

Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 09-02

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 $l = 0,8$ 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?

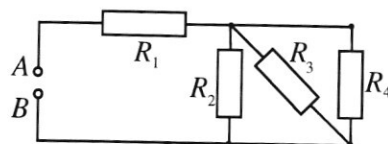
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

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:

$$l = 0,8 \text{ км}$$

$$v_1 = 8 \text{ м/с}$$

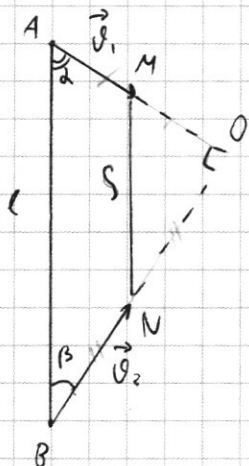
$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$1) v_2 = ?$$

$$2) T = 25 \text{ с}$$

$$S = ?$$



1) Т.к. $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$ корабль А и
торпеда В столкнутся под прямым
углом в точке О.

$$\triangle AOB - \text{н/у}, \angle AOB = \beta = 30^\circ \Rightarrow AO = \frac{1}{2} AB =$$

$$= \frac{1}{2} l = 400 \text{ м}$$

Тогда время t до встречи $t = \frac{\frac{1}{2} l}{v_1} = 50 \text{ с}$

$$OB = \sqrt{l^2 - \left(\frac{1}{2} l\right)^2}$$

$$v_2 = \frac{OB}{t} = \frac{v_1 \cdot \sqrt{l^2 - \left(\frac{1}{2} l\right)^2}}{\frac{1}{2} l} = 2\sqrt{48} \text{ м/с}$$

2) Время $T = \frac{1}{2} t \Rightarrow$ корабль и торпеда
прошли половину пути до встречи.

$$\triangle MON \sim \triangle AOB \text{ т.к. } \angle AOB - \text{остр}, \frac{OM}{AO} = \frac{ON}{OB} = \frac{1}{2} \Rightarrow S = \frac{1}{2} l = 400 \text{ м}$$

Ответ: 1) $v_2 = 2\sqrt{48} \text{ м/с}$

2) $S = 400 \text{ м}$

N2

Дано:

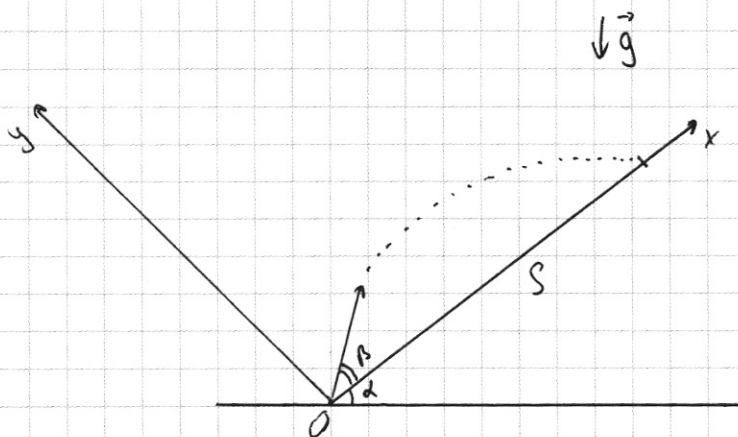
 α

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

$$S = 1,8 \text{ км}$$

$$1) \beta = ?$$

$$2) L$$



1) Введем ПСК. Ох направим вдоль склона горы вверх

Проекция $\vec{g}$ на ось Ох - $g \sin \alpha$

на ось Оу - $g \cos \alpha$

Запишем уравнения движения:

$$\begin{cases} y = v t \sin \beta - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} \\ x = v t \cos \beta - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = v \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} \\ S = v t \cos \beta - \frac{g \sin \alpha t^2}{2} \end{cases}$$

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

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

$$S = \frac{2v^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos \alpha} - \frac{4v^2 \sin^2 \beta \cdot g \sin \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha \cdot 2} = \frac{v^2 \sin 2\beta}{g \cos \alpha} - \frac{2v^2 \sin^2 \beta \tan \alpha}{g \cos \alpha} =$$

$$= \frac{2v^2 \sin \beta \cos \beta - 2v^2 \sin^2 \beta \tan \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{2v^2 (\sin \beta \cos \beta - \sin^2 \beta \tan \alpha)}{g \cos \alpha}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Дано:

$$R_1 = 2 \Gamma$$

$$R_2 = R_3 = 4 \Gamma$$

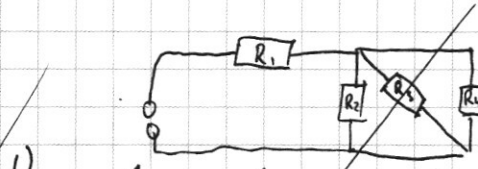
$$R_4 = \Gamma$$

$$U = 8 \text{ В}$$

$$1) R_{AB}$$

$$2) P = 6 \text{ Вт}$$

$$P_{R_2, R_3, R_4} = ?$$



$$1) \frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4\Gamma} + \frac{1}{4\Gamma} + \frac{1}{\Gamma} = \frac{2}{4\Gamma} + \frac{4}{4\Gamma} = \frac{6}{4\Gamma} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{234} = \frac{4}{6} \Gamma = \frac{2}{3} \Gamma$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = 2\Gamma + \frac{2}{3}\Gamma = 2\frac{2}{3}\Gamma$$

$$2) P_{R_2, R_3, R_4} = \frac{U^2}{R_{234}} = \frac{8^2}{\frac{2}{3}\Gamma} = \frac{64}{\frac{2}{3}\Gamma} = \frac{3 \cdot 64}{2\Gamma} = \frac{12 \cdot 16}{2\Gamma} = 16 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) ~~$R_{AB} = 2\frac{2}{3}\Gamma$~~

2) $P = 16 \text{ Вт}$

№4

Дано:

$$v = 25 \text{ м/с}$$

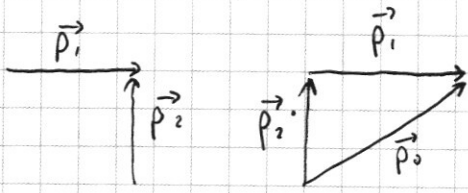
$$v_1 = 30 \text{ м/с}$$

$$1) v_2 = ?$$

$$2) c = ?$$

$$\Delta t = 1,35^\circ \text{C}$$

1) m - масса шарика



$$\vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

$$(2mv)^2 = (v_1 m)^2 + (v_2 m)^2$$

$$(2v)^2 - v_1^2 = v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} = \sqrt{50^2 - 30^2} = \sqrt{80 \cdot 20} = 40 \text{ м/с}$$

Ответ: ~~какая~~ $v_2 = 40 \text{ м/с}$

2) Энергия до удара кинетическая

$$E_{\text{до}} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2500 \text{ м}}{2} = 1250 \text{ м Дж}$$

Энергия после удара кинетическая

$$E_{\text{п}} = \frac{2mv^2}{2} = mv^2 = 625 \text{ м Дж}$$

$$E_{\text{до}} - E_{\text{п}} = 2mct$$

$$c = \frac{E_{\text{до}} - E_{\text{п}}}{2mat} = \frac{(1250 - 625) \text{ м}}{2 \cdot 1,35 \text{ м}} = \frac{625}{2,7} = 231,5 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{с)}$$

Ответ: $c = 231,5 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{с)}$

№5

Дано:

$$R_1 = 25$$

$$R_2 = R_3 = R_4 = 45$$

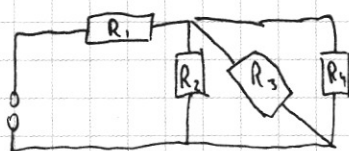
$$R_4 = 1$$

$$U = 8 \text{ В}$$

1) $R_{AB} = ?$

2) $P_{234} = ?$

$$I = 6 \text{ А}$$



Найдём ^{общее} сопротивление на резисторах 2, 3 и 4

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{45} + \frac{1}{45} + \frac{1}{1} = \frac{2}{45} + \frac{4}{45} = \frac{6}{45}$$

$$R_{234} = \frac{45}{6} = \frac{15}{2}$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = 2\frac{2}{3}$$

$$\begin{cases} \frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_{234}} \\ U_1 + U_2 = U \end{cases}$$

U_1 - напряжение на резисторе R_1
 U_2 - на резисторах R_2, R_3, R_4

$$\frac{U_1}{2} = \frac{U_2}{\frac{15}{2}}$$

$$\frac{U_1}{2} = \frac{3U_2}{2}$$

$$\begin{cases} U_1 = 3U_2 \\ U_1 + U_2 = 8 \end{cases} \Rightarrow U_2 = 2 \text{ В}$$

$$P_{234} = U_2 I_{234} = \frac{U_2^2}{R_{234}} = \frac{U_2^2}{\frac{15}{2}} = \frac{3U_2^2}{25} = \frac{12}{25} = 1 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $R_{AB} = 2\frac{2}{3}$

2) $P_{234} = 1 \text{ Вт}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Дано:

1) $v_1 = gT = 2 \text{ м/с}$

$a = 2 \text{ м/с}^2$

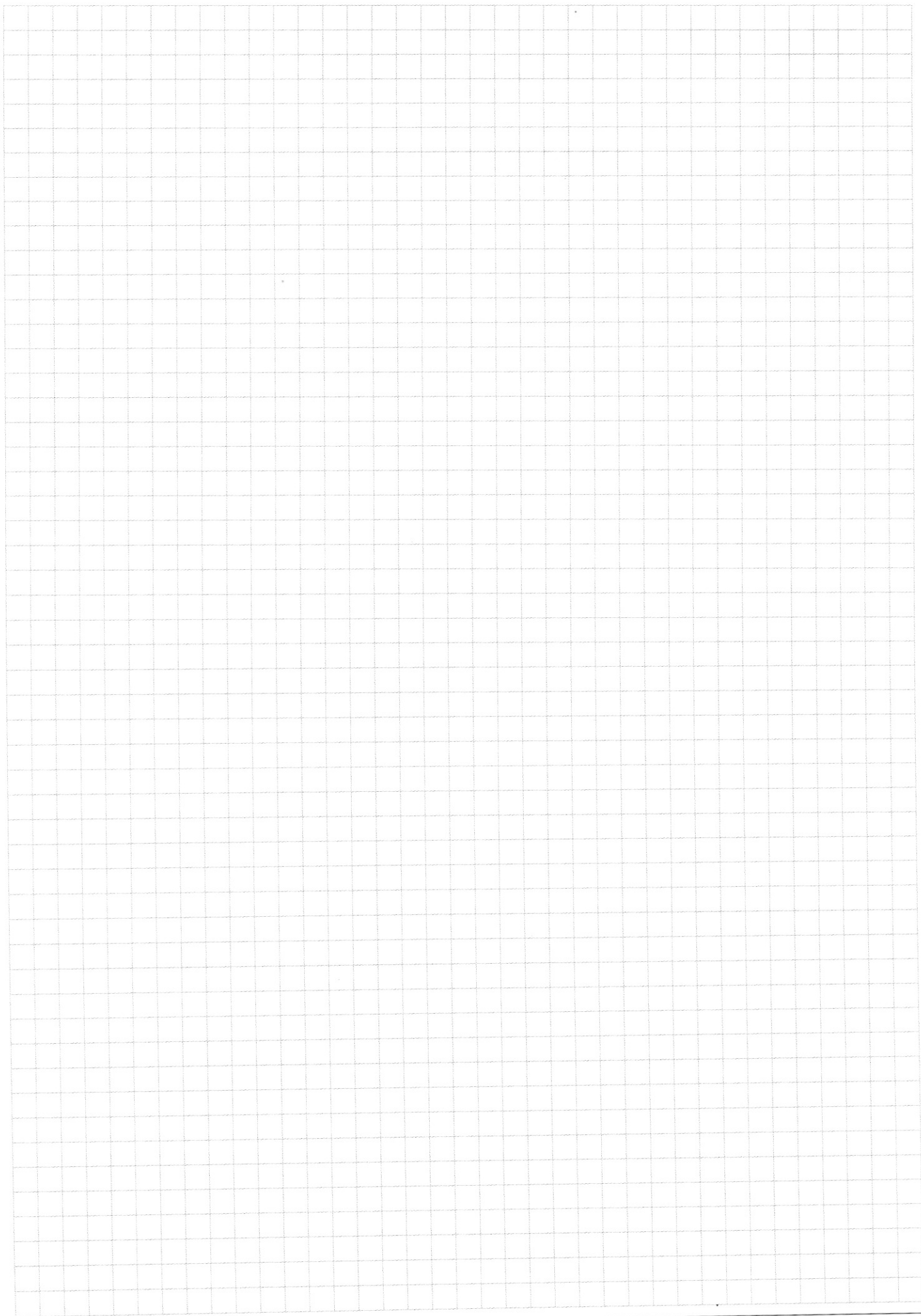
Ответ: $v_1 = 2 \text{ м/с}$

$T = 0,2 \text{ с}$

2)

1) $v_1 = ?$

2) $v_2 = ?$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

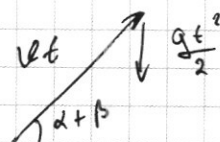
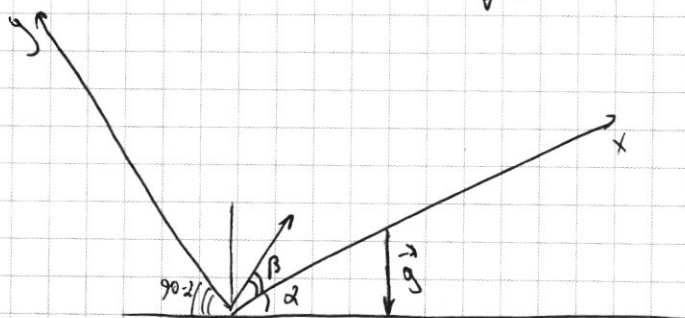
$$(v_{1t})^2 + (v_{2t})^2 = v^2$$

$$0,4 \cdot \frac{400}{8} = 50 \text{ м}$$

$$\frac{\sqrt{800^2 - 400^2}}{50} = \frac{400 \cdot 1200}{50} = \sqrt{80 \cdot 120}$$

$$4 \cdot \frac{\sqrt{400 \cdot 1200}}{50} = \frac{\sqrt{48 \cdot 10000}}{50} = \frac{100\sqrt{48}}{50} = 2\sqrt{48}$$

$$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \sin 60^\circ$$



$$2 \sin \beta \cos \beta - \sin^2 \beta = \sin \beta (2 \cos \beta - \sin \beta)$$

$$\frac{3-5}{5-4} = \frac{3}{4}$$

$$1,5 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

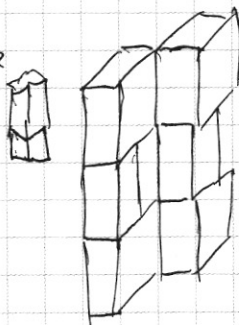
$$\frac{\sqrt{800^2 - 400^2}}{400 \cdot 50} = \frac{\sqrt{1200 \cdot 400}}{50} = \frac{100\sqrt{48}}{50} = 2\sqrt{48}$$

$$1,8 \cdot 0,6$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 18 \\ \times 6 \\ \hline 108 \end{array}$$

СИМКА МПЗЕН

$$\frac{2m25^2}{2}$$



$$\begin{array}{r} 6250 \overline{) 27} \\ 54 \overline{) 231,4} \\ 85 \\ - 81 \\ \hline 40 \\ - 27 \\ \hline 130 \\ 108 \\ \hline 22 \end{array}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} - 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4}$$

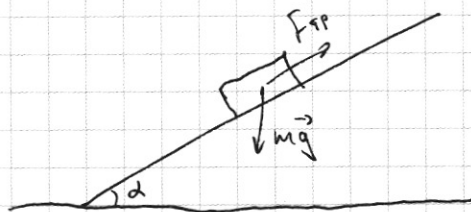
$$\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{3}{8}$$

$$1 - = \frac{1}{4}$$

$$\sin 90 = 1$$

$$\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin 30 = \frac{1}{2}$$



$$1 - 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{5}{8}$$

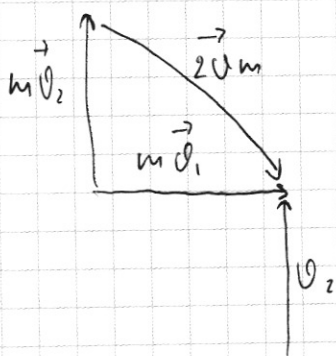
$$mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \mu = ma$$

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

$$2mg \sin \alpha - 2mg \cos \alpha \mu = 0$$

$$\frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} = 1 - \frac{3}{4}}{\frac{\sqrt{3}}{2} - 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4}} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{3}{4}}$$

$$2 \cdot 25^2 = 1250 \text{ m}$$



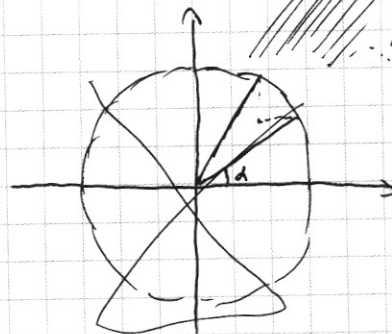
$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{1600 \text{ m}}{2} + \frac{900 \text{ m}}{2} = 1250 \text{ m}$$

$$(50 \text{ m})^2 - (30 \text{ m})^2 = m^2 V_2^2$$

$$\sqrt{50^2 - 30^2} = V_2$$

$$\sqrt{20 \cdot 80} = V$$

$$\sqrt{1600} = V_2 = 40 \text{ m/s}$$





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)

