

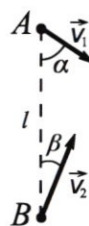
Олимпиада «Физтех» по физике, 9 класс

Класс 09

Вариант 09-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложения бланка не принимаются.

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ км друг от друга (см. рис.) Скорость корабля $V_1 = 8$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$, угол $\beta = 30^\circ$. Скорость V_2 торпеды такова, что торпеда попадет в цель.



1) Найдите скорость V_2 торпеды.

2) На каком расстоянии S будут находиться корабль и торпеда через $T = 25$ с?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол α , $\sin \alpha = 0,6$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом β к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 1,8$ км от точки старта.

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

2) Найдите максимальную дальность L стрельбы из такого миномета на горизонтальной поверхности. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. Величина ускорения бруска $a = 2$ м/с². Пластиновый шарик, движущийся по вертикали, падает на брусок и прилипает к нему, а брусок останавливается. Продолжительность полета шарика до соударения $T = 0,2$ с. Начальная скорость шарика нулевая.

1) Найдите скорость V_1 шарика перед соударением.

2) Найдите скорость V_2 бруска перед соударением.

Движение шарика до соударения – свободное падение. Массы бруска и шарика одинаковы.

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

Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластины заканчиваются одновременно. В этих процессах действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

4. Два одинаковых шарика движутся по взаимно перпендикулярным прямым и слипаются в результате абсолютно неупругого удара. После слипания скорость шариков $V = 25$ м/с. Скорость одного из шариков перед слипанием $V_1 = 30$ м/с.

1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

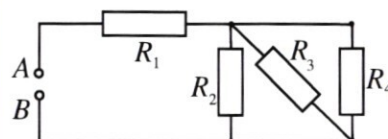
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 ,

R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

Дано:

$$l = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$$

$$V_1 = 8 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

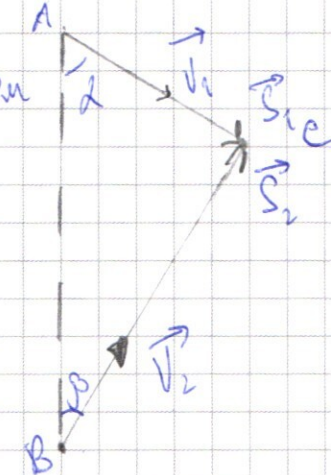
$$T = 25 \text{ с}$$

Найти:

$$V_2 = ?$$

$$S = ?$$

Решение.



$$\vec{S} = \vec{V} \cdot t$$

Построим вектор $\vec{V}_1 \cdot t = \vec{S}_1$ - перемещение по направлению движения корабля, $\vec{V}_2 \cdot t = \vec{S}_2$ - перемещение по направлению течения
t - время встречи
C - место встречи

по условию углов в $\triangle ABC \Rightarrow$

$$\angle ACB = 180^\circ - \angle \alpha - \angle \beta = 180^\circ - 60^\circ - 30^\circ =$$

$$= 90^\circ \Rightarrow \triangle ABC - \text{прямоугольный}$$

$$AC = l \cdot \sin \beta = 0,8 \cdot \frac{1}{2} = 0,4 \text{ км} = |\vec{S}_1| = S_1 = 400 \text{ м}$$

$$BC = l \cdot \cos \beta = 0,8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,4\sqrt{3} \text{ км} = |\vec{S}_2| = S_2 \approx 1,701 \text{ км}$$

$$= 0,68 \text{ км} = 680 \text{ м} \quad S_1 = V_1 \cdot t \quad t = \frac{S_1}{V_1} \quad V_2 \cdot t = S_2$$

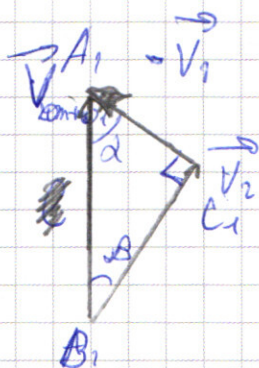
$$V_2 = \frac{S_2}{t} \quad V_2 = \frac{S_2}{S_1} \cdot V_1 \quad V_2 = \frac{l \cdot \cos \beta}{l \cdot \sin \beta} \cdot V_1$$

$$V_2 = \cot \beta \cdot V_1 = 8 \cdot \sqrt{3} = 1,7 \cdot 8 = 13,6 \text{ м/с}$$

$\vec{V}_{\text{абс}} = \vec{V}_{\text{отн-ко}} + \vec{V}_{\text{теп}}$ Перейдем в систему отсчета связанную с кораблем.

$$\vec{V}_2 = \vec{V}_{\text{отн-ко1}} + \vec{V}_1 \quad \vec{V}_{\text{отн-ко1}} = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$$

построим разность векторов $\vec{V}_2 + (-\vec{V}_1)$ по правилу треугольника



Заметим, что угол между векторами остается 90° . Знак при множителе не не, значит $V_{2 \text{ от-коп}}$ и l .

По т. Пифагора в $\Delta A_1 B_1 C_1$: $A_1 B_1^2 = A_1 C_1^2 + B_1 C_1^2$

$$V_{\text{от-коп}} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

$V_{2 \text{ от-коп}}$ - движется скоростью сближения корабля и торпеды $S_{\text{сбл}} = V_{2 \text{ от-коп}} \cdot T$,
 ~~$S_{\text{сбл}} = V_{2 \text{ от-коп}} \cdot T$~~

$S_{\text{сбл}} \parallel AB$, значит расстояние l между торпедой и кораблем сократилось на $S_{\text{сбл}} \Rightarrow l = S - S_{\text{сбл}}$

$$S = l - \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \cdot T$$

$$S = 800 \text{ м} - \sqrt{64 + 64 \cdot 3} \cdot 25 = 800 - 16 \cdot 25 = 400 \text{ м}$$

Ответ: $S = 400 \text{ м}$, $V_2 = 13,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

12

Решение:

Дано:

$$\sin \alpha = 0,6$$

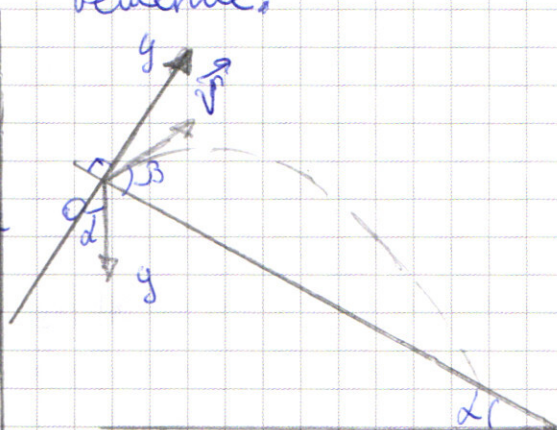
$$S = 1,8 \text{ км}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найти:

1) β

2) L



$\vec{V}$ - скорость камня

Введем ось Oy перпендикулярную наклонной плоскости.

$$\vec{S} = \vec{V} \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}$$

$$\vec{V} = \vec{V}_0 \cdot t + \vec{a} \cdot t$$

ОУ: Рассмотрим прямоугольник до верхней точки, в верхней точке скорость по оси Oy будет $V_{Oy} = 0$. $0 = V \cdot \sin \beta - g \cos \alpha \cdot t$

$$t_1 = \frac{V \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} - \text{время до верхней точки}$$

$$S_y = \frac{V_y^2 - 0}{2a_y} \quad H - \text{максимальная высота камня}$$

t_1 - время вверх

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$H = \frac{r^2 \sin^2 \beta}{2 \cdot g \cdot \cos \alpha}$$

Рассмотрим проектор из внешней точки до падения на поверхность.

$$-K = -\frac{v_y^2}{2g \cos \alpha}, \text{ где } v_y - \text{скорость разрыва}$$

приобретет тело как момент удара

$$\mu = \frac{v_{yz}}{2g \cdot \cos \alpha}$$

$$\frac{v^2 \cdot \sin^2 \beta}{2g \cdot \cos \alpha} = \frac{v_y^2}{2g \cdot \cos \alpha}$$

$$v_y = -v \cdot \sin \alpha$$

$$v_y = 0 - g \cdot t_i \cos \alpha$$

$$-r \cdot \sin \theta = g \cdot t + r \cos \alpha \quad t_b = \frac{r \cdot \sin \theta}{g \cdot \cos \alpha}$$

- бремя бремя

$$t_{\text{tot}} = t_{\uparrow} + t_{\downarrow} = \frac{2V \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} \quad \text{System}$$

максимально при $\sin \beta = 1$ - макс. значение
возможно при $\beta = 90^\circ \Rightarrow t_{\text{вс}} = \frac{2\sqrt{g}}{g \cdot \cos 2}$

$$0x: s_x \leq v_{0x} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$$

$$S = V_0 \cdot t_{\text{off}} + \frac{g \cdot t^2 \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$\cancel{t^2} \cdot \frac{\cancel{g \cdot \sin \alpha}}{2} + \cancel{2g}t - s = 0$$

$$J = \cancel{250 \cdot 22} + \cancel{25 \cdot 9 \cdot 22} \cdot x$$

~~$$t = \frac{-V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2g \sin \alpha}}{g \sin \alpha}$$~~

v_0 - скорость ~~ухода~~ бегущей

$$\frac{S - \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2}}{t \cdot \cos \alpha} = v_0 \quad \cos \beta = 1$$

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

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

$$S = \frac{2v_0^2}{g \cdot \cos \alpha} \left(1 + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{S \cdot g \cdot \cos \alpha}{2 \left(1 + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)}} \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} - \text{из основного триг. треугольника}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{1800 \cdot 10 \cdot 0,8}{2 \left(1 + \frac{0,6}{0,8} \right)}} = \sqrt{\frac{1800 \cdot 8}{2 \cdot \frac{4}{1}}} = \sqrt{\frac{1800 \cdot 16}{4}} = 30 \sqrt{\frac{16}{4}} = 120 \sqrt{\frac{2}{4}}$$

На горизонтальной поверхности.

$$L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \quad L = \frac{v_0^2}{g} - \text{максимальная дальность полета при } \alpha = 45^\circ$$

максимальная дальность полета при $\alpha = 45^\circ$

$$L = \frac{120^2}{10} = \frac{1800 \cdot 16}{4} = \frac{180 \cdot 16}{4} = 410 \text{ м}$$

Ответ: $L = 410 \text{ м}$, $\beta = 90^\circ$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Дано:

$$a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

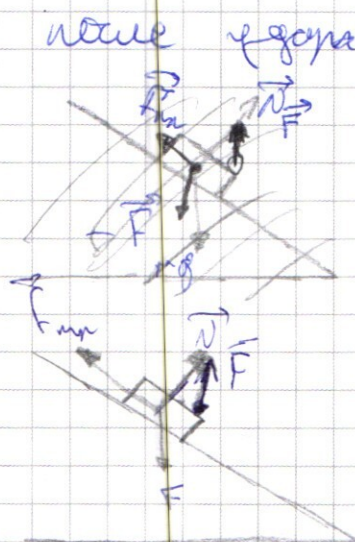
$$T = 0,2 \text{ с}$$

Найти:

1) V_1

2) V_2

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a} \cdot t$$

ОУ: $V_1 = g \cdot T$

$$V_1 = 10 \cdot 0,2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Шар остановился на него действовала некоторая сила: $\vec{F}$ со стороны бруска. По II з. Нютона на брусок действует $-\vec{F}$. запишем второй з. Нютона для тела в векторной форме: $\vec{F} \cdot dt = \Delta \vec{p}$ $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$

$$\Delta \vec{p} = \vec{p} - m \cdot \vec{v} - \text{изменение импульса шара}$$

$$dt \cdot \vec{F} = m \cdot \vec{v}_1 \quad \vec{v}_2 \cdot m = (\vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N}) dt$$

$m\vec{g}$ - пренебрегаем

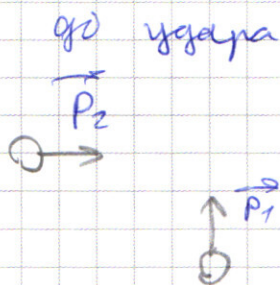
Рассмотрим первую часть до удара.

$$\vec{a} = \frac{m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N}}{m} - \text{II з. Н. для бруска}$$

ОУ: $0 = N - mg \cdot \cos \alpha$ $N = mg \cdot \cos \alpha$ $F_{\text{тр}} = mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu$
 ОХ: $0 = -mas - mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu + mg \cdot \sin \alpha$

14
 Дано:
 $\Delta t = 1,5 \text{ с}$
 $V = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $V_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $m_1 = m_2 = m$
 Найти:
 $V_2 = ?$

Решение: М.р. на систему не действуют.
 Внешние силы, но её можно считать
 замкнутой. Для неё справедлив закон
 сохранения импульса.



$$\vec{p}_2 + \vec{p}_1 = \vec{p}_3 \quad \text{— попутные сумми по правилу}$$

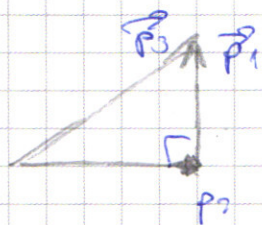
треугольника

$$\vec{p} = m \cdot \vec{V}$$

$$p_3^2 = p_1^2 + p_2^2 \quad p_2 = \sqrt{p_3^2 - p_1^2}$$

$$p_3 = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} \quad \text{— по Т. Пифагора}$$

в прямоугольном треугольнике



$$p_3 = 2m \cdot V$$

$$p_1 = m \cdot V_1$$

$$p_2 = m \cdot V_2$$

$$m \cdot V_2 = \sqrt{4 \cdot m^2 \cdot V^2 - m^2 \cdot V_1^2}$$

$$V_2 = \sqrt{4V^2 - V_1^2}$$

$$V_2 = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2} = \sqrt{1600}$$

$$= 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Система замкнута, поэтому из закона
 сохранения энергии, следует что:

$$E_1 + E_2 = E_3 + Q \quad E_k = \frac{m \cdot V^2}{2}$$

$$Q = \frac{m V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2} - \frac{2m \cdot V^2}{2}$$

$$Q = m \left(\frac{V_1^2}{2} + \frac{V_2^2}{2} - V^2 \right) \quad Q = 2m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$2m \cdot c \cdot \Delta t = m \left(\frac{V_1^2}{2} + \frac{V_2^2}{2} - V^2 \right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C = \frac{\left(\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} - v_3^2 \right)}{2 \cdot 0.2}$$

$$C = \frac{\left(\frac{900}{2} + \frac{1600}{2} - 625 \right)}{1,35 \cdot 2}$$

$$C = \frac{(450 + 800 - 625)}{1,35 \cdot 2} = \frac{625}{1,35 \cdot 2} = 231$$

Ответ: $C = 231 \text{ Дж}$, $v_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

15

Дано:

$$R_1 = 2 \cdot r$$

$$R_2 = R_3 = 4r$$

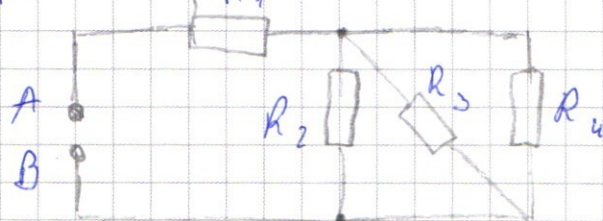
$$R_4 = r$$

$$U = 8 \text{ В}$$

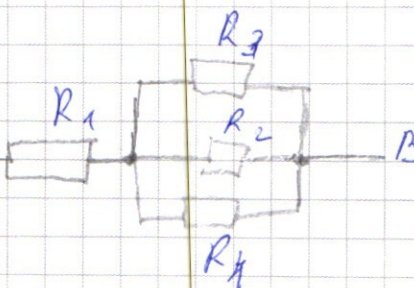
Решение:

$$R_{AB}$$

Решение:



Перерисуем схему:



$$R_{AB} = R_1 + R_{2,3,4}$$

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

$$\frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r}$$

$$\frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} \quad \frac{1}{R_{2,3,4}} = \frac{3}{2r}$$

$$R_{2,3,4} = \frac{2}{3}r \quad R_{AB} = 2r + \frac{2}{3}r = 2\frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r$$

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

$$I_0 = \frac{U}{R_{AB}} - \cancel{I_0 = \frac{U}{R}} \quad \cancel{I_0 = \frac{U}{R}}$$

- тогда на всей цепи и на R_1 и $R_{2,3,4}$ - Т.к. эти элементы подключены параллельно.

$$P = U \cdot I$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P_{2,3,4} = I^2 \cdot R_{2,3,4}$$

$$P_{2,3,4} = \left(\frac{U}{R_{AB}}\right)^2 \cdot R_{2,3,4}$$

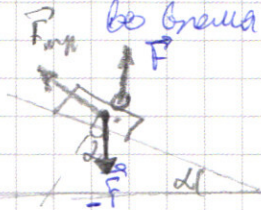
$$P_{2,3,4} = \left(\frac{8}{\frac{8}{3}}\right)^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 6 =$$

$$P_{2,3,4} = \frac{U^2}{\left(\frac{8}{3} \cdot r\right)^2} \cdot \frac{2}{3} \cdot r$$

$$= \left(\frac{8}{16}\right)^2 \cdot 4 = 1 \text{ Вт}$$

Ответ: $R_{AB} = \frac{8}{3} r$, $P_{2,3,4} = 1 \text{ Вт}$.

предположение задачи



$$ma = mg \cos \alpha - \sin \alpha$$

$$ma = mg (\cos \alpha \mu - \sin \alpha)$$

$$\frac{ma}{mg} = \cos \alpha \mu - \sin \alpha$$

Запишем Π_3 . Нормальная сила бруса.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F} + \vec{F}_{\text{нр}} + m\vec{g} + \vec{F}}{m} - \text{необходим}$$

$$m \cdot \vec{a} = \vec{F} + \vec{F}_{\text{нр}} - \text{аксиально I уравнение, можно вычесть}$$

$$mg \quad F. \quad ma = F \cdot (\cos \alpha \mu - \sin \alpha) - \text{запишем в}$$

$$\text{математической форме} \quad v_2 \cdot m = \frac{F \cdot a}{g} \cdot dt \quad F = \frac{m \cdot v_1}{dt}$$

$$v_2 \cdot m = \frac{m \cdot v_1}{g} \cdot a \cdot dt \quad v_2 = \frac{a}{g} \cdot v_1$$

$$v_2 = \frac{2}{10} \cdot v_1 \quad v_2 = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } v_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad v_2 = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$m \cdot \bar{v}_2 = 2 + \int_1^{\infty} \frac{d \cos \mu - \cos \mu}{\mu^2} d\mu$$

22

$$\frac{0,4}{8} = 0,05$$

$$\frac{100 \times 100}{2} = 500$$

$$\frac{680}{50} = 13,6$$

$$64 \cdot 4 = 16 \cdot 4 \cdot 4$$

16. 295 400

Handwritten notes and diagrams on a grid background. On the left, the text "p1" is written vertically. In the center, there is a diagram of a circle with a horizontal line passing through its center. To the right of the circle, there is a right-angled triangle with a vertical side and a horizontal side. The angle between the hypotenuse and the horizontal side is labeled 13° . Below the triangle, the text "13" is written.

$$\frac{2.0 \times 10^{-2}}{2.0 \times 10^{-2}} = 1$$

$$0 = V_1 \cdot \cos \beta - g \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$V_1 \cdot \cos \beta = q \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$t = \frac{2V_1 \cos \theta}{g \cos \alpha}$$

$$\cos \beta = 1$$

9847, 15d

$$L = 2V_1 \cdot \frac{1}{2} (x^2 + 2xy + y^2) \cdot I = 0$$

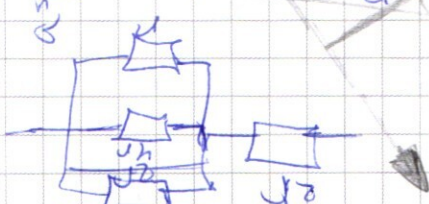
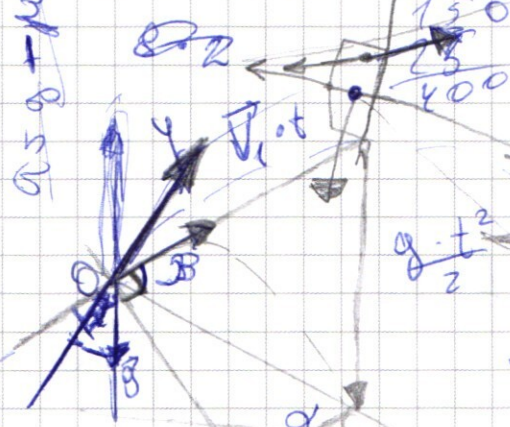
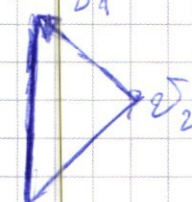
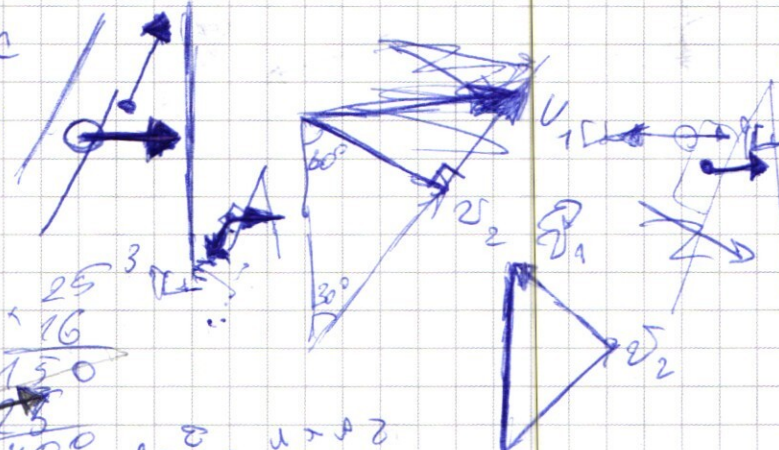
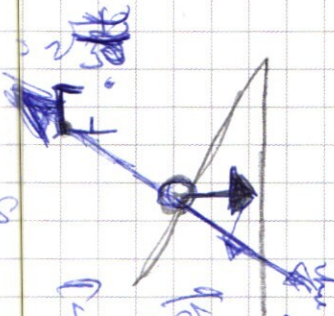
$$l = \frac{22}{g \cdot \cos 2}$$

$$S = r \cos \phi \cdot t + \frac{g \sin \phi \cdot t^2}{2}$$

$$S = \frac{V_0 \cdot 250^2}{g \cos 2}$$

$$\frac{2 \cdot 10^2}{9 \cdot \cos^2 2} \cdot 5142$$

$$F_{ad} t = m_0 \sigma_2 \leq (m_g + m) \frac{d}{dt} (\cos \alpha) \mu - (m_g \sin \alpha + \sigma_2 \frac{d}{dt} \sin \alpha)$$



18000

$$\begin{array}{r} 1800 \\ \times 33 \\ \hline 5400 \\ 18000 \\ \hline 59400 \end{array}$$

$$\frac{1800 \cdot 8}{2 \cdot 3} = \frac{1800 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 3 \cdot 4}$$

$$\frac{0.6}{0.3} = \frac{3}{4} \cdot 2$$

$$= \frac{600 \cdot 16}{3} = 200 \cdot 16$$

$$\frac{1800 \cdot 8}{2 \cdot \frac{3}{4}} = \frac{1800 \cdot 46}{4} = \frac{800 \cdot 2 \cdot 16}{4}$$

$$\begin{array}{r} 16 \overline{) 1423} \\ \underline{14} \\ 2 \end{array}$$

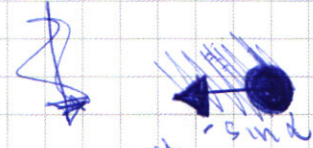
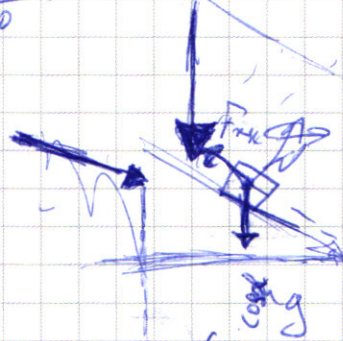
$$\begin{array}{r} 180 \\ \times 33 \\ \hline 540 \\ 1800 \\ \hline 5940 \end{array}$$

$$\frac{2}{4} \approx \frac{3}{10}$$

$$360 + 60 = 420$$

$$m \cdot v_1 + m \cdot v_2 = 0 + 0$$

$$m \cdot v_1 = -m \cdot v_2$$



$$F \cos \alpha$$

$$\tan \alpha = \mu$$

$$as \quad F_{mp} - mg$$

$$L = \frac{Q}{k \cdot \omega}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_3^2}{2} + Q$$

$$\frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2 - v_3^2) = Q$$

$$m \cdot 900 \pm (2500 - 625) = Q - m \cdot \mu \cdot d$$

$$\begin{array}{r} 1250 \\ 625 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1250 \\ - 625 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 625 \overline{) 135} \\ \underline{540} \\ 810 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 625 \overline{) 135} \\ \underline{540} \\ 810 \end{array}$$

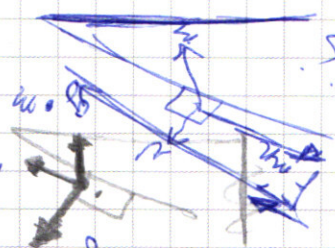
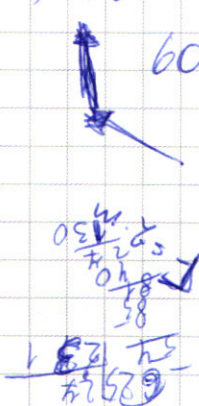
$$\begin{array}{r} 135 \overline{) 540} \\ \underline{540} \\ 0 \end{array}$$

$$135 \cdot 4 =$$

$$\begin{array}{r} 1,35 \\ \times 4 \\ \hline 5,4 \end{array}$$

$$625 \overline{) 24}$$

$$600 + 180 + 30 = 810$$



$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 124 \\ \hline 288 \\ 288 \\ \hline 2976 \end{array}$$

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

