

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

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. Пластилиновый 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 пластилина 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?

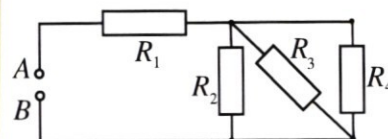
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

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.

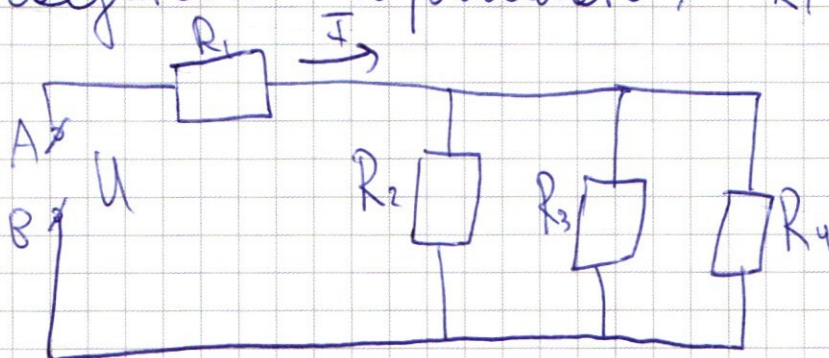
2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

55

Перерисуем схему и заметим, что R_2, R_3 и R_4 соединены параллельно, а R_1 — последовательно с ними.



резисторы R_2, R_3 и R_4 равны:
даем R_{AB} равно:
 R_{234}

Итак эквивалентное сопротивление

$$R_{AB} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{4r}} + \frac{1}{\frac{1}{4r} + \frac{1}{r}} \Rightarrow R_{234} = \frac{2}{3}r$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = 2r + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r$$

~~Через R_1 течёт ток I , а через R_2, R_3 и R_4 равный ток $I/3$.~~

Ток в цепи равен $I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{3U}{8r}$

Напряжение на R_1 равно: $U_1 = I R_1 = \frac{3}{4}U$

Итак напряжения на R_2, R_3 и R_4 равны: $U_2 = U - U_1 = \frac{1}{4}U = 2B$

У5. продолжение

Суммарная мощность на резисторах R_2, R_3 и R_4 равна:

$$P = \frac{U_2^2}{R_2} + \frac{U_2^2}{R_3} + \frac{U_2^2}{R_4} = \frac{U_2^2}{4 \cdot 6 \text{ r}} + \frac{U_2^2}{4 \cdot 6 \text{ r}} + \frac{U_2^2}{4 \text{ r}} =$$

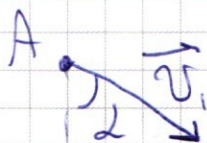
$$= \frac{2^2}{4 \cdot 6} + \frac{2^2}{4 \cdot 6} + \frac{2^2}{6} = 1 \text{ Вт}$$

$$= \frac{2^2}{4 \cdot 6} + \frac{2^2}{4 \cdot 6} + \frac{2^2}{6} = 1 \text{ Вт}$$

Ответ: $R_{AB} = \frac{8}{3} \text{ r}; P = 1 \text{ Вт}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

41

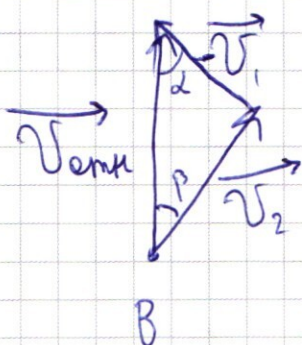


l



Перейдём в с.о. корабля А:

А, р



Заметим, что чтобы морпех попал в корабль, пуля $\vec{v}_{отн}$ должна быть направлена вдоль ВА. ($\vec{v}_{отн} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$)

По теореме синусов:

$$\frac{v_1}{\sin \beta} = \frac{v_2}{\sin 2}$$

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin 2}{\sin \beta} = 8 \cdot \frac{\sin 60}{\sin 30} = 8 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{2} = \sqrt{3} \cdot 8 \approx 1,4 \cdot 8 = 13,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

За время T морпех пройдёт расстояние $v_{отн} \cdot T$ в с.о. корабля и окажется на расстоянии $S = l - v_{отн} \cdot T$ от него.

По теореме синусов:

$$\frac{v_1}{\sin \beta} = \frac{v_{отн}}{\sin(180 - 2 - \beta)}$$

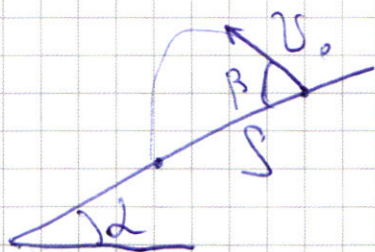
$$v_{отн} = v_1 \cdot \frac{\sin(180 - 2 - \beta)}{\sin \beta} = 8 \cdot \frac{\sin(180 - 30 - 60)}{\sin 30} = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

р 1. преобразование

$$S = l - v_{\text{ампл}} \cdot T = 800 - 16 \cdot 25 = 400 \text{ м}$$

Ответ: $v_2 = 13,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $S = 400 \text{ м}$.

р 2.



$\frac{S}{t}$ — средняя скорость
линии — линия в этом
пределах.

По теореме синусов:

$$\frac{v_0}{\sin(90-\alpha)} = \frac{gt}{2 \cdot \sin \beta} \Rightarrow t = \frac{2v_0 \cdot \sin \beta}{\cos \alpha \cdot g}$$

Максимальное t достигается при $\max \sin \beta \Rightarrow \beta = 90^\circ$
(т.к. $\max \sin \beta = 1$)

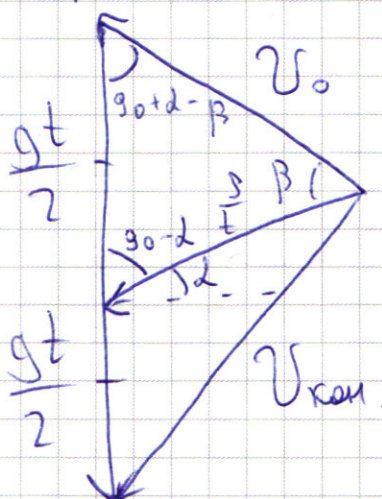
По теореме синусов:

$$\frac{v_0}{\sin(90-\alpha)} = \frac{gt}{2 \cdot \sin \beta} = \frac{S}{\sin(90+\alpha-\beta) \cdot t}$$

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

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 1800}{0,6 \cdot 10}} = 10\sqrt{6} \text{ с}$$

Напишем о скоростях:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

р2. продолжение

$$v_0 = \frac{gt \cdot \cos 32}{2} = \frac{10 \cdot 10\sqrt{6} \cdot 0,8}{2} = 40\sqrt{6} \frac{м}{с}$$

Максимальная дальность полета на горизонтальной поверхности равна L :

$$L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}, \text{ где } \alpha - \text{угл, под которым запускают мишу к горизонту.}$$

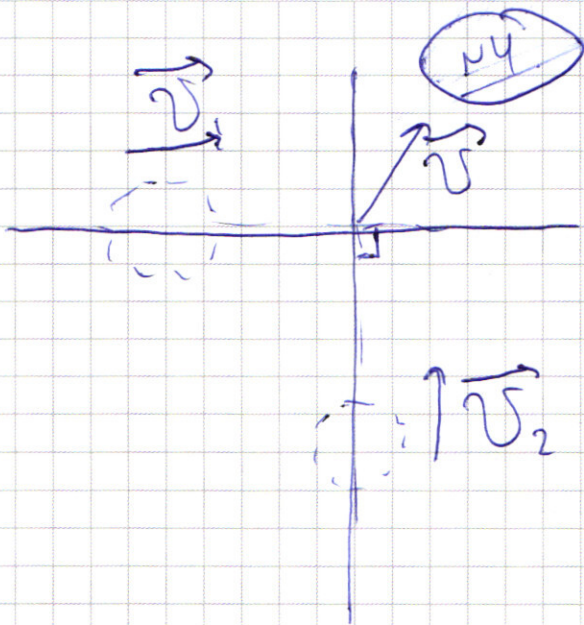
L максимальна при максимальном $\sin 2\alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin 2\alpha = 1$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{(40\sqrt{6})^2}{10} = \frac{40^2 \cdot 6}{10} =$$

$$= 960 \text{ м}$$

Ответ: $\alpha = 90^\circ; L = 960 \text{ м}$



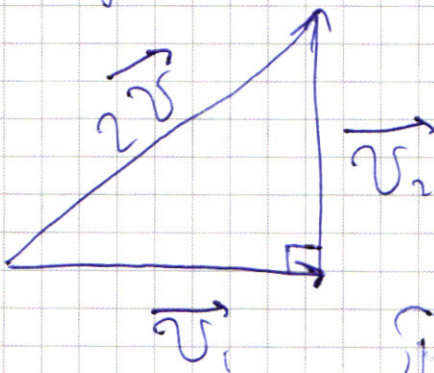
Обозначим массу шарика
за m .

Суммарный импульс системы,
после столкновения не изменился,
значит:

$$m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}$$

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}$$

Сопоставим скорости:



по т. Пифагора

$$v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2}$$

$$= 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

П.к. потенциальная энергии системы,
состоящей из двух шариков, не изменилась, то
теплота, которую получили шарики, равна изменению
кинетической энергии системы.

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} - \frac{2mv^2}{2} = Q = cm \Delta t, \text{ где } Q - \text{полученная}$$

$$C = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{2 \Delta t} = \frac{30^2 + 40^2 - 2 \cdot 25^2}{2 \cdot 1,35} = \frac{1250}{2,7} \approx$$

$$\approx 46 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Ответ: $v_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $C = 46 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

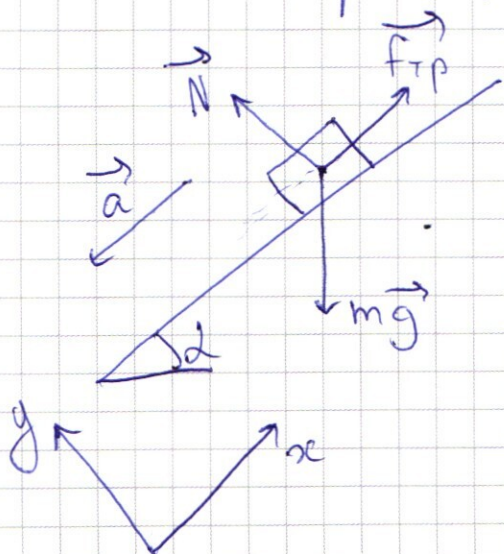
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

13

Скорость шарика перед соударением равна U_1 :

$$U_1 = gT = 10 \cdot 0,2 = 2 \frac{m}{c}$$

Запишем 2 закон Ньютона для бруска (до столкновения с шариком):



$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр}$$

$$OX: -ma = F_{тр} - \sin \alpha mg$$

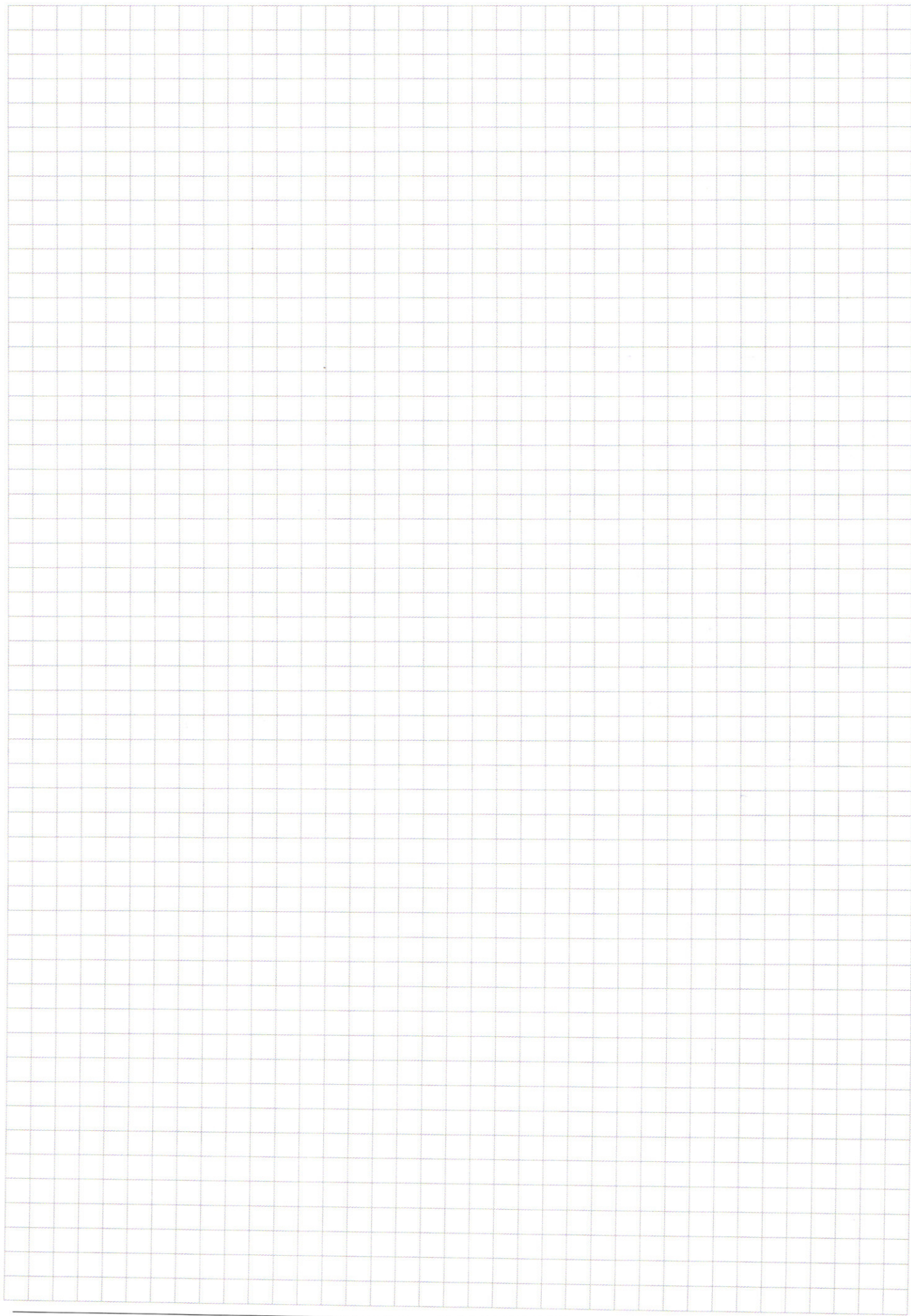
$$OY: 0 = N - \cos \alpha mg$$

$$-ma = \mu \cos \alpha mg - \sin \alpha mg, \text{ где } \mu - \text{коэф. трения.}$$

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

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

Ответ: $U_1 = 2 \frac{m}{c}$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

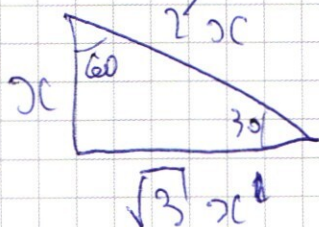
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{u^2}{8r} + \frac{2u^2}{8r} = \frac{3u^2}{8r}$$

$$\frac{3 \cdot 8 \cdot 8^4}{3 \cdot 8 \cdot 8} = 4 \text{ Bm}$$

$$\frac{u^2}{2r} + \frac{2u^2}{2r}$$

$$\frac{3 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 6 \cdot 3} = 3 \text{ Bm}$$



$$R_{BC} = 400 - x^2 = \sqrt{3} x^2$$

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

$$\sin 40 = \cos 50$$

$$\begin{aligned} \cos 1 &= \cos - \cos 2 = \\ &= \cos - \sin 2 \cdot h \end{aligned}$$

$$\times \frac{16}{25} = 45 \cdot 45 = 400$$

$$\frac{8}{0,5}$$

$$16 \cdot 6 \cdot 10 = 960$$

$$4 \cdot 6 \cdot 40 =$$

$$\frac{40 \cdot 40 \cdot 6}{10} =$$

$$120 + 42$$

$$16^2 - 8^2 = 256 - 64 = 192$$

$$\begin{array}{r} 1250 \overline{) 27} \\ 108 \overline{) 46} \\ \underline{170} \\ 162 \\ \underline{8} \end{array}$$

$$v_{sc} = \cos 2 v_0 \sin 2 v_0 - g t = 0$$

$$t = t_1 \rightarrow \frac{2 \sin 2 v_0}{g}$$

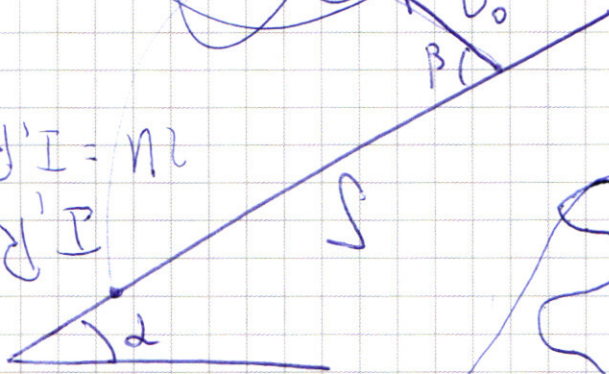
$$\frac{v_0 \sin 2 v_0}{g}$$

$$\frac{m^2}{c^2 \cdot ^\circ C} = \frac{H \cdot m}{m \cdot ^\circ C}$$

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

$$I^2 R_1 + I^2 R_2 = I^2 R_1 + I^2 R_2$$

$$I^2 R_1 = I^2 R_1$$



$$\frac{N_p}{\cos \alpha} = \frac{gt}{2 \cos \beta}$$

$$t = \frac{V_0 \cdot 2 \sin \beta}{\cos 2 \alpha}$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 1800}{0,6 \cdot 10}} = \sqrt{\frac{360}{0,6}}$$

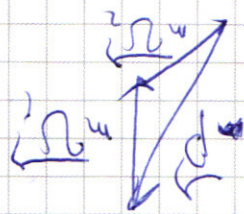
$$= \frac{3600}{6} = 600$$

$$\sin \beta \text{ max при } \beta = 90^\circ$$

$$6^2 + 8^2 = 36 + 64 = 100$$

$$\cos^2 \alpha \cos 2 = \sqrt{1 - 0,6^2} = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$10 \cdot 10 \cdot \frac{0,4}{0,2} \sqrt{6}$$

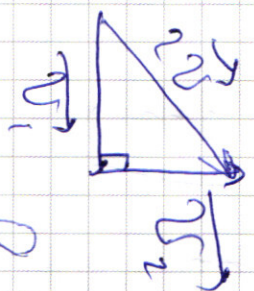


$$\infty = \infty$$

$$\infty = \infty \cdot \infty$$

$$\infty = \infty - \infty$$

$$\infty = \infty + \infty$$



$$\infty = \frac{\infty}{\infty}$$