

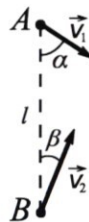
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

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. Пластиновый 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 пластины 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.

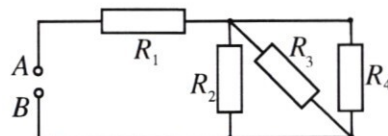
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. 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

№1. Дано: $l = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$
 $v_1 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $\alpha = 60^\circ$
 $T = 25 \text{ с}$
 $\beta = 30^\circ$

1) $v_2 = ?$
 2) $S = ?$

1) т.к. морская лодка движется в цель; то через некоторое время t морская лодка и корабль окажутся в одной точке.

C - точка выстрела
 A - нач. пол. корабля
 B - нач. пол. морской лодки

$\angle \gamma = 90^\circ$
 $\angle \beta = 30^\circ$
 $\angle \alpha = 60^\circ$

$AC (\text{расст., пройденное кор.}) = \frac{1}{2} l = 400 \text{ м}$
 $BC (\text{расст., пройденное мор.}) = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot l = 400\sqrt{3} \text{ м}$

t - время до столкновения

$t = \frac{AC}{v_1} = \frac{400 \text{ м}}{8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 50 \text{ с}$
 $v_2 = \frac{BC}{t} = \frac{400\sqrt{3} \text{ м}}{50 \text{ с}}$
 $v_2 = 8\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 13,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) скорости v_1 и v_2 можно разложить на составляющие:

$\vec{v}_1 = \vec{v}_{1\perp} + \vec{v}_{1\parallel}$
 $\vec{v}_2 = \vec{v}_{2\perp} + \vec{v}_{2\parallel}$

$v_{1\perp}, v_{2\perp}$ - составляющие, направленные перпендикулярно l ; $v_{1\parallel}, v_{2\parallel}$ - направленные l

$$\text{Итого } S_{12} = v_{12} = v_1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S_{12} = T \cdot v_{12} = 700\sqrt{3} \text{ м}$$

$$v_{21} = v_2 \cdot \frac{1}{2} = 4\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}; S_{21} = T \cdot v_{21} = 700\sqrt{3} \text{ м}$$

$$\text{М.к. } S_{12} = S_{21}, \text{ то } S = l - S_{11} - S_{21} = l - T v_{11} - T v_{21}$$

$$v_{11} = v_1 \cdot \frac{1}{2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}; v_{21} = v_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = 800 \text{ м} - 25 \cdot 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 25 \cdot 12 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 400 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: 1) } v_2 = 13,6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad 2) S = 400 \text{ м}$$

Дано: $l = 800 \text{ м}$
 $\sin \alpha = 0,6$
 $S = 1,8 \text{ км} = 1800 \text{ м}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 1) $\beta = ?$
 2) $L = ?$

1) Если разложить движение
 шара $\perp$ склону, то

$$v_0 \cdot \sin \beta - g \cdot \cos \alpha \cdot \frac{1}{2} = 0$$

(v_0 — начальная скорость шара,
 $\frac{1}{2}$ — время полета)

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$$

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

$$v_0 \cdot \sin \beta - \frac{g \cdot t^2}{2} = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = \frac{v_0 \cdot \sin \beta}{\frac{g}{2}} \Rightarrow \text{для макс. } t \sin \beta$$

должен быть максимальным $\Rightarrow \beta = 90^\circ$

2) Если разложить движение шара
 || склону, то $v_0 \cdot \cos \beta + \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} = S$

$$\frac{3}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot t^2 = 1800 \text{ м}; t = \sqrt{\frac{1800 \cdot 4}{3}} = 10\sqrt{6} \text{ с}$$

$$\text{по (1) } t = \frac{v_0 \cdot \sin \beta}{\frac{g}{2}} = \frac{v_0}{\frac{g}{2}}; v_0 = \frac{g}{2} t = 40\sqrt{6} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Макс. р-кт. формула под $\angle = 45^\circ$

t^* - время макс. накл.

$$\frac{t^*}{2} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot v_0}{10}$$

$$t^* = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot v_0}{5}, \quad t^* = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 40\sqrt{5}}{5} = 4\sqrt{2} \text{ c}$$

$$L = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot t^* = 40\sqrt{5} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 4\sqrt{2} = 960 \text{ м}$$

Ответ: 1) $\beta = 90^\circ$; 2) $L = 960 \text{ м}$

N4

Дано

$$v = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Delta t = 135^\circ \text{ c}$$

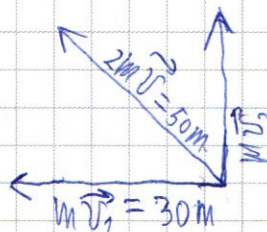
m - масса шариков

$$1) v_2 = ?$$

$$2) L = ?$$

1) По 3(2):

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



$$m v_2 = \sqrt{(50m)^2 - (30m)^2}, \quad v_2 = \frac{\sqrt{2500m^2 - 900m^2}}{m}$$

$$v_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) По закону сохранения механической энергии:

$$\left(\frac{m v_2^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} \right) - \frac{2m v^2}{2} = 2cm \Delta t$$

$$(800m + 450m) - 625m = 2,7cm; \quad 625m = 2,7cm \quad c = \frac{625}{2,7}$$

$$C = 237,5 \frac{\text{Pm}}{\text{K}^2\text{C}}$$

Ответ: 1) $v_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) $C = 237,5 \frac{\text{Pm}}{\text{K}^2\text{C}}$

N5

Дано:

$$R_1 = 2r$$

$$R_2 = R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

$$U = 8B$$

$$1) R_{AB} = ?$$

$$2) P = ?$$

1) м.к. R_2, R_3, R_4 соединены

$$\text{II, III} \quad \frac{1}{R'} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{6}{4r}; R' = \frac{4}{6}r = \frac{2}{3}r$$

$$R_{AB} = R_1 + R' = 2r + \frac{2}{3}r = 2\frac{2}{3}r = 2,66r$$

$$2) I_{\text{общ}} = I_1 = I'$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{AB}}; I_{\text{общ}} = \frac{3}{r} \text{ (при } r=6)$$

$$I_{\text{общ}} = 0,5)$$

~~III~~

$$P = I' \cdot U'; U' = I' \cdot R'$$

$$P = I'^2 \cdot R' = 0,5^2 \cdot \frac{2}{3}r = 0,25 \cdot 4 = 1 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $R_{AB} = 2,66r$ 2) $P = 1 \text{ Вт}$

N3

Дано:

$$d = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$T = 0,2 \text{ с}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

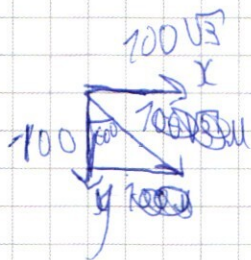
$$1) v_1 = ?$$

$$2) v_2 = ?$$

1) ~~III~~ м.к. движение свободное, зам. скорость
широка нулевая, то $v_1 = g \cdot T; v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ с} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: 1) $v_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



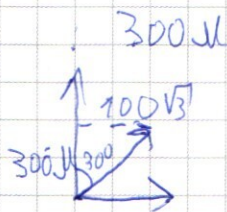
50C-t

$$\frac{400\sqrt{3}}{50} = 8\sqrt{3} \approx 13.62$$

$200\sqrt{3} \text{ м}$

$100\sqrt{3} \text{ м}$

200 м



$400 \text{ м} = 5$

$$\begin{array}{r} \times 1.73 \\ 1.73 \\ \hline 5.19 \\ 7.11 \\ 1.73 \\ \hline 29.29 \end{array}$$

$$\sqrt{(100\sqrt{3})^2 + 300^2} = \sqrt{20000} = 100\sqrt{2} = 200\sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} \times 1.8 \\ 0.8 \\ \hline 1.08 \end{array}$$

$\cos \alpha = 0.8$

$$\begin{array}{r} \times 1.8 \\ 0.8 \\ \hline 1.44 \end{array}$$

$t^2 = 1800$

$t^2 = 1800$

$t = 30$

$t = 17.3 \text{ с}$

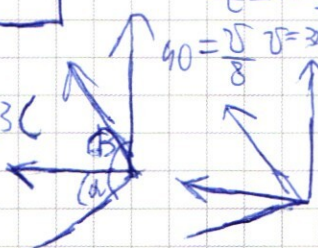
1440 м

$2v \cos \beta \cdot t + \frac{1}{2}gt^2 = 1800$

$v \sin \beta - gt = 0$

$t = \frac{v \sin \beta}{g}$

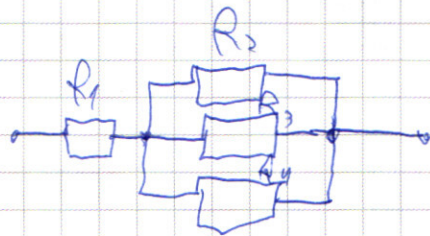
$40 = \frac{v}{8} \cdot v = 30$



$$69,2\sqrt{2} \text{ мм} \quad t = 8\sqrt{2}$$

$$80\sqrt{6} \cdot 8\sqrt{6} = 3840$$

N5



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{6}{4r}$$

$$R' = \frac{4r}{6}$$

$$R_{AB} = 2r + \frac{4r}{6} = \frac{16r}{6} = 2,66r$$

~~I~~

$$\frac{U}{2,66r} = \frac{U_1}{2r} + \frac{U_2}{0,66r}$$

$$\frac{8 \cdot 6}{16r} = 0,5$$

$$0,5 = \frac{U_1}{2 \cdot 6} \quad U_1 = 6$$

$$0,5 = \frac{U_2}{\frac{4}{6} \cdot 6} \quad U_2 = 2$$

$$P = \frac{U_2^2}{R'} = 1 \text{ Вт}$$

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



$$v_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$1250 \text{ м} - 625 \text{ м} = 625 \text{ м}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$625 \text{ } = 1,35 \text{ c}$$

$$C = \frac{625}{2,7} = 231,5 \text{ } \frac{\text{Дж}}{\text{Кг} \cdot \text{C}}$$

$$\begin{array}{r} 6250 \overline{) 231,5} \\ \underline{54} \\ 85 \\ \underline{81} \\ 40 \\ \underline{27} \\ 130 \\ \underline{108} \\ 220 \\ \underline{216} \\ 40 \end{array}$$

$$231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{Кг} \cdot \text{C}}$$

$$\sqrt{3}$$

$$10 \cdot 0,2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = 2ms$$



~~$$v_1^2 + v_2^2 = 2s$$~~

~~$$v_1^2 + v_2^2 = 2s$$~~

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} = 2s$$

$$v_4 = v_2 + 2t$$



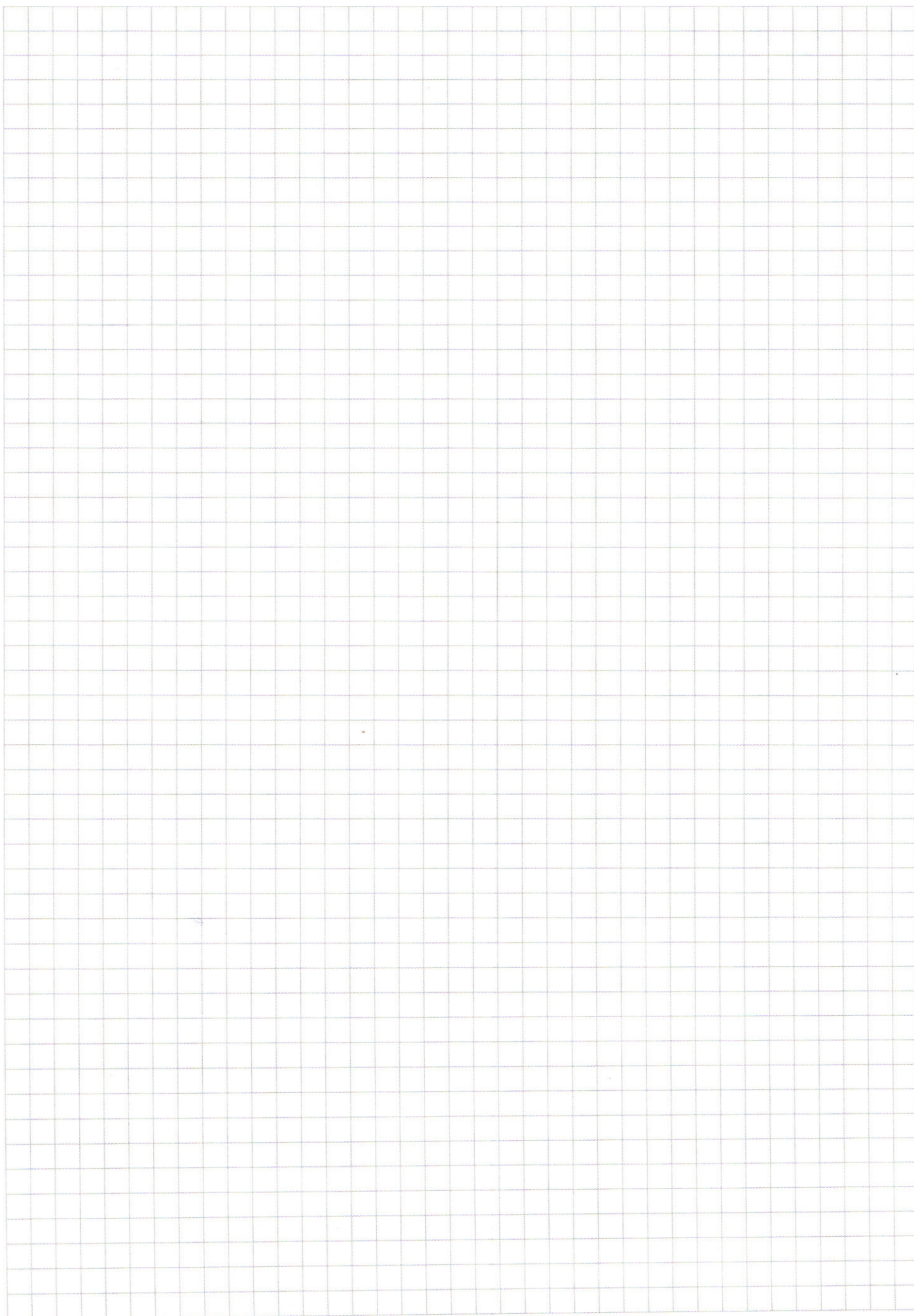
$$s = \frac{v_4^2 - v_2^2}{-2g}$$

$$s = \frac{v_4^2 - v_2^2}{2g}$$



$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} = \frac{v_4^2 - v_2^2}{2g}$$

$$2v_1^2 + 2v_2^2 = v_4^2 - v_2^2$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



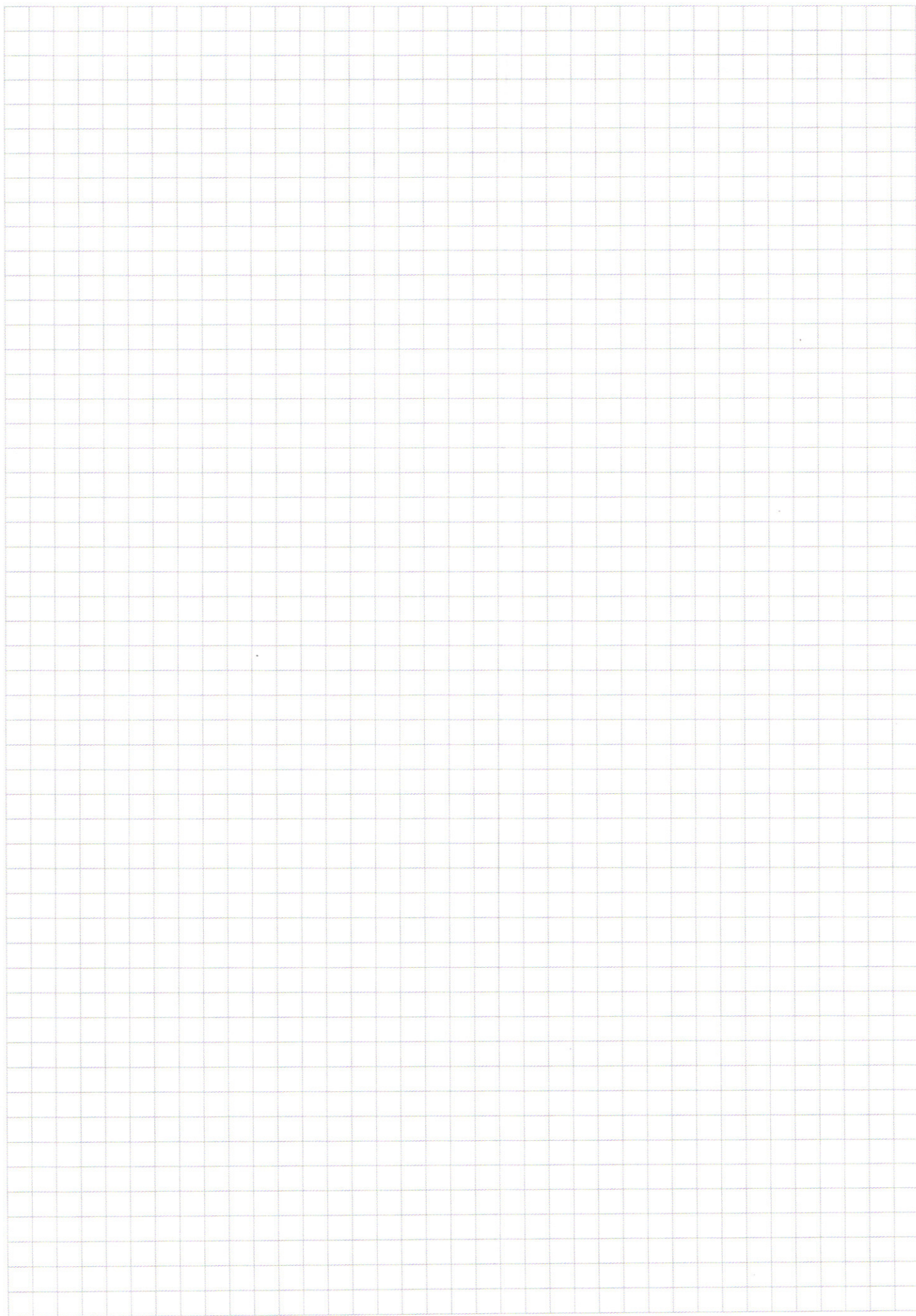
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)