

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

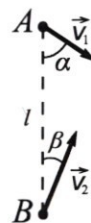
Вариант 09-01

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

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?

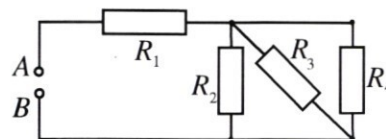
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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.

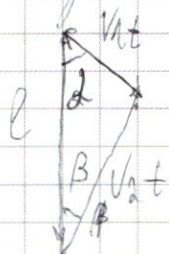
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

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



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

111
t - время, за которое торпеда переместится в направлении
искусств для времени t



то торпеда сместится:

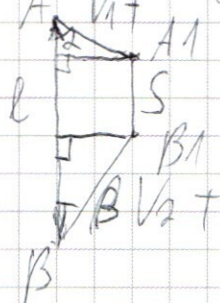
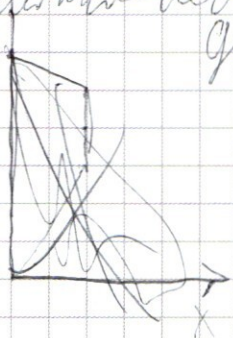
$$\frac{\sin \alpha}{V_2 t} = \frac{\sin \beta}{V_1 t}$$

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

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

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Получив для решения 2-го пункта заметим, что
 $V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta$, ~~то есть расстояние между объектами~~
~~не зависит от времени t. тогда расстояние между объектами~~
~~для времени t~~



Определим перемещение из точки A_1 на B_1 (новые
положения торпеды и корабля) на AB. Тогда:

$$S = l - V_1 t \cos \alpha - V_2 t \cos \beta = 0$$

$$l - S = V_1 t \cos \alpha + V_2 t \cos \beta$$

$$T = \frac{l}{V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta} = \frac{66}{1 + \sqrt{3}} \approx 17 \text{ секунд} \quad \frac{\sqrt{3}}{4} \approx 17$$



12

Введем систему координат, пусть ось X направлена вдоль склона горы, ось Y - перпендикулярно.

Запишем закон движения, зная координаты x и y для снаряда. Мы знаем, что это равноускоренное движение. Мы знаем начальную скорость, ускорение (ускорение g наклон горы):

$$x = v_0 \cos \varphi t + \frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2}$$

$$y = v_0 \sin \varphi t - \frac{g \cos^2 \alpha t^2}{2}$$

Пусть t_1 - время, за которое снаряд, вылетев, пройдет путь am вдоль g S по оси X . Но для времени t_1 по координатам $x = S$, $y = 0$.

$$S = v_0 \cos \varphi t_1 + \frac{g \sin^2 \alpha t_1^2}{2}$$

$$0 = v_0 \sin \varphi t_1 - \frac{g \cos^2 \alpha t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g \cos^2 \alpha}$$

Как известно, мы знаем, что время t_1 будет наибольшим, когда $\sin \varphi$ максимален, т.е. равен 1, $\varphi = 90^\circ$. Знаем, что $\varphi = 90^\circ$, подставим t_1 в 1-е уравнение.

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

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

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{S g \sin^2 \alpha}{2 \cos^2 \alpha}} \quad v_0 \approx 60 \text{ м/с}$$

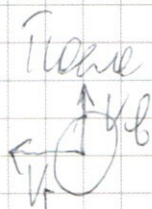
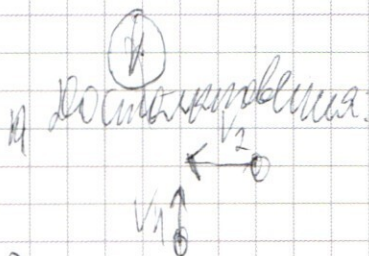
Ответ: $v_0 \approx 60$; $\varphi = 90^\circ$; $v_0 \approx 60 \text{ м/с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

14

m - масса шариков

То.к. ~~то~~ скорости шариков V_1 и V_2 были взаимноперпендикулярны, то будем считать разложение суммарной скорости V полученных шаров на 2 составляющих: V_1 и V_2 .



~~Закон сохранения импульса~~ ~~Закон сохранения энергии~~ ~~Закон сохранения импульса~~ ~~Закон сохранения энергии~~

по закону сохранения импульсов (массы по 2-м осам)

$$\begin{aligned} 2mV_1 &= mV_2 & \Rightarrow & V_1 = \frac{V_2}{2} \\ 2mV_2 &= mV_1 & \Rightarrow & V_2 = \frac{V_1}{2} \end{aligned}$$

То есть скорости V является векторной суммой V_1 и V_2 .

$$V = V_1 + V_2$$

Тогда $\vec{V}_1$ и $\vec{V}_2$ между собой 90° , по теореме Пифагора:

$$V^2 = V_1^2 + V_2^2$$

$$V^2 = \frac{1}{4}(V_1^2 + V_2^2)$$

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

$$V = 50 \text{ м/с}$$

Для нахождения Δt применим закон сохранения энергии (поверх Q - ~~на~~ нагрев шариков):

$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{2mV^2}{2} + Q$$

$$Q = Q_{2m(\Delta t)}$$

$$V_1^2 + V_2^2 = 2V^2 + 2C\Delta t$$

$$2C\Delta t = V_1^2 + V_2^2 - 2V^2$$

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

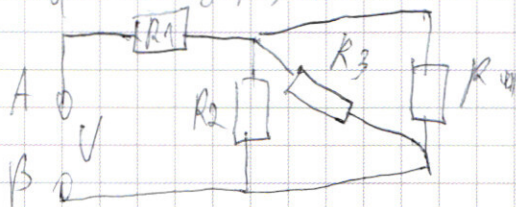
$$\Delta t = \frac{125 \cdot 10^4}{130} \approx 10^0$$

$$\text{Ответ: } 50 \text{ мс; } 10^0$$

N5

I - ток в цепи (через резистор R_1)

I_4 - ток через резистор R_4



Заметим, что резисторы R_2, R_3, R_4 ~~соединены~~ соединены параллельно. Сформулируем упрощенную схему:

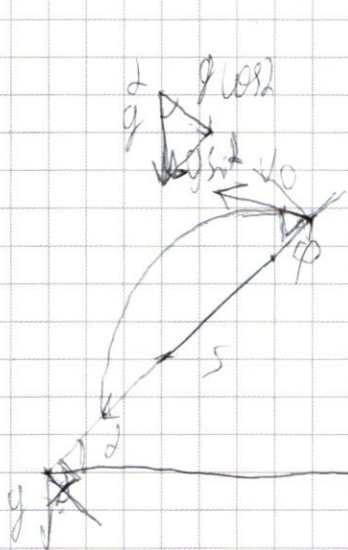


$$R_{AB} = 3,8 \text{ В} = 38 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{U}{R_{AB}} = 1 \text{ А}$$

Для того, чтобы найти I_4 , нарисуй отдельно упрощенную схему с 3 параллельно соединенными резисторами. Заметим, что резисторы R_2 и R_3 ~~на~~ $\frac{R_2}{2}$ (м.сл. м.м.)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$5 = V_0 \cos \phi + \frac{g \cos 2t}{2} \quad \frac{g \sin 2t}{2} \quad \frac{g \cos 2t}{2} \quad \frac{g \sin 2t}{2} \quad \frac{g \cos 2t}{2} \quad \frac{g \sin 2t}{2}$$

$$V_{\text{os}} = V_0 \sin \phi = \frac{g_s d t^2}{2}$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \phi^2}{g}$$

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

$$\begin{array}{r} 2V_0 \\ \hline 95\% \end{array} \quad \begin{array}{r} 2V_0 \\ \hline 95\% \end{array}$$

$$\frac{4V_0^2}{g^2 \sin^2 \alpha} = \frac{2S}{g \cos \alpha}$$

$$2V_0^2 = \frac{2S g^2 \sin^2 \alpha}{g \cos \alpha}$$

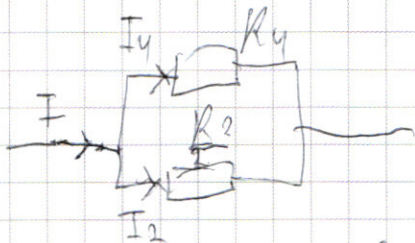
$$2V_0^2 = \frac{2S g \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$$

$$V_0^2 = \frac{595.2}{260.2} \sqrt{15}$$

$$\begin{aligned} \sqrt[3]{800 \cdot 5} &= \sqrt[3]{4000} \\ \sqrt[3]{800 \cdot 10 \cdot 2} &= 8\sqrt[3]{25} \\ &= \sqrt[3]{10 \cdot 2000} \\ &= 10\sqrt[3]{2} < 1 \end{aligned}$$

$$V_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{800 \cdot 10^2}{2 \cdot \sqrt{3}}}$$

$$S_2 \sqrt{\frac{SD}{26092} \cdot \frac{2\sqrt{5}}{2\sqrt{3}}}$$



По закону Кирхгофа:

$$I_2 = I - I_4$$

П.п. напряжение на параллельно соединенных резисторах одинаково:

$$I_4 R_4 = (I - I_4) \frac{R_2}{2}$$

$$4 I_4 R_2 = I R_2 - I_4 R_2$$

$$5 I_4 R_2 = I R_2$$

$$I_4 = \frac{I}{5}$$

$$I_4 = 0,2 \text{ A}$$

Ответ: 38 А; 0,2 А.

N3

м. масса шарика шарика

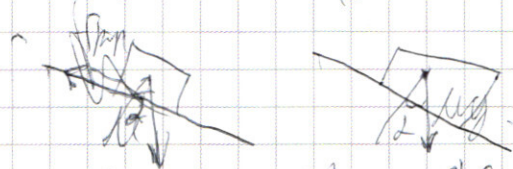
По закону сохранения энергии: в начале падения $E_{кин} = 0$, $E_{пот} = mgh$, в конце $E_{кин} = \frac{mv_2^2}{2}$, $E_{пот} = 0$.

$$mgh = \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2gh}$$

$$v_2 = 4 \text{ м/с}$$

Путь L - угол наклона плоскости.

по соотношению: M - масса груза, μ - коэффициент трения



$$a = \frac{m \sin \alpha \cdot mg \cos \alpha - \mu g \sin \alpha}{m} = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (\text{по закону Ньютона})$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Пусть Δt - время, в течение которого шарик действует на
пружину с силой F :



Пусть ускорение шарика этого короткого времени $\Delta t = \Delta t$
по закону Ньютона:

$$a_1 = \frac{m(g \cos \alpha - \cos \alpha) + F}{m}$$

$$a_1 = \frac{m(g \cos \alpha - \cos \alpha) + F}{m} = g + \frac{F}{m} (m \cos \alpha - \sin \alpha)$$

По закону сохранения энергии:

$$m V_2 = m V_1 \Rightarrow \mu = \frac{m V_2}{m V_1} = \frac{m V_2}{m V_1}$$

$$a_1 \Delta t = (g \Delta t + \frac{F}{m}) (m \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$V_1 = (g \Delta t + \frac{F}{m}) (m \cos \alpha - \sin \alpha)$$

Из условия задачи следует, что сила тяжести не
преодолевает, $\Rightarrow$:

$$V_1 = V_1 (m \cos \alpha - \sin \alpha), \Rightarrow m \cos \alpha - \sin \alpha = 1.$$

$$a = g = 10 \text{ м/с}^2$$

Это ~~то~~ ~~то~~ ~~то~~

Нужно решить задачу: что такое V_1
пусть h — высота, когда шарик падает
назад. Пусть t — время падения, а также и продолжения
пути.

$$V_1 = at_1$$

Ем. п. и. шарик
пусть h — высота, когда шарик падает
назад.

$$\frac{gt^2}{2} = h \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$V_1 = a \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$a = \frac{V_1}{\sqrt{\frac{2h}{g}}}$$

$$a = 2,5 \text{ м/с}$$

Ответ: ~~10 м/с~~ 4 м/с; 10 м/с² или 2,5 м/с².

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving vector addition and trigonometry.

Diagram 1: A right-angled triangle with vertices A, B, and C. Side AB is vertical, side BC is horizontal, and side AC is the hypotenuse. Angle at A is 2 , angle at B is β . Sides are labeled l , $V_1 t$, and $V_2 t$.

Diagram 2: A vector diagram showing two vectors V_1 and V_2 originating from a point, with their resultant V shown below them. The angle between V_1 and V_2 is β .

Diagram 3: A vector diagram showing two vectors V_1 and V_2 originating from a point, with their resultant V shown below them. The angle between V_1 and V_2 is β .

Diagram 4: A vector diagram showing two vectors V_1 and V_2 originating from a point, with their resultant V shown below them. The angle between V_1 and V_2 is β .

Diagram 5: A vector diagram showing two vectors V_1 and V_2 originating from a point, with their resultant V shown below them. The angle between V_1 and V_2 is β .

Diagram 6: A vector diagram showing two vectors V_1 and V_2 originating from a point, with their resultant V shown below them. The angle between V_1 and V_2 is β .

Equations:

$$\frac{\sin 2}{V_2 t} = \frac{\sin \beta}{V_1 t}$$

$$\sin \beta = \frac{\sin 2}{V_2} \cdot \frac{V_1}{V_1}$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\beta = 60^\circ$$

$$S = \sqrt{(V_1 t \sin 2 - V_2 t \sin \beta)^2 + (l - V_1 t \cos 2 - V_2 t \cos \beta)^2}$$

$$S^2 = T^2 (V_1^2 \sin^2 2 + V_2^2 \sin^2 \beta - 2 V_1 V_2 \sin 2 \sin \beta) + l^2 - 2 l T (V_1 \cos 2 - V_2 \cos \beta) + T^2 (V_1^2 \cos^2 2 + V_2^2 \cos^2 \beta - 2 V_1 V_2 \cos 2 \cos \beta)$$

$$T^2 (V_1^2 \sin^2 2 + V_2^2 \sin^2 \beta - 2 V_1 V_2 \sin 2 \sin \beta + V_1^2 \cos^2 2 + V_2^2 \cos^2 \beta - 2 V_1 V_2 \cos 2 \cos \beta) - 2 T l (V_1 \cos 2 - V_2 \cos \beta) + l^2 - S^2 = 0$$

$$T^2 (V_1^2 (\sin^2 2 + \cos^2 2) + V_2^2 (\sin^2 \beta + \cos^2 \beta) - 2 V_1 V_2 (\sin 2 \sin \beta + \cos 2 \cos \beta)) - 2 T l (V_1 \cos 2 - V_2 \cos \beta) + l^2 - S^2 = 0$$

$$T^2 (V_1^2 + V_2^2 - 2 V_1 V_2 (\sin 2 \sin \beta + \cos 2 \cos \beta)) - 2 T l (V_1 \cos 2 - V_2 \cos \beta) + l^2 - S^2 = 0$$

$$T^2 (V_1^2 + V_2^2 - 2 V_1 V_2 \cos(\beta - 2)) - 2 T l (V_1 \cos 2 - V_2 \cos \beta) + l^2 - S^2 = 0$$

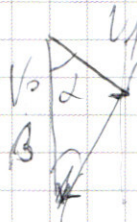
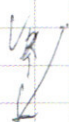
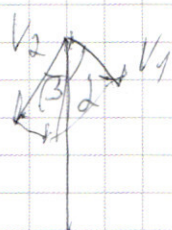
$$T^2 (V_1^2 + V_2^2 - 2 V_1 V_2 \cos(\beta - 2)) - 2 T l (V_1 \cos 2 - V_2 \cos \beta) + l^2 - S^2 = 0$$

Final Answer:

$$S = \sqrt{l^2 - 2 l T (V_1 \cos 2 - V_2 \cos \beta) + T^2 (V_1^2 + V_2^2 - 2 V_1 V_2 \cos(\beta - 2))}$$

$$\begin{aligned}
 & + 2(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2(\sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta)) - 2 + \ell(V_1 \cos \alpha - V_2 \cos \beta) \\
 & + \ell^2 - s^2 = 0 \\
 & + 2\ell(V_1 \cos \alpha - V_2 \cos \beta) \pm \sqrt{4\ell^2(V_1 \cos \alpha - V_2 \cos \beta)^2 - 4(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2(\sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta))\ell^2 - s^2} \\
 & = 4(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2(\sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta))\ell^2 - s^2 \\
 & 2(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2(\sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta))
 \end{aligned}$$

TE



$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{2}$$

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

$$\cos \beta = \frac{3}{4}$$



$$V_1 = 10, V_2 = 20$$

$$+ 2\ell(V_1 \cos \alpha - V_2 \cos \beta) \pm \sqrt{4\ell^2(V_1 \cos \alpha - V_2 \cos \beta)^2 - 4(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2(\sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta))\ell^2 - s^2}$$

$$+ 2\ell(V_1 \cos \alpha - V_2 \cos \beta) \pm \sqrt{4\ell^2(V_1 \cos \alpha - V_2 \cos \beta)^2 - 4(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2(\sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta))\ell^2 - s^2}$$

$$D = \ell^2 V_1^2 \cos^2 \alpha + \ell^2 V_2^2 \cos^2 \beta - 2\ell^2 V_1 V_2 \cos \alpha \cos \beta - \ell^2 V_1^2 - \ell^2 V_2^2 + 2\ell^2 V_1 V_2 \sin \alpha \sin \beta + 2\ell^2 V_1 V_2 \cos \alpha \cos \beta + s^2(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2 \sin \alpha \sin \beta - \cos \alpha \cos \beta)$$

$$D = \ell^2 V_1^2 \cos^2 \alpha + \ell^2 V_2^2 \cos^2 \beta - \ell^2(V_1^2 + V_2^2) + 2\ell^2 V_1 V_2 \sin \alpha \sin \beta + \ell^2(V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2 \sin \alpha \sin \beta - \cos \alpha \cos \beta)$$

$$\begin{aligned}
 D &= 1000^2 \left(100 \cdot \frac{3}{4} + 400 \cdot \frac{13}{16} \right) - 1000^2 (100 + 400) + 2 \cdot 1000 \cdot 200 \\
 &= 360000 - 640000 - 2 \cdot 250000 = 500000 \\
 &= 4 \cdot 125000 = 500000
 \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$m V_2 + M V_1 = (M + m) V_1$$

$$m V_2 = M V_1 - m V_1 = (M - m) V_1$$

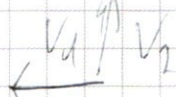
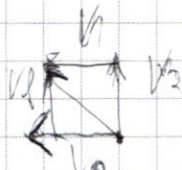
$$m V_2 = (M - m) V_1$$

$$\frac{m V_1^2}{2} - \frac{m V_2^2}{2} = \frac{M V_1^2}{2} + \frac{M V_2^2}{2} = \frac{(M + m) V_3^2}{2}$$

$$M V_1 + m V_2 = (M + m) V_3$$

$$V_3 = \Delta t \cdot \frac{m(M + m)}{M + m}$$

$$m V_1$$



$$M V_1 = 2M \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{2}$$

$$M V_2 = 2M V_3 \Rightarrow V_3 = \frac{V_2}{2}$$

$$V^2 = \frac{V_1^2}{4} + \frac{V_2^2}{4}$$

$$V^2 = \frac{1}{4} (V_1^2 + V_2^2)$$

$$V = \frac{1}{2} \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

$$V = \frac{1}{2} \sqrt{3600 + 6400} = \frac{1}{2} \sqrt{10000} = \frac{1}{2} \sqrt{100} = 50 \text{ м/с}$$

$$\frac{M V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2} = \frac{2M V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2}$$

$$V_1^2 + V_2^2 = 2V^2 + 4 \Delta t^2$$

$$4 \Delta t^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V^2$$

$$\Delta t = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4V}$$

$$\frac{500}{125}$$

$$\frac{10}{20}$$

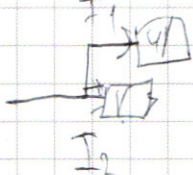
$$\frac{10000 - 2 \cdot 2500}{2}$$

$$\Delta t = \frac{4 \cdot 130}{5000} = \frac{125}{130} \approx 10$$

$$R_{AB} = 1.3V + \frac{2V}{1} = 3.3V$$

$$R_{AB} = 3V + \frac{1}{\frac{1}{3V} + \frac{1}{4V}} = 3V + \frac{12}{4+3}V = 3V + \frac{4}{5}V = 3.8V$$

$$I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{380}{38} = 10A$$



$$mV_1 = mV_2$$

$$F = \frac{mV_1}{\Delta t}$$

$$U_1 = U_2$$

$$a = \frac{mg}{m} = g \cos \alpha$$

$$I_2 = I - I_1$$

$$\frac{I_2}{I_1} = 4$$

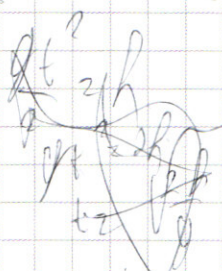
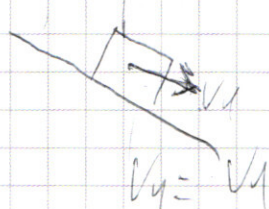
$$a = g + \frac{F}{m} \cos \alpha$$

$$a = g \cos \alpha - g \sin \alpha$$

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

$$I - I_1 = 4I_2 > 5I_2 \Rightarrow I > 9I_2$$

$$I > 9I_2$$



$$U_1 = U_2$$

$$a = \frac{v^2}{2R}$$

$$a = 1 \cdot \frac{10}{16}$$

$$m \cos \alpha (mg + F) - \sin \alpha (mg + F)$$

$$(mg + F) (\cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$\frac{v^2}{2} = gR$$

$$v = \sqrt{2gR}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.8} = \sqrt{16} = 4 \text{ m/s}$$



$$F_{\text{up}} = m(g \cos \alpha + F \cos \alpha)$$

$$F_{\text{fr}} = m(g \cos \alpha + F \cos \alpha) - F \sin \alpha - mg \sin \alpha$$

$$F_{\text{up}} = m(v + F \cos \alpha)$$

$$F_{\text{fr}} = m(g \cos \alpha + F \cos \alpha) - F \sin \alpha - mg \sin \alpha$$