

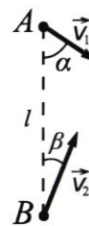
Олимпиада «Физтех» по физике, 9

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.

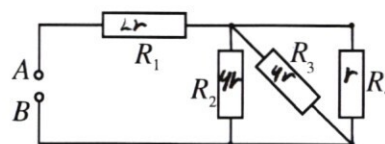
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

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

ш 1

При повороте торпеды
в координатных осях
решается соответствие.

начина выводятся формулы
движения корабля и торпеды.

корабль:

$$x = v_{0x} t + x_0 \quad y = v_{0y} t + y_0$$

$$x_k = v_1 (\sin \alpha) t \quad (I) \quad y_k = -v_1 (\cos \alpha) t + L \quad (II)$$

торпеды:

$$x_m = v_2 (\sin \beta) t \quad (III) \quad y_m = v_2 (\cos \beta) t \quad (IV)$$

при встрече в момент времени t , координаты корабля
и торпеды будут одинаковы.

$$\begin{cases} x_k = x_m \\ y_k = y_m \end{cases} \quad \begin{cases} v_1 t \sin \alpha = v_2 t \sin \beta \\ -v_1 t (\cos \alpha) + L = v_2 t \cos \beta \end{cases} \quad \begin{cases} 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = v_2 \cdot 0,5 \\ -8 \cdot 0,5 \cdot t + 800 = \frac{\sqrt{3}}{2} v_2 t \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с} \\ -4t + 800 = \frac{8\sqrt{3}}{2} \cdot t \end{cases} \quad \begin{cases} v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с} \\ 800 = 12t + 4t \end{cases} \quad \begin{cases} v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с} \\ t = 50 \text{ с} \end{cases}$$

Так время встречи $t = 50 \text{ с} > T = 15 \text{ с}$, то расстояние
между кораблем и торпедой > 0 .

$$\text{и расстояние } S = \sqrt{(x_k - x_m)^2 + (y_k - y_m)^2} = \sqrt{(v_1 T \sin \alpha - v_2 T \sin \beta)^2 + (-v_1 T \cos \alpha + L - v_2 T \cos \beta)^2} = \sqrt{(8 \cdot 25 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 8\sqrt{3} \cdot 25 \cdot 0,5)^2 + (-8 \cdot 25 \cdot 0,5 + 800 - 8\sqrt{3} \cdot 25 \cdot \cos \beta)^2}$$

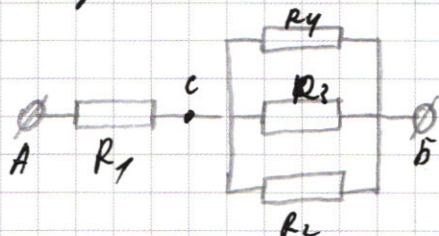
$$-8\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 25)^2 = \sqrt{0^2 + (700 - 12 \cdot 25)^2} = |700 - 300| = 400 \mu.$$

Ответ: $V_2 = 8\sqrt{3} \text{ мВ}$

$$S = 400 \mu$$

а/5

Ищем эквивалентную схему.



По схеме видно, что R_2, R_3, R_4 соединены параллельно и R_1 соединен последовательно.

Тогда $R_{AB} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = 2r + \frac{1}{\frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r}} = 2r + \frac{4}{6}r = 2\frac{2}{3}r$

При $r = 6 \text{ Ом}$ $R_{AB} = 2\frac{2}{3} \cdot 6 = 16 \text{ Ом} \Rightarrow I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{8}{16} = 0,5 \text{ А}$

Резисторы R_2, R_3, R_4 можно заменить одним эквивалентным резистором R_{BC} , на котором будет выделяться та же мощность (т.к. ток и напряжение на нём и на 3-х резисторах одинаковы.)

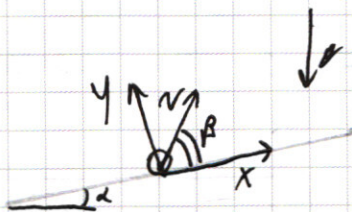
$$R_{BC} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{2}{3}r = \frac{2}{3} \cdot 6 = 4 \text{ Ом}.$$

$$P = U \cdot I = I^2 R = 0,25 \cdot 4 = 1 \text{ Вт}.$$

Ответ: $R_{AB} = 16 \text{ Ом}$

$$P = 1 \text{ Вт}.$$

а/2



По кинематическим уравнениям:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}, \quad y_0 = 0, \quad y = 0,$$

$$v_{0y} = v \sin \beta, \quad a_y = -g \sin \alpha, \quad \text{где } v - \text{к. п. шар.}$$

$$2t v \sin \beta = g \sin \alpha \cdot t^2 \quad | : t$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$t = \frac{2v \sin \beta}{g \sin \alpha}, \quad t - \text{время полёта шара до удара о землю.}$$

Максимальная t будет при максимальном ~~выражении~~ выражении, т.к. $2, v, g, \sin \alpha$ постоянны нулеи максимальной $\sin \beta$. Максимальный $\sin$ равен 1, при угле $= 90^\circ \Rightarrow \sin \beta = 1, \beta = 90^\circ$

т.к. склон ровный, то шар, упав на склон, лет на ОХ. и его координата $y = 0$, а координата $x = 1800$ м.

Составим кинематическое уравнение.

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}, \quad x_0 = 0, \quad v_{0x} = v \cos \beta, \quad a_x = g \cos \alpha.$$

$$x = v \cos \beta + \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$x = v \cos \beta + \frac{g \cos \alpha \cdot \frac{4v^2 \sin^2 \beta}{g^2 \sin^2 \alpha}}{2}$$

$$x = v \cos \beta + \frac{2v^2 \sin^2 \beta \cos \alpha}{g \sin^2 \alpha}, \quad \text{т.к. } \beta = 90^\circ, \text{ то } \cos \beta = 0, \sin \beta = 1.$$

$$x = \frac{2v^2 \cos \alpha}{g \sin^2 \alpha}$$

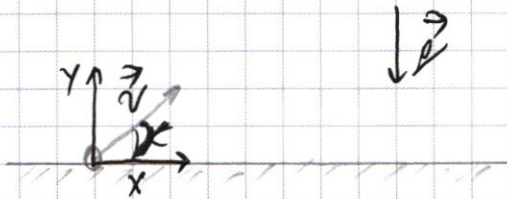
$$S = |x| \Rightarrow S = \left| \frac{2v^2 \cos \alpha}{g \sin^2 \alpha} \right|, \quad \text{т.к. } \sin \alpha = 0,6, \text{ то } \cos \alpha \text{ по акн. триггн. тот рав. } \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$$

$$= 0,8.$$

$$v = \frac{900}{2 \cdot 0,8} = \frac{900 \cdot 0,36}{8} = \frac{900 \cdot 36}{8} = 450 \cdot 9 = 4050 \text{ м/с}$$

$$v = 9 \cdot 5 \text{ м/с}$$

Максимальная дальность стрельбы на горизонтальной поверхности достигается при угле наклона $\gamma = 45^\circ$.



Составим кинематические уравнения.

$$y = y_0 + v_{y0}t + \frac{a_y t^2}{2}, \quad y_0 = 0, \quad v_{y0} = v \sin \gamma, \quad a_y = -g, \quad y = 0$$

$$x = x_0 + v_{x0}t, \quad x_0 = 0, \quad v_{x0} = v \cos \gamma$$

$$\begin{cases} t v \sin \gamma = \frac{g t^2}{2} \\ x = v \cos \gamma t \end{cases} \quad \begin{cases} t = \frac{2v \sin \gamma}{g} \\ x = v \cos \gamma t \end{cases}$$

$$x = \frac{2v^2 \sin \gamma \cos \gamma}{g} = \frac{2 \cdot 81.5^2 \cdot \frac{5}{18} \cdot \frac{\pi}{2}}{9.8} =$$

$$= 81.5 = 405 \text{ м.} \Rightarrow L = 405 \text{ м}$$

Ответ: $\beta = 90^\circ$
 $L = 405 \text{ м.}$

✓

Импульс I шарика $P_1 = m v_1 = 30 \text{ м.}$

Импульс II шарика $P_2 = m v_2$.

Итоговый импульс $P = 2m v = 50 \text{ м.}$

п.к. $P_1 \perp P_2 \Rightarrow P^2 = P_1^2 + P_2^2 \quad 2500 \text{ м}^2 = 900 \text{ м}^2 + v_2^2 \text{ м}^2 \quad /: \text{м}^2$

$$v_2^2 = 1600 \Rightarrow v_2 = 40 \text{ м/с} \quad (\text{по закону сохранения импульса})$$

По закону сохранения энергии, энергия до взрыва равна энерг. после.

$$E_{kI} + E_{kII} = E_{k\text{ит}} + 2m \cdot c \cdot \Delta t.$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{2m v^2}{2} + 2m c \cdot \Delta t \quad /: \text{м.} \quad \begin{aligned} 0.5 v_1^2 + 0.5 v_2^2 &= v^2 + 2c \Delta t \\ c &= \frac{0.5(v_1^2 + v_2^2) - v^2}{2 \Delta t} = \frac{0.5(900 + 1600) - 625}{2,7} = \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$= \frac{625}{2,7} = 231,48 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

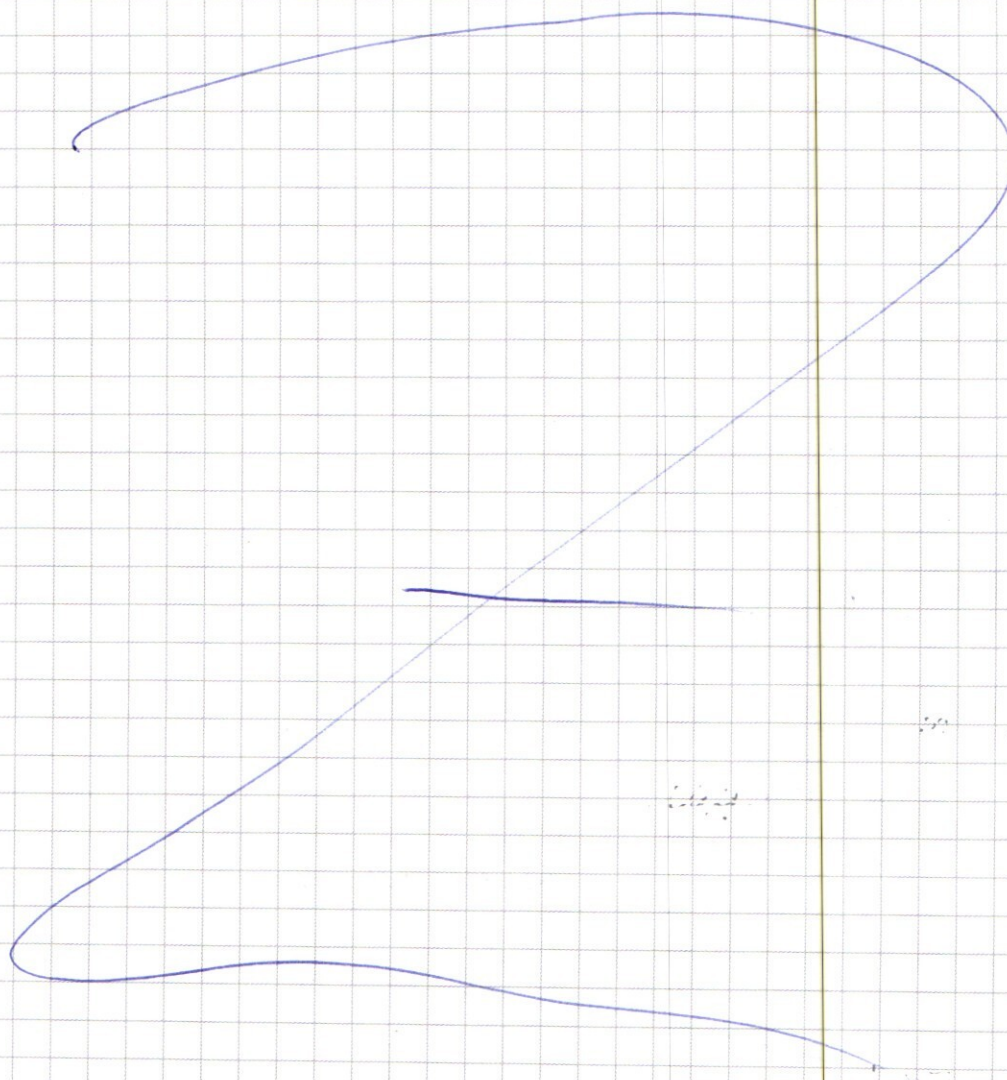
Ответ: $\eta_L = 40\%$

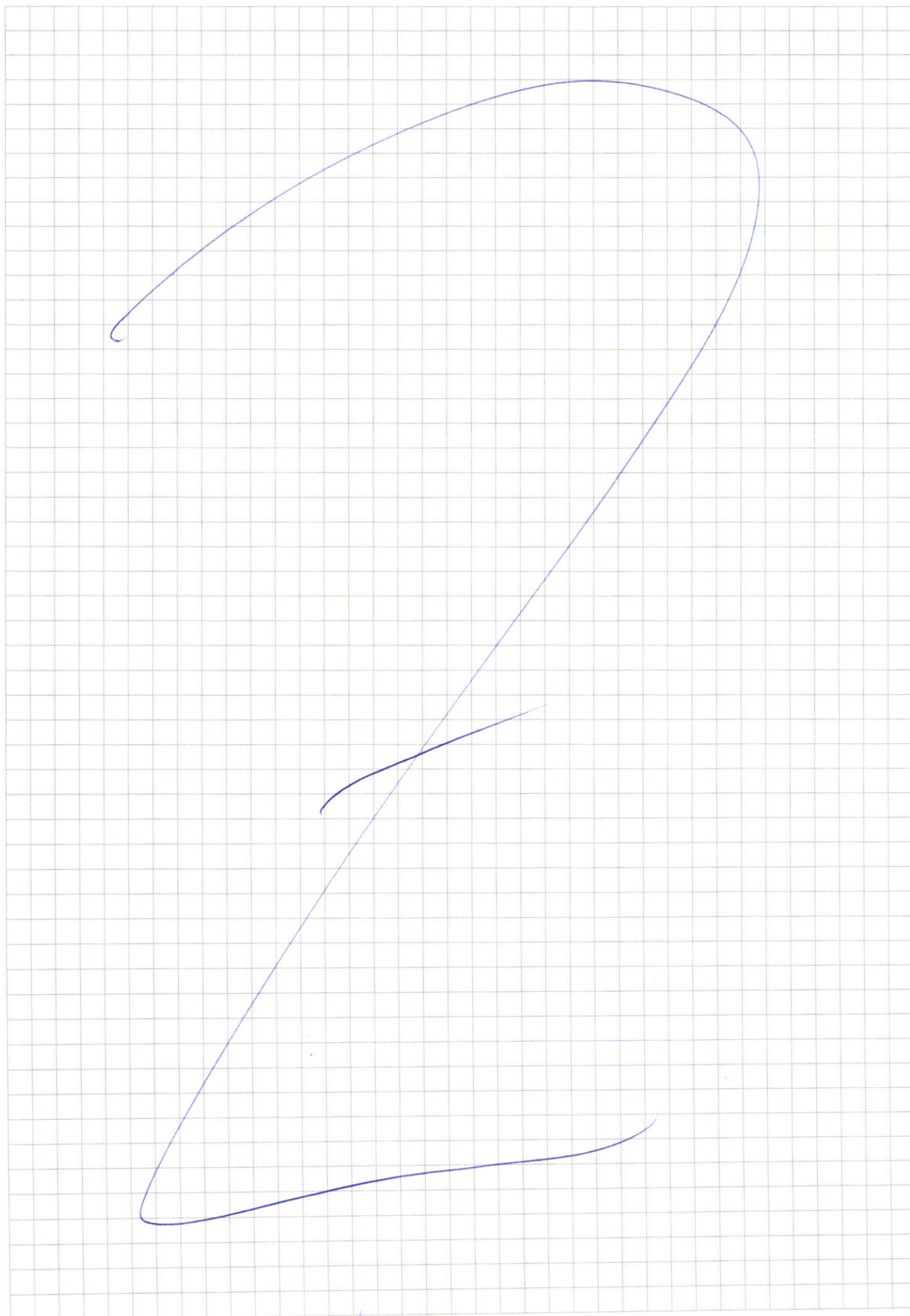
$$c = 231,48 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

№3

П. и шар свободно падает с его ускор $= g$,

После $\eta_1 = gT = 10 \cdot 0,2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



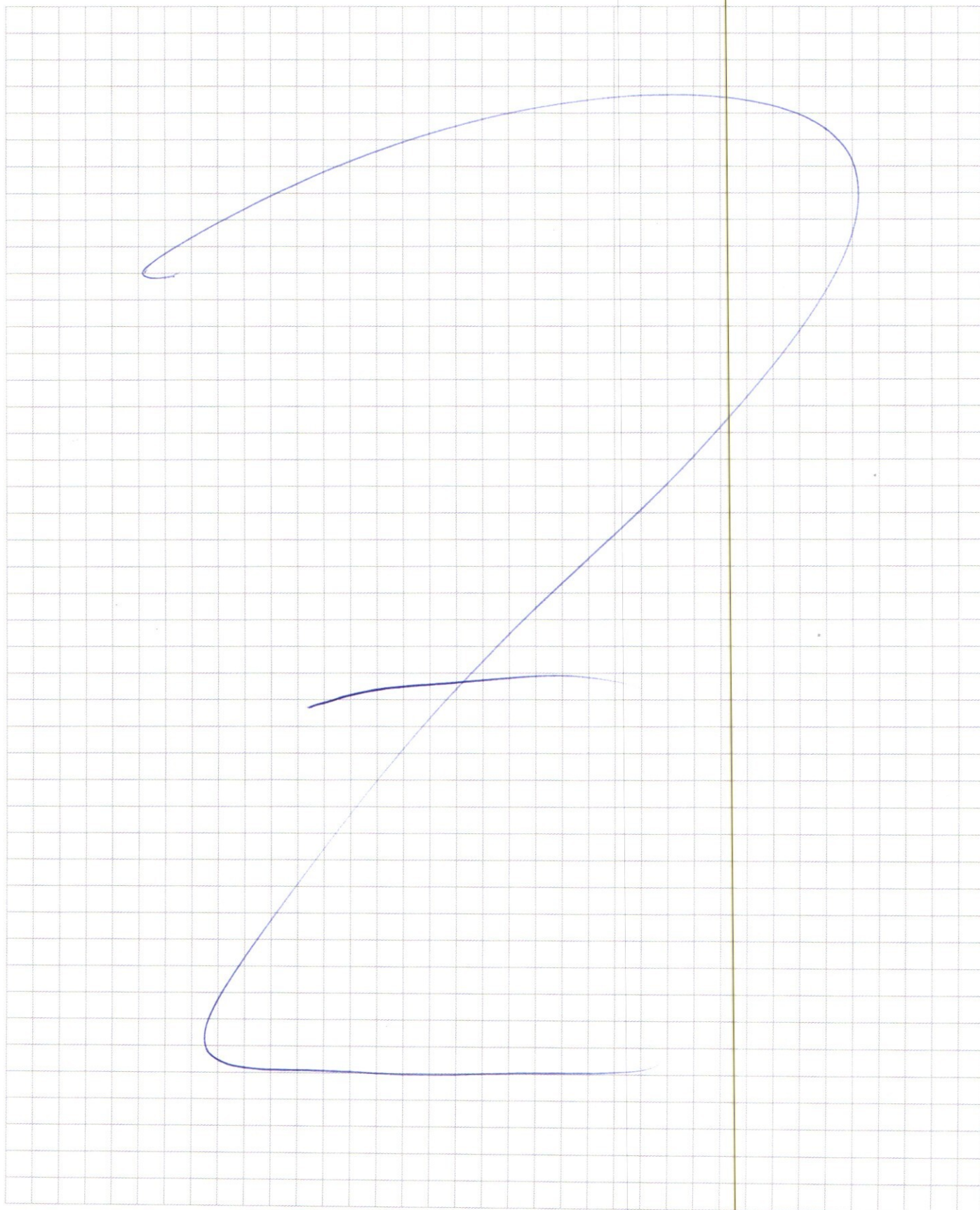


☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



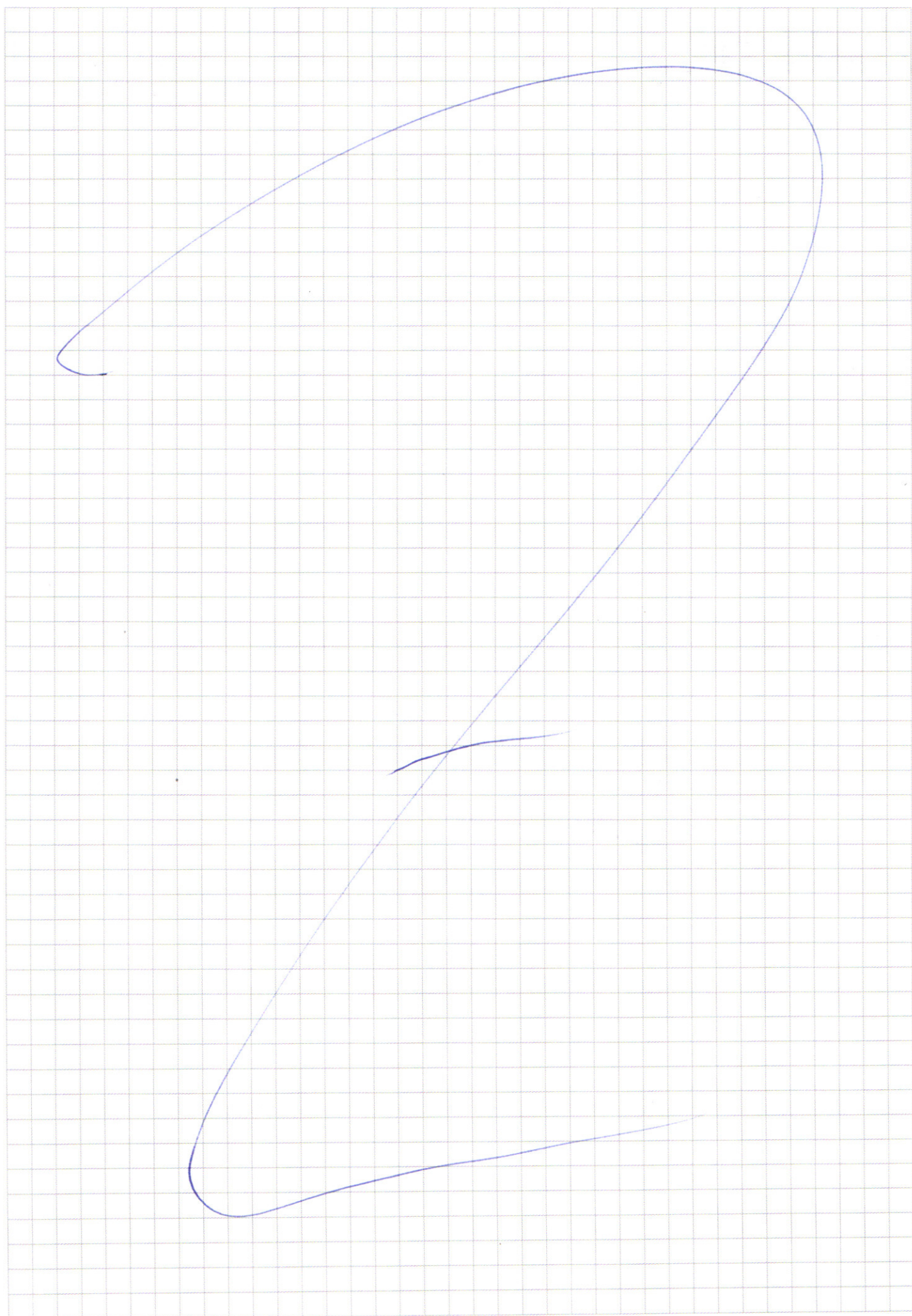
☒ черновик

☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

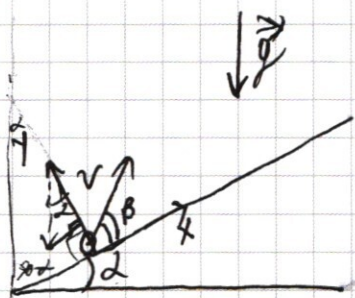
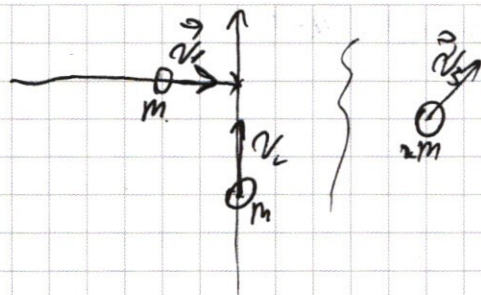
(Нумеровать только чистовики)



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$$v, g, \sin \alpha = \text{const} \Rightarrow$$

$$\sin \beta \uparrow \Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta = 90^\circ$$

$$s = v \cos \beta + g \cos \alpha \cdot t_n$$

$$1,8 = \frac{v \cos \alpha}{g \sin \alpha} \cdot L$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$36 \cdot 0,36 = v^2 \cos \alpha$$

$$v^2 = \frac{36 \cdot 0,36}{0,8} = \frac{36 \cdot 3,6}{8} = 16,2$$

$$v^2 = \frac{36^2}{80} \quad v = \frac{36}{\sqrt{80}} = \frac{36}{4\sqrt{5}} = \frac{9}{\sqrt{5}}$$

$$\frac{360}{56} = \frac{36}{5,6}$$

$$L 500 \text{ м}^2 = 900 \text{ м}^2 + v_c^2 \cdot \pi \cdot r^2$$

$$v_c = 60 \text{ км/ч}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ 50 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 1,35 \\ \hline 135 \\ 270 \\ \hline 1,7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2500 \mid 2 \\ \underline{1250} \\ 5 \\ \underline{70} \\ 20 \\ \hline 00 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1250 \\ - 625 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6250 \mid 27 \\ \underline{54} \\ 85 \\ \underline{81} \\ 40 \\ \underline{27} \\ 130 \\ \underline{108} \\ 220 \\ \underline{176} \\ 440 \end{array}$$

$$P_1 = m v_1 \quad P_2 = m v_2$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{-2mg \cos \alpha + \mu P}{2m}$$

$$(P - 2mg \cos \alpha) t = P_1 \cos \alpha$$

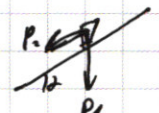
$$2 a m t = v_1 m + P_1 \sin \alpha$$

$$-2mg \cos \alpha t + \mu P t = v_1 m + P_1 \sin \alpha$$

~~2am~~

$$2 m a = m v_1 + P_1 \sin \alpha$$

$$2 a = v_1 + P_1 \sin \alpha$$



$$2 = \frac{-2mg \cos \alpha + \mu P}{\sin \alpha}$$

$$2 = g \cos \alpha (\mu - 1)$$

