

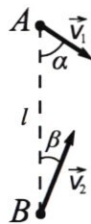
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ 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.

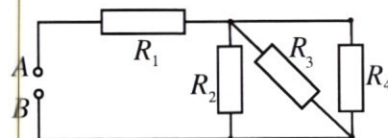
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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

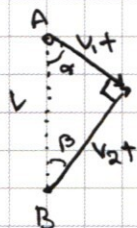
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1



① Изобразим ситуацию через время t встречи

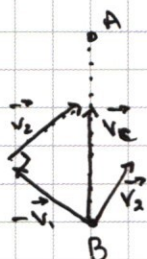
Заметим что угол под которым они встречаются 90° .

$$\Downarrow$$

$$v_2 \cdot \tan \beta = v_1 \quad (t \neq 0)$$

$$v_2 = \frac{v_1}{\tan \beta} = v_1 \cdot \sqrt{3} = \underline{\underline{8\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}}}$$

② Перейдём в СО корабля



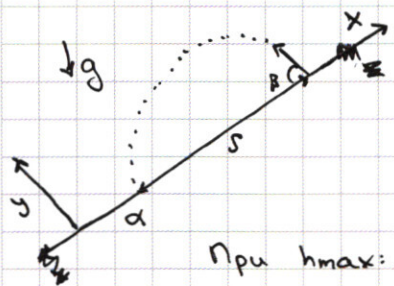
$$v_e = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{скорость сближения}$$

L - расстояние между ними через время t

$$L = l - v_e t = 800 \text{ м} - 25 \text{ с} \cdot 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \underline{\underline{400 \text{ м}}}$$

Ответ: 1) $8\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) 400 м

Задача 2



① Распишем уравнение движения на оси

$$x: S = -v t \cdot \cos \beta + \frac{g t^2 \cdot \sin \alpha}{2} \quad (1)$$

$$y: h = v t \cdot \sin \beta - \frac{g t^2 \cdot \cos \alpha}{2} \quad (2)$$

При $h_{\max}$: $t = \frac{v \sin \beta}{g}$ и

$$v t \cdot \sin \beta = \frac{g t^2 \cdot \cos \alpha}{2} \quad 2t = t_{\max} = \frac{4v \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} \quad (3)$$

$4; v; g; \cos \alpha$ — константы

$\Downarrow$

$t_{\max}$ достигается при $\sin \beta_{\max} = 1 \Rightarrow \underline{\beta = 90^\circ}$

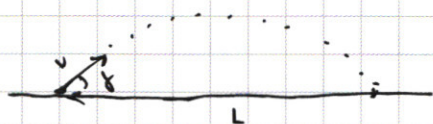
②

Из уравнения (1) пункта 1 с учётом $\beta = 90^\circ$:

$$S = \frac{g t^2 \cdot \sin \alpha}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2S}{g \cdot \sin \alpha}}, \text{ подставляем в уравнение (3) п.1.}$$

$$\sqrt{\frac{2S}{g \cdot \sin \alpha}} = \frac{4v \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} \quad v = \frac{g \cdot \cos \alpha}{4 \cdot \sin \beta} \cdot \sqrt{\frac{2S}{g \cdot \sin \alpha}}$$

$$v = \frac{g \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{4 \cdot \sin \beta} \cdot \sqrt{\frac{2S}{g \cdot \sin \alpha}} = 20\sqrt{6} \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{скорость с которой пушка выпускает снаряд}$$



$$L = \frac{v^2 \cdot \sin 2\gamma}{g}$$

$L_{\max}$ достигается при $\sin 2\gamma_{\max} = 1 \Rightarrow \gamma = 45^\circ$

$$L = \frac{v^2}{g} = \frac{400 \cdot 6 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 240 \text{ м}$$

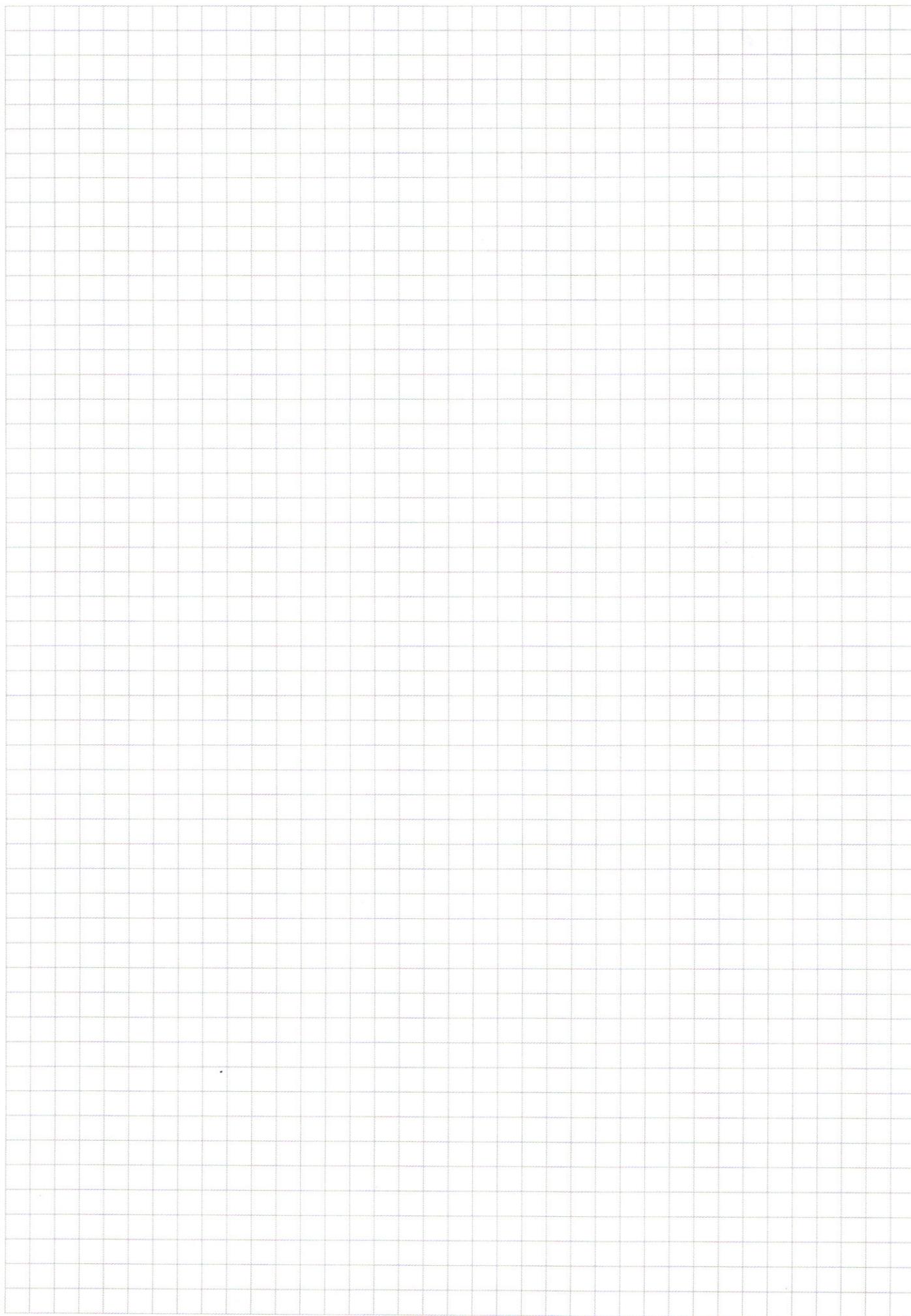
ответ: 240 м



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3

$$\textcircled{1} \quad v = gT = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ с} = \underline{\underline{2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}}$$

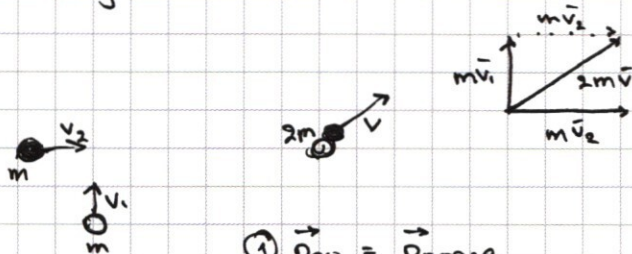


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4



① $\vec{p}_{до} = \vec{p}_{после}$

$$m\vec{v}_1' + 2m\vec{v}_2' = 2m\vec{v} \quad (m \neq 0)$$

$$\vec{v}_2' = 2\vec{v} - \vec{v}_1' \quad v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} = \underline{\underline{40 \frac{м}{с}}}$$

- ② После столкновения у обоих тел уменьшилась кинетическая энергия именно она и пошла на нагрев тел

$$\Delta E_k + Q = 0 \quad \text{— закон сохр. энергии}$$

$$2m\Delta t = \frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_1'^2}{2} + \frac{2m v_2^2}{2} - \frac{2m v_2'^2}{2} \quad (m \neq 0)$$

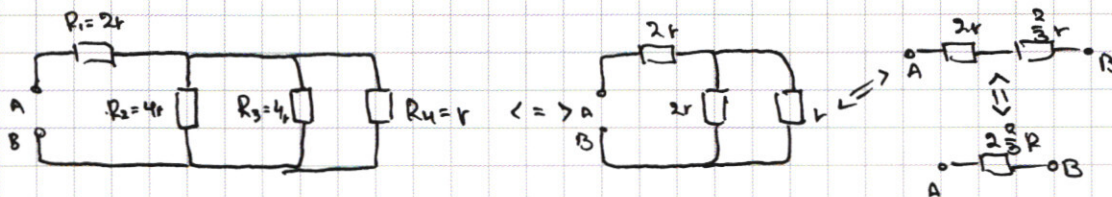
$$2\Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1'^2}{2}$$

$$c = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1'^2}{4\Delta t} = \frac{1600 + 900 - 1250}{5,4} \approx \underline{\underline{231,5 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}}}$$

ответ: 1) $40 \frac{м}{с}$ 2) $231,5 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$

Задача 5

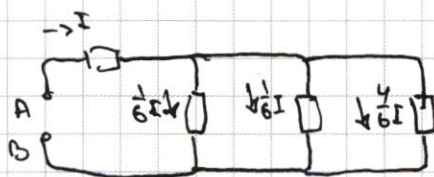
①



$$R_{\Sigma} = 2\frac{2}{3}r$$

②

$$I = \frac{U}{R} = \frac{8V}{2\frac{2}{3} \cdot 60\Omega} = 0.5A$$



* При параллельном соединении токи обратно пропорциональны сопротивлениям резисторов

$$P_{\Sigma} = I^2 R_2 + I^2 R_3 + I^2 R_4 = \left(\frac{16}{36} \cdot 1 + \frac{1}{36} \cdot 4 + \frac{1}{36} \cdot 4 \right) I^2 r = \frac{4}{6} \cdot \frac{6}{4} = \underline{\underline{1Вт}}$$

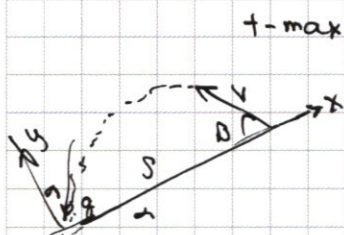
Ответ: 1) $2\frac{2}{3}r$ 2) 1Вт

* Так же т.к. в параллельном соединении суммарный ток равен эквивалентному и суммарное сопротивление равно эквивалентному, тогда:

$$P_{\Sigma} = I^2 \cdot R_{\Sigma} = \frac{1}{4} A^2 \cdot 40\Omega = 1Вт$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$y: h = v \cdot t \cdot \sin \beta - \frac{g t^2 \cdot \cos \alpha}{2}$$

$$x: S = v \cdot t \cdot \cos \beta - \frac{g t^2 \cdot \sin \alpha}{2}$$

$$t_{\max} = v t \cdot \sin \beta = \frac{g t^2 \cdot \cos \alpha}{2}$$

$$v = \frac{g \cdot \cos \alpha}{2 \sin \beta} \quad \frac{2 v \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} = t$$

$$\sin \beta = \max$$

$$\sin \beta = 1 \quad \beta = 90^\circ$$

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

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

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

$$v = 2 \cdot t = 2 \sqrt{\frac{2 \cdot 600}{10 \cdot 0,6}} = \sqrt{0,6} \cdot 2$$

$$H = v \cdot t \cdot \sin \alpha = \frac{g t^2}{2} \quad 600 \quad 10 \cdot 2 \cdot \sqrt{6} =$$

$$= 20 \sqrt{6}$$

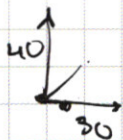
$$L = v \cdot t \cdot \cos \alpha + \frac{g t^2}{2}$$

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

$$\frac{10 \cdot 0,8}{4}$$

$$2 \cdot \frac{600}{10 \cdot 0,6}$$

$$L = \frac{v^2 \cdot \sin 2 \alpha}{g} = \frac{v^2}{g} = \frac{400 \cdot 6}{10} = 240 \text{ m}$$



$$\Delta E_{k1} + \Delta E_{k2} = Q$$

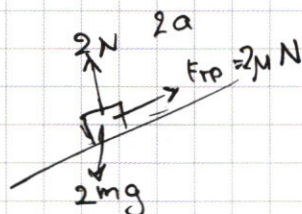
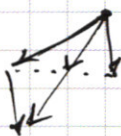
$$\frac{m_1 v_1^2 - v_k^2}{2} + \frac{m_2 v_{k2}^2 - v_k^2}{2} = W_{cat}$$

$$\frac{v_{k1}^2 + v_{k2}^2 - 2v_k^2}{2at} = C$$

$$\frac{1600 + 900 - 1250}{2,7} = \frac{1250}{2,7}$$

$$\begin{array}{r} 12500 \overline{) 108} \\ 108 \\ \hline 170 \\ 162 \\ \hline 80 \\ 54 \\ \hline 26 \end{array}$$

$$462 \frac{26}{27} \approx 467 \frac{26}{27} \text{ кг} \cdot \text{с}$$



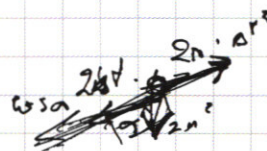
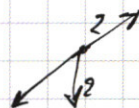
$$\frac{2N}{m} = \frac{\mu \cdot mg \cdot \cos \alpha}{\text{кр}}$$

$$= \mu \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$\mu \cdot \cos \alpha = 0,2$$

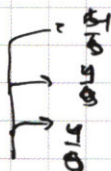
m

$$2 \frac{2}{3} r = \frac{8}{3} r = 160 \text{ м}$$



$$4:1:1$$

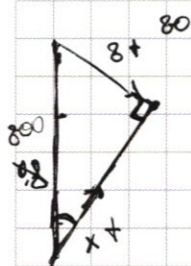
$$I = 0,5 \text{ A}$$



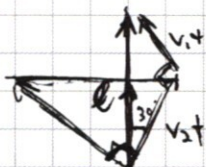
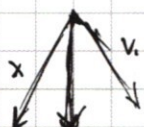
$$P = I^2 R = \left(\frac{16}{36} I^2 \cdot 4 + \frac{18}{36} I^2 \cdot 4 + \frac{1}{36} I^2 \cdot 4 \right) I^2 r =$$

$$= \frac{24}{36} \cdot \frac{1}{4} \cdot 6 = \frac{4}{3} = 1 \frac{1}{3} \text{ Вт}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$8t \cos 30^\circ = x$$



$$v_1 t \cos \alpha + v_2 t \cos \beta = l$$

$$v_1^2 t^2 + v_2^2 t^2 = l^2$$

$$t = \frac{l}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta}$$

$$x t \cdot \tan \beta = 8t$$

$$v_2 = \frac{v_1}{\tan \beta} = \frac{v_1 \cos \beta}{\sin \beta}$$

$$v_1^2 = \frac{l^2}{t^2}$$

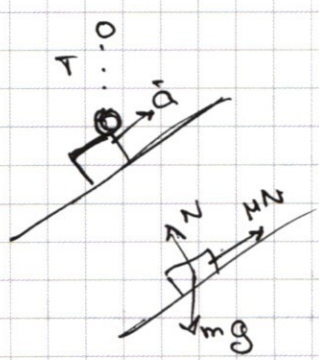
$$= 2 \cdot 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 8\sqrt{3}$$

$$t = \frac{l}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}$$

$$16$$

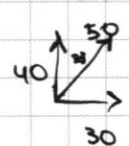
$$64 \cdot 3 + 64 = 64 \cdot 4 = 256 = 16^2$$

$$16 \cdot 25 = 400 \text{ m}$$



$$\frac{gT^2}{2} \quad v = gT = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

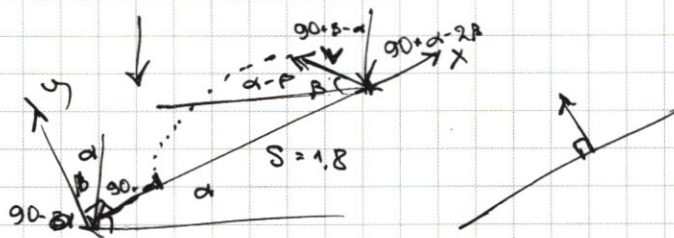
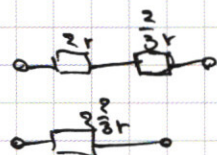
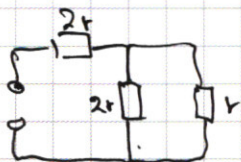
$$MN - mg = ma$$



$$\begin{array}{r} 2500 \overline{) 54} \\ - 220 \quad 146 \\ \hline 340 \\ \times 135 \quad 324 \\ \hline 4 \quad 16 \\ \hline 540 \end{array}$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = 2mc \Delta t$$

$$c = \frac{\frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2}}{2\Delta t} = \frac{\frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2}}{4\Delta t} = \frac{225 + 25}{540} = \frac{250}{540} = \frac{25}{54}$$



40m $P = I^2 R = 18r$

$$I = \frac{8}{8 \cdot 2} = \frac{1}{2}$$

$$y: h = v \cdot \sin \beta \cdot t + \frac{t^2 \cdot g \cdot \cos \alpha}{2}$$

$$x: S = v \cdot \cos \beta \cdot t + \frac{t^2 \cdot g \cdot \sin \alpha}{2}$$

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

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

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

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

$$\frac{\sin \beta}{\cos \alpha} = \max$$

80

$$\sin \beta = \max$$

$$\sin \beta = 1 \quad \beta = 90^\circ$$

$$h = vt + \frac{g t^2 \cdot \cos \alpha}{2}$$

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

$$h = v = \quad t = \frac{2v}{g \cdot \cos \alpha} \quad \cos = 0,8$$

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

$$v = \sqrt{\frac{Sg \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha}}$$

$$\frac{18^3 \cdot 0,64}{0,8}$$