

Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 09

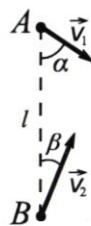
Вариант 09-01

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ км друг от друга (см. рис. 1) Скорость корабля $V_1 = 10$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$. Скорость торпеды $V_2 = 20$ м/с. Угол β таков, что торпеда попадет в цель.

1) Найдите $\sin \beta$.

2) Через какое время T расстояние между кораблем и торпедой составит $S = 770$ м?



2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом φ к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 0,8$ км от точки старта.

1) Под каким углом φ к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите величину V_0 начальной скорости мины.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. В тот момент, когда скорость бруска равна $V_1 = 1$ м/с, на брусок падает пластилиновый шарик и прилипает к нему, а брусок останавливается. Движение шарика до соударения – свободное падение с высоты $h = 0,8$ м с нулевой начальной скоростью.

1) Найдите скорость V_2 шарика перед соударением.

2) Найдите величину a ускорения бруска перед соударением.

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 свинцовых шарика одинаковой массы, летящие со скоростями $V_1 = 60$ м/с и $V_2 = 80$ м/с, слипаются в результате абсолютно неупругого удара. Скорости шариков перед слипанием взаимно перпендикулярны.

1) С какой по величине скоростью V движутся слипшиеся шарики?

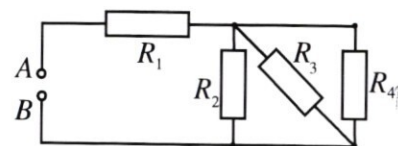
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

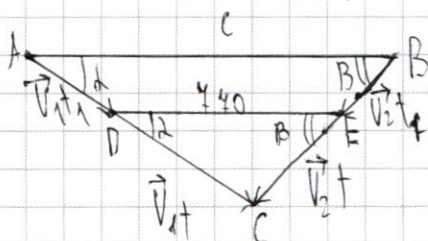
2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.1

Начертите Δ перемещений



C - точка встречи

t - время от начала до встречи

$$DE = 440 \text{ м}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$AB = l = 1000 \text{ м}$$

T = t_1 - время до 440 м между кораблями и
морской от начала

1.1 м синусов для ΔABC :

$$\frac{|V_1 t|}{\sin \beta} = \frac{|V_2 t|}{\sin \alpha}$$

$$\sin \beta = \frac{V_1 t}{V_2 t} \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{1}{2} \cdot \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

2. м косинусов для ΔABC : $|V_2 t|^2 = l^2 + |V_1 t|^2 - 2 \cos \alpha \cdot l \cdot |V_1 t|$

$$400 t^2 = 1000000 + 100 t^2 - 1000 t \quad | : 100$$

$$3 t^2 + 100 t - 10000 = 0$$

м.к. $t > 0$ (по условию задачи)

$$t = \frac{-50 + \sqrt{50^2 + 3 \cdot 10000}}{3} = 50 \left(\frac{\sqrt{13} - 1}{3} \right)$$

2). $\Delta ABC \sim \Delta DEC \Rightarrow \frac{DE}{AB} = \frac{DC}{AC} = \frac{AC - AD}{AC}$
(по двум равным углам)

$$\frac{440}{1000} = \frac{1000 - V_1 t}{1000} = \frac{V_1 t - V_1 t_1}{V_1 t} \quad | \Rightarrow 1 - \frac{t_1}{t} = 0,44 \quad | \Rightarrow t_1 = 0,23 \cdot \left(50 \left(\frac{\sqrt{13} - 1}{3} \right) \right)$$

Ответ: $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$, $t_1 = 0,23 \cdot \left(50 \left(\frac{\sqrt{13} - 1}{3} \right) \right)$

14

Дано:

$$V_1 = 60 \text{ м/с}$$

$$V_2 = 80 \text{ м/с}$$

$$c = 130 \frac{\text{дж}}{\text{м} \cdot \text{с}}$$

$$m_1 = m_2$$

$$V = ?$$

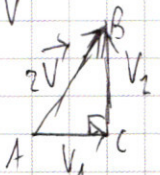
$$\Delta t = ?$$

Удар абсолютно упругий, тогда по закону сохранения импульса:

$$1) m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2 = (m_1 + m_2) \vec{V}$$

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

$$\vec{V}_1 \perp \vec{V}_2 \Rightarrow$$



$$\text{по т. Пифагора: } V_1^2 + V_2^2 = (2V)^2$$

$$\frac{3600 + 6400}{4} = V^2$$

$$V = \sqrt{2500} = 50 \text{ м/с}$$

2) Энергия системы после столкновения не изменилась. =>

$$E_{k1} + E_{k2} - E_{k3} = Q$$

Q - нагревание 2-х шариков

$$\frac{m_1 V_1^2}{2} + \frac{m_2 V_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) V^2}{2} = 2 c m_1 m_2 \Delta t$$

E_{k1} - кинет. энергия 1 шарика

E_{k2} - кинет. энергия 2 шарика

E_{k3} - кинет. энергия шариков после удара.

$$\frac{V_1^2}{2} + \frac{V_2^2}{2} - V^2 = 2 c \Delta t$$

$$\frac{3600}{2} + \frac{6400}{2} - 2500 = 260 \Delta t$$

$$2500 = 260 \Delta t$$

$$\Delta t \approx 100$$

$$\text{Ответ: } V = 50 \text{ м/с; } \Delta t \approx 100$$

15

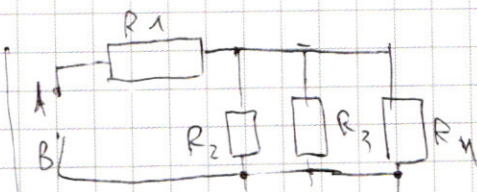
Дано:

$$R_1 = 3 \text{ к}$$

$$R_2 = R_3 = 2 \text{ к}$$

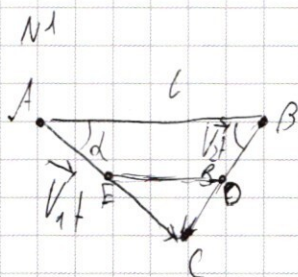
$$R_4 = 4 \text{ к}$$

$$U = 38 \text{ В}$$



$$R_{AB} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = 3 \text{ к}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{|V_1|}{\sin B} = \frac{|V_2|}{\sin A}$$

$$\frac{V_1 \cdot \sin A}{V_2} = \sin B$$

$$\frac{\sqrt{3}}{4} = \sin B$$

$$\frac{V_1 t - V_1 t_1}{V_1 t} = \frac{440}{1000}$$

$$1 - \frac{t_1}{t} = 0,44$$

$$\frac{t_1}{t} = 0,23$$

и тогда

$$V_2^2 t^2 = l^2 + V_1^2 t^2 - 2 \cos 60^\circ \cdot V_1 t \cdot l$$

$$400 t^2 = 1000000 + 100 t^2 - 2040000 t \quad | :100$$

$$3 t^2 = 10000 - 20400 t$$

$$t = \frac{-50 \pm \sqrt{100^2 + 4 \cdot 10000}}{6}$$

$$t = \left(\frac{-50 + 100 \sqrt{13}}{6} \right) \cdot 0,23$$

N4

$$\frac{60^2 m^2}{2} + \frac{80^2 m^2}{2} - \frac{100^2 m^2}{2} = 2 C m \Delta t$$

$$1800 + 3200 - 2500 = 2 C \Delta t$$

$$2500 = 2 C \Delta t$$

$$\frac{2500}{26} = \Delta t$$

$$250/26$$

N5

$$R_1 +$$

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r}$$

$$\frac{5}{4r} = \frac{1}{R_{\text{общ}}}$$

$$3 \frac{4}{5} r = R_{\text{общ}}$$

$$14 \mu = 1,0$$

$$\rightarrow 60$$

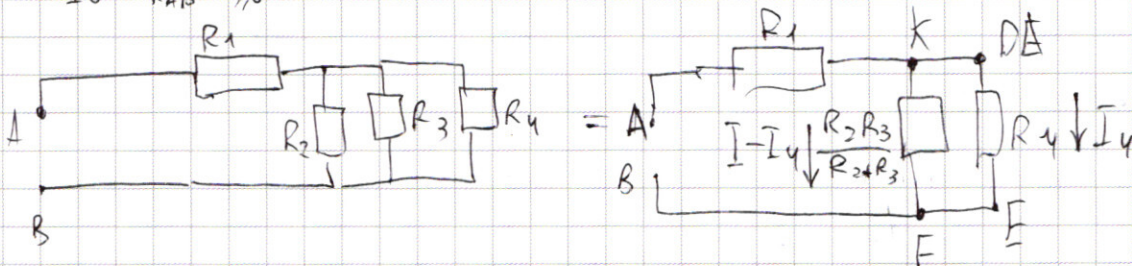


$$0,2 \Delta t A_m$$

$$R_{AB} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = 3r + \frac{1}{\frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r}} = 3r + \frac{1}{\frac{4}{4r}} = 3,8r$$

2) Нуль $r = 10 \Omega$

$$I_0 = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38}{3,8 \cdot 10} = 1 \text{ A}$$



$$\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{2r \cdot 2r}{2r + 2r} = r = 10 \Omega$$

$$R_4 = 4r = 40 \Omega$$

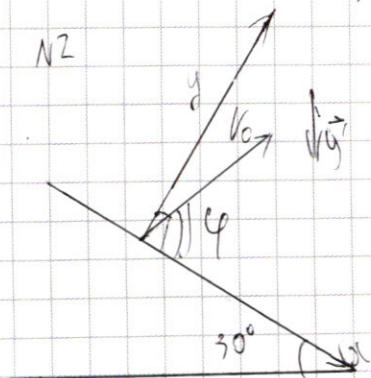
$$U_{KF} = U_{DE}$$

$$(I - I_4) \cdot r = I_4 \cdot 4r$$

$$10 - 10I_4 = 40I_4$$

$$I_4 = \frac{10}{50} = 0,2 \text{ A}$$

Ответ: $R_{AB} = 3,8 r$; $I_4 = 0,2 \text{ A}$.



t - время полета

$$Oy: V_y = V_0 \cdot \sin \varphi + g_y t$$

$$g_y = -g \cdot \cos 30^\circ$$

$$V_0 = V_y = 0 \text{ при } t/2, \text{ тогда}$$

$$0 = V_0 \sin \varphi - g \cos 30^\circ t \Rightarrow t = \frac{V_0 \sin \varphi}{g \cos 30^\circ}$$

$V_0, g, \cos 30^\circ$ - константы $\Rightarrow t$ max при $\sin \varphi$ max $\Rightarrow \sin \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 90^\circ$, тогда

$$Ox: V_x = g \cdot \sin 30^\circ$$

$$X = \frac{g \sin 30^\circ t^2}{2} \Rightarrow 0,8 = \frac{g \sin 30^\circ \cdot \left(\frac{V_0 \sin \varphi}{g \cos 30^\circ} \right)^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1,6 = 5 \cdot \frac{V_0^2}{100 \cdot \frac{3}{4}}$$

$$\sqrt{\frac{1,6 \cdot 45}{5}} = V_0$$

$$0,4\sqrt{15} = V_0 \quad V_0 = 0,4\sqrt{15} \text{ м/с}$$

Ответ: $\alpha = 90^\circ$; $V_0 = 0,4\sqrt{15} \text{ м/с}$

13

1). $V_2 = E_k = E_n$

$$\frac{mV_2^2}{2} = mgh$$

$$V_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 0,8 \cdot 10} = 0,4 \text{ м/с}$$

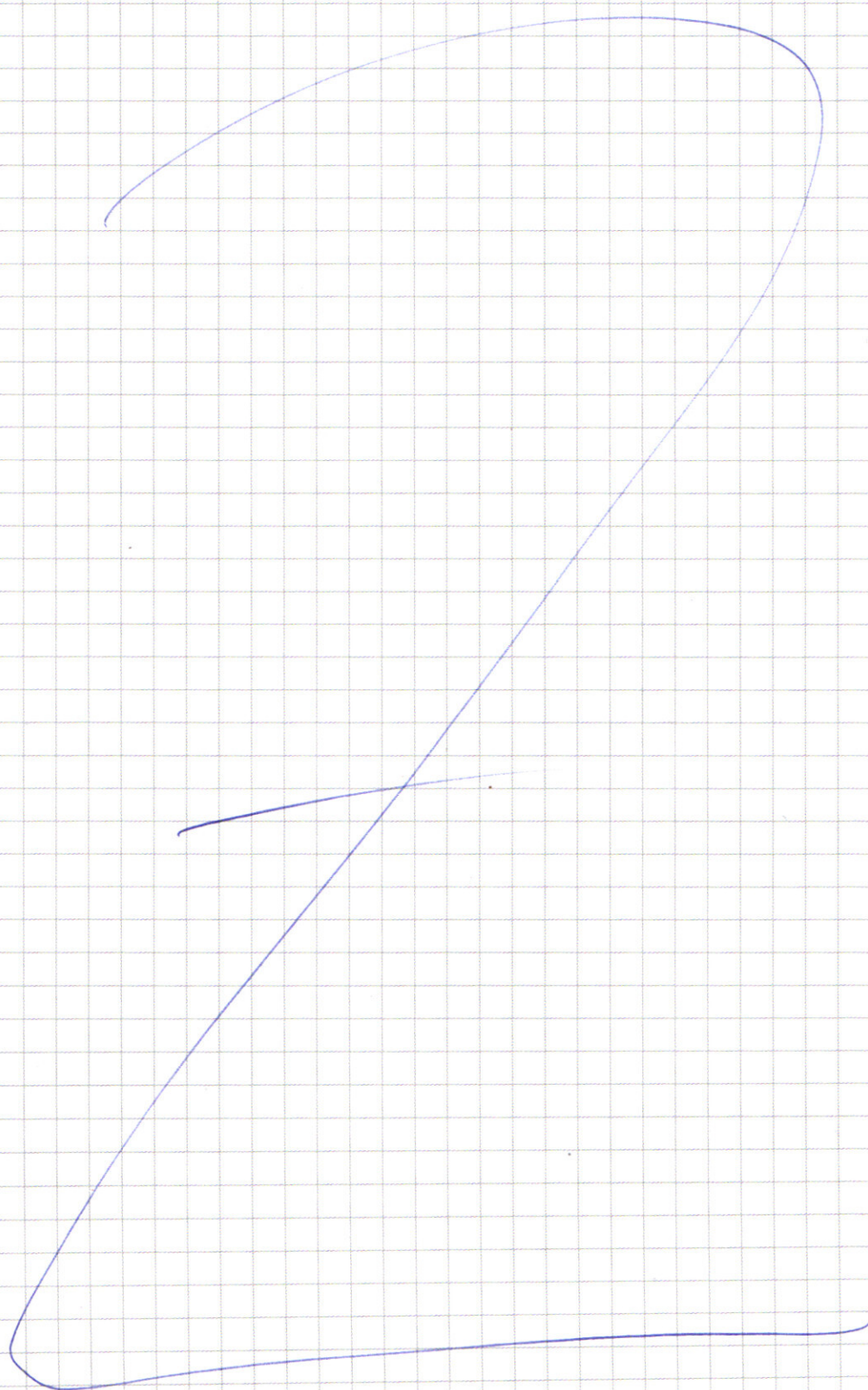
2). ~~$mV_1 + mV_2 = ma$ одна и та же осм. брусек и шарик $\Rightarrow$~~

~~$F = mV_1$~~

~~$F = mV_2$~~

~~$F = \frac{ma}{2}$~~

Ответ: $V_2 = 4 \text{ м/с}$.



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

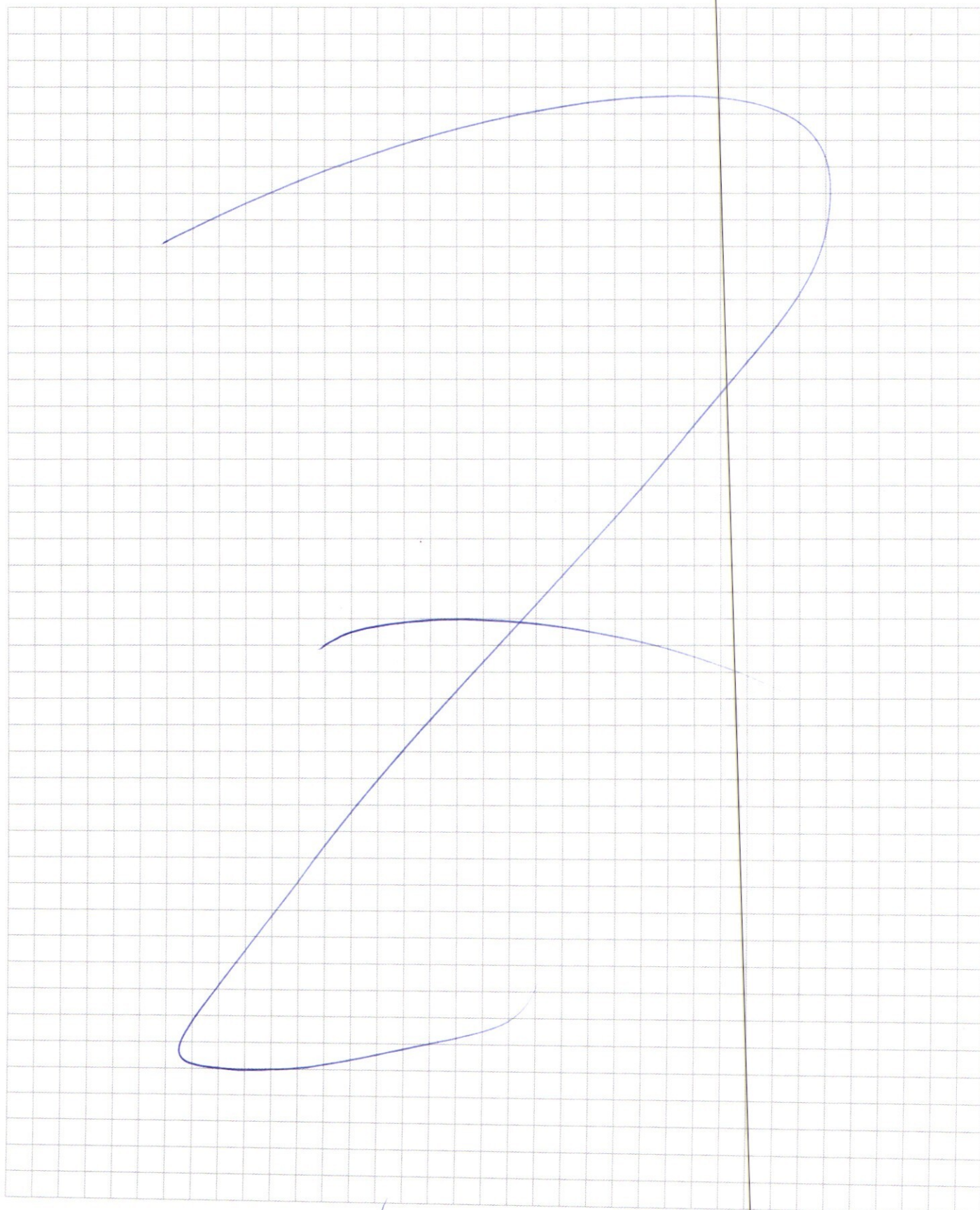
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



☒ черновик

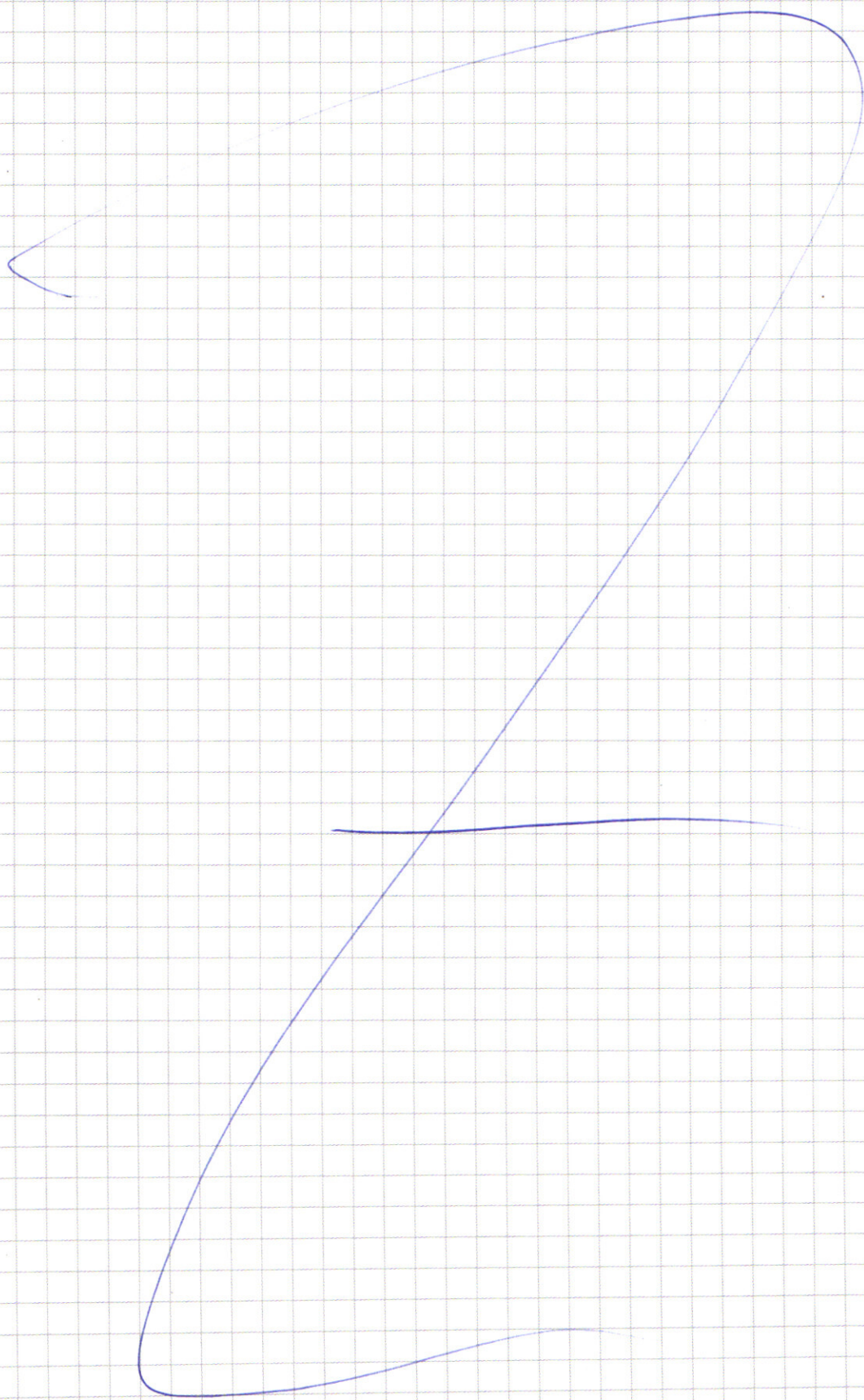


☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



черновик

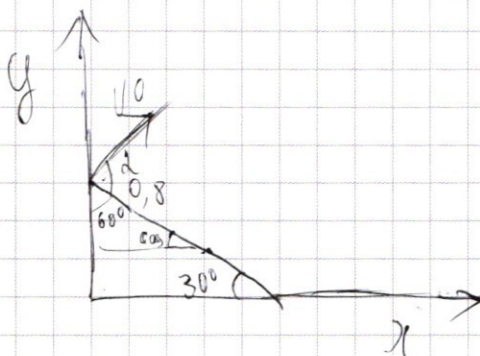
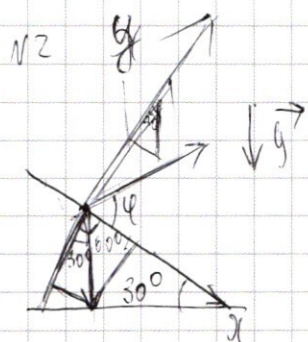
(Поставьте галочку в нужном поле)



чистовик

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$O_x: g \cdot \cos 60^\circ$$

$$O_y: -g \cdot \cos 60^\circ$$

$$O_z = \frac{V_0^2 \cdot \cos^2 \theta}{2g \cos 60^\circ}$$

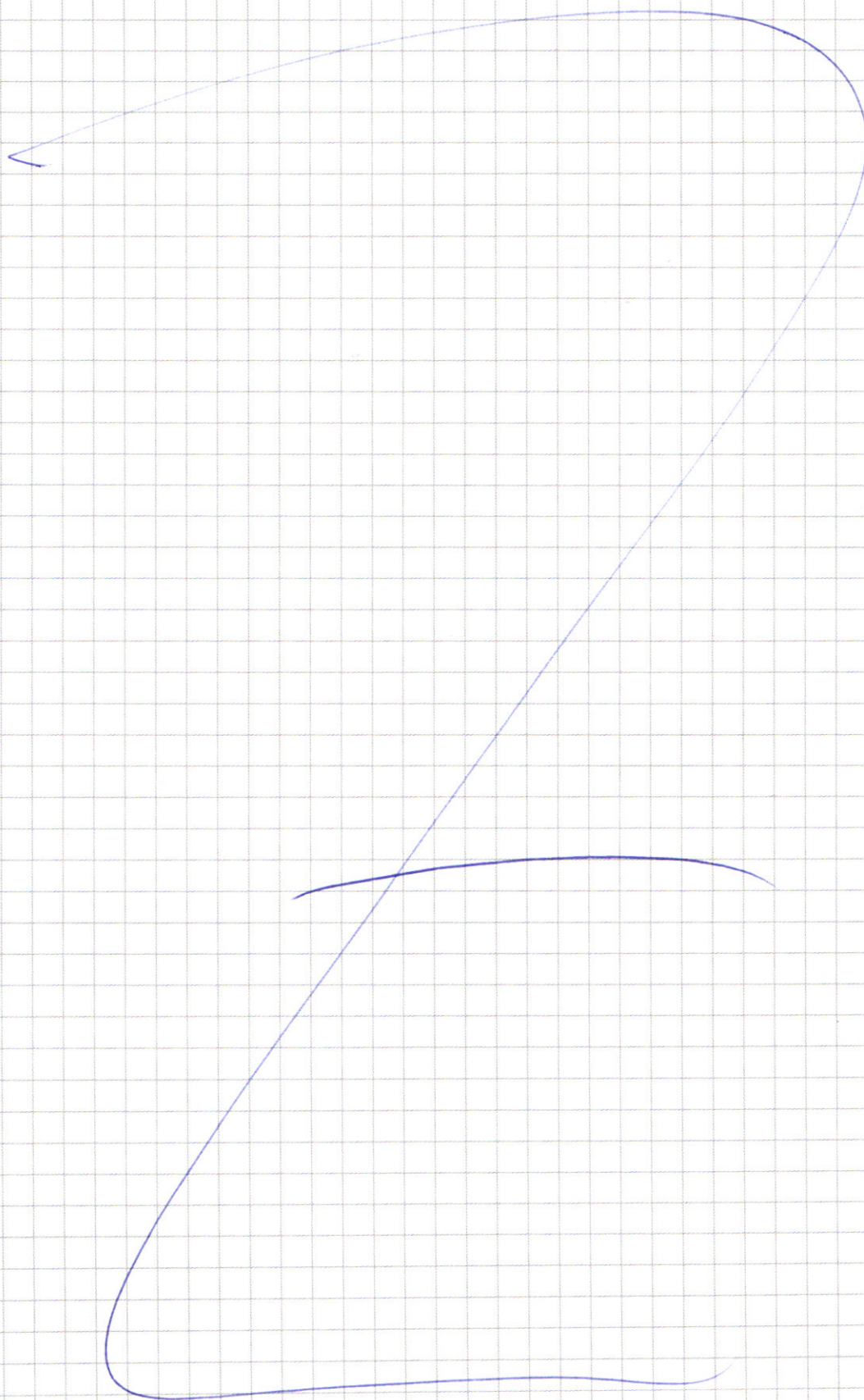
$$0,8 = V_0^2 \cdot \cos^2 \theta + 4 \cdot \frac{g \cdot t^2 \cdot \cos 60^\circ}{2}$$

$$D = V_0^2 \cdot \cos^2 \theta + 4 \cdot 0,8 \cdot \cos 60^\circ \cdot g$$

$$0 = V_0 \cos \theta - g \cos 60^\circ \cdot t$$

$$0 = V_0 \sin \theta - g \sin 60^\circ \cdot t$$

$$\frac{V_0 \sin \theta}{g \sin 60^\circ} = t$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)