

Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 09-01

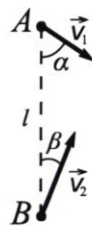
Класс 09

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

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?

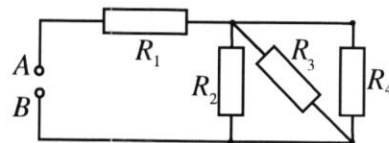
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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?





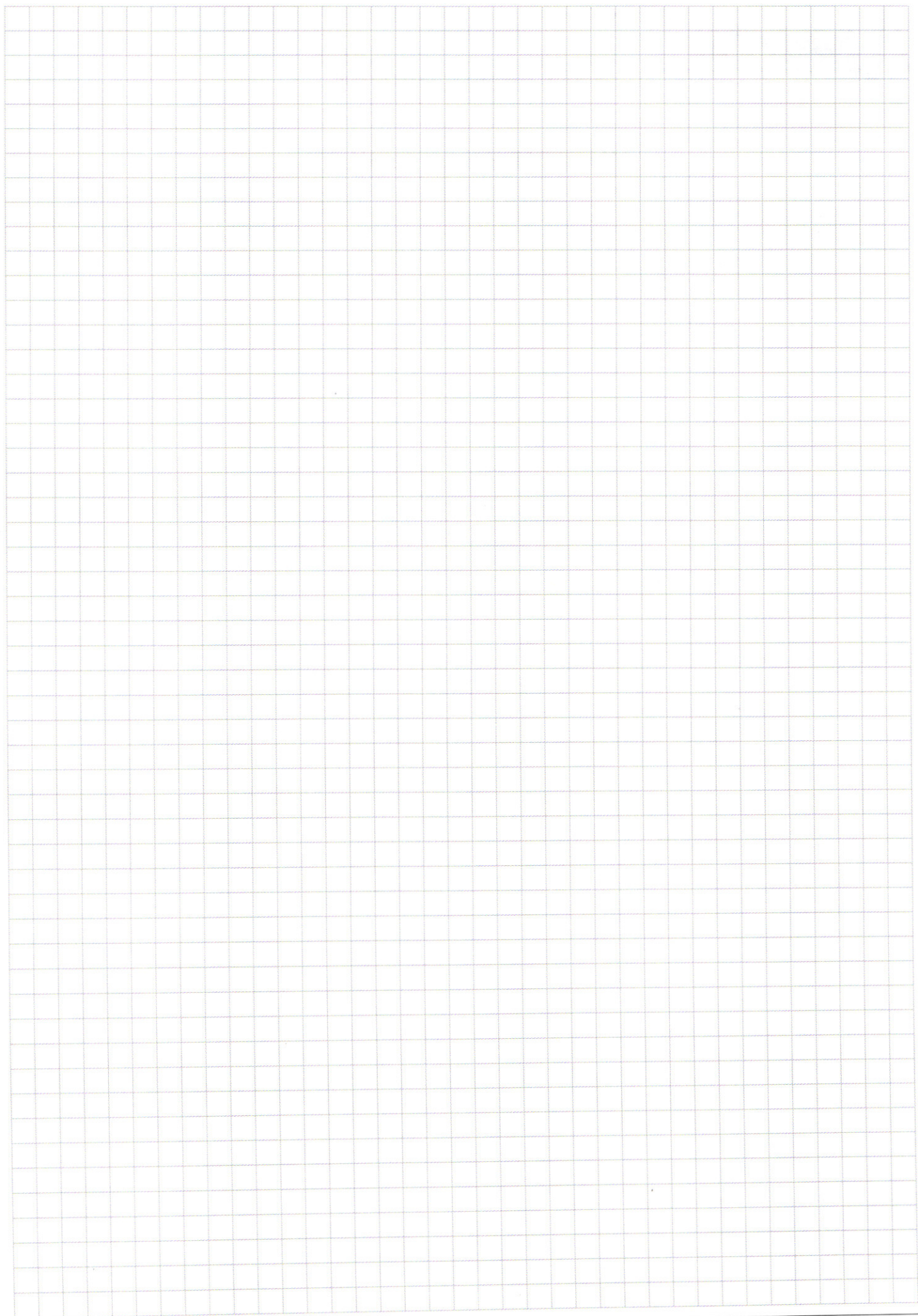
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

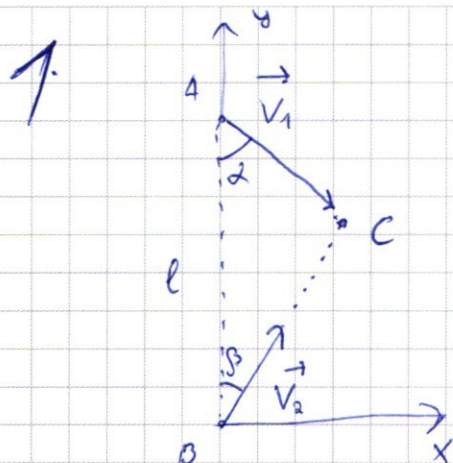
Страница №
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



~~Вариант всегда можно найти в~~

~~2) найти в точке C~~

$$l = 1 \text{ км} = 1000 \text{ м}$$

$$AC = V_1 t = 10t$$

$$BC = V_2 t = 20t$$

$$BC^2 = AB^2 + AC^2 - 2 \cos \alpha \cdot AB \cdot AC$$

$$(20t)^2 = (1000)^2 + (10t)^2 - 2 \cos 60^\circ \cdot 1000 \cdot 10t$$

$$400t^2 = 1000000 + 100t^2 - 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10000t$$

$$400t^2 = 1000000 + 100t^2 - 10000t$$

$$3t^2 = 10000 - 100t$$

$$3t^2 + 100t - 10000 = 0$$

$$D = 10000 + 4 \cdot 3 \cdot 10000 = 130000$$

$$t = \frac{-100 \pm \sqrt{130000}}{6}$$

$$= \frac{-100 \pm 100 \cdot 3.6}{6}$$

$$= \frac{-260}{6} = \frac{130}{3} = 43.5 \text{ с}$$

1) торпеда и корабль движутся
с одинаковой скоростью
на оси x $\Rightarrow V_1 \cdot \sin \alpha = V_2 \cdot \sin \beta$

$$10 \cdot \sin 60^\circ = 20 \cdot \sin \beta$$

$$10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20 \cdot \sin \beta \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4} \Rightarrow \cos \beta = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

2) $V_1 \cdot \cos \alpha + V_2 \cdot \cos \beta$ — со-
ставляющая скорости торпеды и
корабля на оси y;

$$t(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) = 1000 - 720$$

$$t(10 \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4}) = 230$$

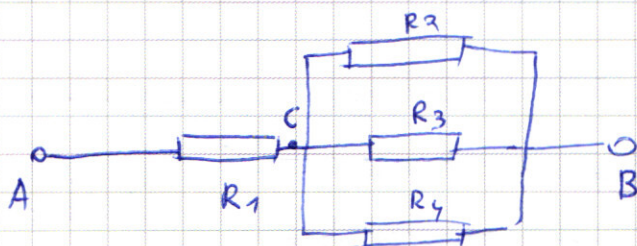
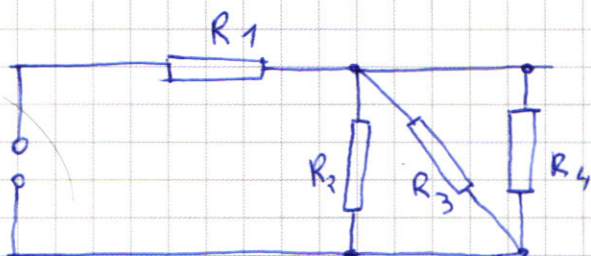
$$t(5 + 5 \cdot \sqrt{13}) = 230$$

$$t \cdot (5 + 5 \cdot 3.6) = 230$$

$$t \cdot 4.6 \cdot 5 = 230$$

$$t = \frac{230}{23} = 10 \text{ (с)}$$

5.



$$R_{CB} = 2R_1 \quad 1) \quad \frac{1}{R_{CB}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_{CB}} = \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{4\Omega}$$

$$\frac{1}{R_{CB}} = \frac{2+2+1}{4\Omega} = \frac{5}{4\Omega}$$

$$R_{CB} = \frac{4}{5}\Omega = 0,8\Omega$$

$$R_1 = 3\Omega$$

$$\Rightarrow R_{AB} = 3,8\Omega$$

$$2) \quad \varepsilon = 10(V) \Rightarrow R_{AB} = 38(0M)$$

$$\bar{I}_{AB} = \frac{U_{AB}}{R_{AB}} \Rightarrow \bar{I}_{AB} = \frac{38}{38} = 1(A)$$

$$\bar{I}_{CB} = 1(A)$$

$$R_{CB} = 0,8\Omega = 8(0M)$$

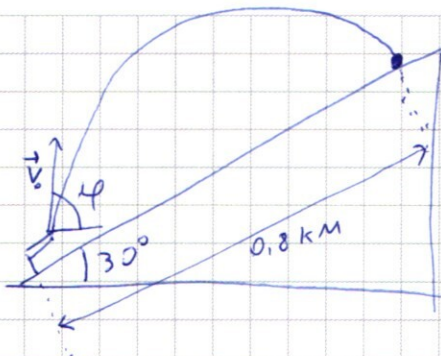
$$U_{CB} = \bar{I}_{CB} \cdot R_{CB} = 8 \cdot 1 = 8(V)$$

$$U_{R_4} = 8(V)$$

$$\bar{I}_{R_4} = \frac{U_{R_4}}{R_4} = \frac{8}{4 \cdot 10} = \frac{1}{5} = 0,2(A)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.



$$V_0 \cos \varphi t = 0,8 \cdot \cos 30$$

$$V_0 \cos \varphi t = 0,4 \cdot \sqrt{3}$$

$$V_0 \sin \varphi t - \frac{gt^2}{2} = 0,8 \cdot \sin 30$$

$$V_0 \sin \varphi t - \frac{gt^2}{2} = 0,4$$

$$\frac{V_0 \sin \varphi t}{V_0 \cos \varphi t} = \frac{0,4 + \frac{gt^2}{2}}{0,4 \cdot \sqrt{3}}$$

$$\tan \varphi = \frac{0,4 + \frac{gt^2}{2}}{0,4 \cdot \sqrt{3}}$$

$t = \text{maximum}$ когда $\tan \varphi = \text{maximum} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{gt^2}{2} = 0,4 \Rightarrow t = 89,9999999 \dots$$

$$V_0 \sin \varphi t - \frac{gt^2}{2} = 0,4$$

$$\sin \varphi = 1$$

$$V_0 t - \frac{gt^2}{2} = 0,4$$

$$gt^2 - 2V_0 t + 0,8 = 0$$

$$\frac{gt^2}{2} + 0,4 - V_0 t$$

$$D = V_0^2 - 4 \cdot \frac{g}{2} \cdot 0,4 = V_0^2 - 0,8g$$

$$t_2 = \frac{V_0 + \sqrt{V_0^2 - 0,8g}}{g}$$

$$V_0 \cos \varphi t = 0,4 \cdot \sqrt{3}$$

$$V_0 \cos \varphi \cdot \left(\frac{V_0 + \sqrt{V_0^2 - 0,8g}}{g} \right) = 0,4\sqrt{3}$$

$\cos \varphi$ - очень маленькое число

$g, -0,8g = \text{const} \Rightarrow V_0$ - гораздо больше нуля достаточно

~~$$V_0^2 \gg 0,8g$$~~

$$\sqrt{V_0^2 - 0,8g} \approx V_0$$

$$V_0 \cos \varphi \left(\frac{V_0 + V_0}{g} \right) = 0,4\sqrt{3}$$

$$\frac{V_0^2}{g} \cdot \cos \varphi = 0,2\sqrt{3}$$

$$V_0^2 = \frac{0,2\sqrt{3} \cdot g}{\cos \varphi}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot g}{\cos \varphi}}$$

$$\varphi = 89,9999 \dots$$

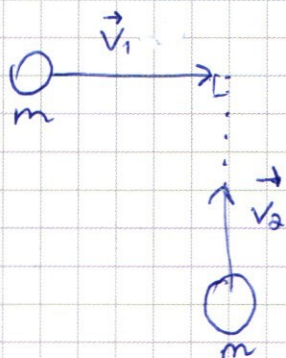
$$\cos \varphi = \arccos 89,9999$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10}{\arccos 89,9999 \dots}}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot \sqrt{3}}{\arccos 89,9999 \dots}}$$

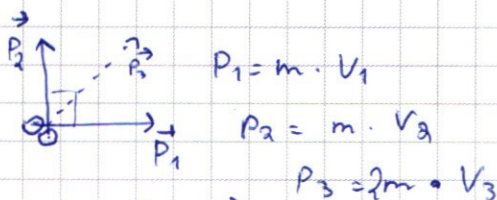
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.



$$V_1 = 60 \text{ м/с}$$

$$V_2 = 80 \text{ м/с}$$



$$1) \vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_3$$

$$(P_1)^2 + (P_2)^2 = (P_3)^2$$

$$(60 \cdot m)^2 + (80 \cdot m)^2 = P_3^2$$

$$3600m^2 + 6400m^2 = P_3^2$$

$$10000m^2 = P_3^2$$

$$P_3 = 100m$$

$$2m \cdot V_3 = 100m$$

$$V_3 = 50 \text{ м/с}$$

$$2) E_{\text{к.началь.}} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} =$$

$$= \frac{m \cdot 60^2}{2} + \frac{m \cdot 80^2}{2} =$$

$$= \frac{m \cdot 10000}{2} = 5000m$$

$$E_{\text{к.конечная}} = \frac{2m \cdot V_3^2}{2} =$$

$$= \frac{2m \cdot 50^2}{2} = 2500m$$

$$E_{\text{к.началь.}} - E_{\text{к.конечная}} = Q$$

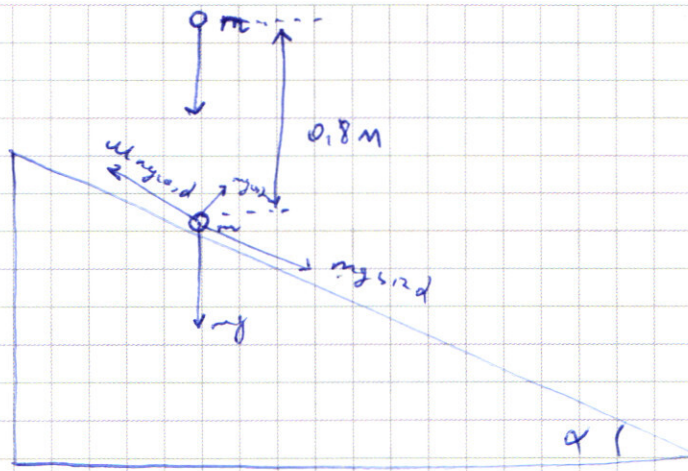
$$Q = 5000m - 2500m = 2500m$$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

$$2500 \text{ Дж} = 130 \cdot \text{г} \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{2500}{130} = 19,23^\circ \text{C}$$

3.

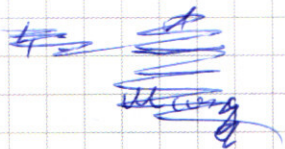


$$1) \quad \frac{V_2^2}{2g} = 5 \quad 0,8 = \frac{V_2^2}{2 \cdot 10} \quad V_2^2 = 16 \quad V_2 = 4 \text{ (м/с)}$$

$$m \cdot V_2 = F_{\text{тр}} \cdot dt \quad F_{\text{тр}} - \text{среднее значение силы трения,}$$

~~$F_{\text{тр}} = \mu \cdot N = \mu \cdot mg \cos \alpha$~~ $V_2 = \frac{F_{\text{тр}} \cdot dt}{m}$ $V_2 = \frac{\mu \cdot mg \cos \alpha \cdot dt}{m}$ $V_2 = \mu \cdot g \cos \alpha \cdot dt$ $dt = \frac{V_2}{\mu \cdot g \cos \alpha}$ $dt - \text{это время процесса деформации}$

~~$$\frac{m \cdot V_2}{m \cdot V_1} = \frac{F_{\text{тр}} \cdot dt}{F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha \cdot dt}$$~~



~~$$\mu \cos \alpha = \frac{1}{4} = 0,25$$~~

~~$$\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha = ma$$~~

~~$$\mu g \cos \alpha = g \sin \alpha = a$$~~

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

$$m \cdot V_1 + F_{\text{тр}} \cdot dt \sin \alpha = F_{\text{н}} \cdot dt \cdot \cos \alpha \cdot \mu$$

$$m \cdot V_2 = F_{\text{н}} \cdot dt$$

$$\frac{m \cdot V_1}{m \cdot V_2} = \frac{F_{\text{н}} \cdot dt (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)}{F_{\text{н}} \cdot dt}$$

$$\frac{1}{4} = \mu \cos \alpha - \sin \alpha \Rightarrow \mu g \cos \alpha - \sin \alpha g = 2,5$$

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

$$a = 2,5 \text{ (м/с}^2\text{)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten calculations on grid paper:

Top left: A diagram showing a vector $\vec{V}_1$ and its components. The vector is labeled $3,5$ and $1,5$. The components are labeled $3,5$ and $1,5$.

Top middle: Two multiplication problems:

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 35 \\ \hline 175 \\ + 1050 \\ \hline 1225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 36 \\ \hline 216 \\ + 1080 \\ \hline 1296 \end{array}$$

Top right: A vertical note: $\text{при } \alpha = 0 \text{ и } \alpha = \pi$

Middle left: Equations:

$$V_1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = V_2 \cdot \sin \beta$$

$$\frac{20 \cdot \sqrt{3}}{2} = 10 \cdot \sin \beta$$

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

$$\frac{10 \cdot \sqrt{3}}{2} = 20 \cdot \sin \beta$$

Middle right: Equations:

$$1 - \frac{3}{16} = \frac{13}{16} = \frac{\sqrt{13}}{4} \cdot 20 = \sqrt{13} \cdot 5$$

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

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 = \sqrt{3} \cdot 5$$

$$1000 = (\sqrt{3} + \sqrt{13}) \cdot 5 \cdot t$$

$$200 = (1,71 + 3,6) \cdot t$$

Bottom left: A large multiplication problem:

$$\begin{array}{r} 2500 \\ 130 \\ \hline 1200 \\ 1170 \\ \hline 300 \\ 260 \\ \hline 400 \end{array}$$

Bottom middle: Equations:

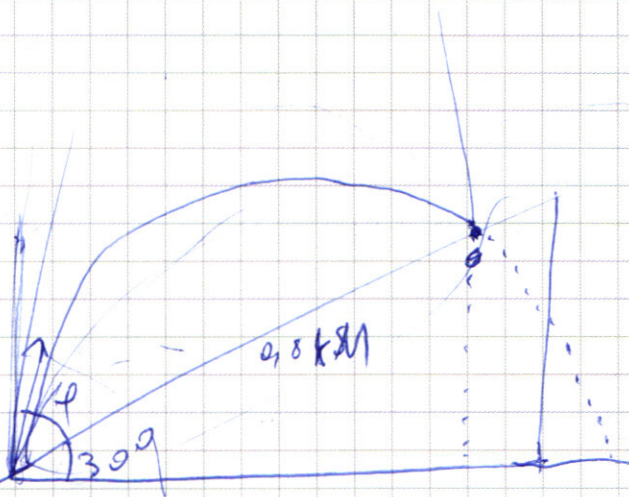
$$10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20 \cdot \sin \beta$$

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

$$\frac{\sqrt{13}}{4} \cdot 20 = \sqrt{13} \cdot 5$$

Bottom right: A large multiplication problem:

$$\begin{array}{r} 200 \\ 184 \\ \hline 160 \\ 138 \\ \hline 240 \end{array}$$



$$\cos \alpha V \cos \varphi t = 0,8 (\text{km}) \cdot \cos 30$$

$$\sin 30 \cdot 0,8 = \frac{V_0 t - \frac{gt^2}{2}}{2} \quad \cos \varphi =$$

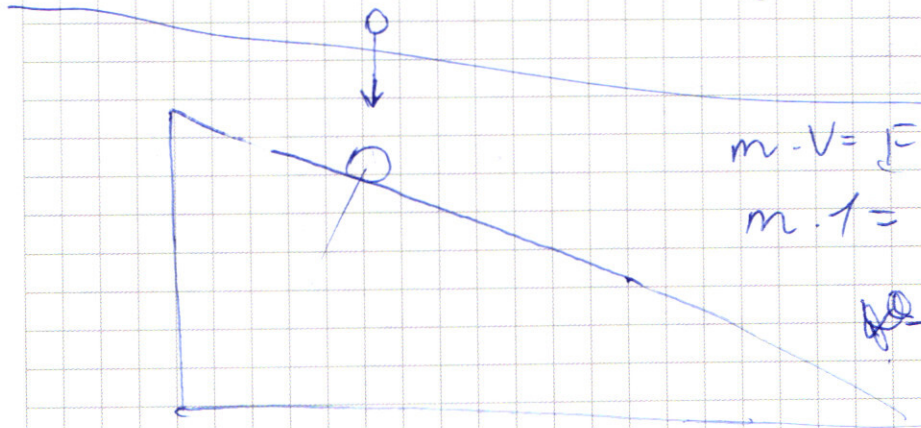
$$V \cos \varphi t = \frac{0,8 \cdot \sqrt{3}}{2} \quad V = \frac{0,8 \cdot \sqrt{3}}{2 \cos \varphi t}$$

$$0,4 + \frac{gt^2}{2} = V \sin \varphi t$$

$$V_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{0,4 + \frac{gt^2}{2}}{\tan \alpha} \quad 0,4 + \frac{gt^2}{2} = \frac{0,8 \cdot \sqrt{3}}{2 \cos \varphi t} \cdot \sin \varphi t$$

$$0,4 + \frac{gt^2}{2} = 0,4 \cdot \sqrt{3} - \tan \varphi$$

$\tan \alpha = \max$



$$m \cdot V = \int F \cdot dt$$

$$m \cdot t = \int \frac{m \cdot g}{M} dt \cdot M \cdot (1 + \frac{F_{\text{res}}}{M})$$