

Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 09-01

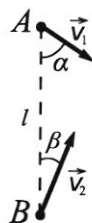
Класс 09

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

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?

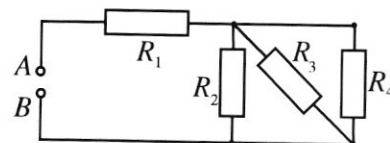
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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

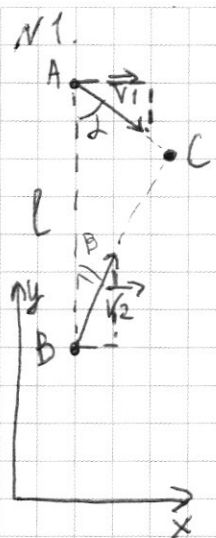
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

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) Введём сис. координат, тогда запишем проекции скоростей на Ox и Oy

$$\begin{cases} v_{1y} = v_1 \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} v_1 = 5 \text{ м/с} \\ v_{1x} = v_1 \cdot \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} v_1 = 5\sqrt{3} \text{ м/с} \\ v_{2y} = v_2 \cdot \cos \beta \\ v_{2x} = v_2 \cdot \sin \beta \\ v_1 = \sqrt{(v_{1x})^2 + (v_{1y})^2} \\ v_2 = \sqrt{(v_{2x})^2 + (v_{2y})^2} \end{cases}$$

Через некоторое t будет соверш. попад., пусть точка C — точка попадания торпеды, тогда:

(1) $Ox: t \cdot v_{1x} = v_{2x} t$

(2) $Oy: t(v_{2y} + v_{1y}) = l$

из (1) $v_{2x} = 5\sqrt{3} \Rightarrow \sin \beta = \frac{v_{2x}}{v_2} = \frac{5\sqrt{3}}{20} = \frac{\sqrt{3}}{4}$

2) воспользуемся формулой из (2)

$T(v_{2y} + v_{1y}) = l - s$

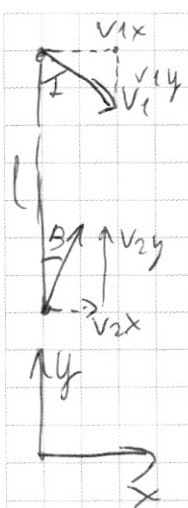
совместно проходим корабль и торпеду

$$\begin{cases} T = \frac{l - s}{v_{2y} + v_{1y}} \end{cases}$$

$v_{2y} = v_2 \cdot \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{4}\right) = \frac{\sqrt{13}}{4} \Rightarrow v_2 = 5\sqrt{13}$

$$T = \frac{230}{5 + 5\sqrt{13}} = \frac{46}{1 + \sqrt{13}} \approx \frac{46}{4,6} \approx 10 \text{ с}$$

Ответ: 1) $\frac{\sqrt{3}}{4}$ 2) 10 с



$$v_{1y} = \frac{1}{2} v_1 = 5 \text{ м/с}$$

$$v_{1x} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_1 = 5\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$v_{2y} = v_2 \cos \beta$$

$$v_{2x} = v_2 \sin \beta$$

перез вертикаль в одном направлении.

~~Векторы~~

$$t(v_{2y} + v_{1y}) = l$$

$$v_{2x} = v_{1x}$$

$$v_2 \sin \beta = \frac{v_{1x}}{v_2}$$

$$\sin \beta = \frac{5\sqrt{3}}{20} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 35 \\ \hline 175 \\ 105 \\ \hline 1225 \end{array} \quad \begin{array}{r} 36 \\ \times 36 \\ \hline 216 \\ 108 \\ \hline 1296 \end{array}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

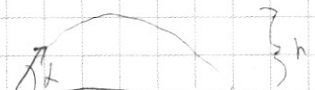
$$v_{2y} = \frac{\sqrt{3}}{4} v_2$$

$$2) \cdot l = T(v_{2y} + v_{1y})_{46}$$

$$T = \frac{1000 \text{ м} - 770 \text{ м}}{5\sqrt{3} + 5} = \frac{230}{5(\sqrt{3} + 1)} = \frac{46}{\sqrt{3} + 1} \approx \frac{46}{4.6} \approx 10 \text{ с}$$

$$\sqrt{13} \approx 3.6$$

$$45 + 30 = 75$$



$$h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0 \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

$$l = v_0 t$$

$$t(t - v_0 \sin \alpha) = 0$$

$$t = \frac{l}{v_0}$$

$$S \cdot \cos \alpha = v_0 t \cdot \cos(\alpha - \beta)$$

$$S \sin \alpha = v_0 t \cdot \sin(\alpha - \beta) - \frac{gt^2}{2}$$

$$(S \cos \alpha)^2 + (S \sin \alpha)^2 = v_0^2 t^2 (\cos^2 + \sin^2) - \frac{g^2 t^4}{4}$$

$$0.8 = v_0^2 t^2 - 25 t^4$$

$$S \sin \alpha = \frac{(v_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2}{-2g} = \frac{0.5 v_0^2}{20} = S \sin \alpha$$

$$0.4 = \frac{v_0^2}{40}$$

$$v_0^2 = 16$$

$$v_0 = 4$$

$$0.4 = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0 t - 5 t^2$$

$$0.4\sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot v_0 t$$

$$t = \frac{S \cos \alpha}{v_0 \cos \alpha - \beta}$$

$$t = \frac{1000}{5 \cdot 20000 \cdot 0.5} = \frac{0.4 \cdot 20}{0.5} = 1.6$$

$$0.4 = 0.4\sqrt{3} - 5t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{0.4(\sqrt{3}-1)}{5}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2.

- 1) Рассмотрим ситуацию когда мишу "бросают" с земли, найдём $t_{\max}$

$$\begin{cases} 0y: 0 = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \\ 0x: l = v_0 \cos \alpha \cdot t \end{cases}$$

$$\begin{cases} t(st - v_0 \sin \alpha) = 0 \\ t = \frac{l}{v_0 \cos \alpha} \end{cases}$$

$$\frac{v_0 \sin \alpha}{s} = \frac{l}{v_0 \cos \alpha}$$

$sl = v_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \rightarrow t_{\max}$ когда $(\sin \alpha \cdot \cos \alpha)_{\max}$

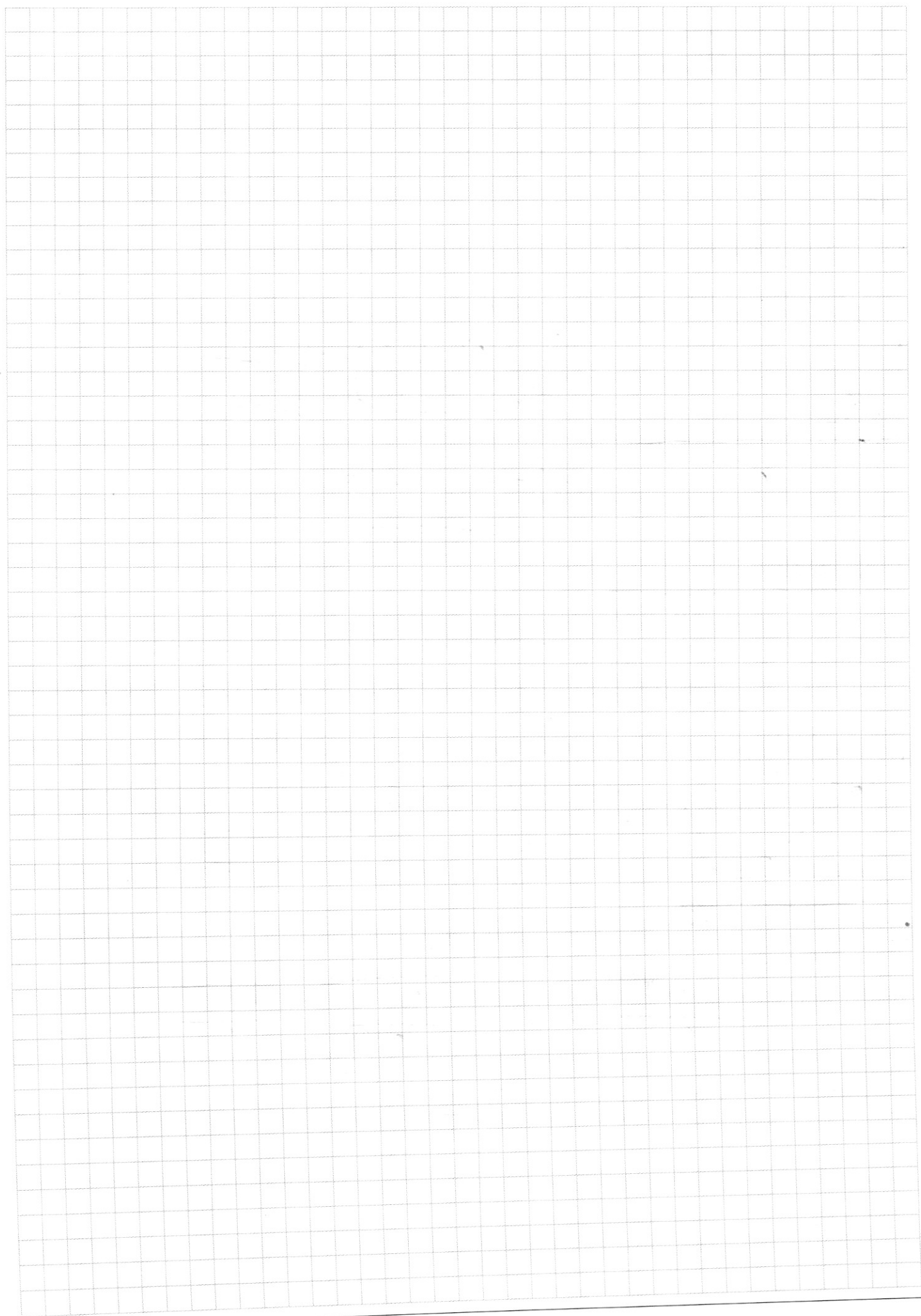
а это будет возможно когда $\alpha = 45^\circ$, та же ситуация и с наклонной плоскостью.

когда $\phi - \alpha = 45^\circ$ (где α - угол накл.пл.)
 $\phi = \phi - \alpha + \alpha = 45^\circ + 30^\circ = \underline{\underline{75^\circ}}$

- 2) $s \sin \alpha = \frac{(v_0 \sin(\phi - \alpha))^2}{2g}$ Введём с.к.:

$$s \sin \alpha = \frac{(v_0 \sin(\phi - \alpha))^2}{2g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{s \sin \alpha \cdot 2g}{(\sin(\phi - \alpha))^2}} = \sqrt{\frac{400 \cdot 20}{0,5}} = 40 \sqrt{10} \frac{m}{c}$$

Ответ: 1) 75° 2) $40 \sqrt{10} \frac{m}{c}$

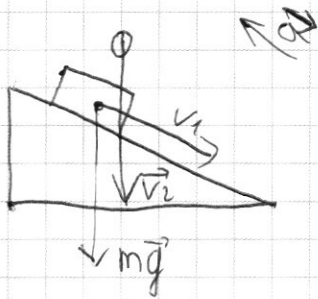


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.



$$1) h = \frac{v_2^2 - 0}{2g} \rightarrow v_2 = \sqrt{2gh} = 4 \frac{m}{c}$$

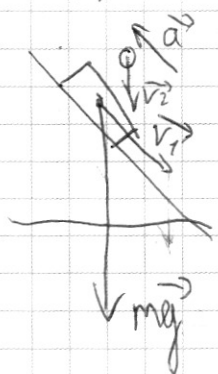
2) ат по 3. сохр. импульса:

$$m v_1 + m v_2 = 2 m v$$

$$v = \frac{1}{2} (v_1 + v_2) = 2,5 \frac{m}{c^2}$$

 $a = v$ т.к брусок поехал обс этой скоростью, а в он остановился $\Rightarrow a = v$ Ответ: 1) $4 \frac{m}{c}$; 2) $2,5 \frac{m}{c^2}$

u3.

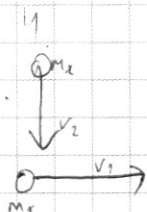


$$1) h = \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow v_2 = \sqrt{16} = 4 \text{ m/s}$$

$$2) 0 = v_1 - at$$

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

$$v_2 = v_1 \sin \alpha$$



$$m \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 2mV$$

$$\frac{1}{2} (\sqrt{10}) = V$$

$$V = 510$$

$$2) \frac{2m \cdot v^2}{2} =$$

$$L = \frac{2m \cdot v^2}{2} = \frac{2 \cdot 1000}{2} = 1000 \text{ m}$$

$$L = \frac{2m \cdot 2500}{2} = 2500 \text{ m}$$

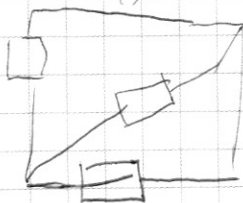
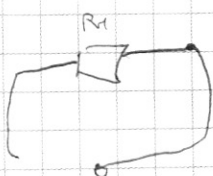
$$2500 \text{ m} = c \cdot m \cdot (\Delta t)$$

$$1250 = c \cdot \Delta t$$

$$\frac{1250}{130} = \Delta t$$

$$\frac{125}{13} = \Delta t$$

$$\Delta t \approx 10^3$$



$$\frac{U_R \cdot 6V}{6V} = \frac{4}{3} V$$

$$\frac{\frac{4}{3} V \cdot 2V}{10V} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{10} V = \frac{4}{5} V$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2V} + \frac{1}{2V} + \frac{1}{4V} =$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{V} + \frac{1}{4V} =$$

$$\frac{1}{R} = \frac{5}{4V}$$

$$R = \frac{4}{5} V$$

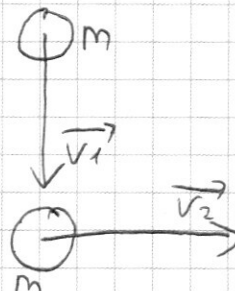
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4

1) По закону сохранения импульса:

$$m(\sqrt{v_1^2 + v_2^2}) = 2mV$$

$$V = \frac{1}{2} \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 50 \text{ м/с}$$



$$2) E_{\text{кин}} = m \left(\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} \right) = 5000 \text{ м}$$

$$E_{\text{стат}} = 2m \frac{v^2}{2} = 2500 \text{ м}$$

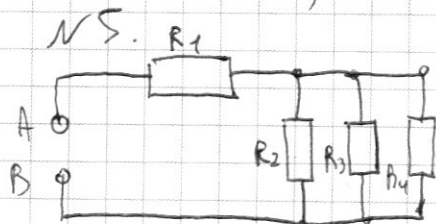
$$5000 \text{ м} - 2500 \text{ м} = 2500 \text{ м}$$

$$2500 \text{ м} = c \cdot 2m \Delta t$$

$$\frac{1250}{c} = \Delta t$$

$$10^\circ \approx \Delta t$$

Ответ: 1) 50 м/с 2) 10°



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

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

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

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

$$R_{AB} = 3r + \frac{4}{5}r = 3,8r$$

$$2) I_{AB} = \frac{38}{3,8r} = \frac{10}{r} = 1$$

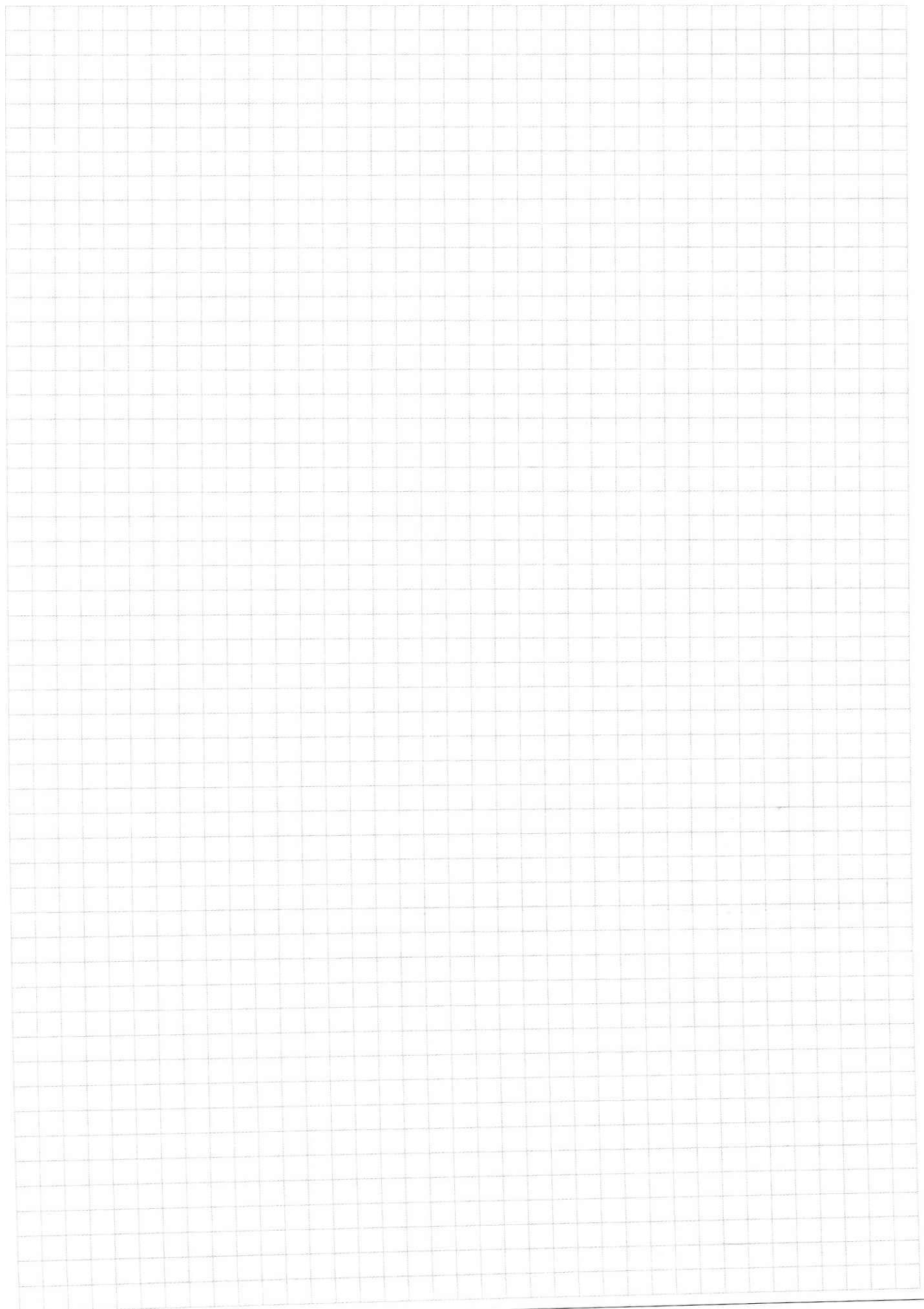
$$I_{234} = 1 \text{ А}$$

$$R_{234} = \frac{4}{5}r = 80 \text{ м}$$

$$U = 8 \text{ В} = U_4$$

$$I_4 = \frac{U_4}{4r} = \frac{8 \text{ В}}{40 \text{ м}} = 0,2 \text{ А}$$

Ответ: 1) $\frac{4}{5}r$; 2) 0,2 А



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



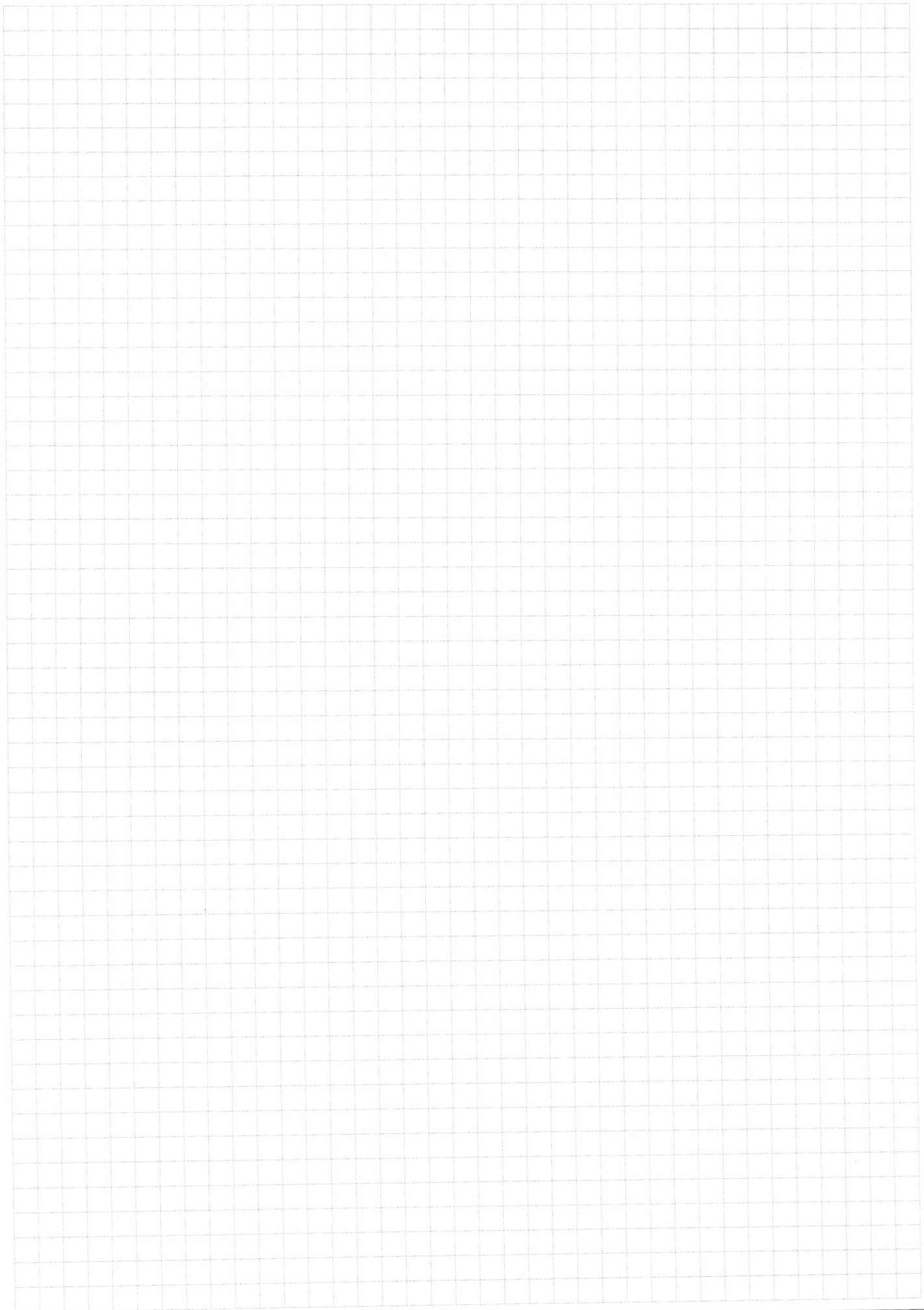
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)