

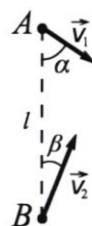
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ 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. Пластилиновый 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 пластилина 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.

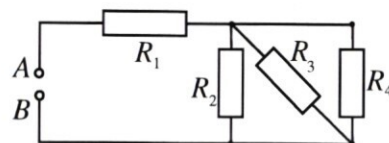
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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.

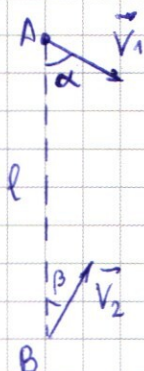
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.



Дано: $t = 25$ с
 $l = 800$ м
 $V_1 = 8$ м/с
 $\alpha = 60^\circ$
 $\beta = 30^\circ$

$V_2 = ?$
 $S = ?$

Поскольку торпеда попадет в корабль, то треугольник ABC (с-точка столкновения) прямоугольный.

Определим время движения t : $\sin \beta = \frac{l}{V_1 t}$
 $0,5 = \frac{l}{V_1 t}$
 $V_1 t = \frac{l}{0,5}$
 $V_1 t = 2000$

$$t = \frac{l}{0,5 V_1} = \frac{800 \text{ м}}{0,5 \cdot 8 \text{ м/с}} = 200 \text{ с}$$

$$\sin \beta = \frac{V_1 t}{l}$$

$$0,5 = \frac{V_1 t}{l}$$

$$t = \frac{0,5 l}{V_1} = \frac{0,5 \cdot 800 \text{ м}}{8 \text{ м/с}} = 50 \text{ с}$$

$$V_1 t = 50 \text{ с} \cdot 8 \text{ м/с} = 400 \text{ м}$$

Определим V_2 из теоремы Пифагора $V_2 t = \sqrt{l^2 - (V_1 t)^2} = \sqrt{800^2 - 400^2} =$
 $= 10\sqrt{48} = 40\sqrt{3} \text{ (м)}$
Получа $V_2 = \frac{40\sqrt{3} \text{ м}}{50} = 0,8\sqrt{3} \text{ м/с}$

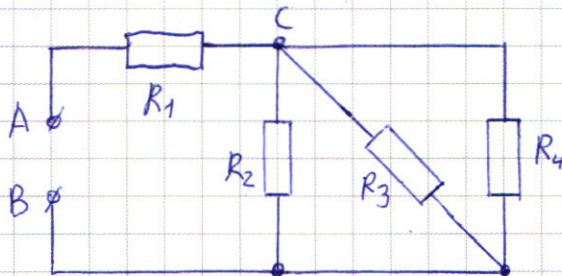
Поскольку все движения происходят с постоянными скоростями, а $T = t/2$, то $S = l/2 = 800 \text{ м} / 2 = 400 \text{ м}$.

Ответ: $V_2 = 0,8\sqrt{3} \text{ м/с}$
 $S = 400 \text{ м}$.

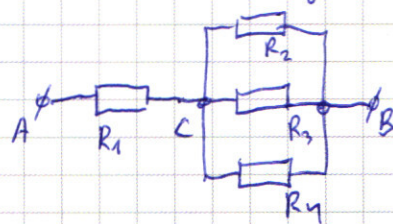
Задача 5.

Дано: $R_1 = 2r$
 $R_2 = R_3 = 4r$
 $R_4 = r = 60 \text{ Ом}$
 $U = 8 \text{ В}$

$R_{AB} = ?$
 $P_{234} = ?$



Цепь имеет вид:



Эквивалентное сопротивление цепи

$$\begin{aligned}
 R_{AB} &= R_1 + \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4} = 2r + \frac{4r \cdot 4r \cdot r}{4r \cdot 4r + 4r \cdot r + 4r \cdot r} = \\
 &= 2r + \frac{16r^3}{24r^2} = 2\frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r
 \end{aligned}$$

$$R_{AB} = \frac{8}{3} \cdot 60 \text{ Ом} = 160 \text{ Ом}$$

Определим силу тока во всей цепи: $I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{8 \text{ В}}{160 \text{ Ом}} = 0,05 \text{ А}$

Определим напряжение на участке BC:

$$U_{BC} = U - U_{AB} = U - I R_1 = U - 2r I = 8 \text{ В} - 2 \cdot 60 \text{ Ом} \cdot 0,05 \text{ А} = 2 \text{ В}$$

Сопротивление участка BC: $R_{BC} = R_{AB} - R_1 = \frac{8}{3}r - 2r = \frac{2}{3}r = 40 \text{ Ом}$.

Тогда определим мощность, выделяемую на участке BC:

$$P_{234} = \frac{U_{BC}^2}{R_{BC}} = \frac{(2 \text{ В})^2}{40 \text{ Ом}} = 0,1 \text{ Вт}$$

Ответ: $R_{AB} = 160 \text{ Ом}$
 $P_{234} = 0,1 \text{ Вт}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4.

Дано:
 $V = 25 \text{ м/с}$
 $V_1 = 30 \text{ м/с}$
 $\Delta t = 1,35^\circ \text{C}$

$V_2 = ?$
 $c = ?$

Запишем закон сохранения импульса (м-масса одного шарика).

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

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

Поскольку $V_1 \perp V_2$, запишем теорему Пифагора:

$$(2V)^2 = V_1^2 + V_2^2$$

$$V_2 = \sqrt{4V^2 - V_1^2} = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2} = 40 \text{ (м/с)}$$

Запишем закон сохранения энергии

$$0,5mV_1^2 + 0,5mV_2^2 = 0,5 \cdot 2mV^2 + 2cm\Delta t$$

$$mV_1^2 + mV_2^2 = 2mV^2 + 4cm\Delta t$$

$$V_1^2 + V_2^2 - 2V^2 = 4c\Delta t$$

$$c = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4\Delta t} = \frac{30^2 + 40^2 - 2 \cdot 25^2}{4 \cdot 1,35} = \frac{900 + 1600 - 1250}{5,4} \approx 213 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}} \right)$$

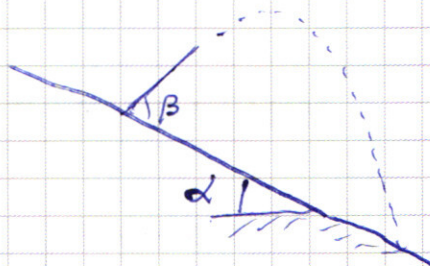
Ответ: $V_2 = 40 \text{ м/с}$
 $c = 213 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ \text{C)}$

Задача 2.

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \sin \alpha / \cos \alpha = 0,75$$



v_0 — начальная скорость мины

Высота, до которой поднимется ми́на:

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2(\beta - \alpha)}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2(\beta - \alpha)}{2g}$$

Расстояние, ~~до которого~~ ми́на пройдет по горизонталу, ~~когда она~~ ~~останется на одной высоте~~ (ми́на летит): $S / \cos \alpha = 1800 / 0,8 =$

$$l = S \cos \alpha = 1800 \cdot 0,8 = 1440 \text{ (м)}$$

Высота, на которую опустилась ми́на относительно ми́налета:

$$\Delta h = S \cdot \sin \alpha = 1800 \cdot 0,6 = 1080 \text{ (м)};$$

~~$v_0 \cos(\beta - \alpha)$~~ Пусть t_n — время движения ми́ны вниз.

$$h + \Delta h = \frac{g t_n^2}{2}$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2(\beta - \alpha)}{2g} + \Delta h = \frac{g t_n^2}{2}$$

$$v_0^2 \sin^2(\beta - \alpha) = \frac{g t_n^2}{2} - \Delta h = \frac{t_n^2}{4} - \frac{\Delta h}{2g}$$

$$(v_0 \sin(\beta - \alpha))^2 = \frac{t_n^2}{4} - \frac{\Delta h}{2g}$$

Поскольку t_n — максимально, то $(v_0 \sin(\beta - \alpha))^2$ ~~также~~ максимально, тогда $\sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$.

Тогда выстрел произведет Пуд

$$\sin 67^\circ = \cos 33^\circ = 0,8$$

$$\sin \gamma = 0,8; \quad \cos \gamma = 0,6, \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{4}{3}$$

Ответ: $\beta = 90^\circ$.

$$\gamma = 90^\circ - \arcsin(0,6) = 90^\circ - 33^\circ = 67^\circ$$



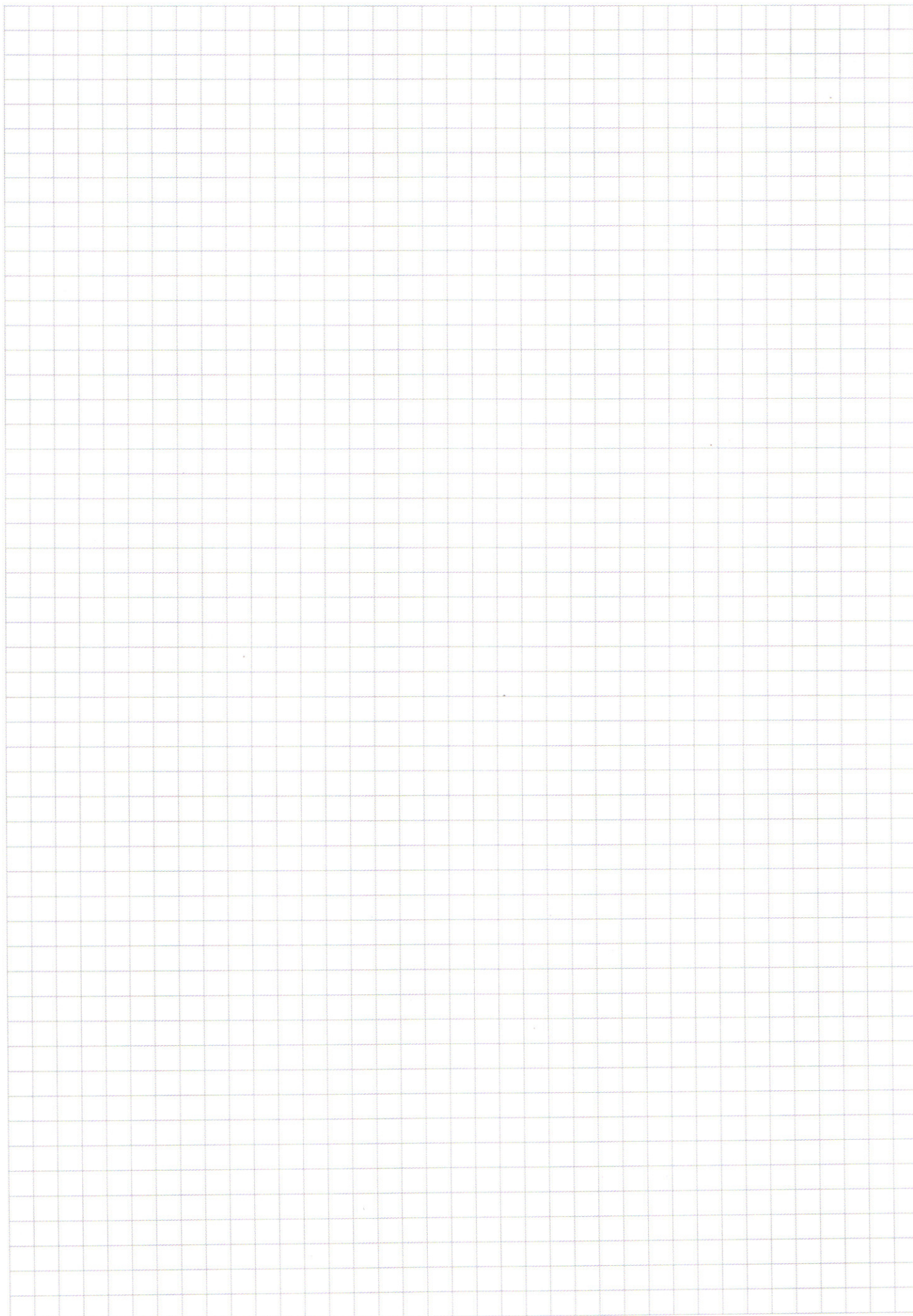
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.

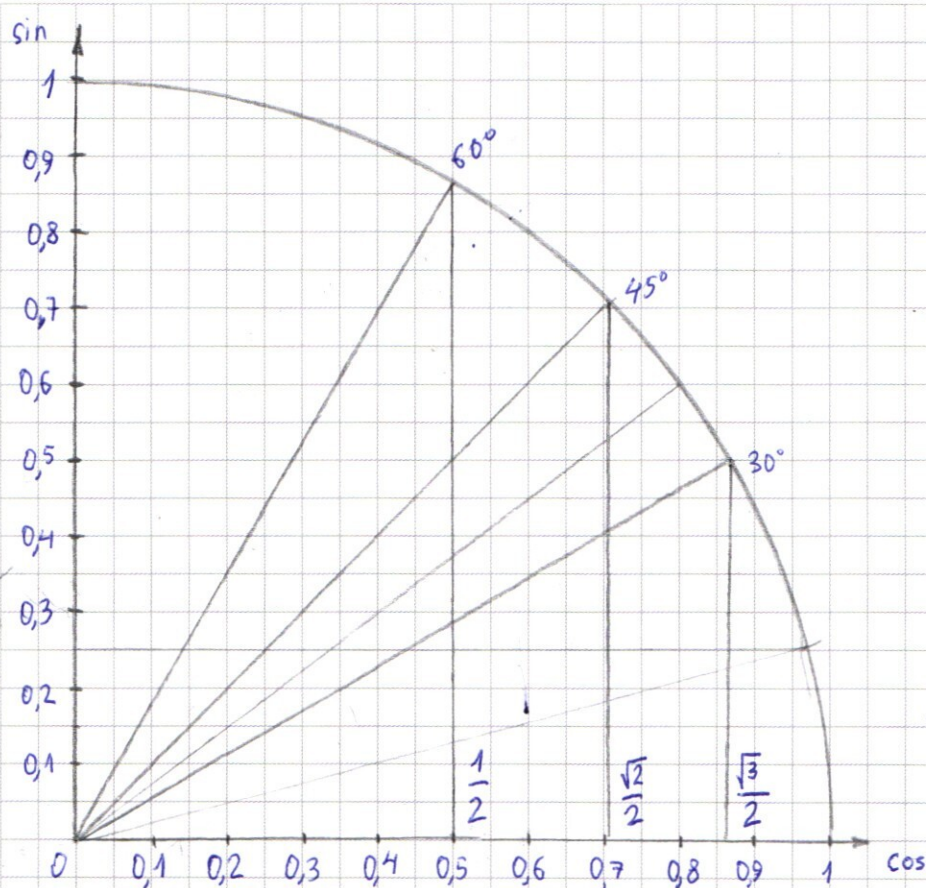
Определим V_1 – начальную скорость шарика

$$V_1 = gT = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,2 \text{ с} = 2 \text{ м/с}$$

Ответ: $V_1 = 2 \text{ м/с}$.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



α	$\sin$	$\cos$	tg	ctg
0°	0	1	0	—
30°	0,5	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{3}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	0,5	$\sqrt{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
90°	1	0	—	0

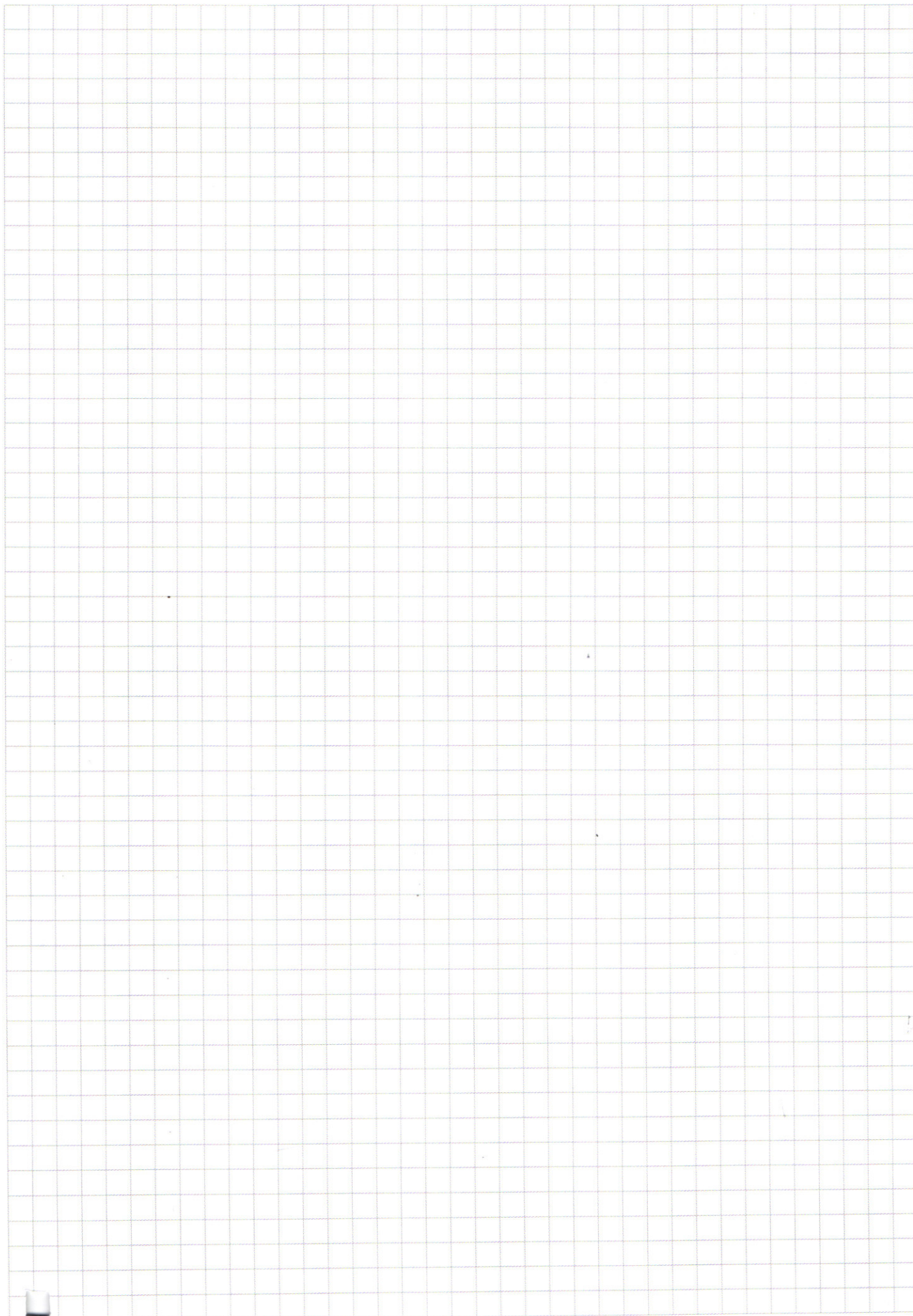
$$\frac{1/2}{\sqrt{3}/2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$$

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

$$\begin{array}{r} 1,35 \\ 4 \\ \hline 5,40 \\ 1,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11500,54 \\ 108 \overline{) 212} \\ \underline{206} \\ 54 \\ \underline{54} \\ 0 \end{array}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



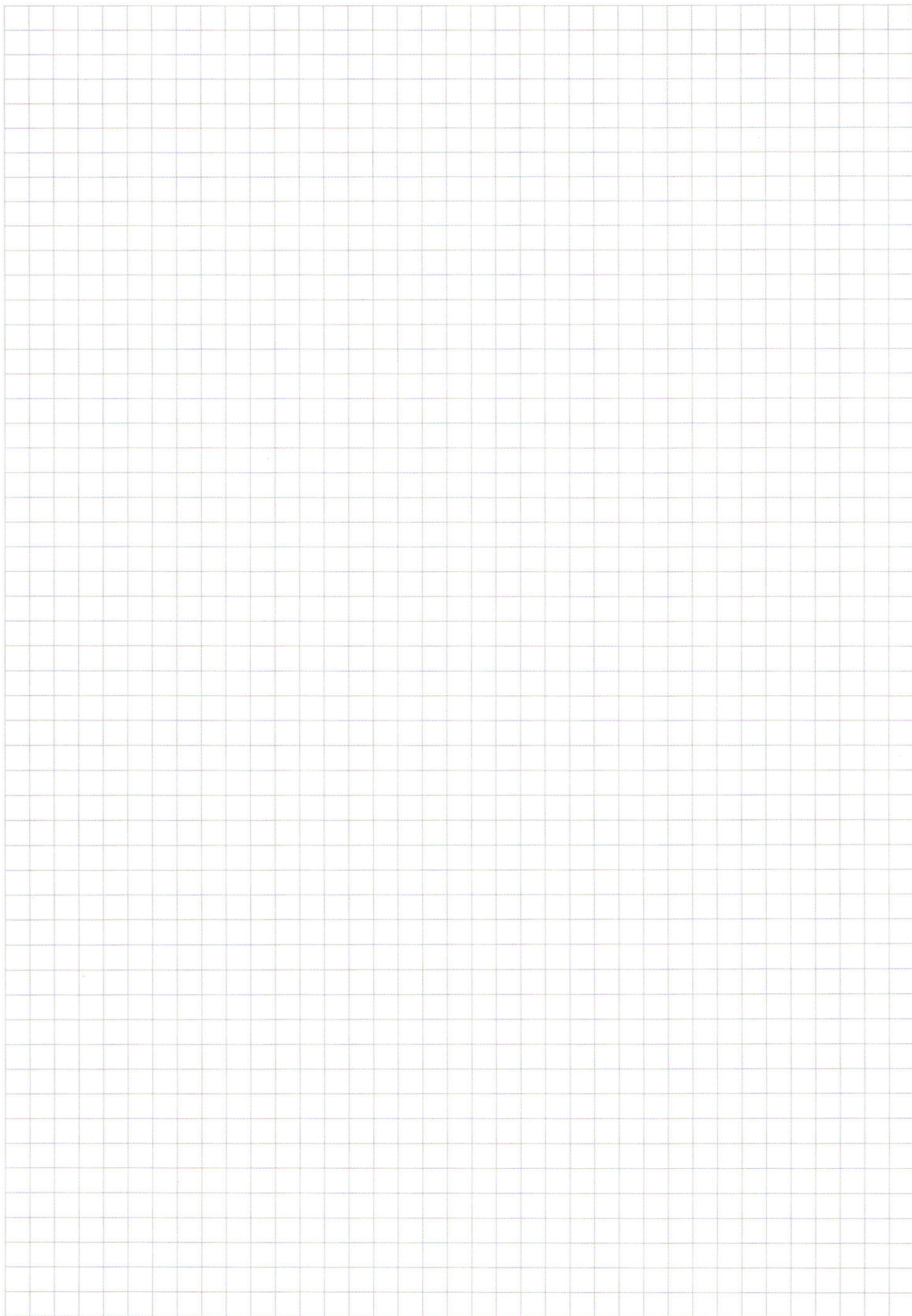
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)