

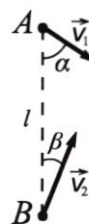
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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?

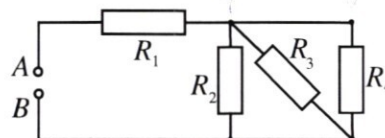
- + 2) На сколько Δt (°C) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг·°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?

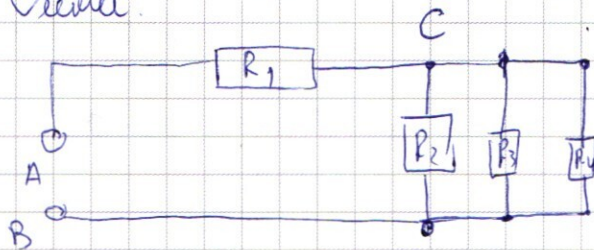


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5 Заметим, что хотя и резисторы R_2, R_3, R_4 нарисованы *строго* *касбато*,

это параллельные резисторы (т.к. концы соединены).

Схема:



Дано: $R_1 = 3r, R_2 = R_3 = 2r, R_4 = r$
 $U = 38 \text{ В}$

найдем сопротивление R_{CD} между
точками C и D по формуле параллельного

соединения.

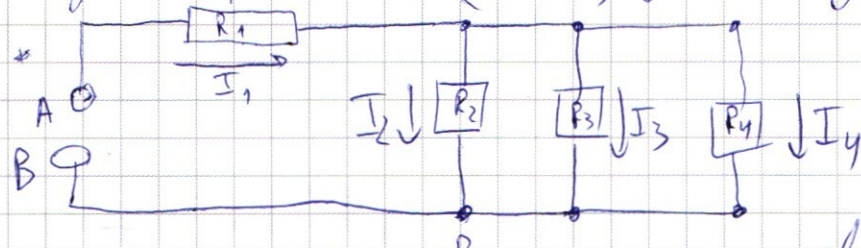
$$\frac{1}{R_{CD}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} =$$

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

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

а сопротивление R_{AB} между A и B по формуле последовательного
соединения $R_{AB} = R_1 + R_{CD} = 3r + \frac{4}{5} r = 3,8r$

Теперь перерисуем схему опять и расставим токи (пусть через
резистор R_i течет ток I_i , где i - индекс)



Пусть ~~ток~~ ~~от~~ ~~АКВ~~ ~~от~~ ~~АКВ~~

Т.к. участки AC и CD соединены последовательно то
напряжение $U_{CD} = U - U_{AC}$ между точками C и D
напряжение между A и C

где $U_{AC} = I_1 \cdot R_1$ по закону Ома, где I_1 — общий ток в цепи, т.е. $I_1 = \frac{U}{R_{AB}}$

т.е. $U_{CD} = U - U_{AC} = U - I_1 R_1 = U - U \cdot \frac{R_1}{R_{AB}} =$
 $= U \left(\frac{R_{AB} - R_1}{R_{AB}} \right)$ $U_{CD} = U \left(\frac{R_{AB} - R_1}{R_{AB}} \right)$

т.к. U_{CD} — напряжение на участке CD, т.е. и на резисторе R_4 , то $I_4 = \frac{U_{CD}}{R_4}$ по закону Ома;

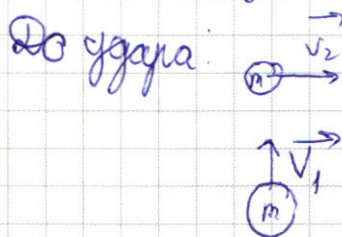
т.е. $I_4 = U \frac{R_{AB} - R_1}{R_{AB} R_4}$

$I_4 = U \cdot \frac{3,8r - 3r}{3,8r \cdot 4r} = U \cdot \frac{0,8r}{15,2r^2} = U \cdot \frac{1}{19r} =$
 $= \frac{38 \text{ В}}{19 \cdot 10 \text{ Ом}} = \frac{1}{5} \text{ А} = 0,2 \text{ А}$

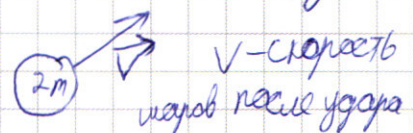
Ответ: 1) $3,8r$ 2) $0,2 \text{ А}$

№4 Дано: $v_1 = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $v_2 = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $C = 130 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$; Найти: 1) V
 2) Δt

Решение: Пусть m — масса шариков (их массы равны по условию)



После удара:



из закона сохранения импульса: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}$

т.е. $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}$

$\vec{v} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2}$ т.к. векторы скоростей $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$ образуют прямоугольный треугольник, где v_1, v_2 — катеты

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

И тогда $|\vec{v}_1 + \vec{v}_2| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$ по Теореме Пифагора,
т.е. $v = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2} = \frac{\sqrt{(60 \frac{м}{с})^2 + (80 \frac{м}{с})^2}}{2}$
 $= \frac{\sqrt{3600 \frac{м^2}{с^2} + 6400 \frac{м^2}{с^2}}}{2} = \frac{\sqrt{10000 \frac{м^2}{с^2}}}{2} = \frac{100 \frac{м}{с}}{2} = 50 \frac{м}{с}$

2 часть. Заметим, что вычислим суммарную кинетическую энергию

двух шаров: $\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = E_{полн}$ ← полная энергия
 ↑ кинетическая энергия первого шара ↑ кинетическая энергия второго шара

• По закону сохранения полной энергии мы найдем, что полная энергия ~~в начале и после удара~~ не изменилась.

• После удара часть энергии пошла на нагрев обоих шаров:

$E_{полн} = Q + \frac{2m \cdot v^2}{2}$
 ↑ энергия нагрева ↑ кинетическая энергия после удара

т.е. $\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = Q + \frac{2mv^2}{2}$

$Q = m \left(\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} - v^2 \right)$

при этом $Q = cmt$

т.е. $2cmt = m \left(\frac{v_1^2 + v_2^2}{2} - v^2 \right)$
 ↑ суммарная масса ↑ удвоение т.к. оба шарика

$$m.e. \quad 2c\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2}{2} - v^2$$

$$\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4c} = \frac{(60 \frac{m}{c})^2 + (80 \frac{m}{c})^2 - 2 \cdot (50 \frac{m}{c})^2}{4 \cdot 130 \frac{m}{K^{\circ}C}} =$$

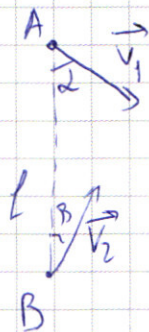
$$= \frac{5000 \frac{m^2}{c^2}}{4 \cdot 130 \frac{m}{K^{\circ}C}} = \frac{500}{52} ^{\circ}C \approx 9,6^{\circ}C$$

Ответ: 1) $50 \frac{m}{c}$; 2) $9,6^{\circ}C$

$$\begin{array}{r} 500000 \\ - 468000 \\ \hline 32000 \\ - 31200 \\ \hline 800 \\ - 520 \\ \hline 280 \end{array}$$

№ 1 Дано: $l = 1km = 1000m$; $v_1 = 10 \frac{m}{c}$; $\alpha = 60^{\circ}$; $v_2 = 20 \frac{m}{c}$; $S = 770m$
Найти: $\sin \beta$; T

Решение:



Перейдем в систему отсчета корабля А. Для этого вычтем из скоростей корабля и торпеды вектор $\vec{v}_1$. В этой системе отсчета корабль неподвижен, тогда чтобы торпеда попала в корабль скорость торпеды в этой системе отсчета должна быть направлена вдоль прямой АВ.

Поэтому:

$$m.e. \quad \vec{u} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

u — скорость торпеды в СС корабля

тогда получаеме соотношение по теореме синусов для него получим:

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

$$m.e. \quad \sin \beta = \frac{v_1}{v_2} \cdot \sin \alpha = \frac{10 \frac{m}{c}}{20 \frac{m}{c}} \cdot \sin 60^{\circ} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \approx \frac{1,7}{4} = 0,425$$

Этот угол β , т.к. $\vec{v}_1$ направлен вдоль прямой АВ, тогда $-\vec{v}_1$ тоже.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2 часть. Так как в новой системе отсчета торпеда движется вдоль отрезка АВ, корабль не движется, з, тогда прошла путь $l-S$, чтобы расстояние стало $S=770\text{ м}$.

Тогда $uT = l-S$

т.е. $T = \frac{l-S}{u}$

и найдем из треугольника скоростей по теореме косинусов:

$$u^2 = v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2 \cdot \cos(180^\circ - 2 - \beta) =$$

$$= v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cdot \cos(2 + \beta) = v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \times$$

$$\times (\cos 2 \cdot \cos \beta - \sin 2 \cdot \sin \beta)$$

т.е. $T = \frac{l-S}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2(\cos 2 \cdot \cos \beta - \sin 2 \cdot \sin \beta)}} = \frac{1000\text{ м} - 770\text{ м}}{\sqrt{(10\frac{\text{м}}{\text{с}})^2 + (20\frac{\text{м}}{\text{с}})^2 + 2 \cdot 10\frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 20\frac{\text{м}}{\text{с}} \times \cos(2+\beta)}}$

$$= \frac{230\text{ м}}{\sqrt{500\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 400\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 400\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \frac{(\sqrt{13}-3)}{8}}}$$

$$= \frac{230\text{ м}}{\sqrt{350\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 50\sqrt{13}\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}}$$

$$= \frac{230\text{ м}}{\sqrt{530\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}} \approx \frac{230}{23} \text{ с} = 10 \text{ сек}$$

$$\cos 2 \cdot \cos \beta - \sin 2 \cdot \sin \beta = \cos 60^\circ$$

$$\times \sqrt{1 - \sin^2 \beta} - \sin 60^\circ \cdot \sin \beta =$$

$$= \frac{1}{2} \times \sqrt{1 - \frac{3}{16}} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{\sqrt{13}}{8} - \frac{3}{8}$$

$$\sqrt{13} \approx 3,6$$

$$3,6 \cdot 10 = 180$$

$$\sqrt{530} \approx$$

Ответ: 1) $\frac{\sqrt{3}}{4} \approx 0,425$

2) 10 секунд

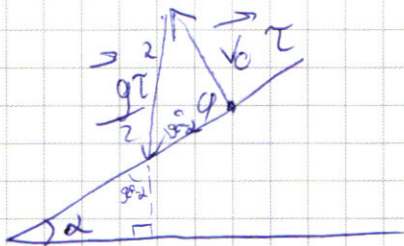
№2 Дано: $\alpha = 30^\circ$; $S = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$; $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Найти: φ - ?; V_0 - ?

Решение из закона движения полетов $\vec{S} = \vec{V}_0 \tau + \frac{\vec{g} \tau^2}{2}$
 (равноускоренное движение)
 (ускорение свободного падения)

где τ - время полета, а остальные обозначения по условию.
 (только векторные)

Изобразим это геометрически:



$\vec{S}$ - направлен вдоль склона т.к. линия остается неподвижной
 $\vec{V}_0 \tau$ под углом φ к склону, т.к.
 $\vec{V}_0$ под углом φ к склону

из треугольника перемещений по теореме синусов получим:

$$\frac{V_0 \tau}{\sin 90^\circ - \alpha} = \frac{g \tau^2}{2 \sin \varphi}$$

$$\text{т.е. } V_0 \cdot \frac{\sin \varphi}{\sin 90^\circ - \alpha} = \frac{g \tau}{2}$$

$$\tau = \frac{2 V_0}{g} \cdot \frac{\sin \varphi}{\sin 90^\circ - \alpha}, \text{ т.к. мы можем считать } \alpha \text{ малым}$$

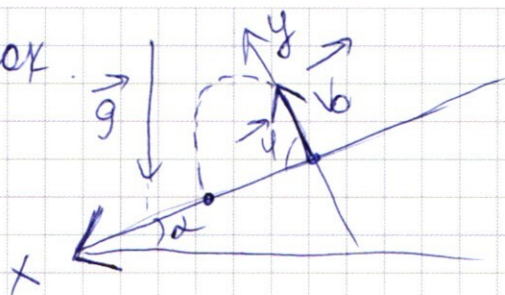
Угол, то время полета τ наибольшее, если $\sin \varphi$ - максимум

т.е. $\sin \varphi = 1$, тогда $\boxed{\varphi = 90^\circ}$.

2 часть. Теперь найдем V_0 . Для этого направим ось y вдоль вектора V_0 , а ось x перпендикулярно и вниз по склону. Вектор координат (точка $(0,0)$) - совпадает с началом продолжения полета.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Рисунок



- $\vec{g}$ по построению образует угол $90^\circ - \alpha$ с осью x .

- запишем зависимость $x(t)$ и $y(t)$, где x и y — координаты, t — время полета.

$$x = v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2} = \frac{g \cdot \cos(90^\circ - \alpha) t^2}{2}$$

$$y = v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2} = v_0 t - \frac{g \cdot \sin(90^\circ - \alpha) t^2}{2}$$

когда $y=0$ и $t \neq 0$, то тело ударится о склон
т.е. $v_0 t - \frac{g \cdot \cos \alpha t^2}{2} = 0 \quad | : t$

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

$$\text{т.е. } t = \frac{2 v_0}{g \cdot \cos \alpha}$$

по условию x в конце полета равно S , т.е.
подставим t

$$S = \frac{g \cdot \sin \alpha t^2}{2}$$

$$S = \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot \frac{4 v_0^2}{g^2 \cdot \cos^2 \alpha}}{2} = \frac{2 v_0^2 \cdot \sin \alpha}{g \cdot \cos^2 \alpha}$$

выразим v_0 :

$$v_0 = \sqrt{\frac{S \cdot g \cdot \cos^2 \alpha}{2 \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{8000 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \cos^2 30^\circ}{2 \cdot \sin 30^\circ}} =$$
$$= \sqrt{\frac{8000 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{2 \cdot \frac{1}{2}}} = \sqrt{8000 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \frac{3}{4}} =$$
$$= \sqrt{6000 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 10\sqrt{60} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 10 \cdot 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) 90° ; 2) $80 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

№3 1) по закону сохранения механической энергии для шарика:

$E_1 = E_2$, где E_1 - энергия в начале, E_2 - энергия до соударения;

т.е. $mgh = \frac{mv_2^2}{2}$, где m - масса шарика (шарика), т.е. их массы равны

$$\text{т.е. } v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 8 \text{ м}} =$$
$$= \sqrt{16 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Столкновение при соударении означает, что суммарная на систему двух шариков стала равна 0.

Откуда легко находится $a = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Ответ: $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2).

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V = \sqrt{\frac{Sg \cdot \cos^2 \alpha}{2 \cdot \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{800 \text{ м} \cdot 9.8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{3}{4}}{2 \cdot \frac{3}{4}}} = \sqrt{\frac{12000 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{1.5}} = \sqrt{8000 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 89.4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

$$ma = F_{tr} + mg \cdot \sin \alpha = 10 \sqrt{10} \approx 31.6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a = \frac{F_{tr}}{m} + g \cdot \sin \alpha$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \frac{10 \sqrt{10}}{10 \sqrt{10}} = \frac{8}{8} = 1 < 1, 1$$

$$V_2 = \sqrt{2gh} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$x = \frac{g_x t^2}{2} = \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$y = \frac{g_y t^2}{2} = \frac{g \cos^2 \alpha t^2}{2}$$

$$x = g t^2$$

$$y = V_y t + \frac{g_y t^2}{2}$$

$$= V t - \frac{g \cos^2 \alpha t^2}{2}$$

$$m \vec{v}_1 + m \vec{v}_2 = 0 + 0$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|} = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

$$\cos \beta = x_2$$

$$\cos(\beta - \alpha) = x_2 x_1 + y_2 y_1 = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos(-\alpha) \cdot \cos \beta + \sin(-\alpha) \sin \beta = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$$

$$\cos(45^\circ + 45^\circ) = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0$$

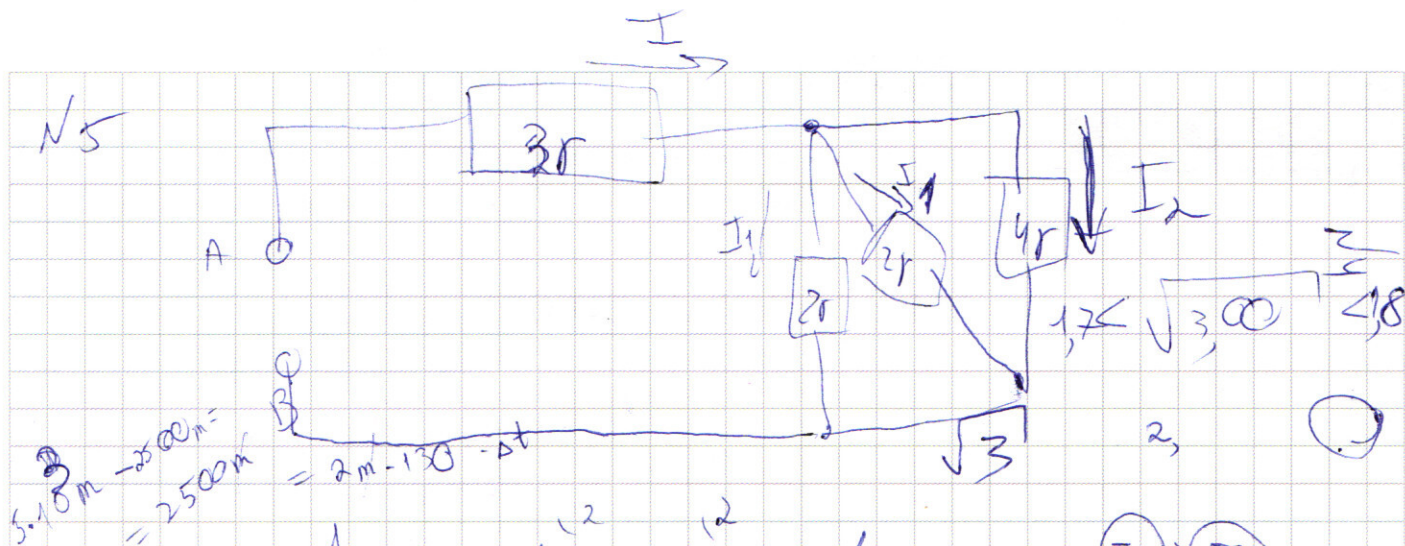
$$\cos(90^\circ + 30^\circ) = 0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 1 \cdot \frac{1}{2} = -\frac{1}{2}$$

N 2

$\varphi = 90^\circ$
 $\alpha = 30^\circ$
 $T = \frac{2v}{g} = \frac{2v(\sin \varphi + 2)}{g}$
 $T = \frac{2v}{g} = \frac{2v(\sin 90^\circ + 2)}{g}$
 $T = \frac{2v}{g} = \frac{2v(1 + 2)}{g}$
 $T = \frac{2v}{g} = \frac{2v(3)}{g}$
 $T = \frac{6v}{g}$
 $y = \frac{x}{\sqrt{3}}$
 $\tan 30^\circ = \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{1}{\sqrt{3}}$
 $y = \frac{x}{\sqrt{3}}$
 $x = v_x \cdot T = v \cos(\varphi + \alpha) T$
 $y = \frac{x}{\sqrt{3}}$
 $y = \frac{x}{\sqrt{3}}$
 $T = \frac{2 \sin \varphi}{\sin 90^\circ} \frac{v}{g} = \frac{2 \sin 90^\circ}{1} \frac{v}{g} = \frac{2v}{g}$
 $x = v_x T = v \cos(\varphi + \alpha) T$
 $y = v(\sin(\varphi - \alpha) T - \frac{g T^2}{2})$
 $x = -y\sqrt{3}$
 $T = \frac{2v}{g} \left(\sin(\alpha + \varphi) - \frac{\cos(\alpha + \varphi)}{\sqrt{3}} \right)$
 $T = \frac{2v}{g} \left(\sin(\varphi - \alpha) T - \frac{g T^2}{2} \right) \sqrt{3}$
 $T = \frac{2v}{g} \left(\frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\sqrt{3}} + \frac{\sin(\varphi - \alpha)}{\sqrt{3}} \right) \cdot \frac{2v}{g}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

[illegible]



$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r}$$

$$R_{234} = \frac{1}{\frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r}} = \frac{4}{5}r$$

$$\frac{17}{13} = \frac{17 \cdot 17}{13 \cdot 17} = \frac{289}{221}$$

$$\frac{175}{13} = \frac{175 \cdot 13}{13 \cdot 13} = \frac{2275}{169}$$

$$1) R_{AB} = \frac{4}{5}r + 3r = 3.8r$$

$$2) \frac{5000}{468} = \frac{5000 \cdot 13}{468 \cdot 13} = \frac{65000}{6084}$$

$$I_2 4r - I_1 2r = 0 \Rightarrow I_1 = 2I_2$$

$$I_1 = 2I_2$$

$$\frac{52}{17004} = \frac{52 \cdot 17004}{17004 \cdot 17004} = \frac{884208}{289136016}$$

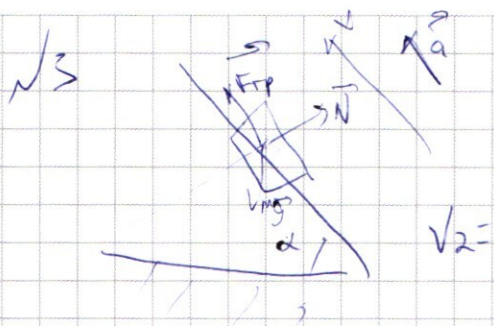
$$U = I R_{AB} \Rightarrow I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38 \text{ B}}{5 \cdot 3.8 \cdot 10^3 \Omega} = \frac{1}{5} \text{ A} = 0.2 \text{ A}$$

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

$$N_4 \frac{mv_1^2 + mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + Q$$

$$Q = \frac{m}{2} \left(v_1^2 + v_2^2 - v^2 \right) = \frac{m}{2} \left(\frac{v_1^2 + v_2^2}{2} - \frac{m(v_1^2 + v_2^2)}{4} \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

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

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cdot \cos \alpha$$

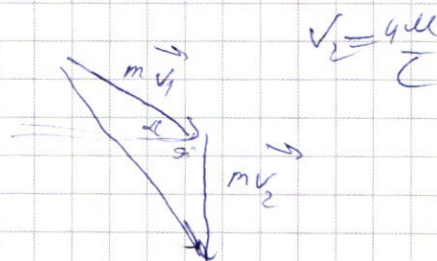
$$\frac{500}{52} \quad 500 \mid 52$$

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

потом $N = 2mg \cdot \cos \alpha$

$$F_{\text{тр}} = 2\mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$2\mu mg \cdot \cos \alpha \quad 2mg \cdot \sin \alpha$$



$$\begin{array}{r} 9,61 - 9,61 \\ 9,61 - 9,61 \\ 9,61 - 9,61 \\ 9,61 - 9,61 \\ 9,61 - 9,61 \\ 9,61 - 9,61 \\ 9,61 - 9,61 \\ 9,61 - 9,61 \\ 9,61 - 9,61 \\ 9,61 - 9,61 \end{array}$$

$$0,8 \mid 15,2$$

$$F_{\text{тр}}' = 2mg \cdot \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}}' \geq 2mg \cdot \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}}'_{\text{max}} = \mu N' = \mu \cdot 2mg \cdot \cos \alpha$$

$$g \cdot mg \cos \alpha > mg \sin \alpha$$

$$\frac{0,8}{15,2} = \frac{8}{152} = \frac{1}{19}$$

