

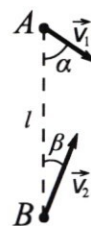
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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. Пластилинный 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?

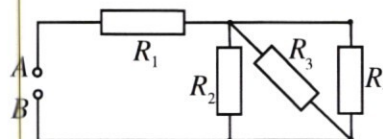
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

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

Дано:

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

$$v_1 = 8 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

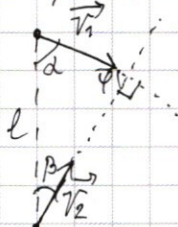
$$T = 25 \text{ с}$$

Найти:

$$v_2 = ? \text{ м/с}$$

$$S = ? \text{ м.}$$

рис. 1.



Решение: $n1$

Направления v_1 и v_2 перпендикулярны т.к. если происходит попадание в цель, то образуется "треугольник" (рис. 1). с углом $\gamma = 180 - \alpha - \beta = 90^\circ$. Введем понятие время до столкновения и обозначим его t . Получим прямоугольный треугольник со сторонами l , $v_1 t$ и $v_2 t$.

Отсюда:

$$\frac{v_1 t}{l} = \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{l \cos \alpha}{v_1} = \frac{800 \text{ м} \cdot \frac{1}{2}}{8 \text{ м/с}} = 50 \text{ с}$$

$$\frac{v_2 t}{l} = \cos \beta \Rightarrow v_2 = \frac{l \cos \beta}{t} = \frac{800 \text{ м} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{50 \text{ с}} = 8\sqrt{3} \text{ м/с.}$$

Для решения второго пункта задачи найдем время до столкновения (t') во втором случае $t' = t - T = 25 \text{ с}$. Т.к. треугольник остается прямоугольным, то справедливо равенство:

$$S^2 = (v_1 t')^2 + (v_2 t')^2 \Rightarrow S = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \cdot t' = \sqrt{64 + 192} \cdot 25 = 400 \text{ м.}$$

Ответ: $v_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$; $S = 400 \text{ м}$.

Дано:

$$R_1 = 2r$$

$$R_2 = R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

$$U = 8 \text{ В}$$

$$r = 60 \text{ м}$$

Найти:

$$R_{AB} = ? \text{ ом}$$

$$P = ? \text{ Вт}$$

Решение: $n5$

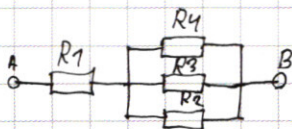
Эквивалентная схема изображена на рисунке 2.

Ее сокращенное изображение $R_{AB} = 2r + \frac{2r \cdot P}{2r + r} = 2\frac{2}{3}r$.

$$P = \frac{U_2^2}{R_2} + \frac{U_2^2}{R_3} + \frac{U_2^2}{R_4}, \text{ где } U_2 = U - \frac{U}{R_{AB}} \cdot R_1 = 8 \text{ В} - \frac{8}{2\frac{2}{3}r} \cdot 2r = 8 - 6 = 2 \text{ В.}$$

$$P = \frac{2^2}{24} + \frac{2^2}{24} + \frac{2^2}{6} = \frac{2^2}{12} + \frac{2^2}{6} = \frac{3 \cdot 2^2}{12} = 1 \text{ Вт. Ответ: } R_{AB} = 2\frac{2}{3}r, P = 1 \text{ Вт}$$

рис. 2



н 2.

Дано:

$$\sin \alpha = 0.6$$

$$g = 100 \text{ м/с}^2$$

Найти:

$$\beta, L = ?$$

Решение:

$$V \sin \beta = g \cos \alpha t ; \text{ где } t - \text{ время падения}$$

$$t = \frac{V \sin \beta}{g \cos \alpha} ; t_{\max} = 2t = \frac{2V \sin \beta}{g \cos \alpha} \quad (t_{\max} - \text{ время всего падения})$$

$$t_{\max} = \frac{2V \sin \beta}{g \cos \alpha} \cdot t_{\max} \text{ при } \sin \beta_{\max} = 1 \beta = 90^\circ = 2t_{\max} = \frac{2V}{g \cos \alpha}$$

$$S = \frac{g \sin \alpha t_{\max}^2}{2} = \frac{2 \sin \alpha V^2}{g \cos^2 \alpha} = 7V = \cos \alpha \cdot \sqrt{\frac{g \cdot S}{2 \sin \alpha}} = 40 \sqrt{6} \text{ м.с.}$$

$$(\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \approx 0.8)$$

$$t_{\max}' = 2t' = \frac{2V \sin \varphi}{g} \quad (\varphi = 45^\circ \text{ м.к. именно при таком угле дальность полета максимальна}).$$

$$t_{\max}' = 8 \sqrt{3} \text{ с. } L_{\max} = V \cos \varphi \cdot t_{\max} = 40 \sqrt{6} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 8 \sqrt{3} = 960 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } \beta = 90^\circ ; L_{\max} = 960 \text{ м}$$

Дано:

$$M_1 = M_2 = M$$

$$V = 25 \text{ м/с}$$

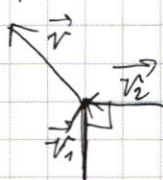
$$V_1 = 30 \text{ м/с}$$

$$\Delta t = 1.35^\circ \text{C}$$

Найти:

$$V_2, C = ?$$

рис. 5



Решение: н 4

по закону сохранения импульса

$$(M V_1)^2 + (M V_2)^2 = (2M V)^2$$

$$V_1^2 + V_2^2 = (2V)^2 = 7V_2 = \sqrt{50^2 - 30^2} = 40 \text{ м/с.}$$

по закону сохранения энергии

$$\frac{M V_1^2}{2} + \frac{M V_2^2}{2} = \frac{2M V^2}{2} + Q ; Q = 2M c \Delta t$$

$$\frac{V_1^2}{2} + \frac{V_2^2}{2} = V^2 + 2c \Delta t \Rightarrow C = \frac{\left(\frac{V_1^2}{2} + \frac{V_2^2}{2} - V^2 \right)}{2 \Delta t} = \frac{25^2}{2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 0.01} =$$

$$\approx 231,4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$\text{Ответ: } V_2 = 40 \text{ м/с; } C \approx 231,4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C.}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$M_1 = M_2 = M$$

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$T = 0,2 \text{ с}$$

Найти:

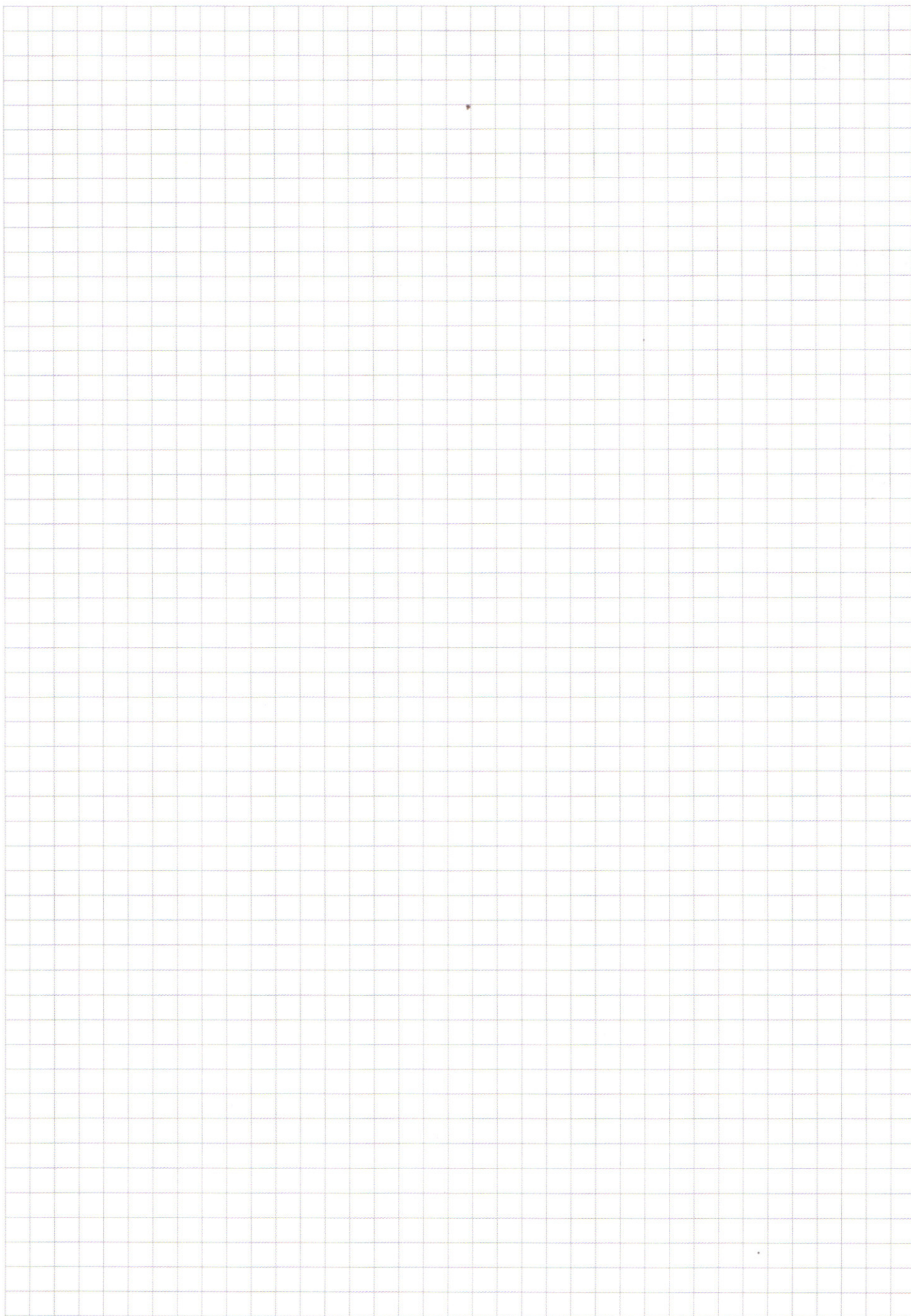
$$v_1, v_2 = ? \text{ м/с.}$$

рис. б.



Решение: №3

$$v_1 = v_2 = T = 2 \text{ м/с.}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



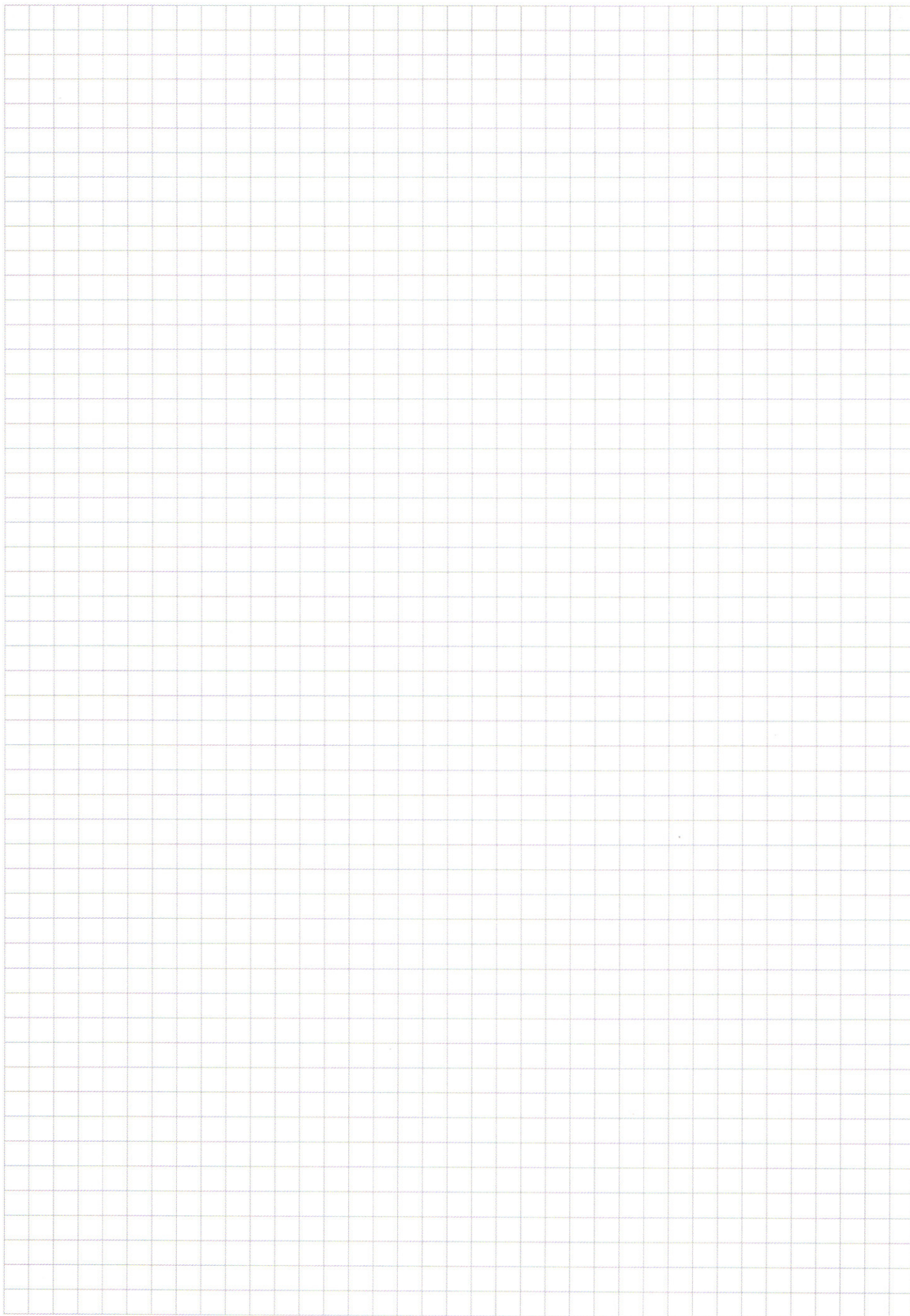
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

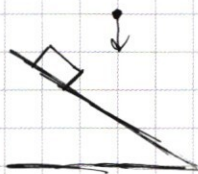


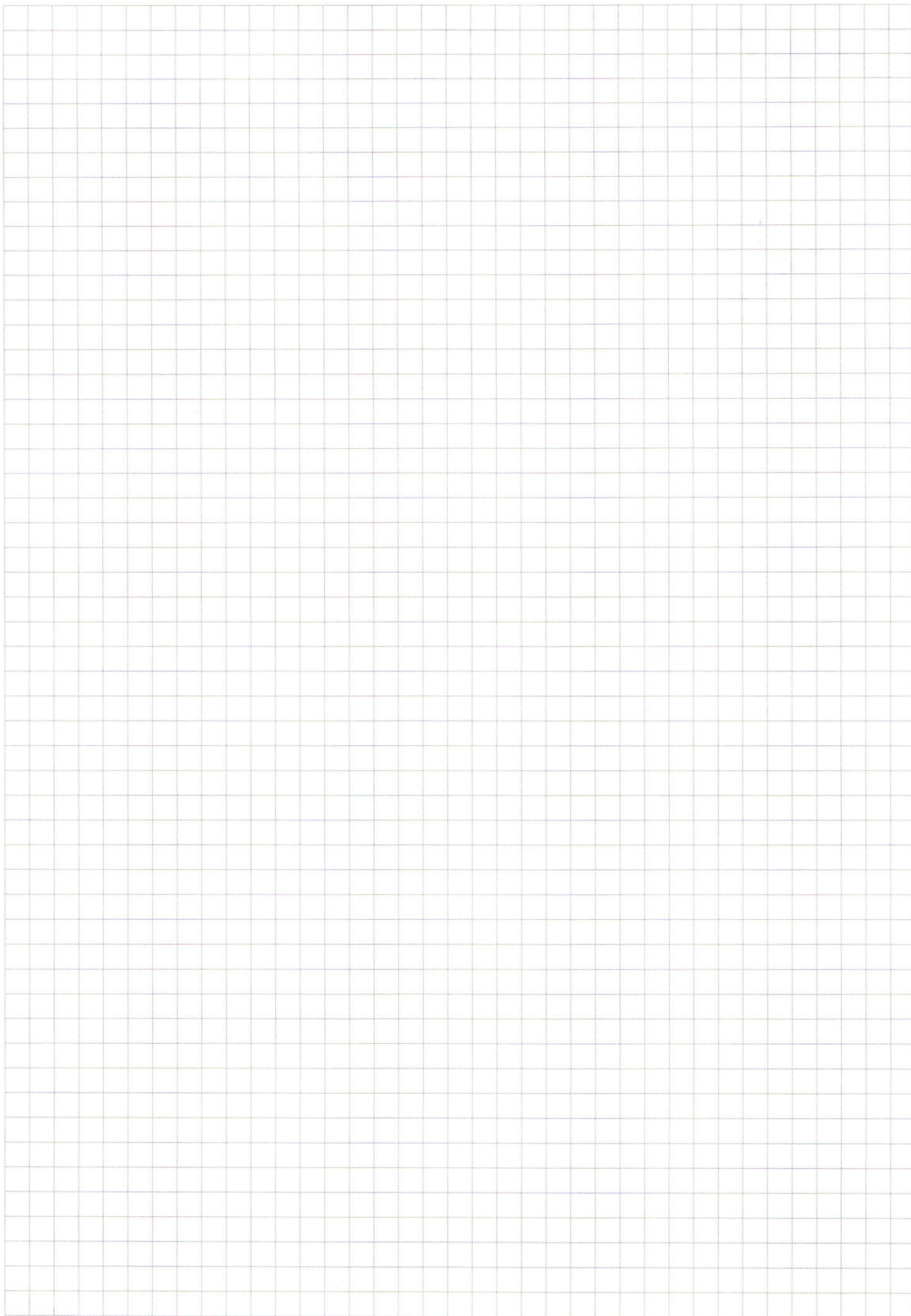
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

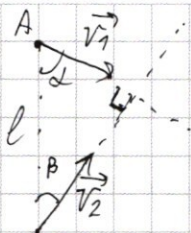




☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$$\frac{l}{v_1 t} = \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{l \cos \alpha}{v_1} = \frac{800 \cdot 0.5}{8} = 50 \text{ с}$$

$$\frac{v_2 t}{l} = \cos \beta \Rightarrow v_2 = \frac{l \cos \beta}{t} = \frac{800 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{50} = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$50^2 (8^2 + (8\sqrt{3})^2) = 800^2$$

$$v_1 \sin \alpha + v_2 =$$

$$2500 \cdot (64 + 64 \cdot 3) = 640000$$

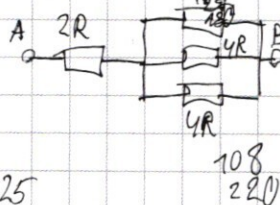
$$2500 \cdot 64 \cdot 4 = 640000$$

$$2500 \cdot 4 = 10000$$

$$(v_1 T)^2 + (v_2 T)^2 = S^2$$

$$182500 + 25^2 \cdot 64 \cdot 4 = S^2$$

$$5^4 \cdot 4^4 = S^2 \Rightarrow S = 25 \cdot 16 = 400 \text{ м}$$



$$R_{AB} = 2R + \frac{2R \cdot R}{2R + R} = \frac{2}{3} R = 16 \Omega \quad I_{\text{общ}} = 0.5 \text{ А}$$

$$U_2 = U - 2R \cdot I_{\text{общ}} = 2 \text{ В}$$

$$P = \frac{U_2^2}{R} + \frac{U_2^2}{4R} + \frac{U_2^2}{4R} = \frac{U_2^2}{R} + \frac{U_2^2}{2R} = \frac{3U_2^2}{2R} = 1.5 \cdot \frac{4}{6} = 1 \text{ Вт}$$

$$P = \frac{U_2^2}{3R} = \frac{2^2}{3 \cdot 6} = 1 \text{ Вт}$$

$$(M v_1)^2 + (M v_2)^2 = (2M v)^2$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 4v^2$$

$$30^2 + v_2^2 = 100 \cdot 25$$

$$900 + v_2^2 = 2500 \Rightarrow v_2^2 = 1600 \Rightarrow v_2 = 40 \text{ м/с}$$

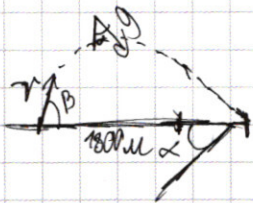
$$\frac{M v_1^2}{2} + \frac{M v_2^2}{2} = \frac{2M v^2}{2}$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 2v^2 + Q$$

$$Q = 2 \text{ мДж} \Rightarrow Q = \frac{2 \cdot 25^2}{2 \cdot 1.35} =$$

$$40^2 + 30^2 = 2 \cdot 25^2 + Q$$

$$Q = 2 \cdot 25^2$$



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

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

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

$$45 + \arcsin 0,6 ?$$

$$\begin{array}{r} 360000 \overline{) 6} \\ 36 \overline{) 60000} \overline{) 4} \\ 15000 \end{array}$$

$$\frac{g \sin \alpha t^2}{2} = S \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{g \sin \alpha}} = \frac{2 \cdot 1800}{10 \cdot 0,6} = \sqrt{2 \cdot 300} = \sqrt{600}$$

$$t_{\max} = 7 \beta = 90^\circ \Rightarrow t = \frac{2v}{g \cos \alpha}$$

$$\begin{array}{r} 180000 \overline{) 22} \\ 72 \overline{) 15000} \\ 80 \\ 80 \end{array}$$

$$\frac{g \sin \alpha v^2}{2 g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{v^2 \tan \alpha}{g \cos \alpha} = S \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{S \cdot 2 g \cos \alpha}{\tan \alpha}} = \cos \alpha \cdot \sqrt{\frac{1800 \cdot 10}{\sin \alpha}} = 0,8 \cdot \sqrt{\frac{1800 \cdot 10}{0,6 \cdot 2}} = 100 \sqrt{6}$$

$$t_h = \frac{2v}{g \cos \alpha}$$

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

$$L = \frac{v^2}{2g} = \frac{1000 \cdot 6}{2 \cdot 10} = 100 \cdot 3 = 480 \text{ m}$$

$$L = \frac{v \cdot \sin 45^\circ}{g} = \frac{40 \sqrt{6} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}}{2 \cdot 10} = \frac{4 \sqrt{12}}{2} = 2 \sqrt{3} \Rightarrow t_h = 8 \sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} 20 \sqrt{12} \\ 40 \sqrt{3} \\ 320 \cdot 3 = 960 \\ 50 \cdot 25 \\ 4 \cdot 1,35 \end{array}$$

$$L = v t = 8 \sqrt{3} \cdot 40 \sqrt{6} = 320 \cdot \sqrt{18} = 960 \sqrt{3}$$

$$\begin{array}{r} 180 \sqrt{12} \\ 10 \sqrt{3} \end{array}$$

$$\frac{M v_1^2}{2} + \frac{M v_2^2}{2} = \frac{2 M v^2}{2} + 2 M C \Delta t \quad | \cdot 2/M$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 2v^2 + 4C \Delta t \Rightarrow C = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4 \Delta t} = \frac{30^2 + 40^2 - 50 \cdot 25}{4 \cdot 1,35}$$

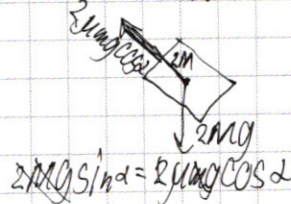
$$\begin{array}{r} 1250 \overline{) 4} \\ 12 \overline{) 385} \\ 40 \overline{) 3125} \\ 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 38,5 \\ 4 \overline{) 1540} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3125 \\ 4 \overline{) 12500} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 31250 \overline{) 235} \\ 270 \overline{) 231} \\ 425 \\ 405 \\ 20 \\ 135 \\ 1150 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,35 \overline{) 5} \\ 127 \end{array} \quad 5 \cdot 3^3$$

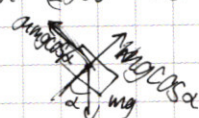


$$\sin \alpha = \mu \cos \alpha$$

$$Q = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} - m v^2 = M \left(\frac{30^2}{2} + \frac{40^2}{2} - 25^2 \right) = M \cdot (2500 - 25^2) = M \cdot 25 \cdot 75$$

$$Q = 2 M C \Delta t = M \cdot 25^2 \cdot 3$$

$$C = \frac{25^2 \cdot 3}{4 \cdot 1,35}$$



$$5 \mu \cos \alpha \sin \alpha = 1$$

$$10 \mu \cos \alpha - 10 \sin \alpha = 2 \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = m a$$