

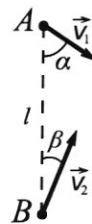
Олимпиада «Физтех» по физике, 9 класс

Вариант 09-01

Класс 09

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ 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?

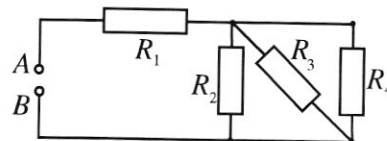
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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.

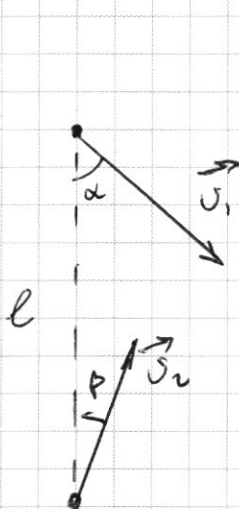
2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



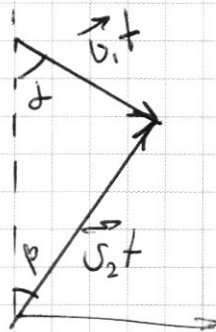
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sin \beta = ?$ / T !

$$\begin{aligned} l &= 1000 \text{ м} \\ v_1 &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ v_2 &= 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ S &= 770 \text{ м} \\ \alpha &= 60^\circ \end{aligned}$$



Рассмотрим треугольник
x перемещений.



$$\vec{v}_0 = \frac{\vec{S}_0}{t} - \text{г. к двук. прямолинейно.}$$

из теоремы синусов

$$\frac{v_2 t}{\sin \alpha} = \frac{v_1 t}{\sin \beta}$$

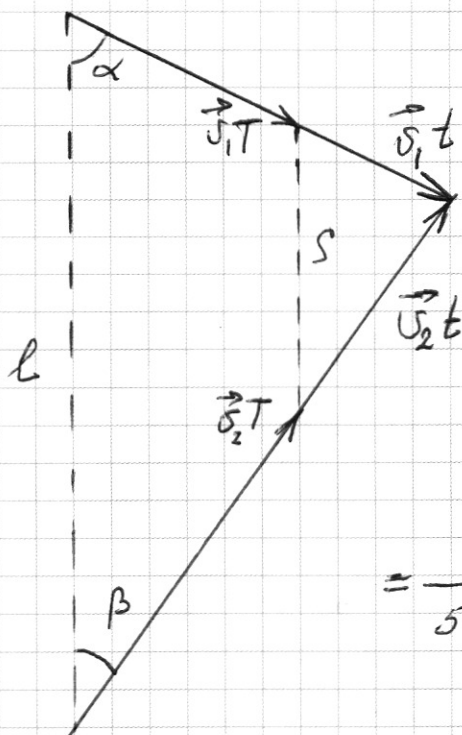
$$\sin \beta = \sin \alpha \cdot \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

Заметим, что в проекции на ось x

$$S = l - v_2 \cos \beta - v_1 \cos \alpha$$

~~cos beta~~ = а на ось

$v_2 \sin \beta = v_1 \sin \alpha \Rightarrow$ отрезок cos beta - корабль
всегда параллелен l.



$$s = l - v_2 \cos \beta T - v_1 \cos \alpha T$$

$$T = \frac{l - s}{v_2 \cos \beta + v_1 \cos \alpha}$$

$$T = \frac{1000 - 770}{20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} + 10 \cdot \frac{1}{2}} =$$

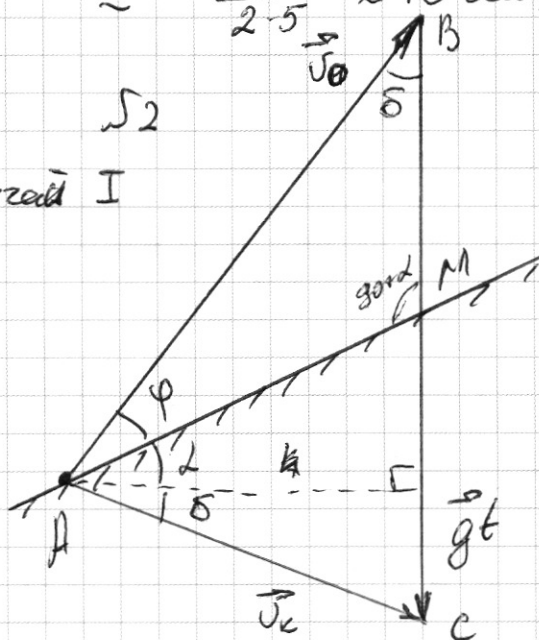
$$= \frac{230}{5(\sqrt{3} + 1)} \approx \frac{230}{5 \cdot \frac{4.55}{100}} \approx$$

$$\sqrt{3} \approx 3.55$$

$$\approx \frac{100}{2.5} \approx 10 \text{ мин.}$$

v_2

случай I



$v_0: \varphi - ?$

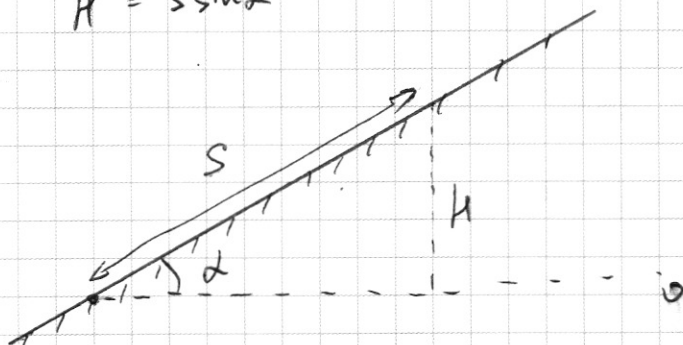
$\alpha = 30^\circ$

$g = 10 \frac{m}{c^2}$

$S = 800 \text{ м}$

$$\begin{array}{r} 35 \\ 35 \\ \hline 175 \\ 105 \\ \hline 1225 \\ 355 \\ 355 \\ \hline 1775 \\ 1775 \\ \hline 1065 \\ \hline 136025 \end{array}$$

$$H = S \sin \alpha$$



з. с. э $\Sigma A = 0$

$\Sigma E_n = \Sigma E_c$

$$\frac{v_0^2 m}{2} = mgh + \frac{v_c^2 m}{2}$$

$$v_0^2 = 2gS \sin \alpha = v_c^2$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Теорема косинусов

$$gt = \sqrt{v_0^2 + v_k^2 - 2\cos(\varphi + \alpha + \beta)v_0v_k}, \text{ т.к. } v_0 \text{ и } v_k \text{ и } g = \text{константа} \rightarrow t \rightarrow \min \Leftrightarrow \cos(\varphi + \alpha + \beta) \rightarrow \min.$$

$$\text{т.е. } \varphi + \alpha + \beta = 90^\circ \Rightarrow$$

$$BM = AB = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow S = \frac{gt^2}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2S}{g}}$$

Теорема косинусов $v_0 \sqrt{\frac{2S}{g}} = S \sqrt{2 - 2\cos(90^\circ + \alpha)} = S \sqrt{2 + 2\sin\alpha} =$

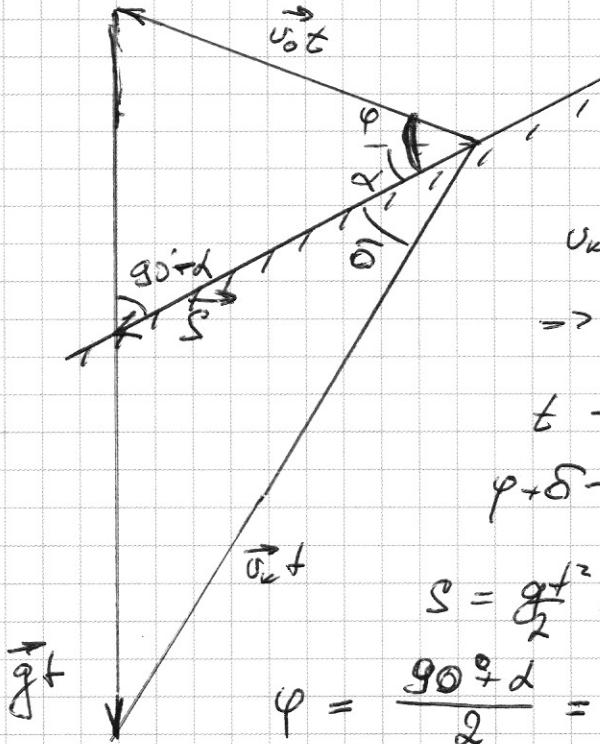
$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{gS} \cdot \sqrt{1 + \sin\alpha} = \sqrt{gS(1 + \sin\alpha)}$$

$$v_0 = \sqrt{gS(1 + \sin\alpha)} = \sqrt{10 \cdot 800 \cdot \frac{3}{2}} = \sqrt{12000}$$

$$= \sqrt{12000} \approx 110 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\varphi = \frac{180^\circ - (90^\circ + \alpha)}{2} = \frac{90^\circ - \alpha}{2} = 30^\circ$$

вугай II.



$$v_k = v_0 + 2g \sin \alpha$$

$\Rightarrow$ аналогично окруж I

$t \rightarrow \text{may} \Leftrightarrow \text{false}$

$$\varphi + \delta \rightarrow g)^\circ \quad g)^\circ$$

$$S = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \text{время удара}$$

$$\varphi = \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ$$

$$v_0 = \sqrt{gS(1 + \cos \alpha)}$$

$$= \sqrt{10 \cdot 800 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{4000} =$$

$$= 20\sqrt{10} \approx 64 \frac{\mu}{c}$$

$$\begin{array}{r} 3,2 \\ 3,2 \\ \hline 64 \\ \hline 64 \\ \hline 10,24 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$a - ?$
 $v_2 - ?$
 $m = m_0 = m_{\text{ш}}$
 $v_1 = 1 \text{ м/с}$
 $h = 0,8 \text{ м}$

Закон изменения
импульса

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$$

Закон Кулона - Ампера

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

По У.З.С.Э. для шарика $\Sigma E_{\text{пот}} = \Sigma E_{\text{к}}$

$$mgh = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Рассмотрим момент
соударения. ($\Delta t \rightarrow 0$)

т.к. $\Delta t \rightarrow 0 \Rightarrow$
сильно тяжести можно
пренебречь

~~сильно~~
рассмотрим шарик.

ош: $mv_2 = N \Delta t$

рассмотрим брусок.

ош: $N_0 = P \cos \alpha$

оз: $mv_1 = (F_{\text{тр}1} - P \sin \alpha) \Delta t$

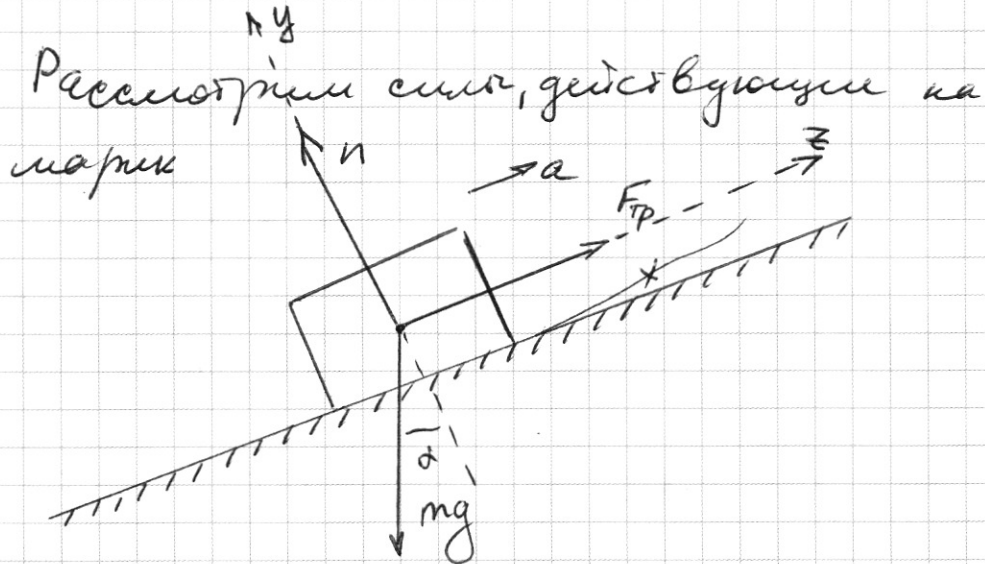
$P = N$ - третий закон
Ньютона.

ош: $F_{\text{тр}1} = \mu N$

$$m v_2 = N \Delta t = P \Delta t$$

$$m v_1 = (P \mu \cos \alpha - P \sin \alpha) \Delta t$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{P}{P(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)} = \frac{1}{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}$$



Второй закон Ньютона $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}$

$$Oy: -mg \cos \alpha + n = 0$$

$$Ox: ma = F_{тр} - mg \sin \alpha$$

$$n = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$$

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

$$= g \frac{v_1}{v_2} = 2,5 \frac{m}{s^2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

54.

$$\Delta t - ? ; \sigma - ?$$

$$v_1 = 60 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 80 \text{ м/с}$$

$$m_1 = m_2 = m$$

$$\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$$

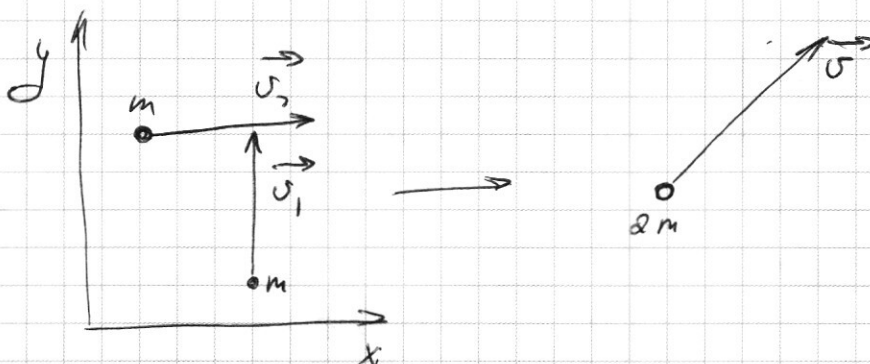
$$c = 130 \text{ Дж/кг}\cdot\text{с}$$

Закон сохранения энергии

$$\sum Q_n + \sum E_n = \sum Q_k + \sum E_k$$

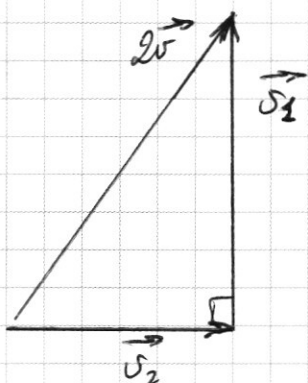
Закон сохранения импульса

$$\sum \vec{p}_n = \sum \vec{p}_k$$



Закон сохранения импульса $\Rightarrow m\vec{v}_2 + m\vec{v}_1 = 2m\vec{v}$

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



$$2v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 20 \sqrt{3^2 + 4^2} = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Rightarrow v = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

З. с. з

$$\sum E_n = \sum E_k + \sum \Delta Q$$

$$\sum \Delta Q = 2mc\Delta t$$

$$\sum E_n = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\sum E_k = \frac{2mv^2}{2}$$

$$2mc\Delta t + \frac{2m \left(\frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2} \right)^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$2c\Delta t + \frac{v_1^2}{4} + \frac{v_2^2}{4} = \frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2}$$

$$\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2}{8c} = \frac{3600 + 6400}{8 \cdot 130} = \frac{10000}{8 \cdot 130} = \frac{125}{13} \approx 9 \frac{7}{13} \approx$$

$$\approx 9,5^\circ\text{C}$$

$I = ?$

$R_{AB} = ?$

$$R_1 = 3\Omega$$

$$R_2 = R_3 = 2\Omega$$

$$R_4 = 4\Omega$$

$$U = 38\text{ В}$$

$$r = 10\Omega$$

$\int 5$

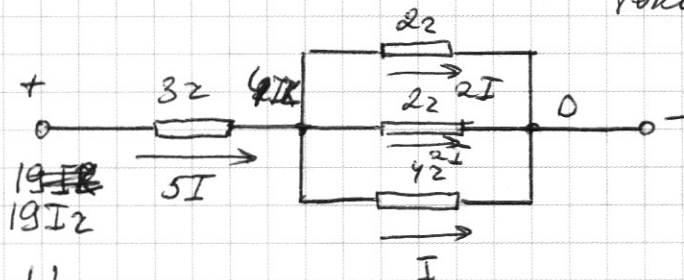
Первое правило Кирхгофа

$$\sum I_{\text{вх}} = \sum I_{\text{вых}}$$

Второе правило Кирхгофа

$$\sum \Delta\varphi = \sum \mathcal{E}$$

Циклы из правил Кирхгофа составили ток и потенциалы



Закон Ома для одн. уз-ка цепи

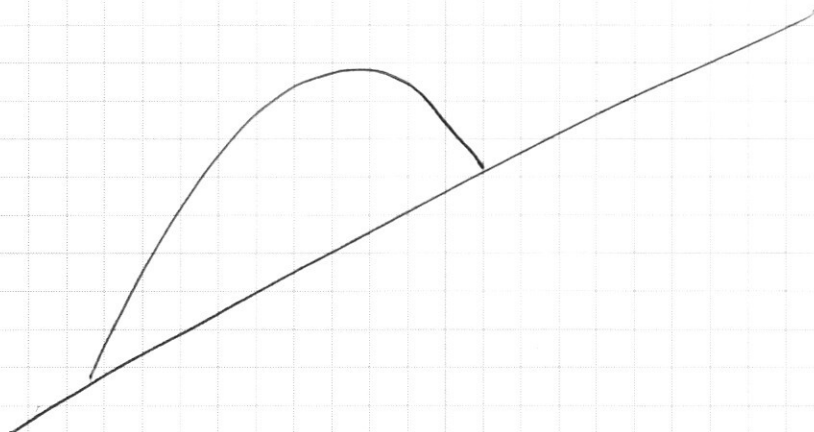
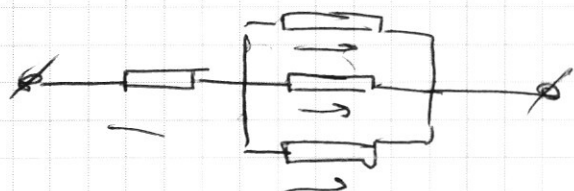
$$R = \frac{U}{I}$$

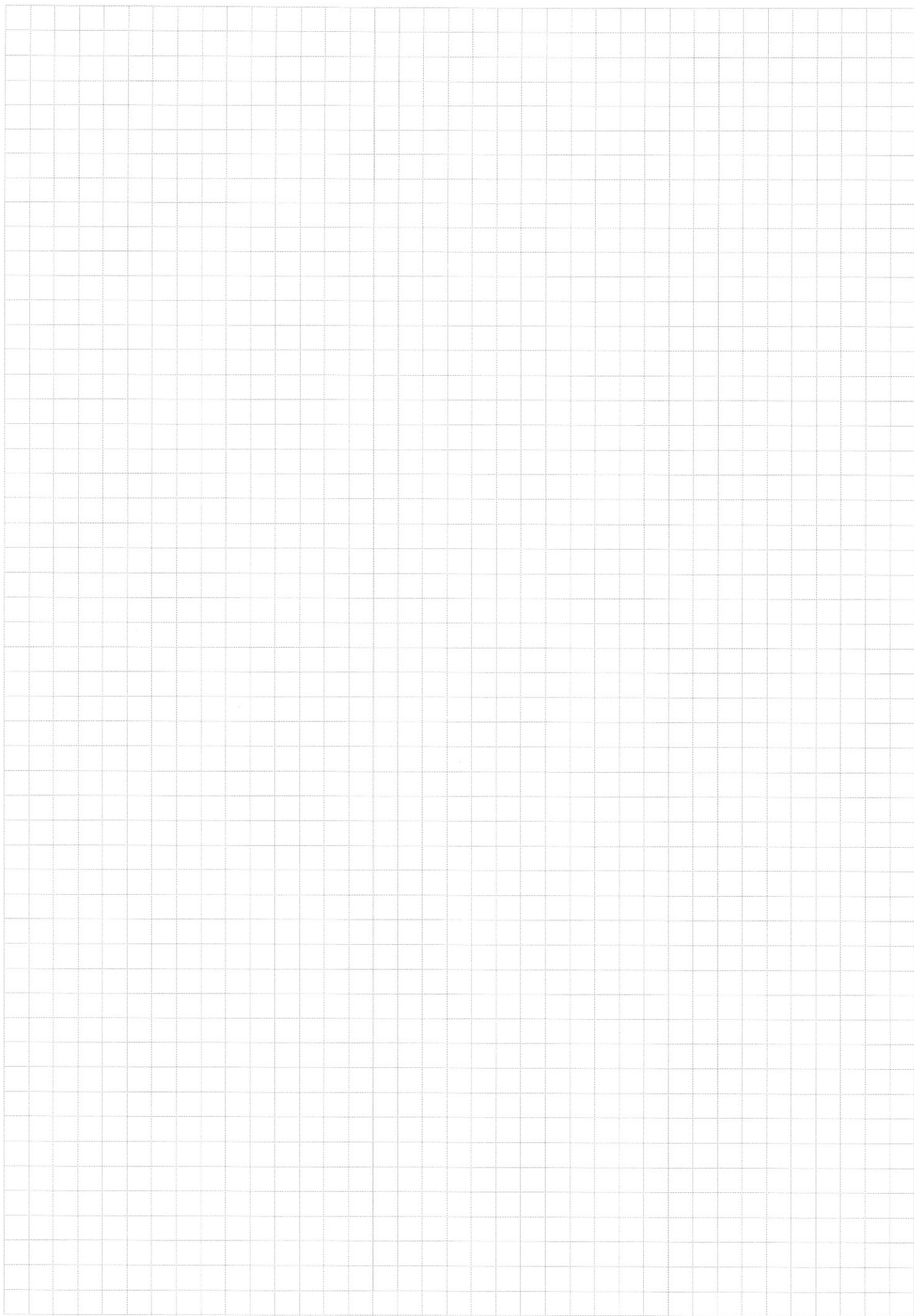
$$19I/2 = U$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{общ}}}{I_{\text{общ}}} = \frac{19I/2}{5I} = \frac{19}{5} \Omega = 3,8\Omega$$

$$I = \frac{U}{19\Omega} = 0,2\text{ А}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Площадь треугольника ABC

$$\frac{1}{2} v_0 \cdot v_k \sin(\varphi + \alpha + \delta) = g t \cdot \sin(\varphi + \alpha) v_0$$

$$t = \frac{\frac{1}{2} v_0 (v_0 + 2 g S \sin \alpha)}{\sin(\varphi + \alpha)} \cdot \sin(\varphi + \alpha + \delta) \Rightarrow$$

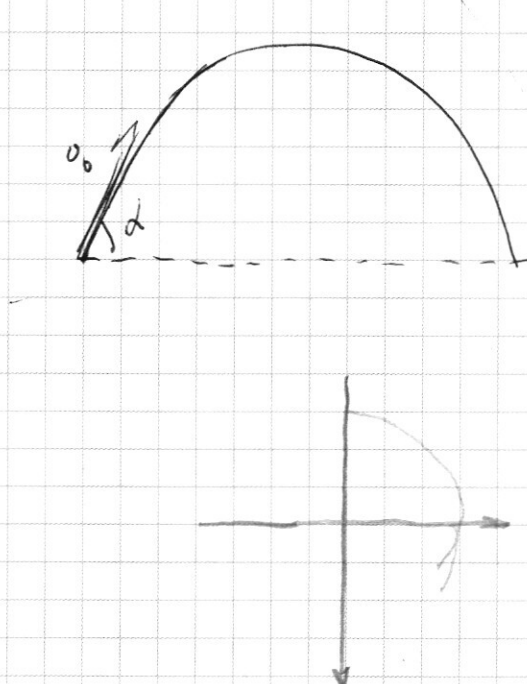
$$\text{т.к. } S \sim t \text{ и } t \sim \sin(\varphi + \alpha + \delta) \Rightarrow$$

$$\text{т.к. } S \rightarrow \max \Rightarrow \sin(\varphi + \alpha + \delta) \rightarrow \max \Rightarrow$$

$$\varphi + \alpha + \delta = 90^\circ \Rightarrow \sin(\varphi + \alpha) = \cos \delta$$

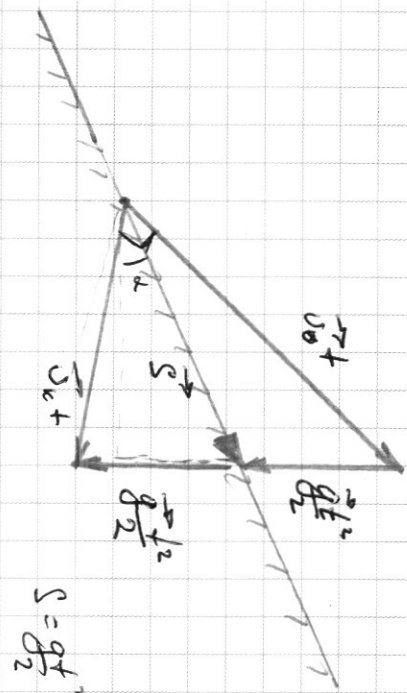
~~АА — медиана.~~

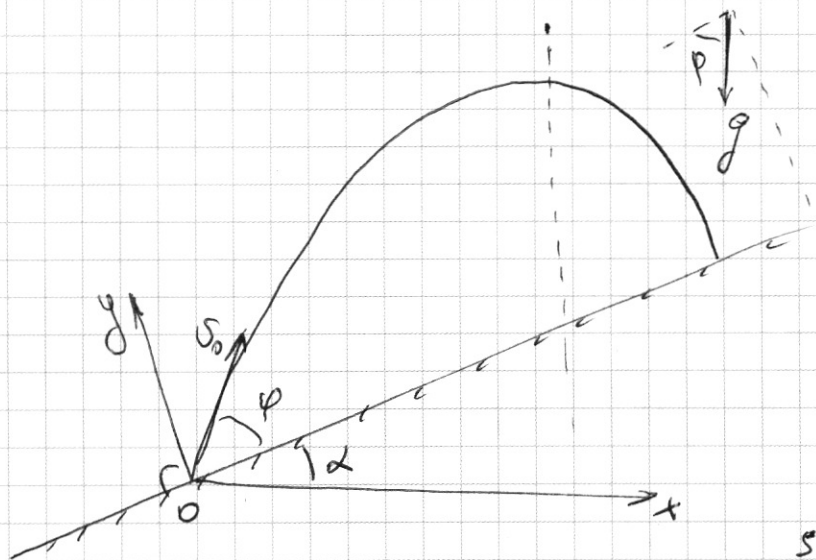
$$t \rightarrow \max \Rightarrow \cos \delta \rightarrow 0$$



$$v_0 \cos \alpha$$

$$g t^* = \sqrt{v_0^2 + v_k^2 - 2 v_0 v_k \cos \delta}$$





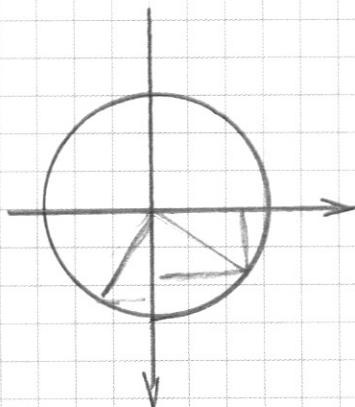
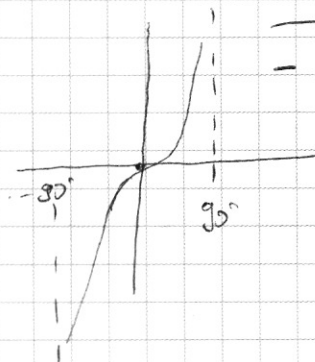
$$s \cdot \sin \alpha = v_0 \cos(\alpha + \varphi) t$$

$$2v_0 \cos \varphi = gt \sin \varphi$$

$$t = \frac{2v_0}{g} \cdot \operatorname{ctg} \varphi$$

$$\sin(\alpha + \varphi) = \sin \alpha \cos \varphi + \cos \alpha \sin \varphi$$

$$\cos(\alpha + \varphi) = \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha \cos^2 \varphi - 2 \sin \alpha \cos \alpha \sin \varphi \cos \varphi - \cos^2 \alpha \sin^2 \varphi}}{\cos^2 \alpha \sin^2 \varphi}$$



$$\begin{aligned} &1 - \sin^2 \alpha \cos^2 \varphi - \\ &- 2 \sin \alpha \cos \alpha \sin \varphi \cos \varphi - \\ &- \cos^2 \alpha \sin^2 \varphi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi - \sin^2 \alpha \cos^2 \varphi - \\ &- 2 \sin \alpha \cos \alpha \sin \varphi \cos \varphi - \cos^2 \alpha \sin^2 \varphi \\ &\sin^2 \varphi \sin^2 \alpha + \cos^2 \varphi \cos^2 \alpha - \\ &- 2 \sin \alpha \sin \varphi \cdot \cos \alpha \cos \varphi = \\ &= (\sin \varphi \sin \alpha - \cos \varphi \cos \alpha)^2 \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

