

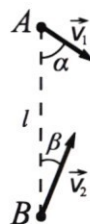
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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.

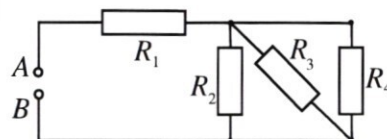
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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

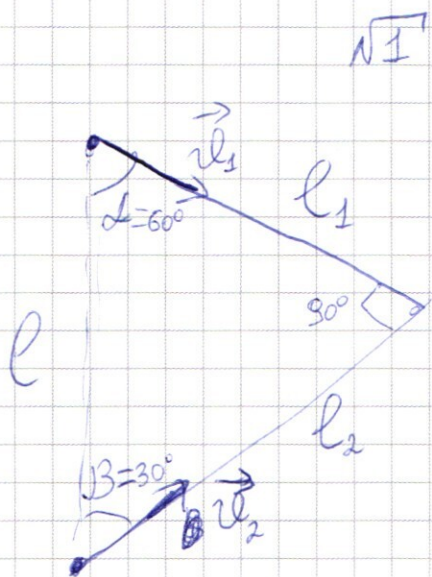
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

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



$$1) \quad l_1 = v_1 \cdot \Delta t = l \cos \alpha$$

$$l_2 = v_2 \Delta t = l \cos \beta$$

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

$$v_2 = \frac{v_1 \cos \beta}{\cos \alpha} = \boxed{13,7 \text{ м/с}}$$

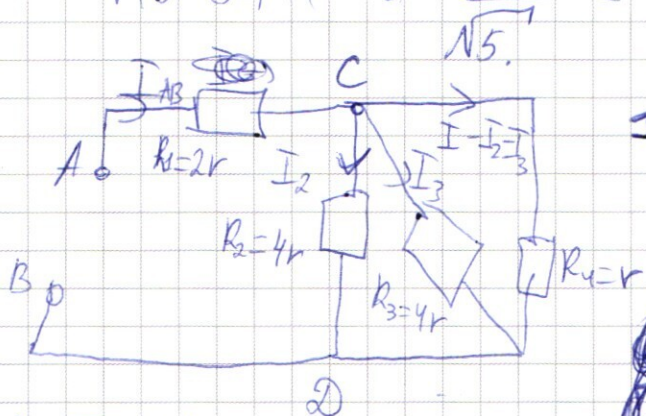
$$2) \quad y_1 = v_1 T \sin \alpha$$

$$y_2 = v_2 T \sin \beta$$

$$x_1 = v_1 T \cos \alpha$$

$$x_2 = v_2 T \cos \beta$$

$$S = \sqrt{(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2} = \boxed{565 \text{ м}}$$



$$1) \quad R_{\text{ср}} = \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right)^{-1} =$$

$$= \frac{2}{3} r$$

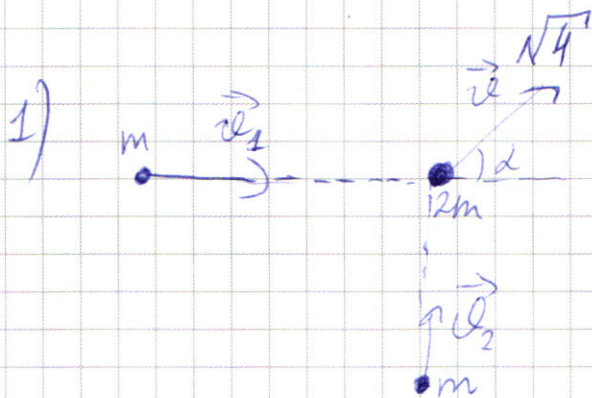
$$R_{AB} = R_1 + R_{\text{ср}} = \boxed{\frac{8}{3} r}$$

$$2) \quad \frac{I}{\frac{8}{3} r} = \frac{U}{\frac{8}{3} r}; \quad I_2 \cdot 4r = I_3 \cdot 4r; \quad I_2 = I_3; \quad I_2 \cdot 4r = \left(\frac{I}{2} - I_2 \right) \cdot r$$

$$I_2 = \frac{I_{AB}}{6}; \quad U_{\text{ср}} = I_2 \cdot 4r = \frac{I_{AB} \cdot 4r}{6} = \frac{3 \cdot \frac{2}{3} U}{6} = \frac{1}{4} U;$$

$$P_2 = \frac{(U_{\text{ср}})^2}{4r} = \frac{U^2}{64r} = \boxed{\frac{1}{6} B_T}; \quad P_3 = P_2 = \boxed{\frac{1}{6} B_T}; \quad P_4 = \frac{(U_{\text{ср}})^2}{r} = \boxed{\frac{2}{3} B_T}$$

$$P = \frac{(U_{\text{ср}})^2}{R_{\text{ср}}} = \frac{U^2 \cdot 3}{16 \cdot \frac{2}{3} r} = \frac{3 U^2}{32 r} = \boxed{1 B_T}$$



$$\begin{cases} m v_1 = 2m v \cos \alpha \\ m v_2 = 2m v \sin \alpha \end{cases}$$

$$v_1 = 2v \cos \alpha$$

$$v_2 = 2v \sin \alpha$$

$$v_1^2 = 4v^2 \cos^2 \alpha$$

$$v_2^2 = 4v^2 \sin^2 \alpha$$

$$v_2^2 = 4v^2 (1 - \cos^2 \alpha) = 4v^2 - v_1^2$$

$$v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} = 40 \text{ м/с}$$

$$2) \quad \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{2m v^2}{2} + 2cm \Delta t; \quad | :2$$

$$v_1^2 + v_2^2 - 2v^2 = 4c \Delta t$$

$$4v^2 - v_1^2 + v_1^2 - 2v^2 = 4c \Delta t$$

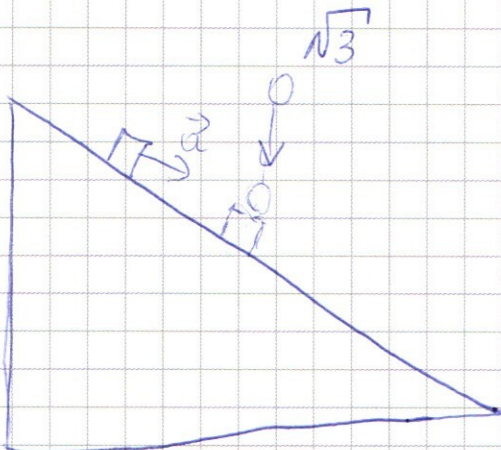
$$2v^2 = 4c \Delta t$$

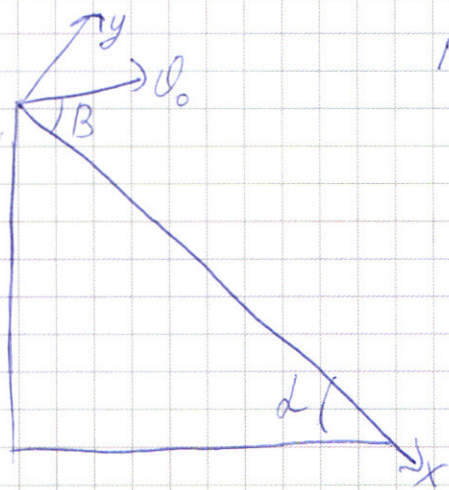
$$c = \frac{v^2}{2\Delta t} = 230 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $v = gT = \boxed{2 \text{ м/с}}$

2) $m v_1 \cos 90^\circ - 2 + m v_2 = 0$
 $ma = mg \sin \alpha$
 $a = g \sin \alpha$
 $v_1 \sin \alpha = -v_2$
 $v_2 = \boxed{-\frac{v_1 \cdot a}{g} = -0,4 \text{ м/с}}$





$\sqrt{2}$

$$1) y = v_0 t \sin B - g \frac{\cos^2 \alpha}{2} t^2$$

$$x = v_0 t \cos B + g \frac{\sin^2 \alpha}{2} t^2$$

$$\frac{gt^2}{2} = \frac{x - v_0 t \cos B}{\sin \alpha}$$

$$y = v_0 t \sin B - (x + v_0 t \cos B) \operatorname{ctg} \alpha$$

$$t = \frac{y + x \operatorname{ctg} \alpha}{v_0 (\sin B + \cos B \operatorname{ctg} \alpha)}$$

$$\frac{dt}{dB} = 0;$$

$$(\sin B + \cos B \operatorname{ctg} \alpha)^{-2} \cdot (\cos B - \sin B \operatorname{ctg} \alpha) = 0;$$

$$\cos B = \sin B \operatorname{ctg} \alpha$$

$$\operatorname{ctg} B = \operatorname{ctg} \alpha;$$

$$B = \alpha \approx \arccos 0,6 \approx 42^\circ;$$

$$2) y = v_0 t \sin B - g \frac{\cos^2 \alpha}{2} t^2 = 0;$$

$$\cancel{v_0 t \sin B} = g \frac{\cos^2 \alpha}{2} t^2 \quad \alpha \approx B;$$

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

$$t = \frac{2v_0 \operatorname{tg} \alpha}{g};$$

$$S = v_0 t \cos B - g \frac{\sin^2 \alpha}{2} t^2 = \frac{2v_0^2 \sin \alpha}{g} - \frac{g \sin^2 \alpha}{2} \cdot \frac{4v_0^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{g^2} =$$

$$= \frac{2v_0^2 \sin \alpha (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha)}{g} \quad v_0 = \sqrt{\frac{Sg}{2 \sin \alpha (1 - \operatorname{tg}^2 \alpha)}} = \sqrt{\frac{240000}{7}} \text{ м/с}$$

$$L_{\max} = 2v_0^2 \frac{\cos B \sin B}{\cos^2 \alpha} - \frac{g}{2} \frac{4v_0^2}{g^2} \cdot \frac{\sin^2 B}{\cos^2 \alpha} = \frac{2v_0^2}{g} (\sin B \cos B - \frac{\sin^2 B \cdot \sin \alpha}{\cos^2 \alpha})$$



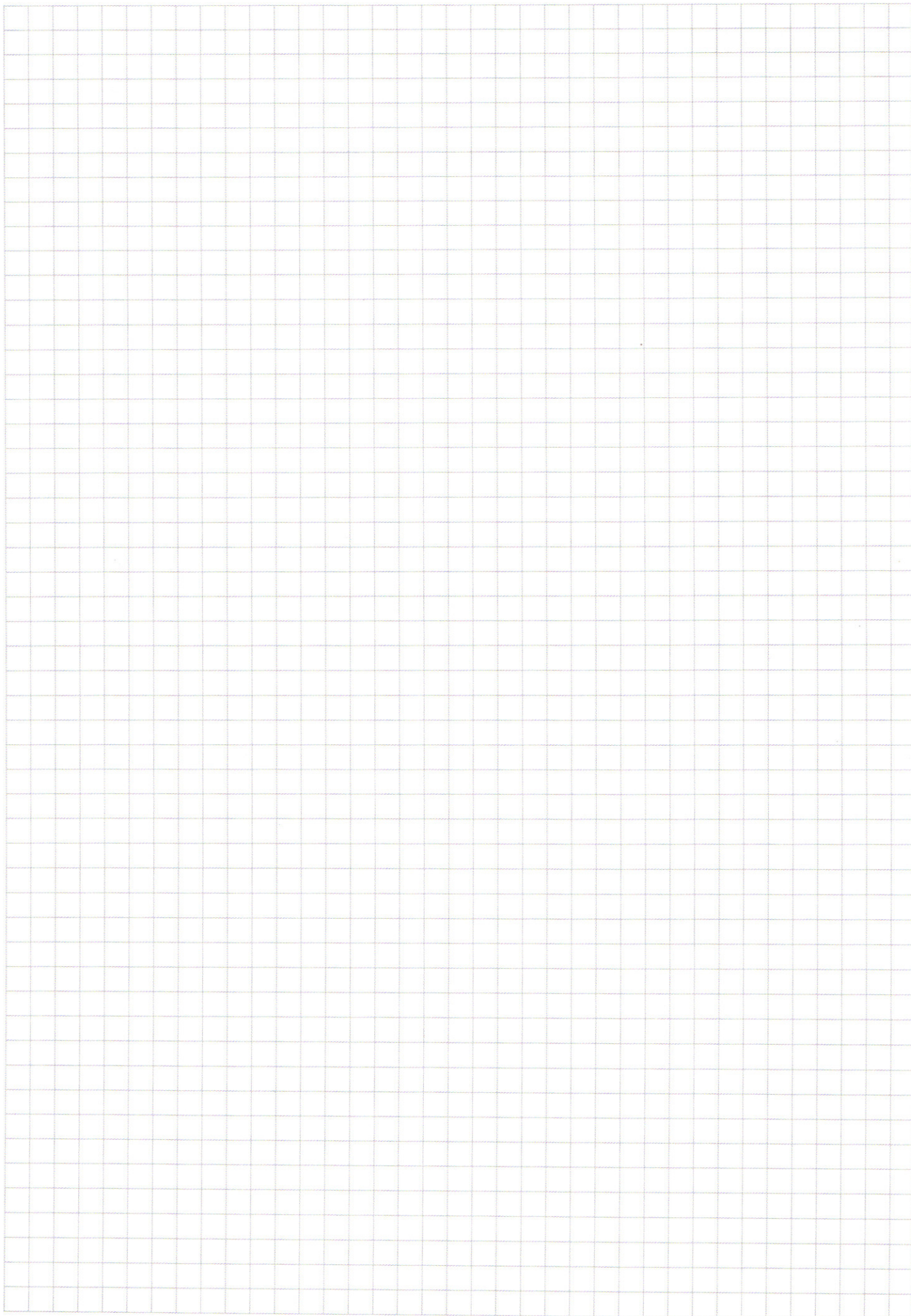
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

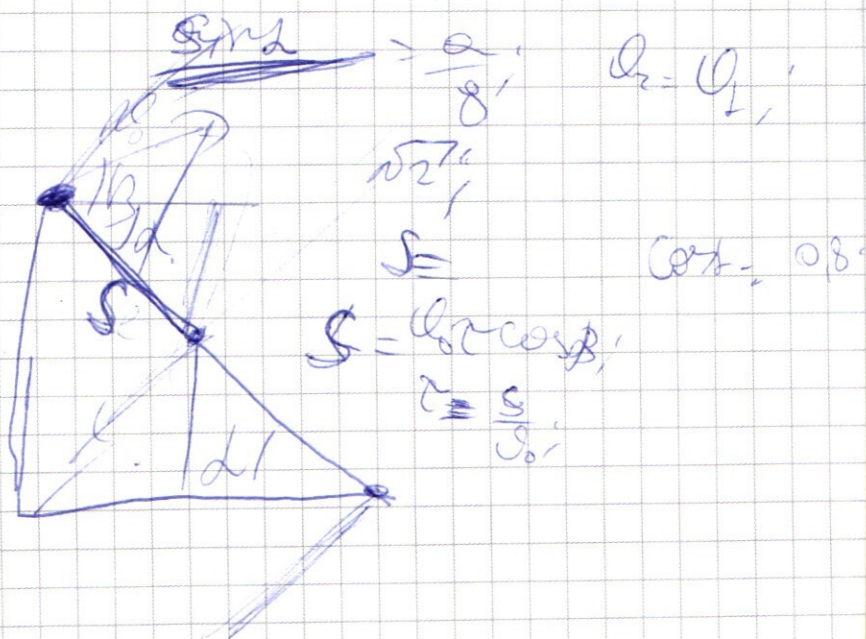
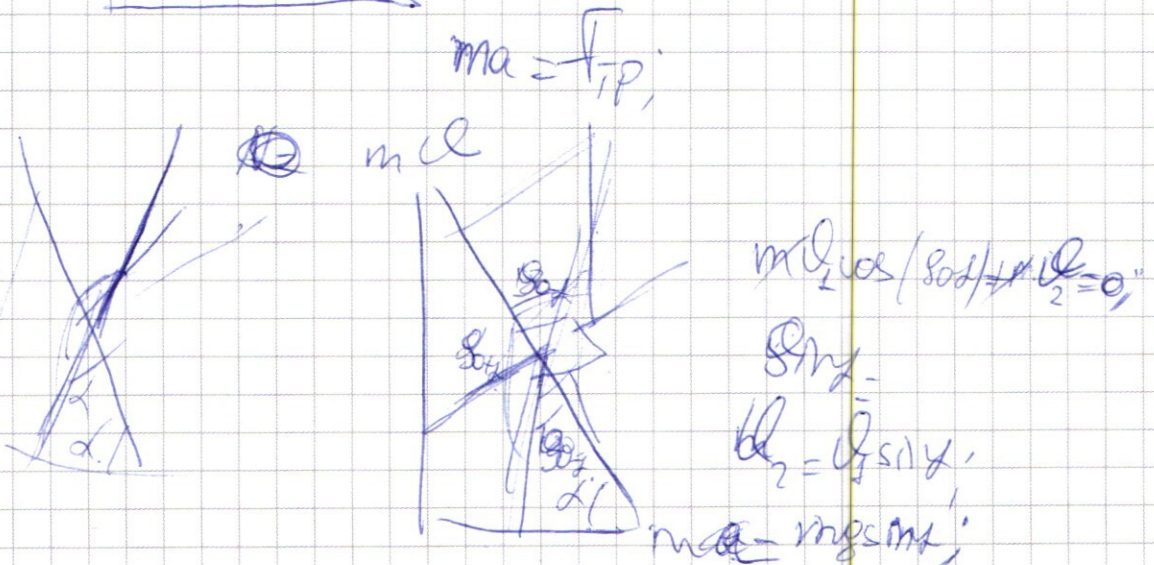
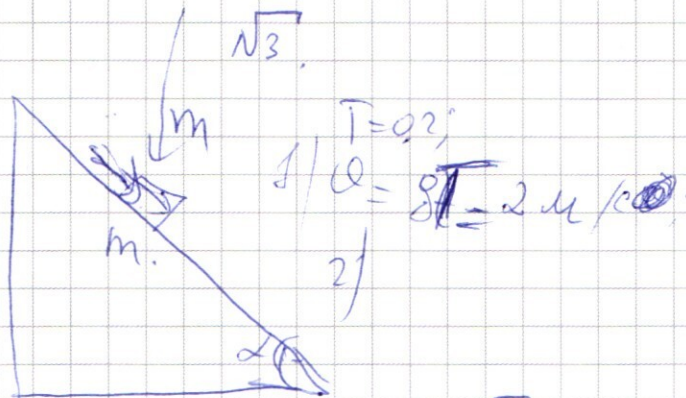
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

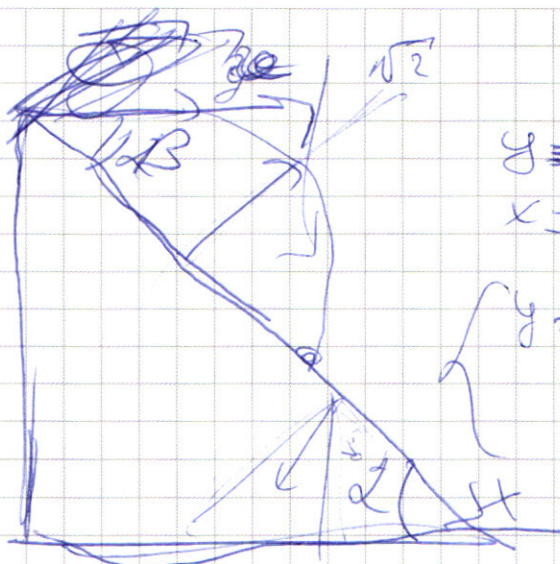


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$$y = V_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{2}$$

$$x = V_0 t \cos \alpha + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$y = V_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{2}$$

$$x = V_0 t \cos \alpha + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$(\sin \alpha + \cos \alpha \tan \alpha) \cdot \frac{1}{\cos \alpha} = 0;$$

$$V_0 t = \frac{y + \frac{g t^2}{2} \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$x = \frac{y + \frac{g t^2}{2} \cos \alpha \cos \alpha + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}}{\sin \alpha}$$

$$\frac{g t^2}{2} = \frac{x - V_0 t \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$(-2) (\sin \alpha + \cos \alpha \tan \alpha) \cdot (\cos \alpha - \sin \alpha \tan \alpha) = 0;$$

$$y = V_0 t \sin \alpha \quad x = V_0 t \cos \alpha \cos \alpha;$$

$$\sin \alpha + \cos \alpha \tan \alpha = 0;$$

$$-\tan \alpha = \tan \alpha;$$

$$\tan \alpha = \tan \alpha;$$

$$\alpha = \alpha;$$

$$\alpha = \alpha;$$

$$y = V_0 t \sin \alpha - (x + V_0 t \cos \alpha) \tan \alpha$$

$$\frac{y}{\sin \alpha + \sin \alpha \tan \alpha}$$

$$\frac{0,6}{0,8} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{10}$$

$$\frac{7}{16}$$

$$1,2 \cdot \frac{3}{16} = \frac{7}{16}$$

$$\frac{21}{40}$$

$$2 \cdot \frac{7}{16} = \frac{21}{40}$$

$$\alpha = \alpha = \arcsin(0,8) = 45;$$

$$V_0 \sin \alpha \cos \alpha \tan \alpha$$

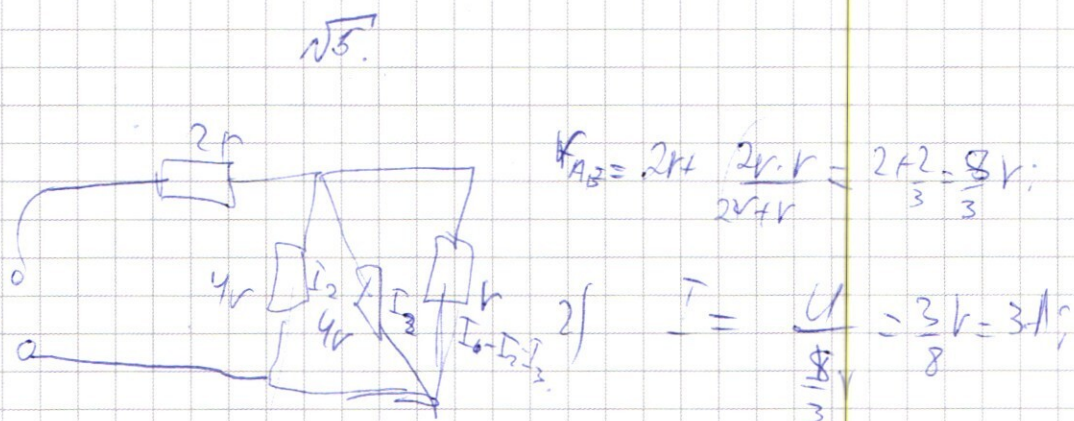
$$\frac{dt}{d\alpha} = 0; \left(\frac{1}{\sin \alpha + \cos \alpha \tan \alpha} \right)' = 0;$$

$$\frac{18000 \cdot 40}{217} =$$

$$\frac{60000 \cdot 40}{7} =$$

$$9,5$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



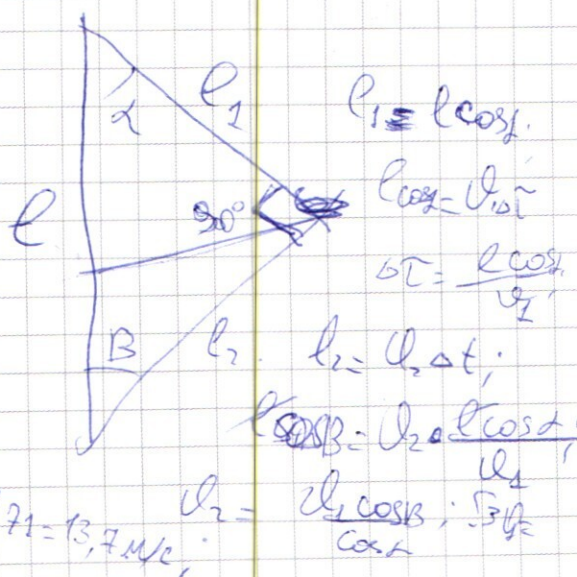
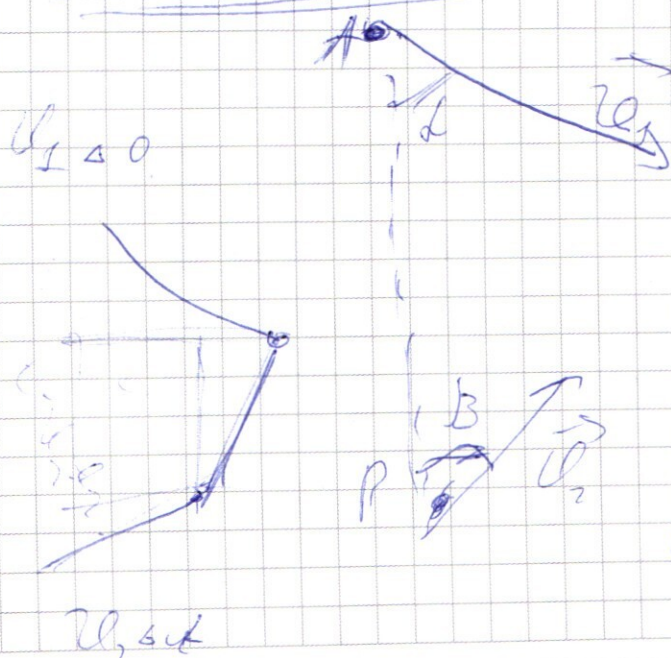
$$I_2 \neq I_3;$$

$$I_2 4r = (I - 2I_2) r.$$

$$4I_2 = I - 2I_2, \quad I_2 = \frac{I}{6}, \quad U_1 \sin \alpha$$

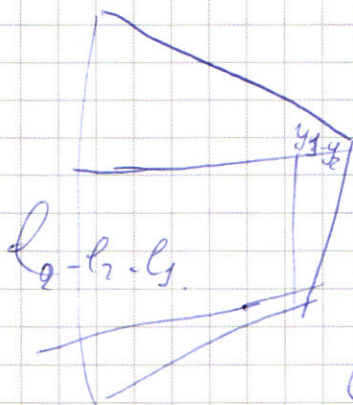
$$U_2 = U_3 = U_4 = \frac{2}{3} I R = \frac{2}{3} \cdot \frac{4}{8} \cdot r = \frac{U}{4};$$

$$P_2 = \frac{\left(\frac{U}{4}\right)^2}{\frac{2}{3}r} = \frac{3U^2}{32r} = \frac{3 \cdot 64}{32 \cdot 6} = 1 \text{ Вт};$$



$$a) U_2 = \frac{U_1 \cos \alpha}{\cos \beta} = 13,7 \text{ V};$$

8/



$$U_1 \sin \alpha$$

$$U_2 \sin \beta$$

$$U_2 = U_1 \cos \alpha$$

$$U_2 = U_1 \cos \beta$$

$$l - l_2 - l_3 = l - U_1 \cos \alpha - \frac{U_1 \cos \beta}{\cos \beta} =$$

$$= l - U_1 \cos \alpha - \frac{U_1 \cos \beta}{\cos \beta} = l - U_1 \cos \alpha - \frac{U_1 \cos \beta}{\cos \beta}$$

$$= \frac{3}{4} + \frac{1}{4} \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{2,25 \cdot 8}{1,71} \approx 235$$

$$\begin{array}{r} 12500 \quad 154 \\ 108 \quad 230 \\ \hline 170 \\ 162 \\ \hline 80 \end{array}$$

$$= 800 - 235 = 565 \text{ H}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 27 \\ \hline 161 \\ 46 \\ \hline 621 \end{array}$$

$$\frac{mU_1^2 + mU_2^2}{2} = \frac{2mU^2}{2} + C m \Delta t$$

$$C = \frac{U_1^2}{2 \Delta t}$$

$$2 C \Delta t = U_1^2 + U_2^2 - 2 U^2$$

$$C = \frac{U_1^2 + U_2^2 - 2 U^2}{2 \Delta t}$$

$$= \frac{2500 - 800}{2 \Delta t}$$

$$= 1250 \approx$$

$$8,4$$

$$= 22$$

$$mU_1 = 2mU \cos \alpha$$

$$mU_2 = 2mU \sin \alpha$$

$$U_1 = 2U \cos \alpha$$

$$U_2 = 2U \sin \alpha$$

$$U_1^2 = 4U^2 \cos^2 \alpha$$

$$U_2^2 = 4U^2 \sin^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{U_1^2}{4U^2}$$

$$U_1^2 = 4U^2 \left(1 - \frac{U_2^2}{4U^2}\right) =$$

$$4U^2 - U_2^2$$

$$U_1 = \sqrt{4U^2 - U_2^2} = \sqrt{2500 - 800} = 40 \text{ m/s}$$