

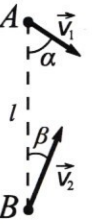
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-01

Класс 09

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

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?

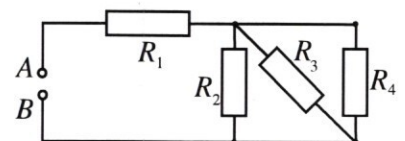
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано: $v_1' = 1 \text{ м/с}$
 $h = 0,8 \text{ м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $v_2' = 0$
 $m_1 = m_2 = m$

Решение:

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

$\begin{cases} \text{по } y: N - mg \cos \alpha = 0 \\ \text{по } x: F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = ma \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N = mg \cos \alpha \\ F_{\text{тр}} = m\mu = \mu mg \cos \alpha \end{cases}$
 $\Rightarrow mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = ma \Rightarrow$
 $\Rightarrow a = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$

$v_2' = 0 \Rightarrow$
 $h = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow v_2' = g t = \sqrt{2hg}$

ЗСУ:

До:

После:

$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v} + m_2 \vec{v}$

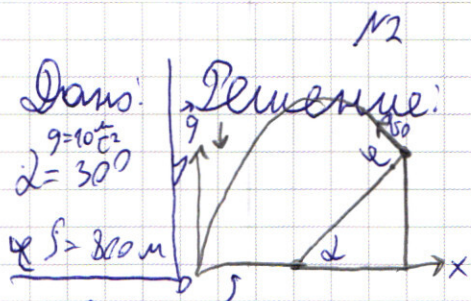
До:

После:

$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v} + m_2 \vec{v}$

Решение:

по x: $\sin \alpha m v_2' - m v_1' = 0$
 $v_1' = \sin \alpha \sqrt{2hg} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_1'}{\sqrt{2hg}}$; $\cos \alpha = \frac{\sqrt{2hg - v_1'^2}}{\sqrt{2hg}} = \frac{2hg - v_1'^2}{2hg}$
 направление на стр. №5



$\psi = ?$

$v_0 = ?$

ОХ: $v_{0x} = v_0 \sin \alpha$

ОУ: $v_{0y} = v_0 \sin \beta$

$S = v_{0x} t_{max} = v_0 \cos \beta t_{max}$

$0 = v_0 \sin \beta t_{max} - \frac{g t_{max}^2}{2} \Rightarrow v_0 \sin \beta t_{max} = \frac{g t_{max}^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g} \Rightarrow$

так как $\sin \beta = 1$, то $\sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$

~~90~~

$90 - 2 + 45 =$

$\psi = 45 + 2$

$$\begin{array}{r} 180 \\ - 45 \\ \hline 135 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано: $g = 10 \frac{m}{s^2}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $S = 800 m$
 $\varphi = ?$
 $v_0 = ?$

Решение:

$S = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$ α - угол к горизонту, φ - наибольшая

$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$
 $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ φ - угол к горизонту при макс. $\tan \varphi = \alpha = 45^\circ$

$S = v_0 \cos \alpha t_{max}$ $0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

по рисунку видно, что $\varphi = \alpha + 45^\circ \Rightarrow \varphi = 30^\circ + 45^\circ = 75^\circ$

$\Rightarrow \varphi = 180^\circ - \alpha - 45^\circ = 135^\circ$ (сумма углов в трапеции, где все углы 360°)

$\Rightarrow \boxed{\varphi = 45^\circ + \alpha}$ $S = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$

$\varphi = 45^\circ + 30^\circ = 75^\circ$

$v_0 = \sqrt{\frac{Sg}{2 \sin \alpha \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{800 \cdot 10}{2 \sin 30^\circ \cos 30^\circ}} = 105 \frac{m}{s}$

$\boxed{v_0 = 105 \frac{m}{s}} \quad \varphi = 75^\circ$

Ответ: $v_0 \approx 105 \frac{m}{s} \quad \varphi = 75^\circ$

Дано:

$$l = 10^3 \text{ м}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

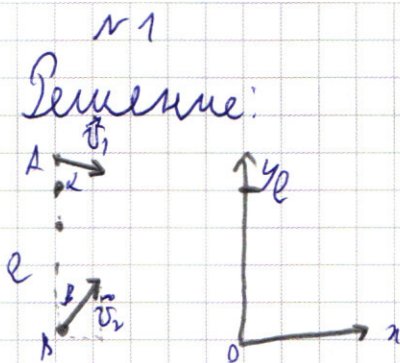
$$v_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = 770 \text{ м}$$

$$\sin \beta = ?$$

$$t = ?$$

Решение:



$$x_1 = x_2$$

$$y_1 = y_2 \text{ (место встречи)}$$

$$Ox: \sin \beta v_2 t = \sin \alpha v_1 t$$

$$Oy: \cos \beta v_2 t = \cos \alpha v_1 t$$

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

$$S = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

$$S_B = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$Ox: v = \sqrt{\sin^2 \beta v_2^2 + \sin^2 \alpha v_1^2}$$

$$Oy: v = \sqrt{\cos^2 \beta v_2^2 + \cos^2 \alpha v_1^2}$$

$$S = \sqrt{v_x^2 t^2 + v_y^2 t^2}$$

$$S = t \sqrt{(\sin^2 \beta v_2^2 + \sin^2 \alpha v_1^2) + (\cos^2 \beta v_2^2 + \cos^2 \alpha v_1^2)}$$

$$t = \frac{S}{\sqrt{(\sin^2 \beta v_2^2 + \sin^2 \alpha v_1^2) + (\cos^2 \beta v_2^2 + \cos^2 \alpha v_1^2)}}$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{3} \cdot 10}{2 \cdot 20} \approx 0,33 \quad \left[\frac{v}{c} = 1 \right]$$

$$t = \frac{770}{\sqrt{10^2 + 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 10^2}} = 77 \text{ (с)} \quad \left[\frac{v}{c} = 1 \right]$$

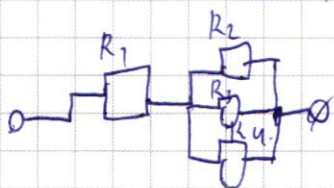
Ответ: $t = 77 \text{ с}$.

№3.

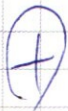
$$v_2' = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 10} = 4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \quad \left[\sqrt{\frac{v^2}{c^2}} = \frac{v}{c} \right]$$

Ответ: $v_2' = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



ус.



$$\begin{array}{r} 3600 \\ + 6400 \\ \hline 10000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ 1000 \overline{) 8} \\ \hline 8000 \\ \hline 2000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1250 \\ 117 \overline{) 130} \\ \hline 80 \\ \hline 50 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\frac{1}{R_{\text{св}}} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{4r} =$$

$$\frac{1}{R_{\text{св}}} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{4r}$$

$$\begin{array}{r} 1,44 \\ \times 1,44 \\ \hline 576 \\ 576 \\ \hline 20736 \end{array}$$

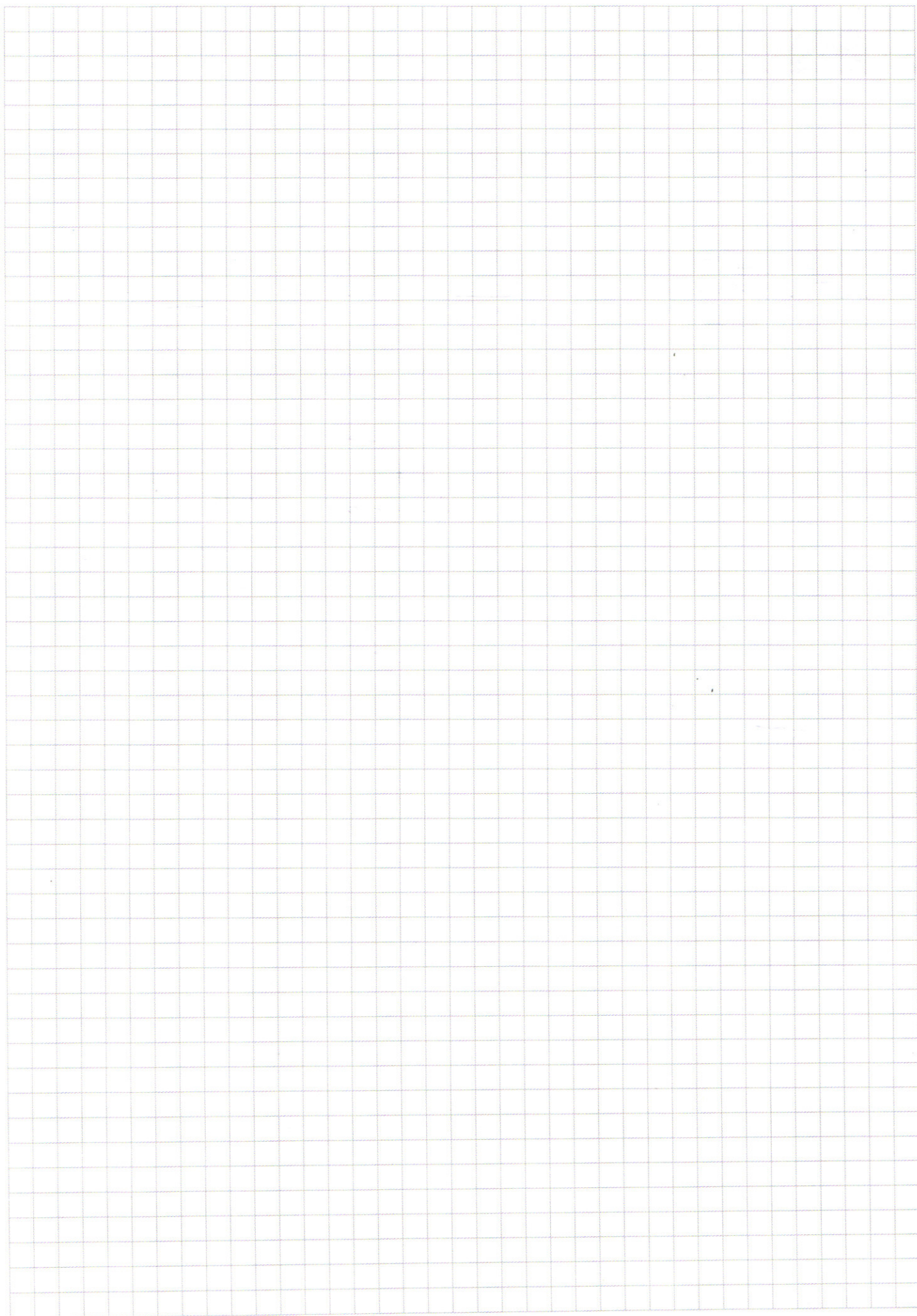
$$\begin{array}{r} 16000 \\ 244 \overline{) 144} \\ \hline 160 \\ \hline 44 \end{array}$$

11111,111

$$\frac{9}{900}$$

$$\begin{array}{r} 110 \\ \times 110 \\ \hline 12100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ \times 4 \\ \hline 576 \end{array}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

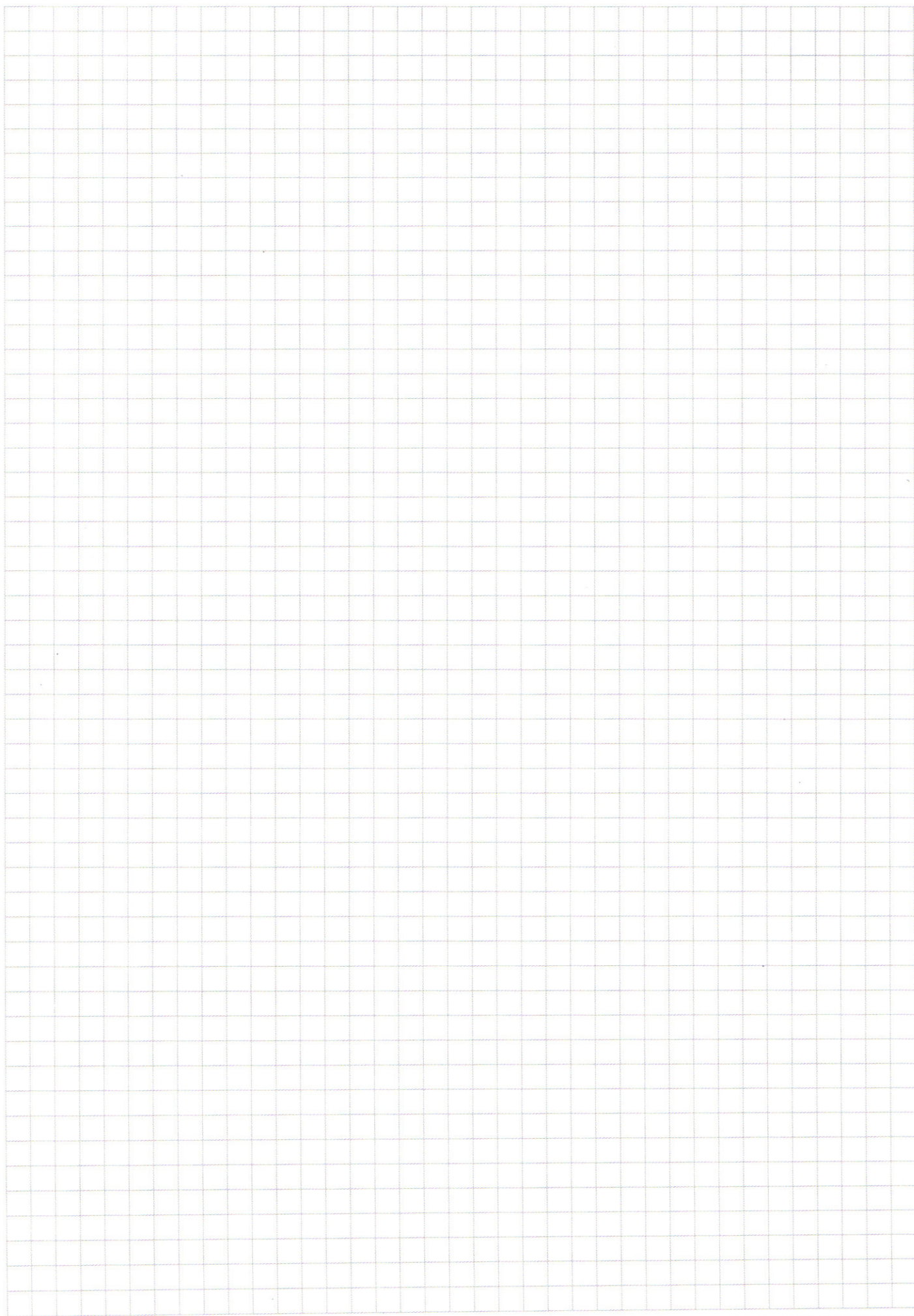
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ЗС

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

Дано:

$$r = 10 \text{ Ом}$$

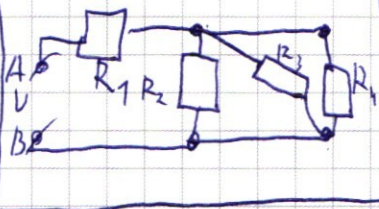
$$U = 38 \text{ В}$$

$$R_1 = 3r$$

$$R_2 = R_3 = 2r$$

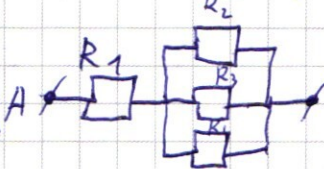
$$R_4 = 4r$$

Дано:



Решение:

Экв схема:



$$R = R_1 + R_{234}$$

$$I_4 = ?$$

экв схема?

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r} = \frac{5}{4r} \Rightarrow R_{234} = \frac{4r}{5} = 0,8r$$

$$R = 3r + 0,8r = 3,8r$$

$$I_1 = I_2 = I_{234} = \frac{U}{R} = \frac{U}{3,8r}$$

$$I_{234} = I_2 + I_3 + I_4$$

$$U_{234} = U_2 = U_3 = U_4$$

$$I_2 R_2 = I_3 R_3 = I_4 R_4 \Rightarrow 2r I_2 = 2r I_3 = 4r I_4 \Rightarrow I_2 = I_3 = 2I_4$$

$$I_{234} = 2I_4 + 2I_4 + I_4 = 5I_4 \Rightarrow I_4 = \frac{I_{234}}{5} = \frac{U}{3,8r \cdot 5}$$

$$I_4 = \frac{U}{19r}$$

$$I_4 = \frac{38^2}{10 \cdot 19} = 0,2 \text{ (А)} \quad \left[\frac{\text{В}}{\text{Ом}} = \frac{\text{В}}{\frac{\text{В}}{\text{А}}} = \text{А} \right]$$

ответ: $I_4 = 0,2 \text{ А}$

№4.

Дано:

$$v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$v_2 = 80 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$m_1 = m_2 = m$$

$$p_1 = p_2$$

удар неупруг

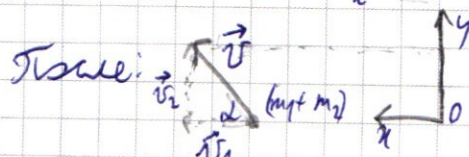
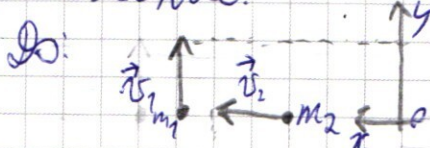
$$c = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$$

$$t_1 = t_2$$

$$\Delta t = ?$$

$$v = ?$$

Решение:



ЗЦУ:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v} + Q$$

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 \begin{cases} Ox: m_1 v_1 = (m_1 + m_2) \cos \alpha v \\ Oy: m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \sin \alpha v \end{cases} \Rightarrow v = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2) \cos \alpha} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \frac{m_1 v_1}{(m_1 + m_2)} \quad \text{разделим уравнение на группы}$$

$$\frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \tan \alpha \Rightarrow \alpha = \arctg \left(\frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} \right) \quad \text{и т.д.} = \text{разделим уравнение на группы} \Rightarrow$$

$$m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \sin \left(\arctg \left(\frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} \right) \right) v$$

$$m v_2 = 2m \sin \left(\arctg \left(\frac{v_2}{v_1} \right) \right) v$$

$$v = \frac{v_2}{\sin \left(\arctg \left(\frac{v_2}{v_1} \right) \right)}$$

$$m. k. \quad m_1 = m_2 = m$$

$$m_1 + m_2 = 2m; \quad 2m v = \sqrt{m^2 v_1^2 + m^2 v_2^2}$$

$$2v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

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

ЗЦЭ:

$$E_{k1} + E_{k1} + E_{k2} + E_{k2} = E_k + E_k + Q$$

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

$$Q = \frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2 - 2v^2) = 2m c \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - \frac{v_1^2 + v_2^2}{2}}{4c} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{v_1^2 + v_2^2}{8c}$$

$$v = \frac{\sqrt{60^2 + 80^2}}{2} = 50 \left(\frac{m}{c} \right)$$

$$\Delta t = \frac{60^2 + 80^2}{8 \cdot 130} = 9,6^\circ$$

$$\left[\sqrt{\frac{m^2}{c^2} + \frac{m^2}{c^2}} = \sqrt{\frac{m^2}{c^2}} = \frac{m}{c} \right]$$

$$\left[\frac{\left(\frac{m^2}{c^2} + \frac{m^2}{c^2} \right) k c}{2m} = \frac{4m \cdot k c}{2m} \right]$$

$$= \frac{2m c}{2m} = c$$

$$\text{Итого: } v = 50 \frac{m}{c}; \quad \Delta t = 9,6^\circ$$