

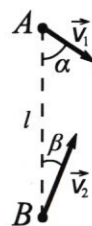
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-02

Класс 09

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. Пластилинный 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.

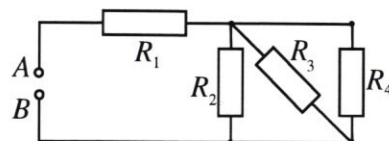
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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

N1

$$L = 800 \text{ м}; V_1 = 16 \text{ м/с}; \alpha = 60^\circ; \beta = 30^\circ; V_2 = ?$$

1) По условию торпеда попадает точно в корабль, поэтому скорость сближения от АВ торпеды и корабля одинаковы.

Запишем данное уравнение:

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

Преобразуем:

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} = 8\sqrt{3} \text{ м/с} \approx 13,68 \text{ м/с}$$

$$2) t = 25 \text{ с}; S = ?$$

Скорость сближения корабля и торпеды будет равна сумме скоростей в параллельных АВ.

Запишем данное уравнение:

$$V_{\text{сбл}} = V_1 \cdot \cos \alpha + V_2 \cdot \cos \beta$$

$$S = L - V_{\text{сбл}} \cdot t$$

Подставим:

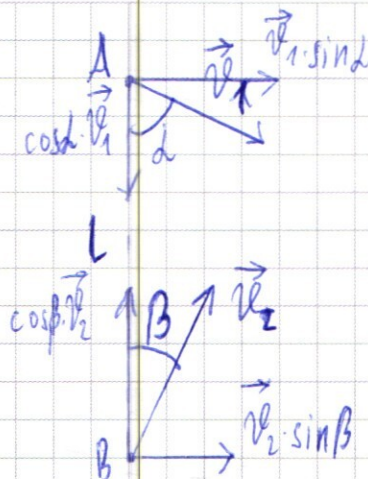
$$S = L - (V_1 \cdot \cos \alpha + V_2 \cdot \cos \beta) \cdot t = 800 \text{ м} - 16 \text{ м/с} \cdot 25 \text{ с} = 400 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } V_2 = \frac{V_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} = 8\sqrt{3} \approx 13,68 \text{ м/с};$$

$$S = L - (V_1 \cdot \cos \alpha + V_2 \cdot \cos \beta) \cdot t = 400 \text{ м}$$

N5

$$R_1 = 2r; R_2 = R_3 = 4r; R_4 = r, U_{AB} = 8 \text{ В}$$



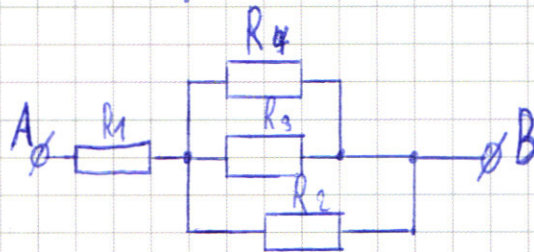
1) Сопротивление ~~резисторов~~ для параллельного соединения:

$$R_{3,4} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{4r \cdot r}{4r + r} = \frac{4}{5} r$$

аналогично:

$$R_{2,3,4} = \frac{R_{3,4} \cdot R_2}{R_{3,4} + R_2} = \frac{\frac{4}{5} r \cdot 4r}{\frac{4}{5} r + 4r} = \frac{16r^2}{24r} = \frac{2}{3} r$$

(по методу эквивалентных цепей)



Сопротивление резисторов для последовательного соединения:

$$R_{A,B} = R_1 + R_{2,3,4} = 2r + \frac{2}{3} r = \frac{8}{3} r$$

2) Дано $r = 6 \Omega$

Формула для расчёта мощности:

$$P = V \cdot I = \frac{U_{2,3,4}^2}{R_{2,3,4}} = I_{2,3,4}^2 \cdot R_{2,3,4}$$

В последовательном соединении проводников:

$$U = U_1 + U_{2,3,4} = I(R_1 + R_{2,3,4})$$

$$I_1 = I_{2,3,4} = I_{\text{общ.}}$$

$$I_{\text{общ.}} = \frac{U}{R_{A,B}} = \frac{U}{\frac{8}{3} r} = \frac{3U}{8r}$$

$$\Rightarrow P = \left(\frac{3U}{8r} \right)^2 \cdot \frac{2}{3} r = \frac{38V^2}{64rs} \cdot \frac{2}{3} r$$

$$P = \frac{3V^2}{32r} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 8B^2}{32 \cdot 8 \text{ Ам}} = \frac{64B^2}{64 \text{ Ам}} = 1 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } 1) R_{A,B} = \frac{8}{3} r$$

$$2) P = \frac{3V^2}{32r} = 1 \text{ Вт}$$

N4

$$v = 25 \text{ м/с}; \quad v_1 = 30 \text{ м/с}$$

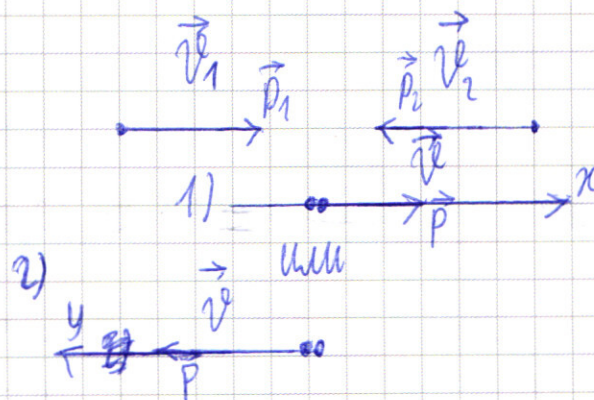
1) Рассмотрим первый случай:

по закону сохранения импульсов

$$p = p_1 + p_2$$

в проекциях на x :

$$p = p_1 - p_2$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$p_1 = m \cdot v_1 ; p_2 = m \cdot v_2 ; p = 2m \cdot v$$

$$2m v = m \cdot v_1 - m \cdot v_2$$

$$v_2 = \frac{m(2v_1 - v_1)}{m} = 30 \text{ м/с} - 2 \cdot 25 \text{ м/с} = -20 \text{ м/с} \text{ (не подходит, т.к. по условию шарики движутся навстречу друг другу)}$$

2) Аналогично рассмотрим 2 случай:
шарики движутся навстречу друг другу

$$p = p_2 - p_1$$

$$2m v = m \cdot v_2 - m \cdot v_1 \Rightarrow v_2 = \frac{m(2v + v_1)}{m} = 2 \cdot 25 \text{ м/с} + 30 \text{ м/с} = 80 \text{ м/с}$$

$$3) \Delta t = 1,35^\circ \text{C}$$

По уравнению теплового баланса

Формула Пеклемы:

$$Q = c \cdot \frac{m}{m} \cdot \Delta t \Rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$$

(т.к. шарики слились $M = 2m$)

$$c = \frac{Q}{2m \Delta t}$$

По уравнению теплового баланса:

$$Q = E_{k1} + E_{k2} - E_{k1,2} \text{ (оба шарика получили одну скорость после столкновения)}$$

$$E_{k1} = \frac{m \cdot v_1^2}{2}$$

$$E_{k1,2} = \frac{2m \cdot v^2}{2} = m \cdot v^2$$

$$E_{k2} = \frac{m \cdot v_2^2}{2}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{m \cdot v_1^2 + m \cdot v_2^2 - 2m \cdot v^2}{2}$$

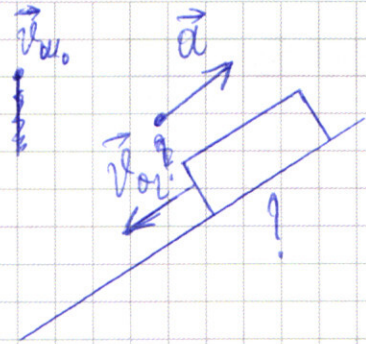
$$Q = \frac{m(v_1^2 + v_2^2 - 2v^2)}{2} \Rightarrow c = \frac{m(v_1^2 + v_2^2 - 2v^2)}{2 \cdot 2m \cdot \Delta t} = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4 \Delta t} = \frac{900 + 6400 - 1250}{4 \cdot 1,35^\circ \text{C}}$$

$$c = \frac{6050 \text{ Дж/}^\circ \text{C}}{5,4^\circ \text{C}} \approx 1120,3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

Ответ: $v_2 = 2v + v_1 = 80 \text{ м/с}$; 2) $c = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4 \Delta t} \approx 1120,3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$

№3

$$a = 2 \text{ м/с}^2 ; t = 0,2 \text{ с} ; v_{m0} = 0 \text{ м/с} ;$$



1) П.к. шарик имеет $v_{m0} = 0 \text{ м/с}$, то его скорости перед соударением будет равна:

$$v_{mk} = v_{m0} + g \cdot t = 0 \text{ м/с} + 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,2 \text{ с}$$

$$v_{mk} = 2 \text{ м/с}$$

2) Начальная скорость бруска равна:

$$v_2 = a \cdot t = 2 \text{ м/с}^2 \cdot 0,2 \text{ с} = 0,4 \text{ м/с} \quad \text{до соударения}$$

По условию брусок останавливается в момент столкновения с шариком

$$v_2 = 0 \text{ м/с} \quad \text{(остановился)}$$

Ответ: $v_1 = 2 \text{ м/с}$; Начальная скорость бруска $= 0,4 \text{ м/с}$; Скорость бруска перед соударением стремиться к 0 м/с .

№2

$\angle \alpha$; $\sin \alpha = 0,6$; $\angle \beta$ - угол к плоскости, $S = 1,8 \text{ км}$.

$\angle \beta = ?$

$$\sin(\beta - \alpha) \cdot v_{m0} \cdot t = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

Так как в обоих случаях

продолжительность полета шара

чтобы продолжительность полета

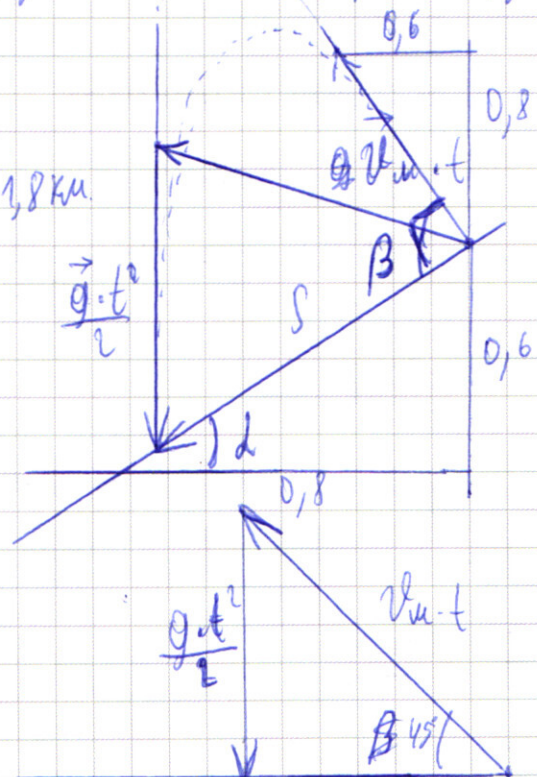
была максимальной мы должны

встретиться так чтобы шара

имела начальную скорость перпендикулярную поверхности.

Тогда $\angle \beta = 90^\circ$

Ответ: $\angle \beta = 90^\circ$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q = 1 \cdot 2m \cdot at \quad at = 1,35^\circ$$

$$C = \frac{Q}{2m \cdot \Delta t} = \frac{Q_{\text{вс}}}{m \cdot \Delta t}$$

$$Q = E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$E_{k1} = \frac{m \cdot (80 \text{ м/с})^2}{2}$$

$$E_{k2} = \frac{m \cdot (80 \text{ м/с})^2}{2}$$

$$Q = E_{k1} + E_{k2} - E_{k1,2} \Rightarrow Q =$$

В-

$$n3 \quad a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$t = 0,2 \text{ с} \quad v_k = 0 \text{ м/с}$$

$$v_1 = 1$$

$$v_2 = 1 \quad (\text{перед столкновением})$$

$$m_1 = m_2$$

$$v_2 = 1$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \cdot m \cdot a$$

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

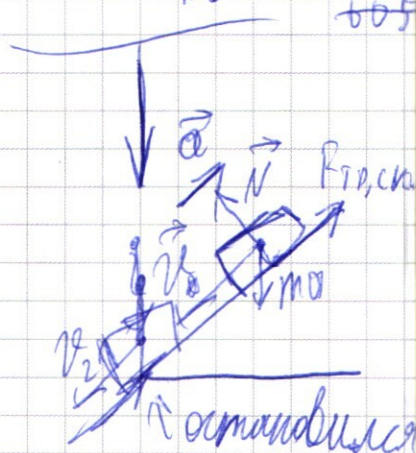
$$Q = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v^2}{2} = 6400 = 6625$$

$$C = \frac{m(v_1^2 + v_2^2 - v^2)}{4m \cdot \Delta t} = \frac{(900 + 6400 - 7225) \text{ м}^2/\text{с}^2}{4 \cdot 1,35^\circ}$$

$$E_{k1,2} = \frac{2m \cdot (125 \text{ м/с})^2}{2}$$

$$C = \frac{6050}{4 \cdot 1,35^\circ} = \frac{6625 \text{ м}^2/\text{с}^2}{5,4^\circ}$$

$$C \approx 1236,1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ}$$



$$v_1 = g \cdot t = 2 \text{ м/с} \quad (v_{\text{нач}} = 0 \text{ м/с} - \text{начальный})$$

$$C = \frac{6050}{5,4} = 1120,3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ}$$

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

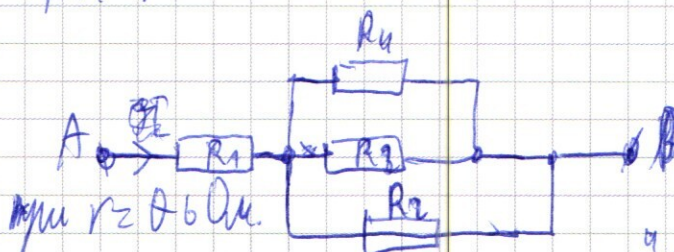
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. $R_1 = 2 \cdot r$; $R_2 = R_3 = 4r$, $R_4 = r$

1) $V = 8 \text{ В}$.

$R_{\text{общ}} = ?$

$P \Rightarrow$ по резисторам R_2, R_3, R_4



или $r = 0,6 \text{ Ом}$

$$R_{\text{общ}} = 2r + \frac{4r \cdot 4r}{4r + 4r} = 2r + \frac{16r^2}{8r} = 2r + 2r = 4r$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{2r}{3} + 2r = \frac{8}{3}r$$

$$R_{4,3} = \frac{R_4 \cdot R_3}{R_4 + R_3} = \frac{4r \cdot 4r}{4r + 4r} = \frac{4r}{5}$$

или для начала соединим проводники

$$R_{3,4,2} = \frac{R_{4,3} \cdot R_2}{R_{4,3} + R_2} = \frac{\frac{4r}{5} \cdot 4r}{\frac{4r}{5} + 4r} = \frac{16r^2}{24r} = \frac{2r}{3}$$

$$R_{\text{общ}} = R_1 + \frac{R_{3,4,2} \cdot R_4}{R_{3,4,2} + R_4} = 2r + \frac{\frac{2r}{3} \cdot 4r}{\frac{2r}{3} + 4r} = 2r + \frac{8r^2}{14r} = 2r + \frac{4r}{7} = \frac{18r}{7}$$

или

2) $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R_{\text{общ}}}$

1. $L = 0,8 \text{ км}$, $V_k = 8 \text{ м/с}$, $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$, V_t - попадает в цель

По условию торпеда попадает в цель, поэтому A скорость торпеды и корабля одинаковы.

↑
смещение от АВ

Запишем это уравнение:

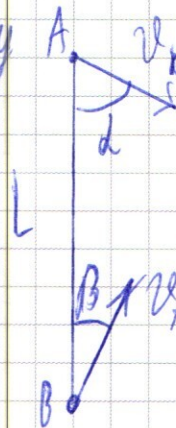
$$V_k \cdot \sin \alpha = V_t \cdot \sin \beta$$

$$\times 1,732$$

и преобразуем:

$$8 \cdot 1,732$$

1) $V_t = \frac{V_k \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{8 \cdot \sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = 8 \sqrt{3} \text{ м/с} \approx 13,68 \text{ м/с}$



2) S через $t = 25 \text{ с}$.

из того что мы нашли скорость торпеды - скорость их совпадают

Скорость равно сумме скоростей параллельных АВ.

Запишем данное уравнение.

$$v_{\text{рез}} \cos \alpha = v_{\text{т}} \cos \beta + v_{\text{к}} \cos \lambda$$

Итого: β

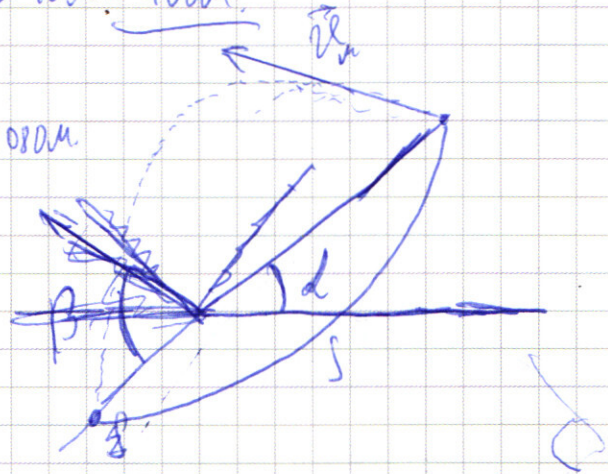
$$S = L - v_{\text{рез}} \cdot t = L - t(v_{\text{т}} \cos \beta + v_{\text{к}} \cos \lambda) = 800 \text{ м} - 25 \left(4 \cdot \frac{3}{5} + 4 \cdot \frac{4}{5} \right) \text{ м} = 800 \text{ м} - 25 \cdot 16 \text{ м} = 400 \text{ м}$$

$$v_{\text{т}} \cos \alpha = 0,8 \cdot 25 = 20 \text{ м/с} = \frac{20}{2} \cdot 2$$

$$1,6 v_{\text{т}} + 1,2 S = 20 + 2$$

2. $\sin \lambda = 0,6$; $\beta = 1,8 \text{ км}$.

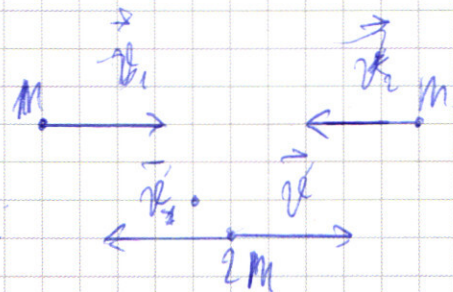
$$S_{\text{в}} = \sin \lambda \cdot S = 0,6 \cdot 1,8 = 1,08 \text{ км} = 1080 \text{ м}$$



4. по закону сохранения импульса

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

Импульсы складываются, когда $\vec{v}_1 \rightarrow \vec{v}_2$



тогда:

$$\vec{p}_1 = m \cdot \vec{v}_1$$

$$\vec{p}_2 = m \cdot \vec{v}_2$$

$$p_{\text{рез}} = 2m \cdot v = \frac{m \cdot v_1 + m \cdot v_2}{2m} = \frac{v_1 + v_2}{2} \quad (\text{по т. к. они движутся навстречу})$$

$$v = \frac{v_1 - v_2}{2} = \frac{v_1}{2} - \frac{v_2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$2v = v_1 - v_2$$

$$v = \frac{v_2 - v_1}{2} \quad | \cdot (-2) \Rightarrow 2v = v_2 - v_1$$

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

$$v_1 = 2v + v_1 = 50 \text{ м/с} + 30 \text{ м/с} = 80 \text{ м/с}$$

$v_2 = 2v - v_2 = -20 \text{ м/с}$
 (неподвижен, т.е. не движется навстречу)



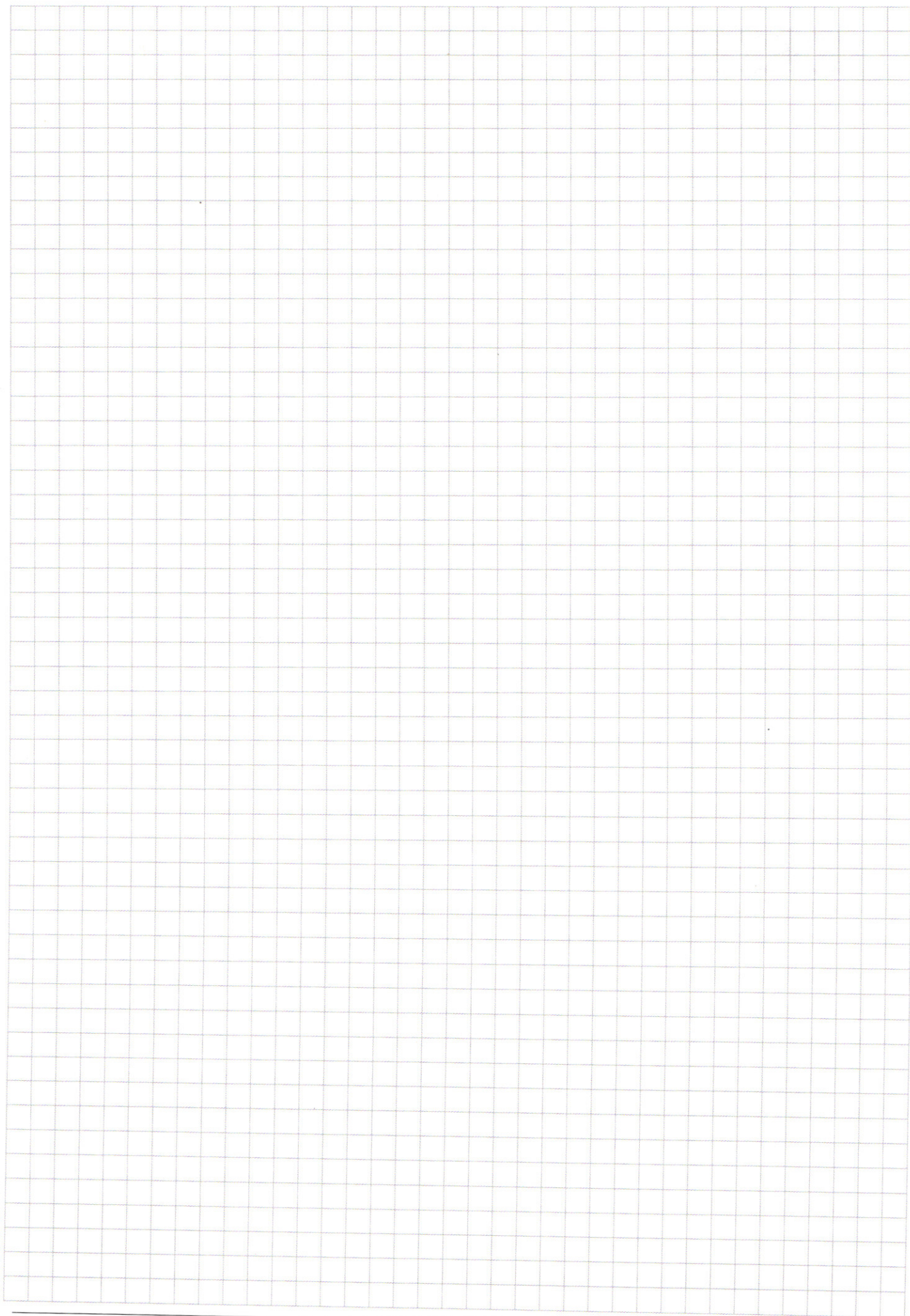
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)