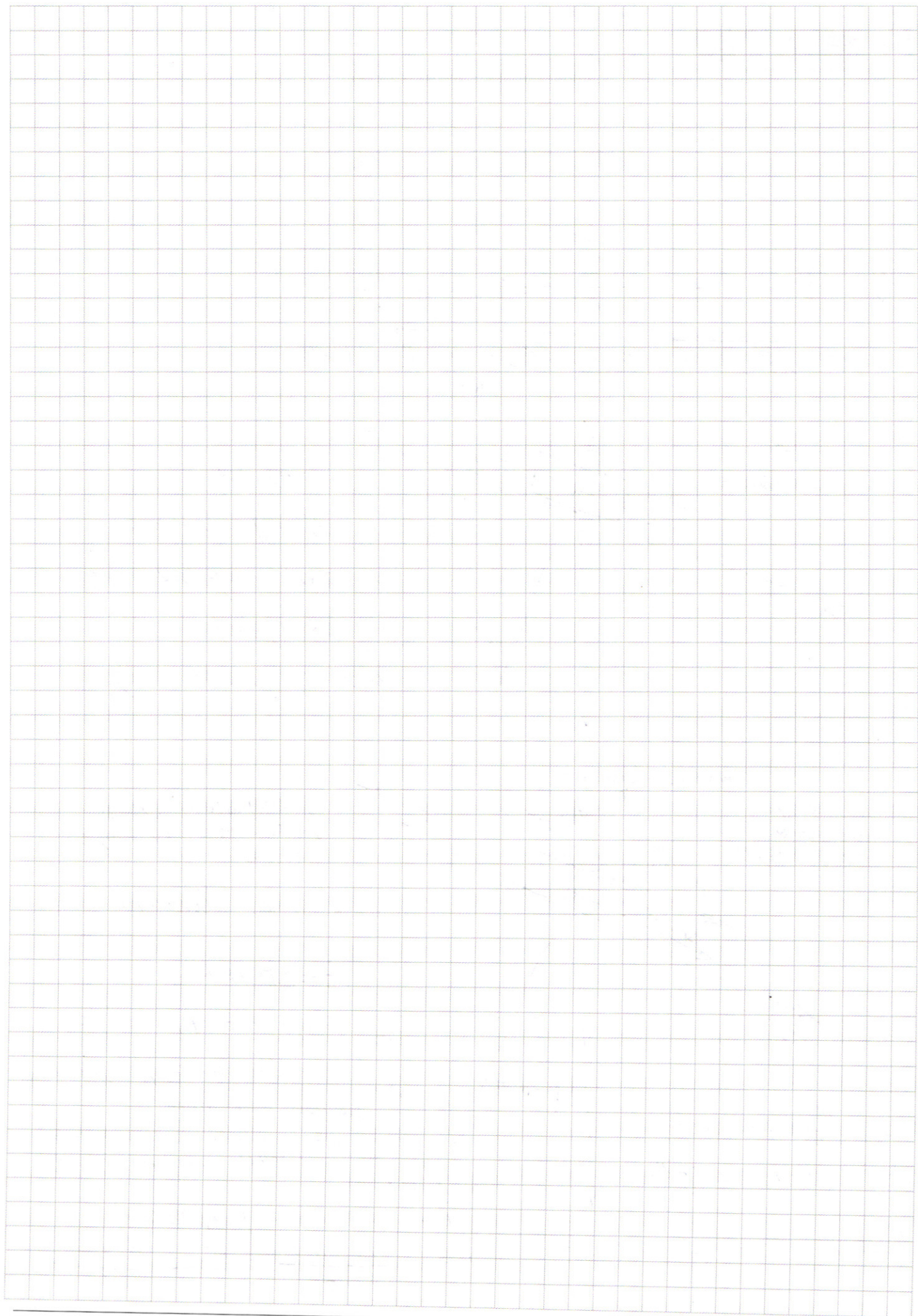
$$m v_1 + m v_2 \sin \alpha = \mu m v_2 \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{v_1 + v_2 \sin \alpha}{v_2 \cos \alpha} = \frac{v_1 + v_2 \sin \alpha}{v_2 \cos \alpha}$$

$$a = g \left(\frac{v_1}{v_2} + \sin \alpha - \sin \alpha \right)$$

$$a = \frac{v_1}{v_2} g \quad a = 2,5 \frac{m}{c^2}$$

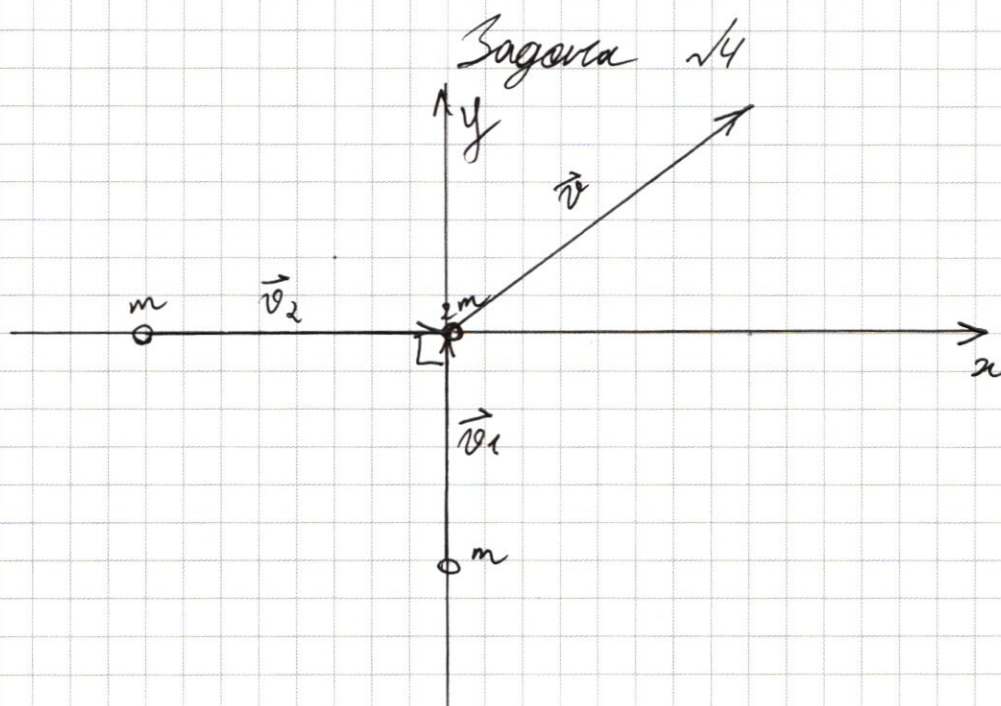
$$\text{Ответ: } v_2 = 4 \frac{m}{c}; \quad a = 2,5 \frac{m}{c^2}.$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) Возьмем закон сохранения импульса:

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

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}$$

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

Проекция на оси:

$$\begin{cases} m v_1 = 2m v_y \\ m v_2 = 2m v_x \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v_y = 0,5 v_1 \\ v_x = 0,5 v_2 \end{cases}$$

$$v = 0,5 \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

$$v = 0,5 \cdot 100 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

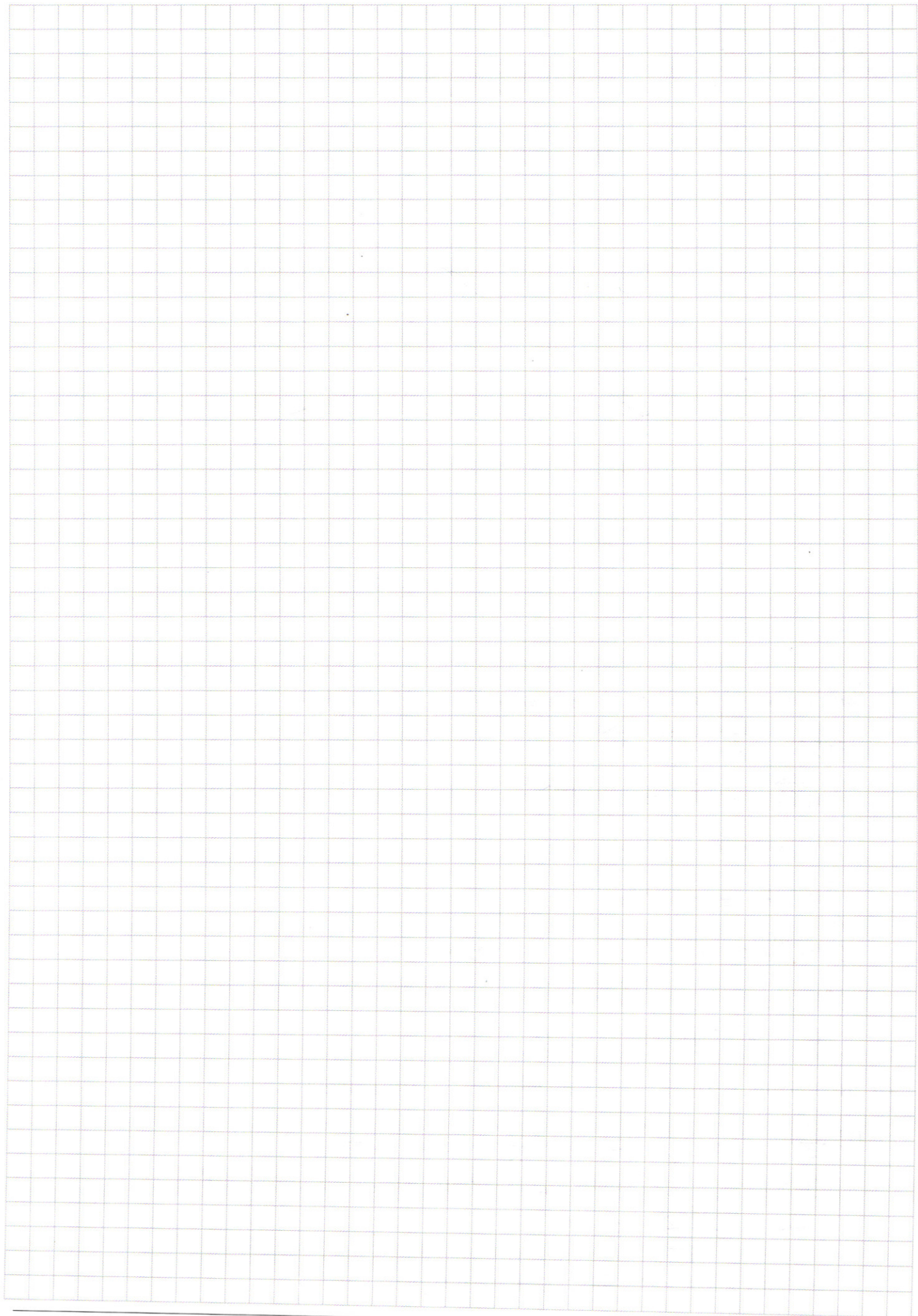
2) Возьмем закон сохранения энергии:

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

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

$$\Delta t = \frac{5000 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{920 \frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot \text{с}}} = 9,1^\circ \text{C}$$

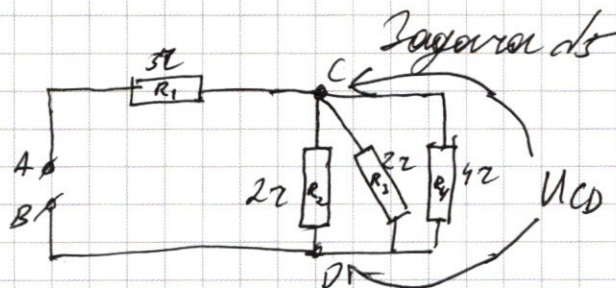
Ответ: $v = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $\Delta t = 9,1^\circ \text{C}$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$1) \quad R_{AB} = R_1 + R_{234}$$

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$R_{234} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}$$

$$R_{234} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}}$$

$$R_{234} = \frac{1}{\frac{5}{4}}$$

$$R_{234} = 0,8 \Omega$$

$$R_{AB} = 3 \Omega + 0,8 \Omega = 3,8 \Omega = 3,8 \text{ Ом}$$

Ответ: $R_{AB} = 3,8 \text{ Ом}$, $I_4 = 0,2 \text{ А}$.

$$2) \quad I_4 = \frac{U_4}{R_4} \quad U_{CD} = U \frac{R_{234}}{R_{AB}}$$

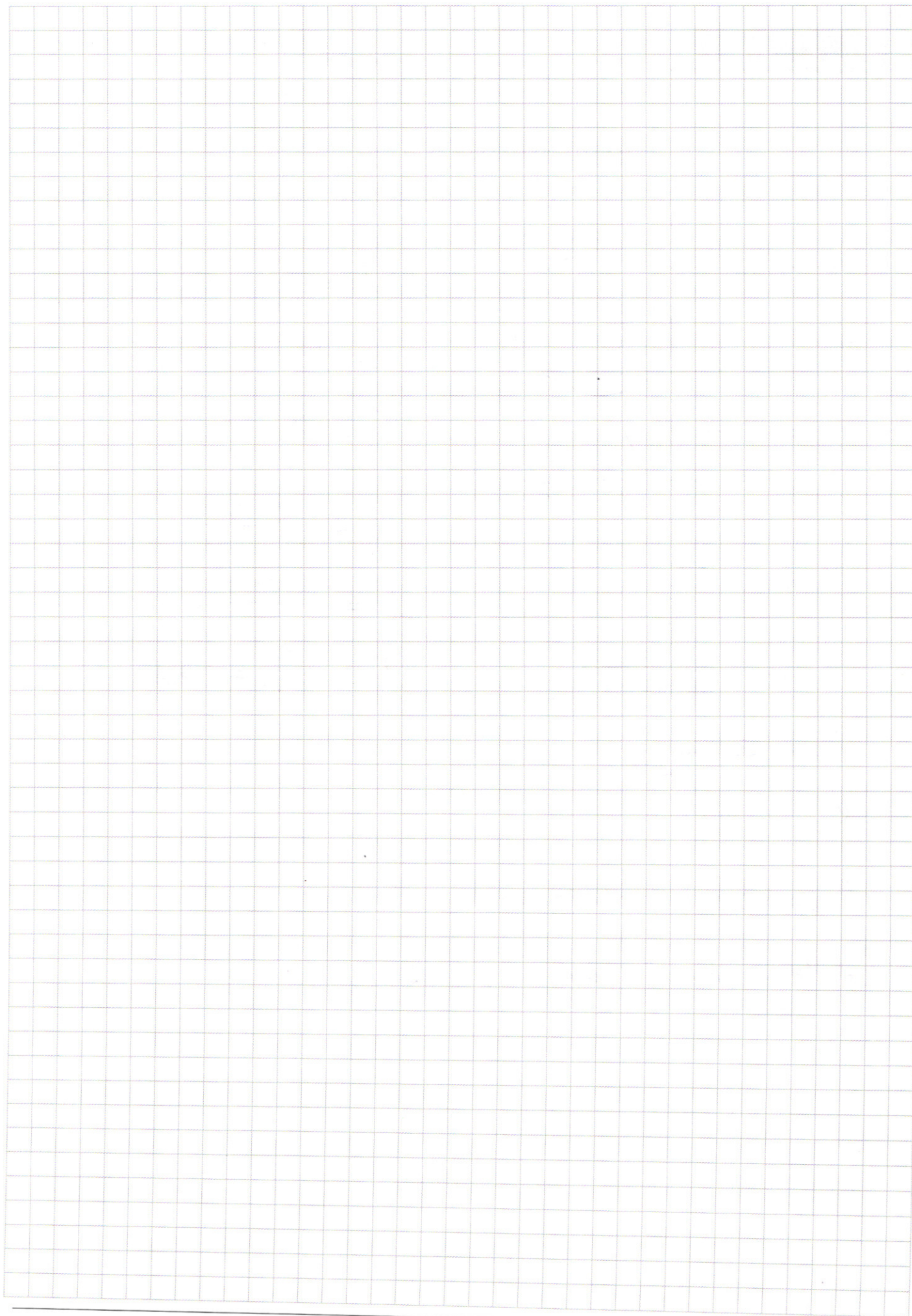
$$I_4 = \frac{U_{CD}}{4 \Omega}$$

$$I_4 = \frac{U}{4 \Omega} \cdot \frac{R_{234}}{R_{AB}}$$

$$I_4 = \frac{U \cdot 0,8 \Omega}{4 \Omega \cdot 3,8 \Omega}$$

$$I_4 = \frac{3,8 \cdot \frac{8}{100}}{400 \text{ мВ}}$$

$$I_4 = \frac{8 \text{ В}}{40 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № _____
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$\frac{dp}{dt} = m \frac{dv}{dt} 320 = 16 \cdot 2 \cdot 10 = 64.5 = (8\sqrt{5})^2$$

$$5 \quad dp = m dv \quad 1.73 / 4$$

$$\begin{array}{r} 1.73 \\ \times 1.73 \\ \hline 5.19 \\ + 12.11 \\ \hline 29.929 \end{array}$$

$$\sqrt{900000} = 3.87$$

$$\begin{array}{r} 6 \times 600 \\ \times 544 \\ \hline 76 \times 5600 \\ \times \end{array}$$

$$450.5$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 65 \\ 54 \\ \hline 387 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 520 \\ \times 94 \\ \hline 4680 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3.87 \\ \times 3.87 \\ \hline 15.09 \\ + 38.69 \\ \hline 15.09 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5000 / 520 \\ 4680 \quad 3.5 \\ \hline 3200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11.61 \\ \times 16 \\ \hline 185.76 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 520 \\ \times 54 \\ \hline 3500 \end{array}$$

$$\sqrt{130000} = 3.64$$

$$\begin{array}{r} 6 \times 400 \\ \times 396 \\ \hline 36 \times 400.00 \\ \times 396 \\ \hline 39.00 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 67 \\ 7 \\ \hline 469 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 68 \\ \times 6 \\ \hline 396 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 1.73 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{1000}{160} \cdot 160 \approx 1000$$

$$\begin{array}{r} 160 \\ 10 \\ \hline 1.73 \end{array}$$

$$\frac{160 \cdot 1.73}{10} = 16 \cdot 1.73 \approx 28$$

$$\begin{array}{r} 424 \\ \times 40000 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 68 \\ \times 8 \\ \hline 544 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ \times 467 \\ \hline 5329 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4.8 \\ 7429 \\ \times 9 \\ \hline 6581 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 450 \\ \times 5 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ 3.87 \\ \times 40 \\ \hline 15480 \end{array}$$

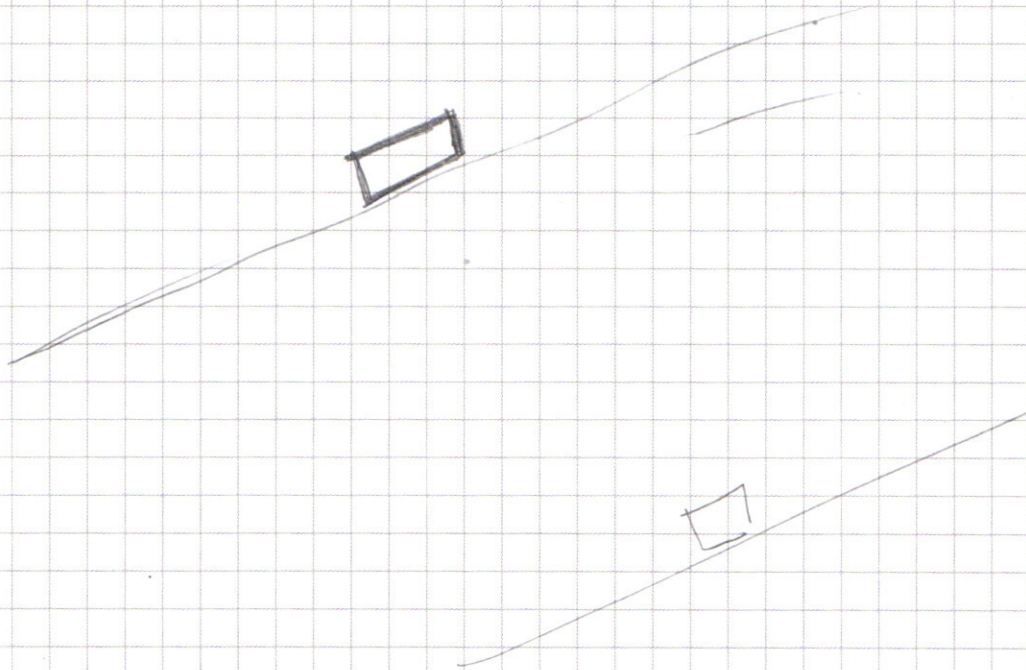
$$\begin{array}{r} 1.73 \\ \times 16 \\ \hline \end{array}$$

$$720 \times$$

$$\begin{array}{r} 4205 \\ \times 5 \\ \hline 36025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 7206 \\ \times 6 \\ \hline 43236 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 3.61 \\ \times 3.61 \\ \hline 13.0321 \end{array}$$



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

$$m v_1^2 + m v_2^2 = 2m v^2 + 4m \Delta t$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 2v^2 + 4\Delta t$$

$$6400 + 3600 - 2 \cdot 2500 = 4\Delta t$$

$$3000 = 4\Delta t$$