

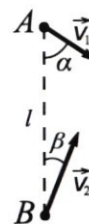
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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?

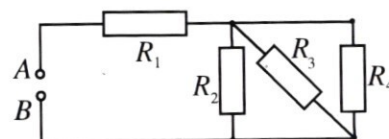
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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

✓1

Дано:

$$L = 1 \text{ км}$$

$$v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = 270 \text{ м}$$

$$1) \sin \beta = ?$$

$$2) T = ?$$

СИ

$$1000 \text{ м}$$

Решение:

$$1) \sin \alpha = \frac{x}{v_1}$$

$$\sin \beta = \frac{x}{v_2}$$

$$\Rightarrow \sin \alpha \cdot v_1 = \sin \beta \cdot v_2$$

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

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,43$$

2) ΔL — расстояние, которое пройдёт
циклично А и В. за время T

$$\Delta L = L - S = 230 \text{ м}$$

$$\Delta L = v_1 \cdot \cos \alpha \cdot T + v_2 \cdot \cos \beta \cdot T$$

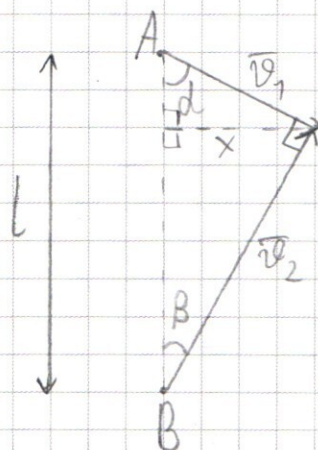
$$\Delta L = (v_1 \cdot \cos \alpha + v_2 \cdot \cos \beta) \cdot T$$

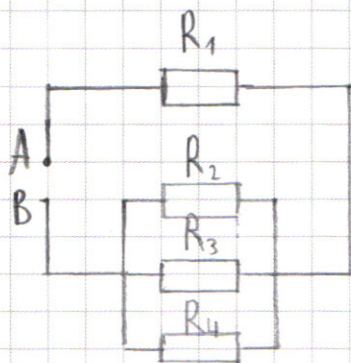
$$\sin(90^\circ - \beta) = \cos \beta \Rightarrow \cos \beta = 0,25$$

$$T = \frac{\Delta L}{v_1 \cdot \cos \alpha + v_2 \cdot \cos \beta} = \frac{230 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,5 + 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,25} =$$

$$= 23 \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } T = 23 \text{ с}; \sin \beta = 0,43$$





~5

$$1) \frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r} = \frac{5}{4r} \Rightarrow R_{234} = \frac{4r}{5}$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = r + \frac{4r}{5} = \frac{9}{5}r$$

2) При последовательном соединении:

$$I_{\infty} = I_1 = I_{234}$$

$$U = U_1 + U_{234}$$

$$R_{AB} = \frac{19}{5}r$$

При паралл. соединении:

$$I_{234} = I_2 + I_3 + I_4$$

$$U_{234} = U_2 = U_3 = U_4$$

$$R_{234} = \frac{4r}{5}$$

По закону Ома:

$$I_{\infty} = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38 \text{ В}}{\frac{19 \cdot 100 \Omega}{5}} = 1 \text{ А}$$

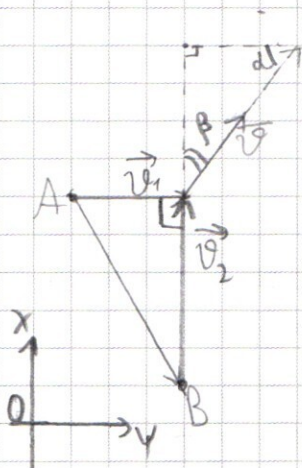
$$U_1 = I_{\infty} \cdot R_1 = 1 \text{ А} \cdot 100 \Omega \cdot 3 = I_{\infty} \cdot 3r = 1 \text{ А} \cdot 30 \Omega = 30 \text{ В}$$

$$U_{234} = U - U_1 = 38 \text{ В} - 30 \text{ В} = 8 \text{ В}$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{U_{234}}{R_4} = \frac{U_{234}}{4r} = \frac{8 \text{ В}}{4 \cdot 100 \Omega} = 0,2 \text{ А}$$

Ответ: $R_{AB} = \frac{19r}{5}$; $I_4 = 0,2 \text{ А}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



~4.
1) По т. Пифагора
 $v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 100 \frac{м}{с}$

2) По ЗСМ.

$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$
ОХ: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v \cdot \cos \alpha$
 $\cos \alpha = \frac{v_1}{v}$

1) По ЗСМ:

$m_1 \vec{v}_1 + m \vec{v}_2 = 2m \vec{v}$
 $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}$

ОХ: $v_1 = 2v \cdot \cos \alpha$; $\cos \alpha = \frac{v_1}{AB}$; $AB = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 100 \frac{м}{с}$

$\cos \alpha = \frac{60 \frac{м}{с}}{100 \frac{м}{с}} = \frac{3}{5}$

$v_1 = 2 \cdot v \cdot \frac{3}{5} \Rightarrow v = \frac{5v_1}{6} = 50 \frac{м}{с}$

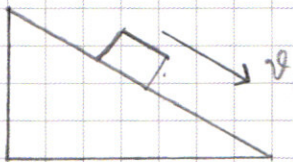
2) По ЗСЭ:

$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + 2cm\Delta t$ $\times 2$

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

$\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4c} = \frac{60^2 + 80^2 - 2 \cdot 50^2}{4 \cdot 130} = \frac{1250}{130} \approx 9,61^{\circ} \approx 10^{\circ}$

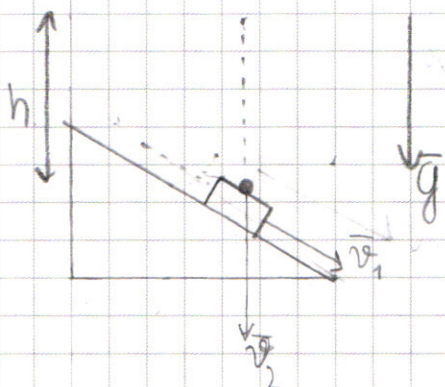
Ответ: $v = 50 \frac{м}{с}$, $\Delta t = 10^{\circ}$



~3

$$1) h = \frac{v_2^2 - v_0^2}{2g} = \frac{v_2^2}{2g}$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \text{ м}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



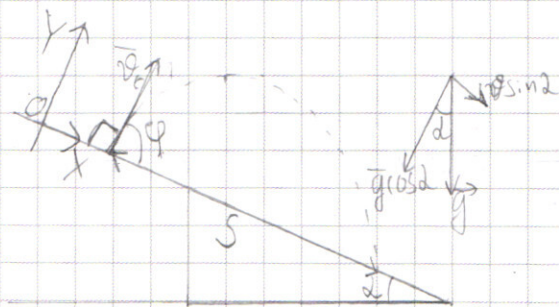
для шарика

$$2) \begin{cases} h = \frac{v_0 + v_2}{2} \cdot t \\ h = \frac{v_2}{2} \cdot t \\ t = \frac{2h}{v_2} = \frac{2 \cdot 0,8 \text{ м}}{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 0,4 \text{ с} \end{cases}$$

для бруска —

$$a = \frac{v_1 - v_0}{t} = \frac{v_1}{t} = \frac{1 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,4 \text{ с}} = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $v_2 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $a = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



~2.

$$1) t = \frac{2 \cdot v_0 \cdot \sin \varphi}{g \cos \alpha} = \dots \Rightarrow \text{т.к. } 2v_0 \text{ и } g \cos \alpha \text{ фиксированы} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ для скорости максимального отношения:

$$\frac{\sin \varphi}{\cos \alpha} \geq \frac{\sin \varphi}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow \sin \varphi > \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow$$

$$2) t = \frac{v_0^2}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\varphi}{g \cos \alpha \sin \alpha} \Rightarrow v_0 \in (0; +\infty) \Rightarrow \varphi = 90^\circ \text{ и } \sin \varphi = 1$$

Ответ: $\varphi = 90^\circ$, $v_0 \in (0; +\infty)$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

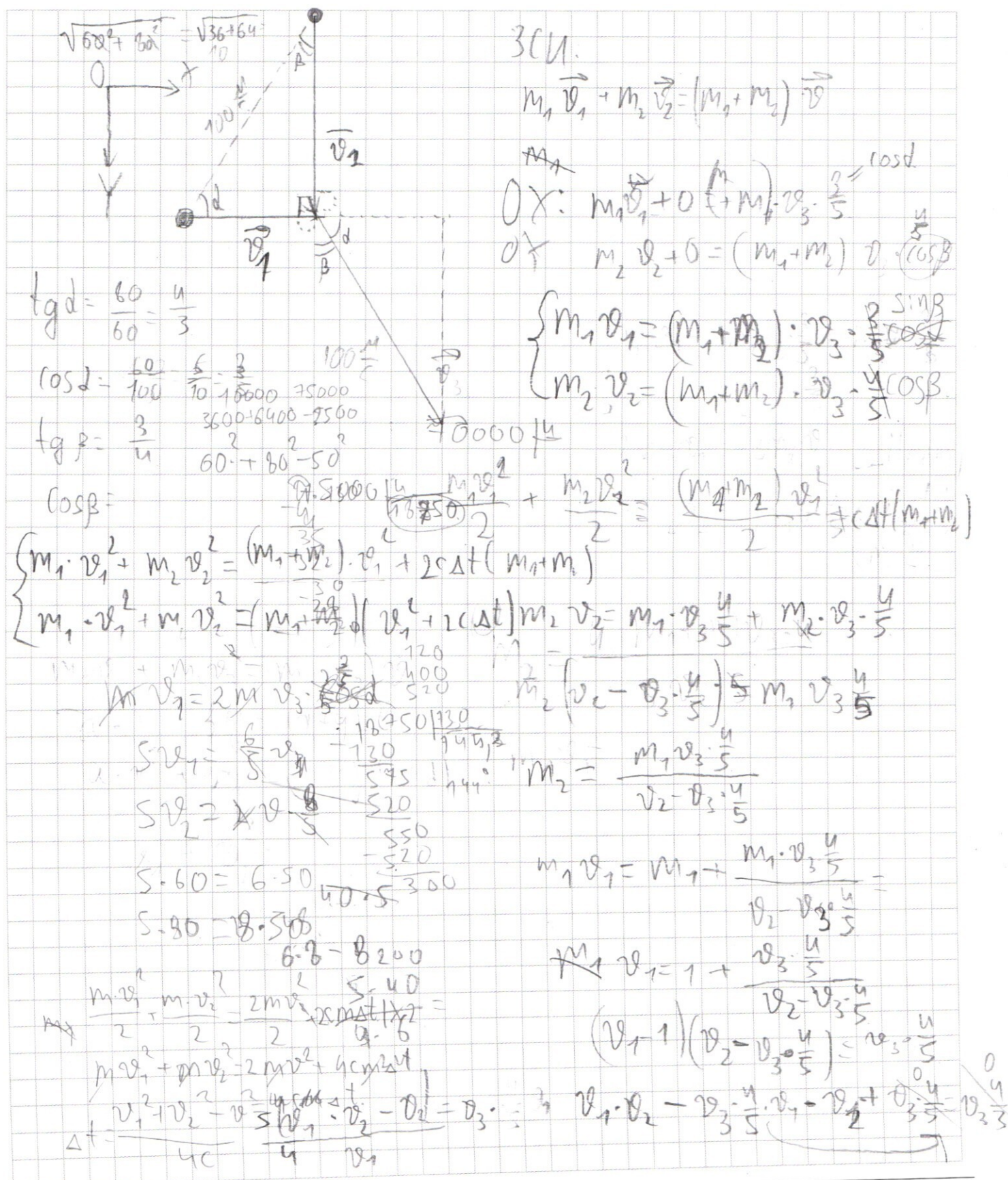
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

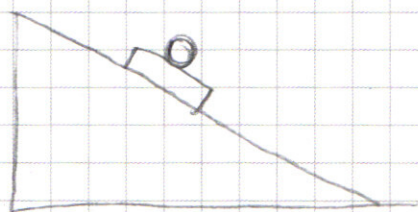
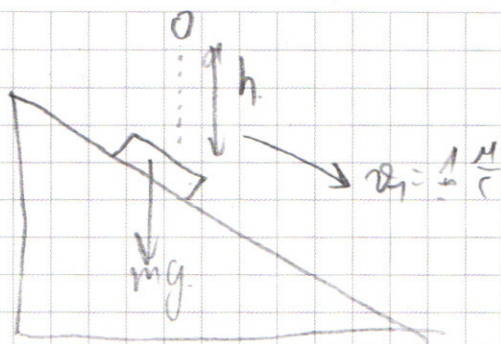


☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

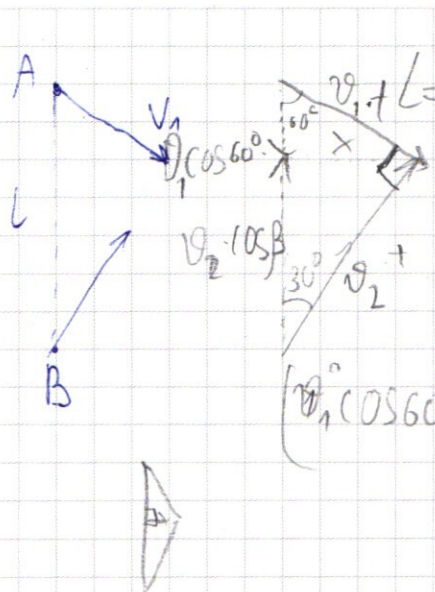
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$$2 \cdot 10 \cdot \frac{g}{40} = 2g = 10$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\cancel{v_1} + L = (v_1 \cdot \cos 60^\circ + v_2 \cos \beta) \cdot t \quad \checkmark$$

$$\begin{array}{r} 0.8 \cdot 10 = 8 \\ \underline{20} \\ 1600 \end{array}$$

$$\sin d = \frac{x}{10}$$

$$\sin \beta = \frac{x}{r}$$

$$\sin \alpha \cdot v_1 \geq \sin \beta \cdot v_2$$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{3}}{2.2} = \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{1}{4}$$

$$(\vec{v}_1 \cos 60^\circ + \vec{v}_2 \cos \beta) = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$$v_1 \cos \theta = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} - v_1 \cos 60^\circ$$

$$\cos \beta = \frac{v_1^2 + v_2^2 - v_1^2 \cos \alpha}{v_2^2} = \frac{5.00 - 5}{20}$$

$$= \frac{10\sqrt{5} - 5}{20} = \frac{\sqrt{5}}{2} - \frac{1}{4} = \frac{2,2}{2} - \frac{1}{4} = 0,2$$

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

$$\frac{\cos \alpha \cdot v_1}{v_2} = \cos \beta$$

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

$$S_{\text{Hil}} = \sqrt{1 - 0,04} = \sqrt{0,96} = 1 \sqrt{0,24} = 0,49$$

$$\frac{1 \cdot 10}{2 \cdot 20} = 0.5 \text{ A}$$

$$925 = \cos \beta$$

$$l = \sqrt{(v_1^2 + v_2^2)} \cdot t$$

$$\phi = 2, 2 \times 20$$

$$U = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \frac{1}{2} \sqrt{100 + 400} = \frac{1}{2} \sqrt{500}$$

$$\frac{1000}{\sqrt{500}} = t \cdot t = \frac{1000}{10\sqrt{5}} = \frac{10000}{5} = 2000 = 10^3 \cdot 2 = 2 \cdot 10^3$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

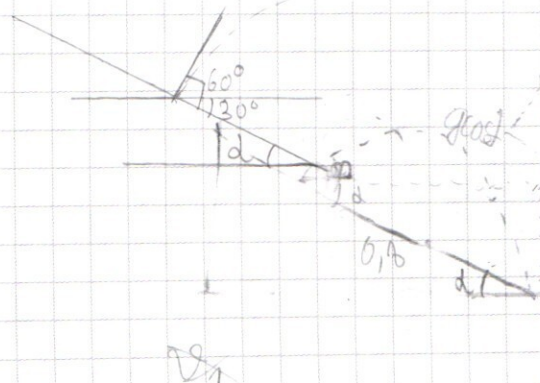
$$S = v_1$$

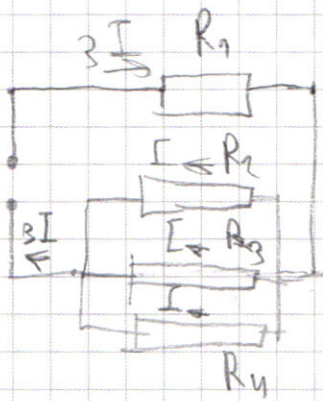
$$10 \cdot \frac{1}{2} = 5$$

$$20 \cdot \frac{1}{4} = 5$$

$$L = \frac{v_0^2 \sin \theta}{g}$$

$$\frac{\sin 60^\circ}{\cos d} = \frac{\sin 60^\circ}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$





$$R_1 = 3 \cdot r$$

$$R_2 = R_3 = 2r$$

$$R_4 = 4 \cdot r$$



M

$$h' \cdot 0 \cdot s' \cdot 2$$

$$\frac{2}{h'} s' \cdot 2 = \frac{7}{5} = \frac{h'}{0.1} \cdot 1 = \frac{h'}{1}$$

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

$$= \frac{1}{r} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) = \frac{5}{4r} \Rightarrow \frac{1}{R_{234}} = \frac{5}{4r} \Rightarrow R_{234} = \frac{4r}{5}$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = \frac{12r}{5} + \frac{4r}{5} = \frac{16r}{5}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{r} \cdot \frac{5}{4}} = \frac{4}{5} r$$

$$2) I_{\Sigma} = I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_{\Sigma} = I_1 + I_2 + I_3 = I_1$$

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_3}{R_3} = \frac{U_4}{R_4}$$

$$U_{\Sigma} = U_1 + U_2$$

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_2$$

$$U_{234} = U_2 + U_3 + U_4 \Rightarrow U_{\Sigma} = U_1 + U_{234}$$

$$R_{\Sigma} = \frac{16r}{5} = \frac{16 \cdot 10}{5} = 32 \Omega$$

$$U_{\Sigma} = I_{\Sigma} R_{\Sigma} \Rightarrow I_{\Sigma} = \frac{U_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} = \frac{38}{32} = 1.1875 A$$

$$= 1.1875 A = I_1 = I_2 + I_3 + I_4$$

$$36 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 10 = 6400$$

$$36 \cdot 100 \cdot 8 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 10 = 5000$$

$$3600 + 6400 = 10000$$

$$3600 + 1400 = 5000$$

$$U_1 = I_{\Sigma} R_1 = 1.1875 \cdot 30 = 35.625 V$$

$$U_{234} = 38 - 35.625 = 2.375 V$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{2.375}{100} = 0.02375 A$$