

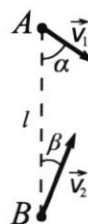
Олимпиада «Физтех» по физике, 9

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.

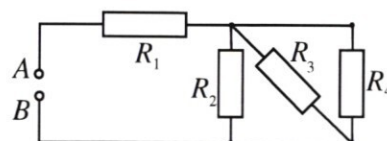
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

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

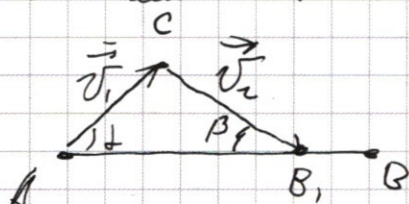


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.

Заметили, что если мы
будем смотреть за объектом А,
относительно В, то А просто будет
приближаться к В. Значит,
~~можно зафиксировать В, и сделать~~
~~так, чтобы А приближалось к В:~~

~~Условно говоря:~~ Когда мы смотрим за
А, относительно В, объект А движется.
На вектор $\vec{V}_1$, и на него обратный
вектор $\vec{V}_2$. Тогда перпендикуляр
относительно В:



В Рассмотрим тр-к, $\triangle CB_1$. $\alpha + \beta = 60 + 30 = 90^\circ$.

Значит, $\angle ACB_1 = 90^\circ$ и $\triangle CB_1$ - прямоугольный.

$$\text{Тогда, } \frac{V_2}{V_1} = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 60^\circ = \sqrt{3}$$

$$V_2 = V_1 \cdot \operatorname{tg} 60^\circ = 8\sqrt{3} \text{ м/с. - скорость торнадо.}$$

Теперь найдем общую скорость движения $V_{\text{общ}}$.

$$V_{\text{общ}} = V_1 \cdot \cos \alpha + V_2 \cdot \cos \beta = 8 \cdot \frac{1}{2} + 8\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 4 + 12 = 16 \text{ м/с.}$$

Тогда за 25 секунд они пройдут ~~соединяет~~ на $V_{\text{общ}}$. $T =$
 $= 25 \cdot 16 = 400 \text{ м.}$

Дано:

$$V_1 = 8 \text{ м/с}$$

$$l = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$$

$$\alpha = 60^\circ, \beta = 30^\circ$$

$$T = 25 \text{ с}$$

Найти:

$$V_2 - ?$$

$$S - ?$$

Потого расчетные через 25 секунд меньше не будут
равно:

$$S = l - v_{\text{соед.}} \cdot t = 800 - 400 = 400 \text{ м}$$

Известно: $v_1 + v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$, $S = 400 \text{ м}$.

Дано:

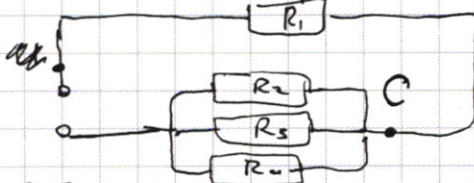
$$\begin{aligned} R_1 &= 2r \\ R_2 &= R_3 = 4r \\ R_4 &= r \\ U &= 8 \text{ В} \end{aligned}$$

$$R_{AB} = ?$$

$$P_{234} \text{ при } r = 6 \text{ Ом} = ?$$

Задача 5

Нужно переписать схему электрической цепи:



Посчитаем R_{234} эквивалентное $R_{2,3,4}$ из трех резисторов 2,3,4.

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r} = \frac{6}{4r}$$

$$R_{234} = \frac{4}{6} r = \frac{2}{3} r$$

Теперь посчитаем сопротивление всей цепи.

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = \frac{2}{3} r + 2r = \frac{8}{3} r$$

Тип $r = 6 \text{ Ом}$. $R_{AB} = 16 \text{ Ом}$.

Тогда вся цепь тогда будет $I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2} \text{ А}$

Найдем напряжение в точке C.

$$U_1 = U - I \cdot R_1 = 8 - \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 2 = 8 - 6 = 2 \text{ В}$$

Теперь посчитаем мощность на каждом из резисторов.

$$P_2 = \frac{(U_1 - 0)^2}{R_2} = \frac{U_1^2}{R_2} = \frac{4}{4 \cdot 6} = \frac{1}{6} \text{ Вт}$$

$$P_3 = \frac{(U_1 - 0)^2}{R_3} = \frac{U_1^2}{R_3} = \frac{4}{4 \cdot 6} = \frac{1}{6} \text{ Вт}$$

$$P_4 = \frac{(U_1 - 0)^2}{R_4} = \frac{U_1^2}{R_4} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \text{ Вт}$$

$$P_{234} = P_2 + P_3 + P_4 = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{2}{3} = 1 \text{ Вт}$$

Известно: $R_{AB} = \frac{8}{3} r$, P_{234} при $r = 6 \text{ Ом}$ равно 1 Вт .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$V = 25 \text{ м/с}$
 $V_1 = 30 \text{ м/с}$
 $\Delta t = 1,35 \text{ с}$

Задача №4.

Запишем Закон сохранения импульса вдоль оси y :

$$m V_{1y} + m V_{2y} = 2m V_y$$

$m V_1 + 0 = 2m V_y$ так как скорости перпендикулярны,
то проекция V_2 равна 0.

$$V_1 = 2 V_y$$

$$V_y = 15 \text{ м/с}$$

Теперь запишем З.С.И. на проекцию x .

$$m V_{1x} + m V_{2x} = 2m V_x$$

$$0 + m V_2 = 2m V_x, \text{ так как проекция } V_1 \text{ на } x \text{ равна } 0.$$

$$V_2 = 2 V_x$$

Так как скорости перпендикулярны, то.

$$V_x = \sqrt{V_1^2 - V_y^2} = \sqrt{625 - 225} = 20 \text{ м/с}$$

$$V_2 = 2 V_x = 40 \text{ м/с}$$

Теперь запишем закон сохранения энергии.

$$\frac{m V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2} = \frac{2m V^2}{2} + Q$$

$$Q = \Delta t \cdot 2m \cdot c$$

$$\frac{m V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2} = \frac{2m V^2}{2} + 20 \text{ т} \cdot c$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + 2 \Delta t \cdot m \cdot c \cdot \left| \cdot \frac{2}{m} \right.$$

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

$$c = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2 v^2}{4 \Delta t} = \frac{2500 - 1250}{5,4} = \frac{1250}{5,4} \approx 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Ответ: $v_2 = 40 \text{ м/с}$, $c \approx 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

Дано:

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

$$S = 1,8 \text{ км}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

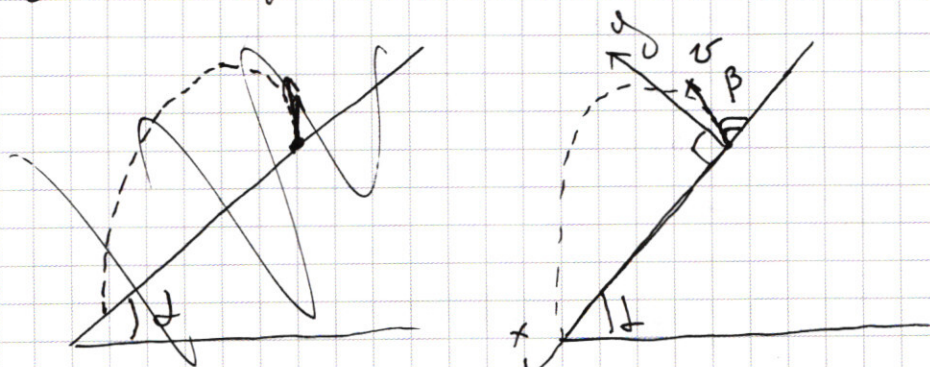
$\beta = ?$

$\alpha = ?$

Задача 5

Заметим, что момент времени t от старта t_0 до момента, когда снаряд упадет на землю, не зависит. Докажем это. Пусть снаряд падает на землю под углом α , то время полета максимальное, и при этом снаряд падает выше всего.

Когда снаряд падает с максимальной высотой, то $\alpha = 180 - 2\alpha$. Когда снаряд падает на землю не перпендикулярно, то снаряд упадет через большее время, т.к. есть сила, которая так врезается ~~в землю~~.



$$x(t) = v \cdot \cos \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2} \cdot \sin \alpha$$

$$y(t) = v \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2} \cdot \cos \alpha$$

Снаряд упадет в момент t_n , когда $y(t_n) = 0$

$$\sin \beta \cdot v t_n - \frac{g t_n^2}{2} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\frac{g t_n}{2} \cdot \cos \alpha = v \sin \beta$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{gt^n}{2} \cdot \cos \alpha = v \cdot \sin \beta$$

$$t_n = \frac{2v \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

чтобы t_n было максимумом, тогда, чтобы $\sin \beta \rightarrow \max$.

$$\sin \beta \rightarrow \max = 1 \text{ при } \beta = 90^\circ$$

$$\text{Значит } \alpha = \beta = 90^\circ, \text{ а } t_n = \frac{2v}{g \cos \alpha}$$

$$\cos \beta = 0$$

$$x(t) = \underbrace{\cos \beta \cdot v \cdot t}_0 + \frac{gt^2}{2} \cdot \sin \alpha$$

$$x(t_n) = \frac{gt^2}{2} \cdot \sin \alpha = S$$

$$\frac{g}{2} \cdot \sin \alpha = \frac{24v^2}{g^2 \cos^2 \alpha} = S$$

$$v = \sqrt{\frac{Sg \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha}}$$

$$v = \sqrt{\frac{1200 \cdot 10 \cdot 0,64}{0,6}} =$$

$$= 80\sqrt{3} \text{ м/с}^2$$

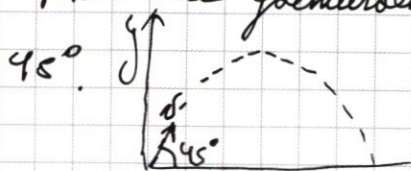
$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$0,36 + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha = 0,64$$

Получается, что максимальная скорость летящего камня $v = 80\sqrt{3} \text{ м/с}^2$

Максимальная дальность полета L по горизонтальной поверхности достигается тогда, когда угол к горизонту равен



$$x(t) = v \cdot \sin 45^\circ \cdot t$$

$$y(t) = v \cdot \sin 45^\circ \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

Вспомогательная точка, когда $y(t_n) = 0$

$$v \cdot \sin 45^\circ \cdot t_n - g \frac{t_n^2}{2} = 0$$

$$v \cdot \sin 45^\circ \cdot t_n = g \frac{t_n^2}{2}$$

$$\cancel{v} = \cancel{g} t_n = \frac{v \cdot \sin 45^\circ}{g}$$

$$L = x(t_n) = v \cdot \cos 45^\circ \cdot t_n = v \cdot \cos 45^\circ \cdot \frac{2v \cdot \sin 45^\circ}{g} =$$

$$= \frac{2v^2 \cdot \cos 45^\circ \cdot \sin 45^\circ}{g} = \frac{v^2}{g} \cdot \sin 90^\circ = \frac{v^2}{g} = \frac{3 \cdot 6400}{10} =$$

$$= 3 \cdot 640 = 1920 \text{ м.}$$

Ответ: $\angle \beta = 90^\circ$, $L = 1920 \text{ м.}$

Задача №3

Дано:

$$T = 0,2$$

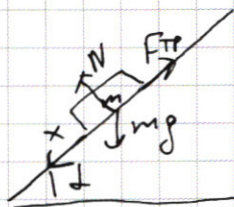
$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$V_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$

$$V_s = g \cdot T = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ м/с}$$



$$N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$ma = F_{\text{тр}} - mg \cdot \sin \alpha =$$

$$= \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$a = \mu g \cdot \cos \alpha - g \sin \alpha$$

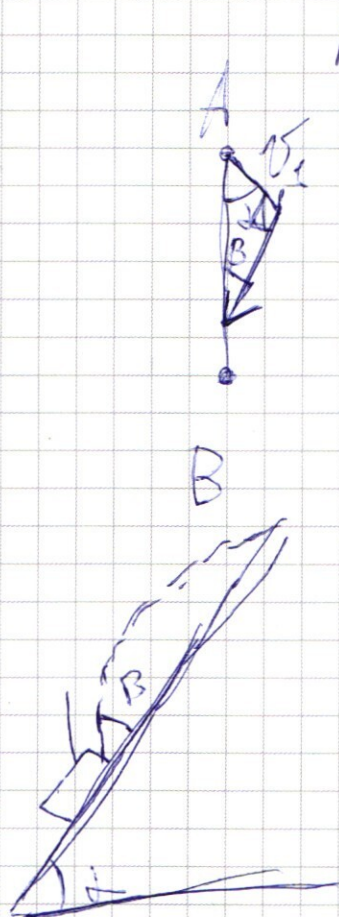
Поскольку деформация и автомобиль при ударе о стену
большая, получаем, что можно считать 3. С. С. из осей X.

$$V_1 \cdot \sin \alpha \cdot m + V_2 \cdot m = 0$$

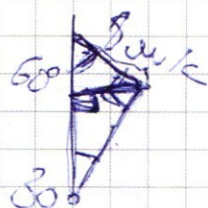
$$V_2 = -V_1 \cdot \sin \alpha$$

Ответ: $V_s = 2 \text{ м/с.}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{v_2}{v_1} = \tan \alpha = \sqrt{3}$$



$\sqrt{3}$

$$v_1 \cdot \sin \alpha =$$

$$v_2 \cdot \sin \beta =$$

$$v_2 = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} = 2\sqrt{3}$$

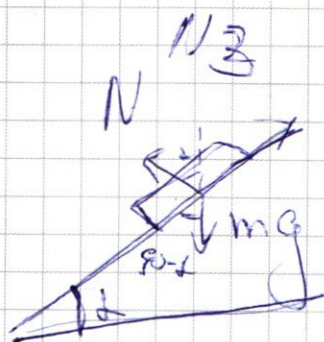
$$v_2 = 8\sqrt{3}$$

$$v_2 \cdot \cos \beta + v_1 \cdot \cos \alpha =$$

$$= \sqrt{3} + 4 = 16$$

$$16 \cdot 25 = 80 \cdot 5 =$$

$$= 400$$



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{\text{fr}} = \mu mg \cos \alpha$$

$$a = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m}$$

$$a = g \cos \alpha - g \sin \alpha$$

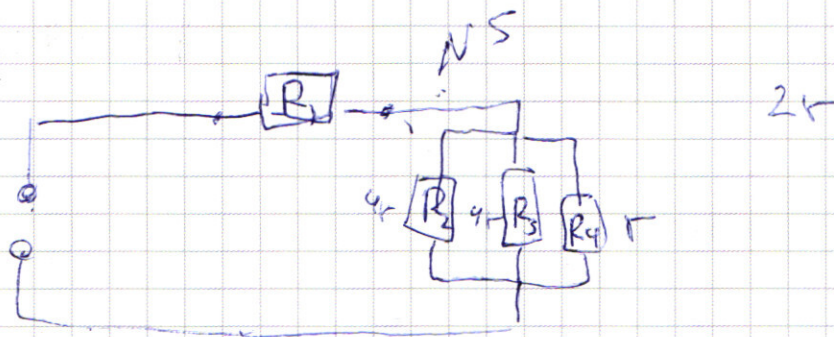
$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$m v_1 = 2 \sqrt{3} = 30 \text{ м/с}$$

$$m v_1 = 2 m v_x$$

$$v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2} = 20$$

$$m v_2 = 2 m v_y = 40$$



$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{2}{4r} + \frac{1}{r} = \frac{6}{4r}$$

$$R_{234} = \frac{4}{6} r$$

$$R_{\text{общ}} = R_{234} + R_1 = \frac{4}{6} r + \frac{8}{3} r = \frac{8}{3} r$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{общ}}}$$

120A

$$U = I \cdot R_{\text{общ}} = \frac{8}{3} r \cdot I$$

$$U - I \cdot R_1$$

$$R_2 = \frac{U - I \cdot R_1}{I} = \frac{8 - 6}{24} R_4 = \frac{U \cdot I \cdot R_1}{I} = \frac{8 - 6}{4}$$

$$R_3 = \frac{U - I \cdot R_1}{I} = \frac{8 - 6}{24}$$

$$\frac{m \sigma_1^2}{2} + \frac{m \sigma_2^2}{2} = 2 m \cdot \Delta t \cdot C + \frac{2 m \sigma^2}{2}$$

$$\sigma_1^2 + \sigma_2^2 = 4 \Delta t \cdot C + 2 \sigma^2$$

$$C = \frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2 \sigma^2}{4 \Delta t} =$$

$$= \frac{2500 - 1250}{5,4} = \frac{1250}{5,4}$$

$$\sqrt{300 \cdot 10 \cdot 6,4} = \sqrt{3 \cdot 80^2} = 80 \sqrt{3}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten work on graph paper showing physics calculations and diagrams for a projectile motion problem.

Top Left:
$$L = \frac{v^2}{g \cos \alpha}$$

Top Right:
$$v = \sqrt{\frac{L g \cos \alpha}{2}} = \sqrt{72}$$

Middle Left:
$$v_x = g \cos \beta \cdot t$$

Middle Right:
$$v_y = g t \sin \beta$$

Bottom Left:
$$x(t) = \cos \beta \cdot g t^2$$

$$y(t) = \sin \beta \cdot g t^2$$

Bottom Right:
$$\sin \beta \cdot g t^2 = g t^2 \cos \beta$$

$$\sin \beta = \cos \beta$$

$$\beta = 45^\circ$$

Diagrams: Two diagrams showing a projectile launched from a point on an inclined plane. The first diagram shows the trajectory and the angle β between the velocity vector and the incline. The second diagram shows the trajectory and the angle α between the incline and the horizontal.

Calculations:
$$23 \uparrow - 54$$

$$\begin{array}{r} 924 \\ 1155 \\ \hline 12474 \end{array}$$

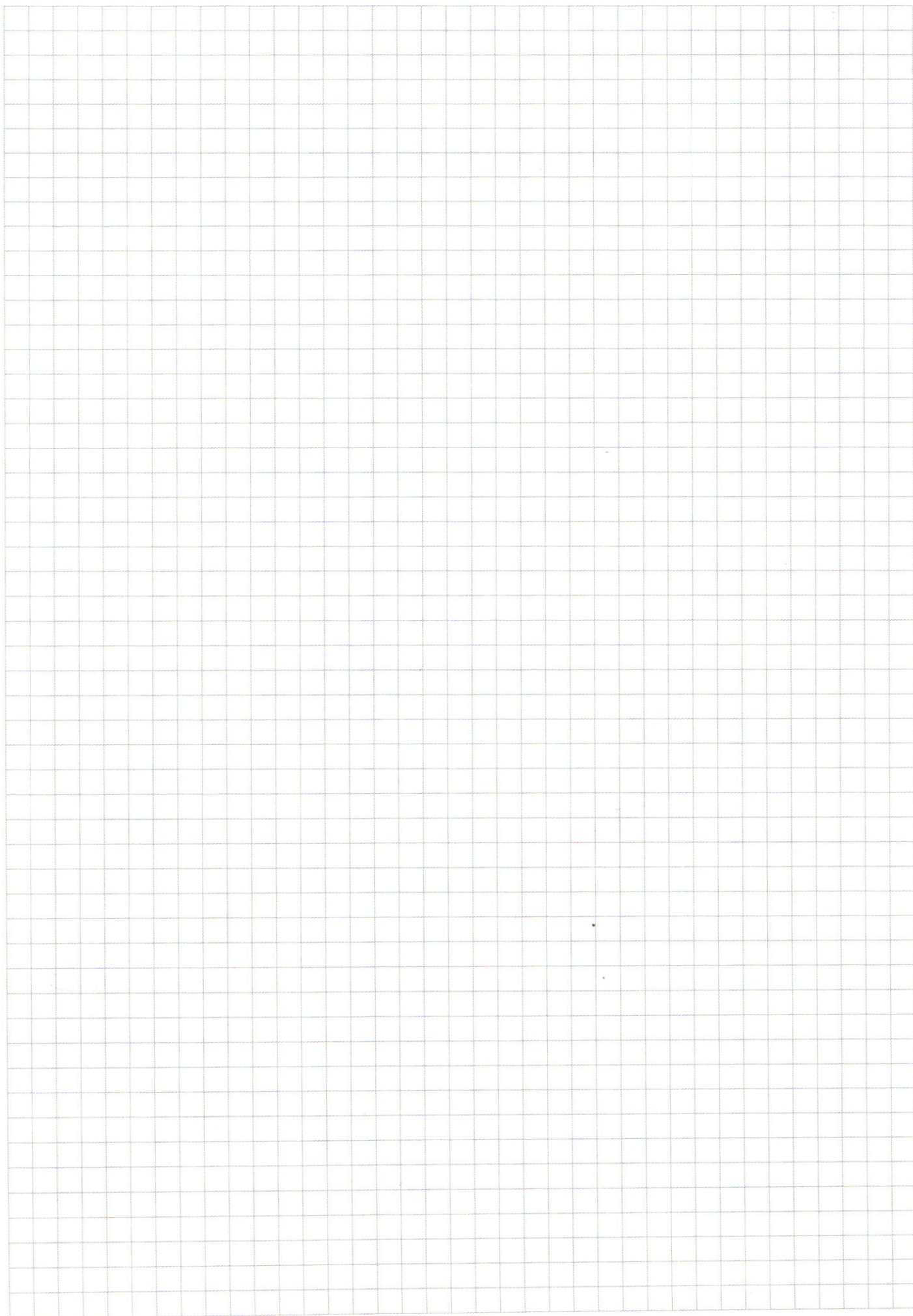
$$\begin{array}{r} 12500 \overline{) 54} \\ -108 \\ \hline 170 \\ -162 \\ \hline 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23991 \\ -54 \\ \hline \end{array}$$

Final Equations:
$$m \cdot x + m \cdot y = 0$$

$$x = -y$$

Page Number: Страница №



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)