

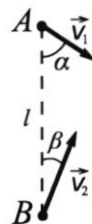
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-01

Класс 09

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

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

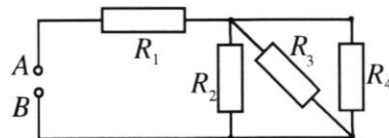
2) На сколько Δt (°C) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг·°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

1.

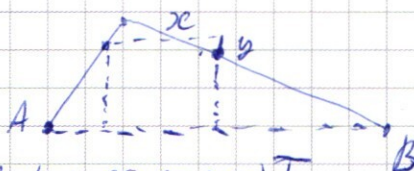


t - время до встречи

$$v_1 t \cdot \sin \alpha = v_2 t \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{v_1 \sin \alpha}{v_2} = 0,425$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} \approx 0,9$$



$$S = 770 \text{ м}$$

$$x = 1000 - (v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta) T$$

$$y = T \cdot |v_1 \sin \alpha - v_2 \sin \beta|$$

$$x^2 + y^2 = S^2$$

$$x = 1000 - T(5 + 18) = 1000 - 23T$$

$$y = 0$$

$\Downarrow$

$$x^2 = S^2$$

$$x = S$$

$$1000 - 23T = 770$$

$$23T = 230$$

$$T = 10 \text{ с}$$

Ответ: 1) 0,425 2) 10.

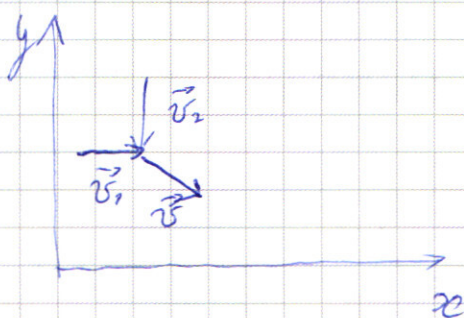
4.

$\Delta t = ?$

$$C = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$v_1 = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



ЗСМ!

$$\text{Ох: } mv_1 + m \cdot 0 = 2m \cdot v_{xc}$$

$$v_{xc} = \frac{v_1}{2}$$

$$\text{Оу: } m \cdot 0 + m \cdot v_2 = 2m \cdot v_{yc}$$

$$v_{yc} = \frac{v_2}{2}$$

$$v^c = \frac{1}{2} \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ЗСЭ:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^c^2}{2} + Q$$

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

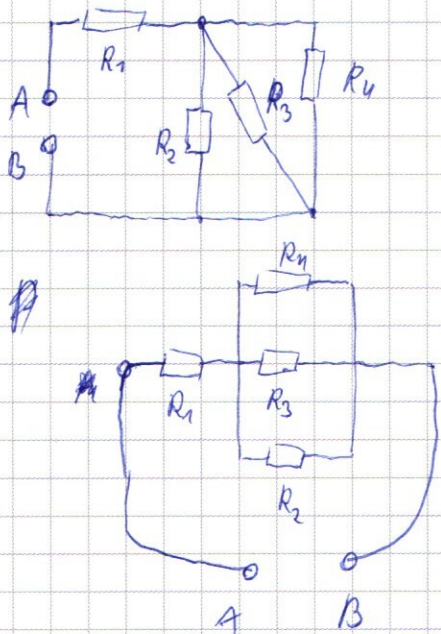
$$1800 + 3200 = 625 + 130 \Delta t$$

$$\Delta t = 33,5^\circ\text{C}$$

$$\text{Ответ: } 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}; 33,5^\circ\text{C}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.



$$R_{AB} = 3r + \frac{1}{\frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r}} = 3,8r = 38 \Omega$$

$$I_{AB} = \frac{U}{R_{AB}} = 1 A$$

$$I_4 R_4 = I_3 R_3 = I_2 R_2 \quad R_2 = R_3 \Rightarrow I_2 = I_3$$

$$I_4 + I_3 + I_2 = I_{AB} \Rightarrow I_4 + 2 I_3 = I_{AB}$$

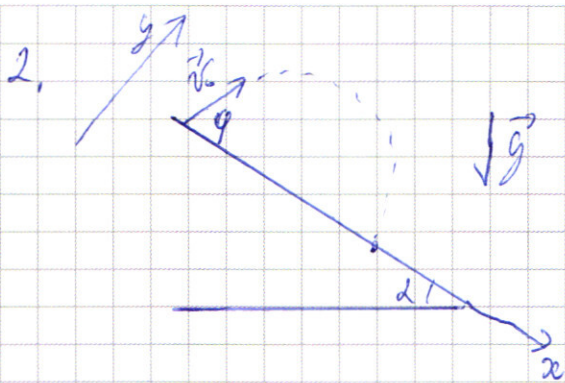
$$I_4 R_4 = \frac{I_{AB} - I_4}{2} R_3$$

$$4 I_4 R_4 = \frac{I_{AB} - I_4}{2} \cdot 2 R_4$$

$$4 I_4 = I_{AB} - I_4$$

$$I_4 = \frac{I_{AB}}{5} = 0,2 A$$

Ответ: $3,8r$; $0,2 A$



$$(1) x = v_0 \cos \varphi t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$(2) y = v_0 \sin \varphi t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$(2)': 0 = v_0 \sin \varphi t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$\Downarrow$$

$$v_0 = \frac{g \cos \alpha t^2}{2 \sin \varphi t} = \frac{g \cos \alpha t}{2 \sin \varphi}$$

$$(1)': 800 = \frac{g t^2 \cos \alpha \cos \varphi}{2 \sin \varphi} + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

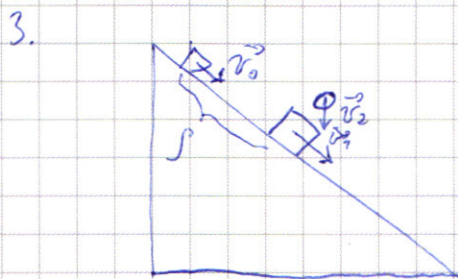
$$160 = t^2 (\operatorname{ctg} \varphi \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$\operatorname{ctg} \varphi \cos \alpha \text{ min при } \varphi = 90^\circ$$

$$t^2 = \frac{160}{\sin \alpha} = 320$$

$$v_0 = \frac{5\sqrt{3} \cdot \sqrt{320}}{2} = 20\sqrt{15} = 78 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } 90^\circ; 78 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$h = \frac{v_2^2}{2g} \quad v_2 = \sqrt{2gh} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_0 \Rightarrow v_1 = v_0 - at \quad h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = 0,4 \text{ с}$$

$$(1) \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \mu mg \cos \alpha l$$

$$l = \frac{v_0 + v_1}{2} t$$

$$(2) l = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2a}$$

$$(2) \text{ б (1): } a = \mu g \quad (3)$$

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

$$\mu = \operatorname{tg} \alpha \quad (4)$$

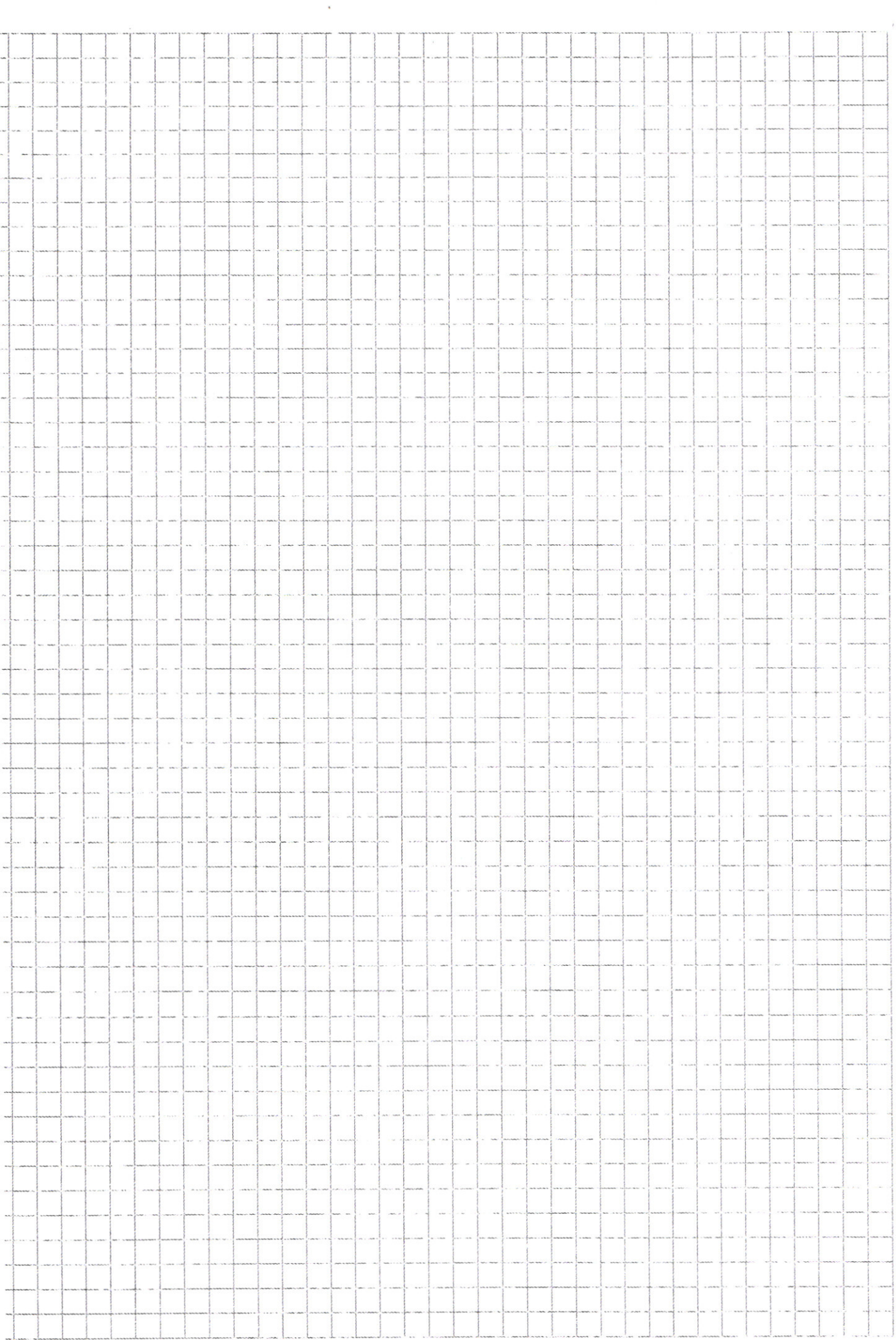
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$(4) \text{ в } (3) : \quad a = g \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{g}$$
$$\cos^2 = \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2} = \frac{g^2}{a^2 + g^2}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = ma \frac{g}{\sqrt{a^2 + g^2}}, \quad \frac{v_2 + v_1}{2} t$$

$$v_2 = v_1 + at$$

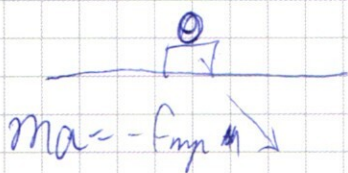
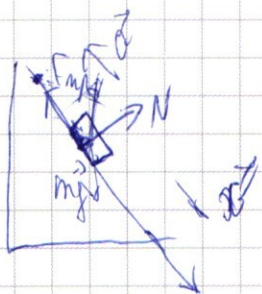
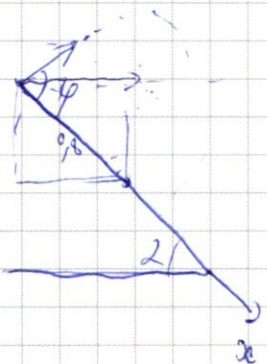
$$\frac{(v_1 + at)^2}{2} - \frac{v_1^2}{2} = \frac{ag}{\sqrt{a^2 + g^2}} t$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$ma = -F_{fr}$$

$$1 - \cos^2 = \frac{\lg^2}{1 + \lg^2}$$

$$\frac{1 + \lg^2 - \lg^2}{1 + \lg^2}$$

$$\frac{v_0^2}{2} - \frac{v_1^2}{2} = a \cos$$

$$x = v_0 \cos(\alpha)$$



$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = \frac{v_0^2 + v_1^2 \sin^2 \alpha}{2}$$

$$v_x = \frac{v_0 + v_2 \cos 50^\circ}{2}$$

$$v = v_0 \cos \alpha$$

$$-ma = -F_{fr} + mg \sin \alpha$$

$$F_{fr} = 2 \mu mg$$

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

$$\mu = \tan \alpha$$

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

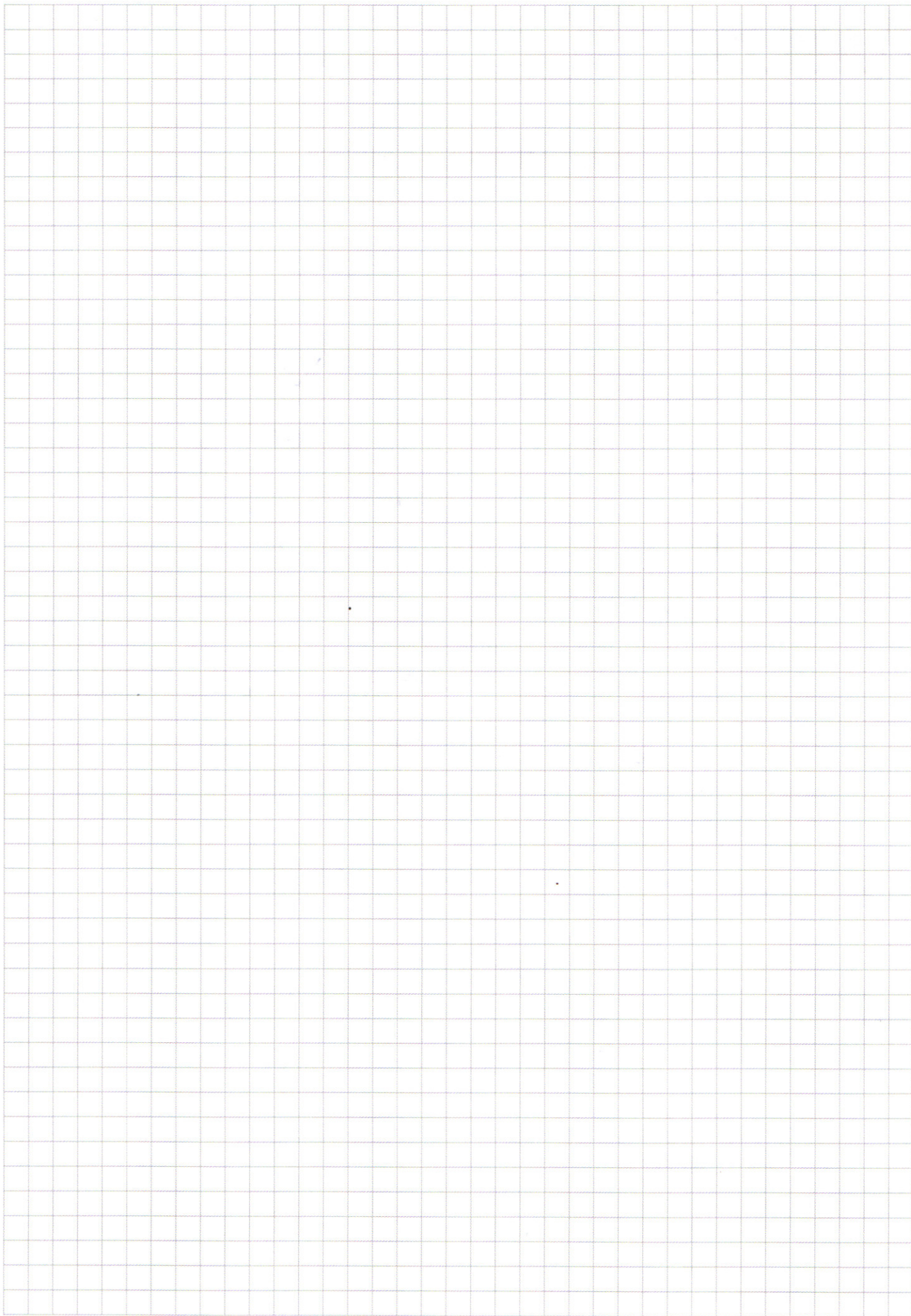
$$\mu mg \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \mu mg s$$

$$s = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2a}$$

$$s = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$a = \mu g$$

$$\frac{v_0 + v_1}{2} t$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\sin = 0,425$$

$$\cos = \sqrt{1 - 0,425^2} \approx 0,9$$

$$20 \cdot 39 = 780$$

$$\begin{array}{r} 0,425 \\ \times 20 \\ \hline 8,500 \\ + 780 \\ \hline 8880 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 28 \\ \hline 224 \\ + 2240 \\ \hline 784 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 38 \\ \times 38 \\ \hline 304 \\ + 3040 \\ \hline 1444 \end{array}$$

$$\frac{\cos 60}{\sin 60}$$

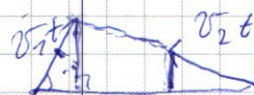
$$\begin{array}{r} 47 \\ \times 47 \\ \hline 329 \\ + 3290 \\ \hline 2209 \end{array}$$

$$20 \cdot \frac{9}{10} = 18$$

$$10\sqrt{3} - 20 \cdot 0,425 = 8,5 -$$

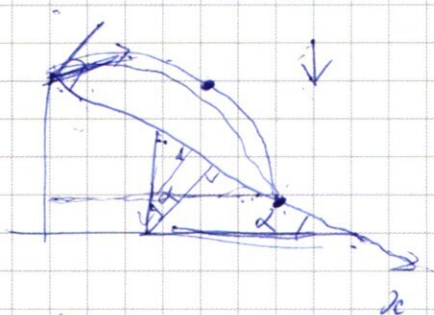
$$\operatorname{ctg} \varphi \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \operatorname{ctg} \varphi = \frac{\sqrt{3}}{3}$$



$$v_1 \cdot \sin \alpha = v_2 \cdot \sin \beta$$

2)



$$80 = \frac{g t^2}{2} \left(\frac{\cos^2 \varphi}{\sin \varphi} + \frac{1}{4} \right)$$

$$x = v_0 \cos \varphi t + \frac{g \sin^2 t}{2} = 15,21$$

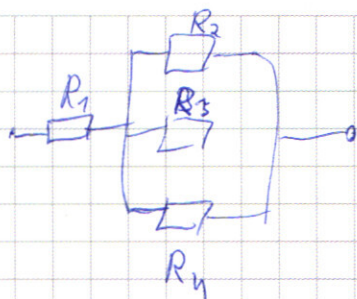
$$y = v_0 \sin \varphi t - \frac{g \cos^2 t}{2}$$

$$v_0 \sin \varphi = \frac{g \cos^2 t}{2}$$

$$v_0 = \frac{g \operatorname{ctg} \varphi \cos^2 t}{2 \sin \varphi}$$

$$800800 = \frac{g t^2 \cos^2 \varphi}{2 \sin \varphi} + \frac{g \sin^2 t}{2}$$

8.



$2R \ 3r \ 4$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r}$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{2+2+1}{4r}$$

$$R_0 = \frac{4}{5} r$$

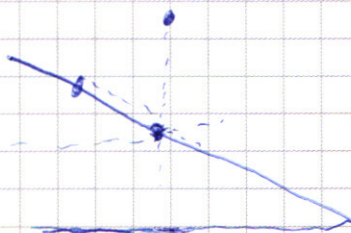
$$I_{4R_4} = \frac{I_{AB} - I_{4R_3}}{2}$$

$$4R I_4 = \frac{1 - I_4}{2} \cdot 2R$$

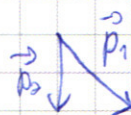
$$4I_4 = 1 - I_4$$

$$5I_4 = 1$$

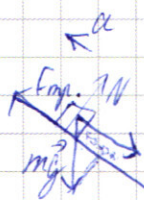
$$I_4 = 0,2$$



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



$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} =$$



$$v_1 = v_0 - at$$

$$-ma = mg \sin \alpha - F_{np}$$

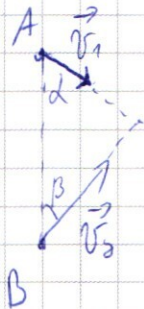
$$+ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$



$$h = \frac{v_2^2}{2g} \quad v_2 = \sqrt{2gh} = 4 \frac{m}{c}$$

$$h = gt^2/2 \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{0,16} = 0,4 c$$

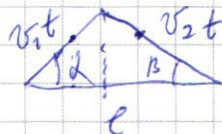
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\vec{v}_2 = \vec{v}_1 - \vec{v}_3$$

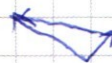


$$\vec{v}_1 - \vec{v}_3$$



$$\vec{v}_1 - \vec{v}_3$$

$$\vec{v}_1 - \vec{v}_3$$



$$(\vec{v}_2 t)^2 = \ell^2 + v_1^2 t^2 - 2\ell v_1 t \cos \alpha$$

$$400 \vec{v}_2 t^2 = \ell^2 + 10^6 + 100 t^2 - 2 \cdot 1000 \cdot 10^4 t$$

$$300 t^2 + 10^4 t - 10^6 = 0$$

$$D = 10^8 + 1200 \cdot 10^6 = 10^8 (1300) = 10^3 \cdot 1300$$

$$t_1 = \frac{-10^4 + 10^4 \cdot 3,6}{600} = \frac{2,6 \cdot 10^4}{600} = 43,3 \text{ c}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{36} \\ 36 \\ 2166 \\ 2166 \\ \hline 2356 \\ 108 \\ \hline 12,96 \end{array}$$

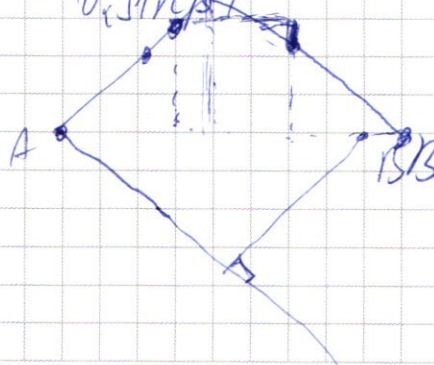
$$\vec{v}_1 t \cdot \vec{v}_3$$

$$v_1 t \cdot \sin \alpha = v_3 t \cdot \sin \beta$$

$$10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} / 20 = \frac{5 \cdot 1,7}{20} = \frac{1,7}{4}$$

$$x = v_1 \cos \alpha T - v_3 \cos \beta T$$

$$y = v_1 \sin \alpha T - v_3 \sin \beta T$$

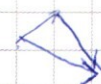


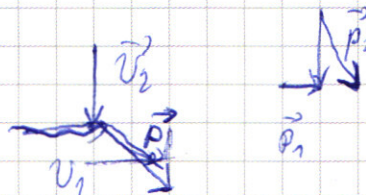
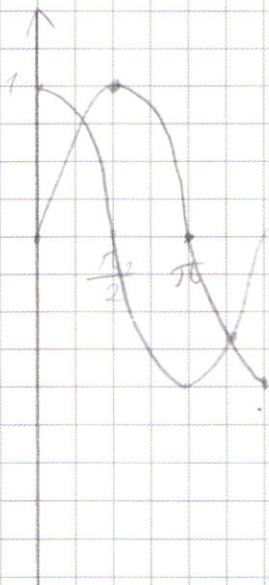
$$\begin{array}{r} 2600,0 \\ 2400 \\ \hline 2000 \\ 1800 \\ \hline 2000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15040 \\ 96010,425 \\ \hline 100 \\ 10 \\ \hline 200 \end{array}$$

$$425 \cdot 40$$

$$\vec{v}_1 - \vec{v}_2$$





$$Q_x: m v_1 + m v_2 = 2m v_3$$

$$m v_1 + 0 = 2m v_3$$

$$Q_y: m v_2 = 2m v_3 y$$

$$v_3 = \frac{v_1}{2}$$

$$v_3 = \frac{v_2}{2}$$

$$v = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 26 \frac{m}{c}$$

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

$$3600 + 6400 = 2v^2 + Q$$

$$5000 - 926 = 4074$$

$$\begin{array}{r} 4074 \overline{) 730} \\ \underline{390} \\ 475 \\ \underline{390} \\ 850 \end{array}$$