

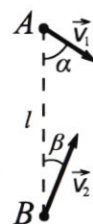
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-01

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

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

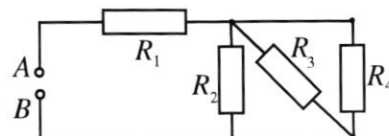
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг $^\circ\text{C}$). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

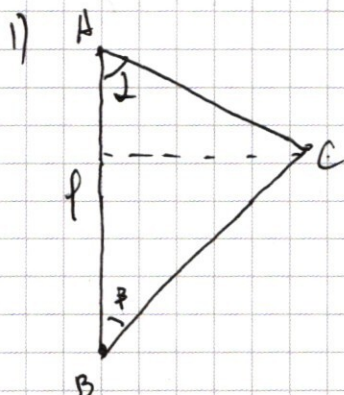
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?

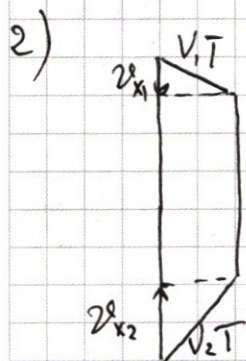


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



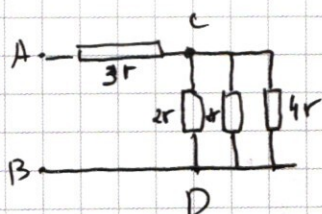
N1
C - точка встречи I - границы встречи
туда и обратно параметры одинаковы
но "высота" =>

по теор. син => $\frac{BC}{\sin 2} = \frac{AC}{\sin \beta}$
т.к. $V_2 = 2V_1 \Rightarrow BC = 2AC \Rightarrow$
 $\sin \beta = \frac{AC}{BC} \cdot \sin 2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$
 $\sqrt{3} \approx 1.73 \Rightarrow \sin \beta \approx \frac{1.73}{4} \approx 0.435$



$V_{x1} = \cos 2 V_1$ $V_{x2} = \cos \beta V_2$ ($\cos \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$)
 $l - (V_{x1} + V_{x2}) T = S$
 $T = \frac{l - S}{\cos 2 V_1 + \cos \beta V_2} = \frac{230}{5 + 5\sqrt{3}} = \frac{46}{1 + \sqrt{3}}$
 $\Rightarrow T \approx \frac{46}{1 + 1.73} \approx 10 \text{ c}$

Ответ: 1) $\frac{46}{1 + \sqrt{3}} \approx 10$ 2) $\frac{46}{1 + \sqrt{3}}$



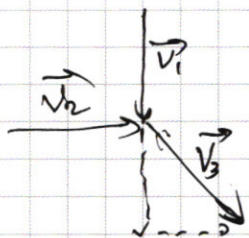
$R_{CD} = \frac{R_2 \cdot R_3 \cdot R_4}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4} = \frac{16}{4 + 8 + 8} = 0.8 \Omega$

$R_{AB} = 3.8 \Omega$ при $r = 10 \Omega$ $R_{AB} = 380 \Omega$

$I_{AB} = 1 \text{ A}$ $U_{CD} = R_{CD} \cdot I_{AB} = 0.8 \text{ В}$

$I_4 = \frac{U_{CD}}{R_4} = \frac{0.8}{40} = 0.02 \text{ A}$

Ответ: 1) 0.8Ω 2) 0.02 A .



$$mV_1^2 + mV_2^2 = 2m$$

$$2V_3^2 = V_1^2 + V_2^2 \Rightarrow 50^2 + 100^2 = 2V_3^2$$

$$V_3 = 50$$

$$\epsilon_1 = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} \quad \epsilon_2 = \frac{2mV_3^2}{2} \quad 1) V_3 = 50 \text{ м/с}$$

$$\epsilon_1 = 5000 \text{ Дж}$$

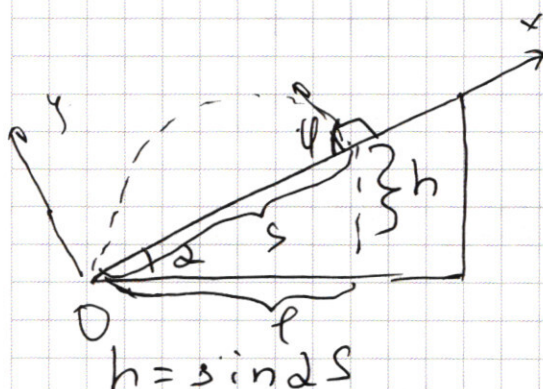
$$\epsilon_2 = 2500 \text{ Дж}$$

$$\Delta \epsilon = 2500 \text{ Дж}$$

$$m \Delta t c = 2500 \text{ Дж} \quad \Delta t = \frac{2500}{13} \text{ (19)}$$

$$\text{Ответ: } 1) 50 \text{ м/с} \quad 2) \frac{2500}{13} \text{ с}$$

2 (t-близкая магсимум)



$$OY: S_0 = V_0 \cos \varphi t - \frac{g t^2 \sin^2 \varphi}{2}$$

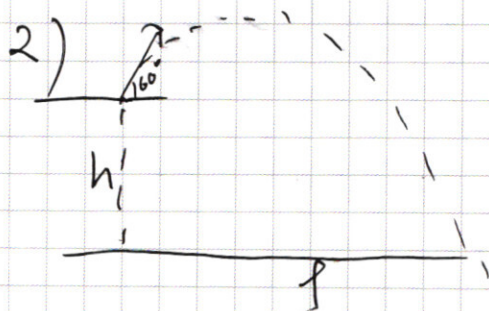
$$OX: S = V_0 \sin \varphi t - \frac{\cos^2 \varphi g t^2}{2}$$

$$S = V_0 t (\sin \varphi - \sqrt{3} \cos \varphi) - \left(\frac{V_0^2 g t^2}{4} - \frac{V_0^2 g t^2}{4} \right)$$

$$S = V_0 t (\sin \varphi - \sqrt{3} \cos \varphi)$$

$$\text{т.к. } \sin \varphi - \sqrt{3} \cos \varphi \leq \sin \varphi \leq 1 \Rightarrow$$

$$\sin \varphi - \sqrt{3} \cos \varphi = 1 \quad \text{при } \varphi = 90^\circ$$



$$\frac{h}{\sin 60^\circ} = t$$

$$\frac{800\sqrt{3}}{V_0} = t$$

$$-h = \cos 60^\circ V_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

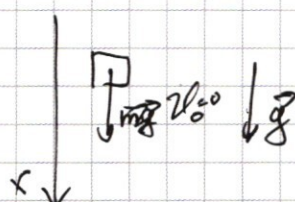
$$400 + 800 + V_0 t \sqrt{3} = 10 t^2$$

$$\frac{800 \cdot 3 \cdot 10}{V_0^2} = 800 + \frac{800 \cdot 3 \cdot V_0}{V_0}$$

$$V_0^2 = \frac{800^2 \cdot 3 \cdot 10}{3200} = \sqrt{6000} = 20\sqrt{15}$$

$$\text{Ответ: } 1) \varphi = 90^\circ \quad 2) 20\sqrt{15} \text{ м/с}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

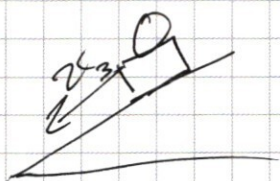


$$h = v_0 t + \frac{g t^2}{2} \quad v_2 = v_0 + g t \quad \text{т.к. } v_0 = 0$$

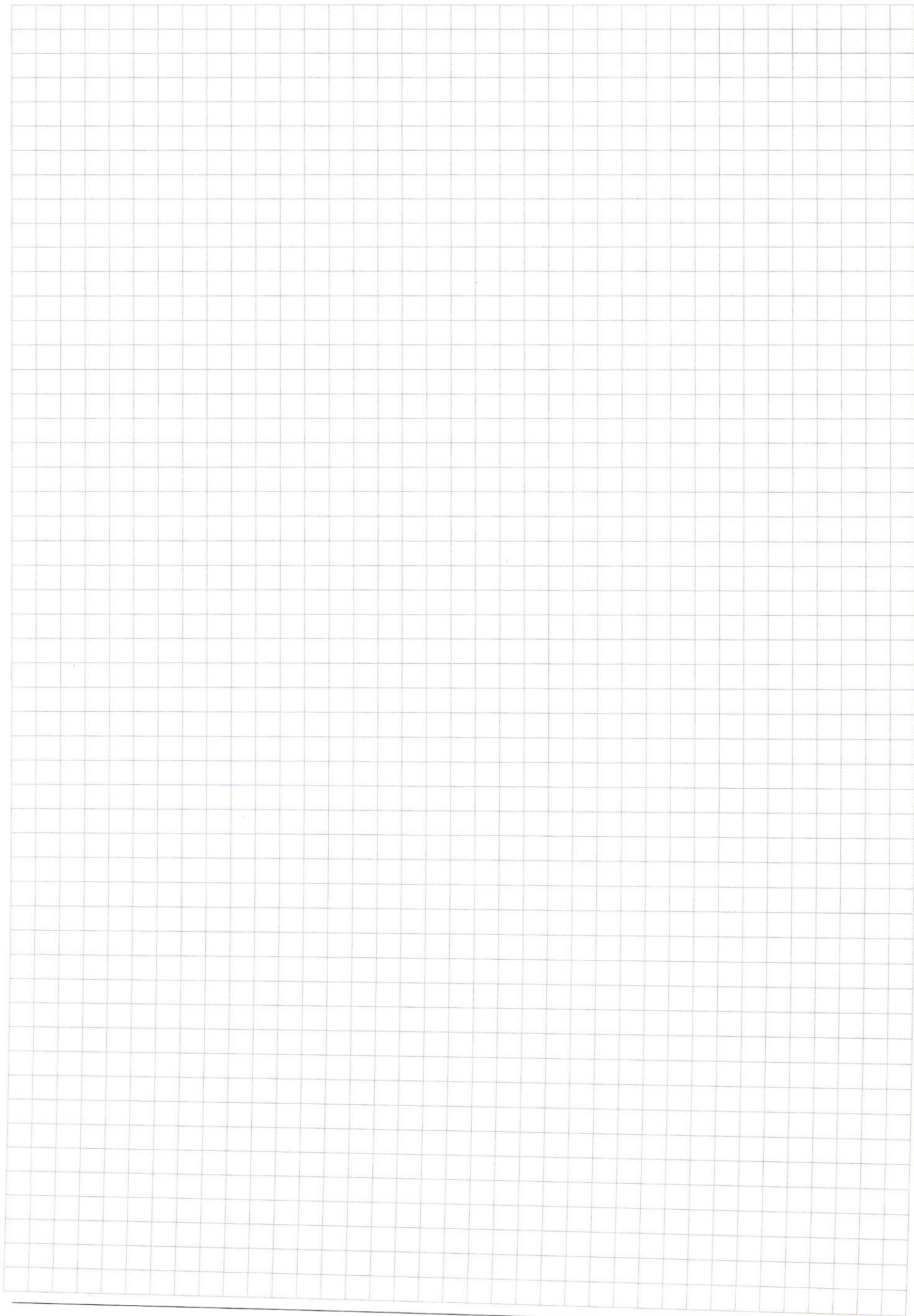
$$h = \frac{v_0^2}{g} \quad v_2 = 0.4 \text{ м/с}$$

$$m v_1 + m v_2 = 2 m v_3 \quad v_3 = \frac{v_1 + v_2}{2} = 0.4 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$$a = 0.4 \text{ м/с}^2$$



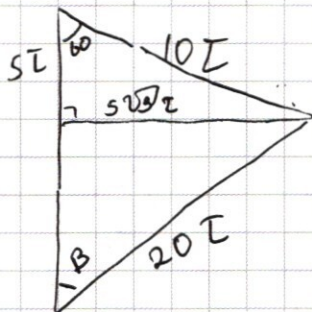
Ответ: 0.4 м/с^2 ; 1) 0.4 м/с ; 2) 0.4 м/с^2



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



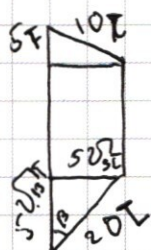
1)

$$\sin \beta \cdot 20I = 5\sqrt{3}I$$

$$\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$\begin{array}{r} 1.8 \\ \times 1.8 \\ \hline 144 \\ 180 \\ \hline 3.24 \\ \times 1.8 \\ \hline 288 \\ 518.4 \\ \hline 3.0624 \end{array}$$



$$8 \quad I(1 + \sqrt{13}) = 230$$

$$I = \frac{46}{1 + \sqrt{13}}$$

$$I = \frac{46}{4.6} = 10$$

$$3.5^2 = \frac{35}{4}$$

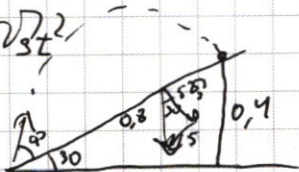
$$\begin{array}{r} 145 \\ 105 \\ 125 \\ \times 3.6 \\ \hline 216 \\ 108 \\ \hline 1236 \end{array}$$

$$V_0 \cos \varphi I - 2.5I^2 = 0.8 \quad \sim 2$$

$$V_0 \sin \varphi I - 2.5\sqrt{3}I^2 = 0$$

$$V_0 \sin \varphi I = 2.5\sqrt{3}I^2$$

$$\frac{0.8 + 2.5I}{2.5\sqrt{3}I} = \tan \varphi$$



$$V_x = \cos(\varphi + \alpha) V_0$$

$$V_y = \sin(\varphi + \alpha) V_0$$

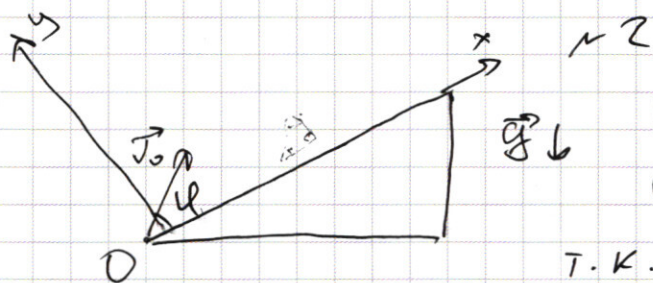
$$\frac{0.4\sqrt{3}}{V_x} = I$$

$$0.4 = V_y I - 5I^2$$

$$P = 26$$

$$P = \frac{2.5\sqrt{3}I^2 - 2.5I^2}{\tan \varphi}$$

$$P = I^2 \left(\frac{2.5\sqrt{3} - 2.5 \tan \varphi}{\tan \varphi} \right)$$



$$OY: l = V_0 \cos \varphi t - \frac{1}{2} g t^2 \cdot \sqrt{3}$$

$$OX: s = V_0 \cos \varphi t - \frac{\sqrt{3}}{4} g t^2$$

$$T.K.P. = 0 \Rightarrow S = V_0 t (\sin \varphi t - \sqrt{3} \cos \varphi)$$

$$\sin \varphi - \sqrt{3} \cos \varphi \leq \sin 30^\circ \leq \sin 90^\circ$$

$\Rightarrow$ при движении на высоте 30° $\varphi = 30^\circ$

$$V_x \cdot T = l \cdot \cos 30^\circ$$

$$V_x = \frac{1}{2} V_0$$

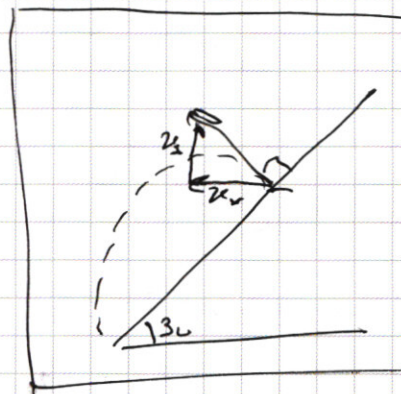
$$T = \frac{2l \cdot \cos 30^\circ}{V_0} \quad T = \frac{3l}{V_0^2}$$

$$-400 = V_y T - \frac{g T^2}{2}$$

$$V_y = \frac{\sqrt{3}}{2} V_0$$

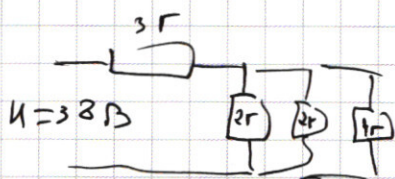
$$\frac{3}{2} l - \frac{3l g}{V_0^2} = -400$$

$$V_0^2 = \frac{1200 + 400}{185 \cdot 800^2} = \frac{40^2}{800 \sqrt{15}} \quad V_0 = \frac{1}{20 \sqrt{15}}$$



$$-m_1 V_1 + m_2 V_2 = (m_1 + m_2) V_3$$

$$V_3 = \frac{V_2 - V_1}{2} = 10 \text{ м/с}$$



$$\frac{1.4 r^2}{1 + 4 r^2} = 0.8 r + 3 \Rightarrow R_{AB} = 3.8 \text{ k}$$

$$R_{AB} = 3.8 \text{ Ом}$$

$$I = 1 \text{ A}$$

$$I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = E$$

$$I_2 + I_3 + I_4 = I$$

$$I_3 R_3 = I_4 R_4$$

$$2 I_4 = I_3$$

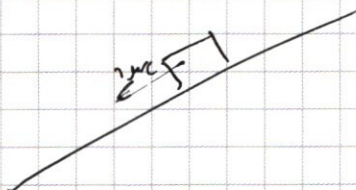
$$E = 2 I_4 \quad 2 I_4 \quad I_4 = 3 \text{ C}$$

$$I_4 = \frac{E}{R_4} = 0.2 \text{ A}$$

$$0.4 \text{ A}$$

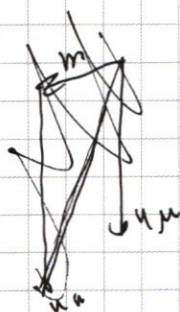
$$0.4 \text{ A}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$0,8 = \frac{gt^2}{2}$$

$$0,16 = t^2 \quad t = 0,4 \text{ c} \quad V_2 = 4 \text{ м/с}$$



$$1 \cdot m + 4 \cdot m = 2 \cdot (2m) \quad \boxed{V_2 = 2,5 \text{ м/с}}$$

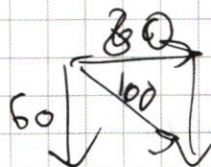
$$E_1 = 500 \text{ m}$$

$$E_2 = 250 \text{ m}$$

$$\begin{array}{r} 360 \\ + 640 \\ \hline 1000 \end{array}$$

$$m \Delta x =$$

$$00$$



$$250 + 490 = 740$$

$$2m \cdot \Delta x^2 = 2m \Delta x \Delta t$$

$$\Delta t =$$

$$1000$$

$$200$$

$$E_1 = \frac{m 360}{2} + \frac{640m}{2} = 500m$$

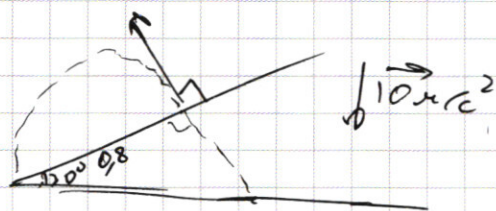
$$E_2 = \frac{2m \cdot 10^2}{2} = 100m$$

$$\Delta E = 400m = Q$$

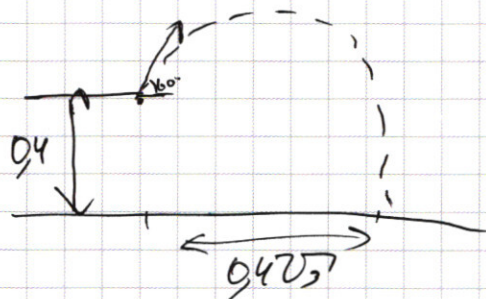
$$Q = 2m \Delta E$$

$$c \Delta E = 200$$

$$\Delta t = \frac{200}{13}$$



$V_0 = ?$



$$\frac{0.425}{V_x} = t$$

$$\frac{800 \sqrt{3}}{V_0} = t$$

$$-400 = V_y t - \frac{g t^2}{2}$$

$$5 t^2 = V_0 \frac{\sqrt{3}}{2} t + 400$$

$$10 t^2 - V_0 \sqrt{3} t + 400 = 0$$

$$\frac{800^2 \cdot 10 \cdot 3}{V_0^2} = 2400 + 400$$

$$V_0^2 = \frac{800^2 \cdot 10 \cdot 3}{28} = \frac{40^2 \cdot 10 \cdot 3}{7}$$

$$V_0 = 40 \sqrt{\frac{30}{7}} \text{ м/с}$$



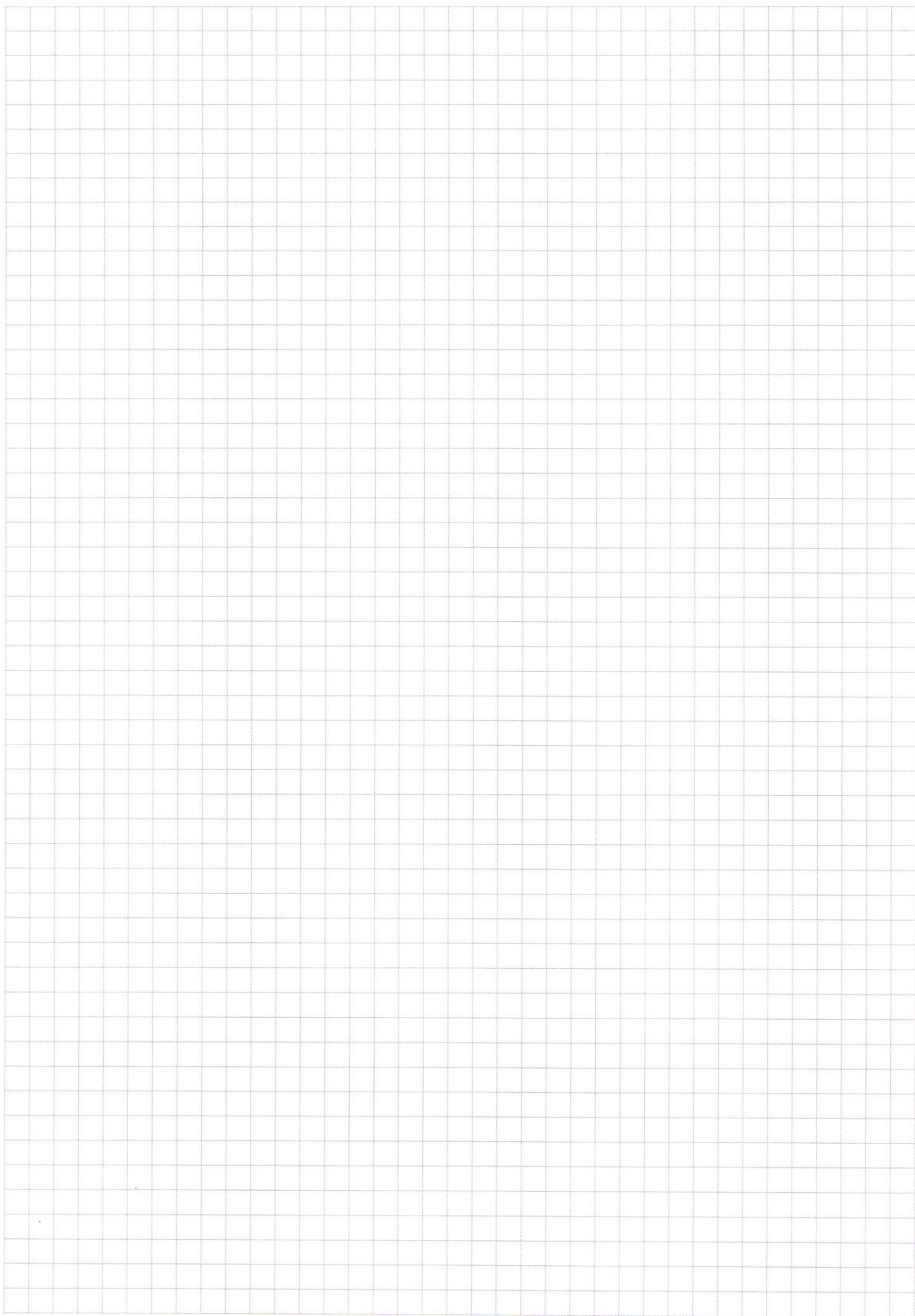
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)