

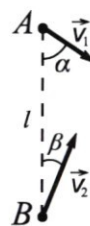
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-02

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 $l = 0,8$ 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.

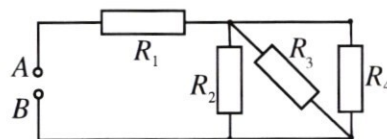
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. 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.



~~Выразим~~ Выразим v_2
через v_1 и α :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{v_2}{v_1} = \boxed{v_2 = v_1 \tan \alpha} \\ &= 8 \text{ м/с} \cdot \tan 60^\circ = 8\sqrt{3} \text{ м/с} \approx \\ &\approx \boxed{13,6 \text{ м/с}} \end{aligned}$$

Перейдём в с.о. корабля:
корабль неподвижен, а
теперь движется со
скоростью $\vec{v}$:



приведём $\vec{v}$ такую, что
теперь плывёт прямо на
корабль (по условию)

т.к. $\alpha + \beta = 90^\circ$, то треугольник
скоростей - прямоугольный
по 3-ку по теореме Пифагора:

$$\begin{aligned} \vec{v} &= \vec{v}_2 - \vec{v}_1 \\ v &= \sqrt{v_2^2 + v_1^2} = \sqrt{v_1^2 + (v_1 \tan \alpha)^2} = \\ &= \boxed{v_1 \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} \end{aligned}$$

Запишем 3-е движение
теперь в с.о. корабля:

$$S(t) = l - vt$$

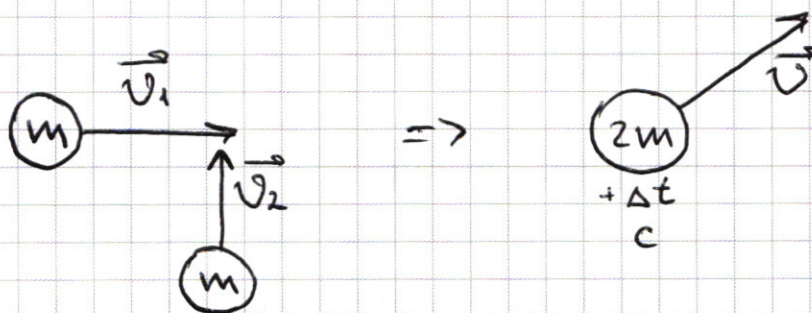
тогда, для момента вр. T :

$$S(T) = S = l - vT = \boxed{l - v_1 T \sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}$$

$$\begin{aligned} S &= 800 \text{ м} - 8 \text{ м/с} \cdot 25 \text{ с} \cdot \sqrt{1 + \tan^2 60^\circ} = \\ &= \boxed{400 \text{ м}} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $v_2 \approx 13,6 \text{ м/с}$; 2) $S = 400 \text{ м}$

4.



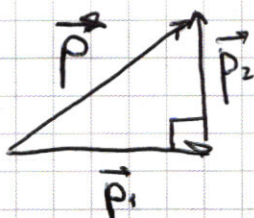
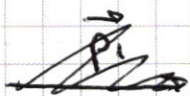
Запишем импульсы каждой шарике до и после столкновения:

$$\begin{aligned}\vec{p}_1 &= m\vec{v}_1 \\ \vec{p}_2 &= m\vec{v}_2 \\ \vec{p} &= 2m\vec{v}\end{aligned}$$

Тогда, т.к. удар абсолютно упругий, справедлив З.С.У.:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}$$

изобразим в виде векторного треугольника:



тогда:

$$p_1^2 + p_2^2 = p^2$$

$$(mv_1)^2 + (mv_2)^2 = (2mv)^2$$

$$\text{Отсюда: } v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} =$$

$$= \sqrt{4(25 \text{ м/с})^2 - (30 \text{ м/с})^2} = 40 \text{ м/с}$$

Если t шариков после удара повысился на Δt , то по З.С.Э.:

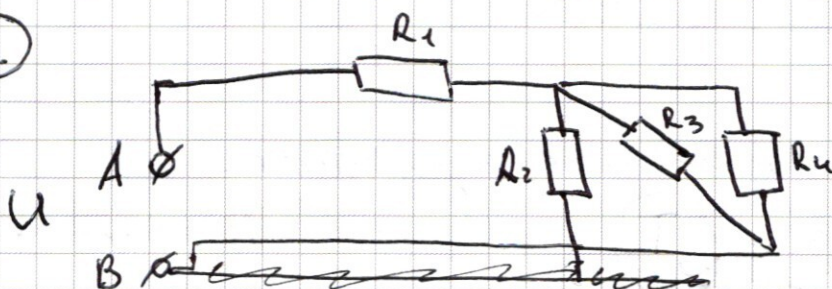
$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + 2mC\Delta t \Rightarrow C = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4\Delta t} =$$

$$= \frac{(30 \text{ м/с})^2 + (40 \text{ м/с})^2 - 2 \cdot (25 \text{ м/с})^2}{4 \cdot 1,35^\circ\text{C}} = \frac{1250}{5,4} \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

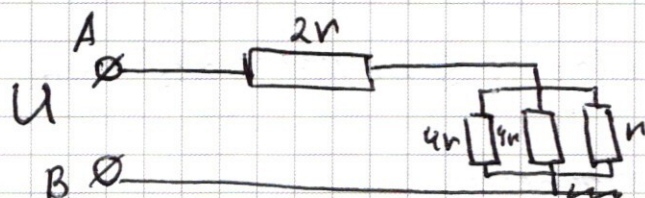
Ответ: 1) $v_2 = 40 \text{ м/с}$; 2) $C \approx 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.



Перерисуем схему в более
удобном виде, а сразу
заменив $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = R_3 = 4\Omega$, $R_4 = \Omega$:



R_{AB} находимся, как:

$$R_{AB} = 2\Omega + \left(\frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{1\Omega} \right)^{-1} =$$

$$= 2\Omega + \frac{4}{6}\Omega = \left(\frac{8}{3} \right) \Omega$$

Найдём Σ мощность, выделяющуюся на резисторах R_2, R_3, R_4 ,
т.е. трёх параллельных

Обозначим напряжение и ток на них как U_x и I_x ,
тогда:

$$P = U_x \cdot I_x$$

$$U = U_x + I_x \cdot 2\Omega$$

$$I_x = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{3U}{8\Omega}$$

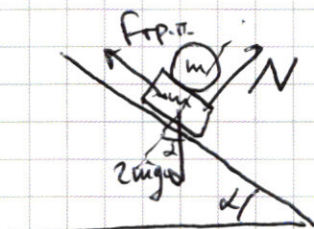
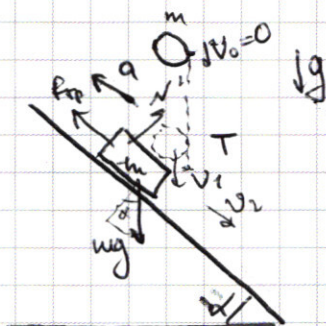
$$\Rightarrow U_x = U - 2\Omega \cdot \frac{3U}{8\Omega} = \frac{U}{4}$$

$$P = \frac{U}{4} \cdot \frac{3U}{8\Omega} = \left(\frac{3U^2}{32\Omega} \right) = \frac{3 \cdot (8В)^2}{32 \cdot 60\Omega} =$$

$$= 1 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $R_{AB} = \frac{8}{3} \Omega$; 2) $P = 1 \text{ Вт}$

3.



Найдём скорость шарика перед соударением:

$$V_1 = V_0 + gT = 0 + gT = (gT) - \text{направление вертикально вниз}$$

$$V_1 = 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ с} = (20 \text{ м/с})$$

условия остановки системы:

$$\vec{p} = 0 - \text{минус}$$

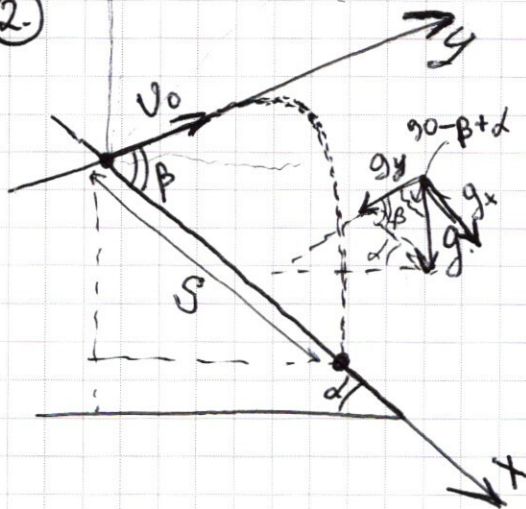
$$\begin{aligned} F_{тр.п} &\geq 2mg \sin \alpha \\ 2mg \cos \alpha &= N \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad (2mg \sin \alpha \leq 2\mu mg \cos \alpha \leq F_{тр.п.})$$

уп-я для бруска по 2-3-м:

$$\begin{aligned} \cancel{mg \sin \alpha} \cdot ma &= F_{тр} - mg \sin \alpha \\ F_{тр} &= \mu N \\ N &= mg \cos \alpha \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad (ma = mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha))$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

②



Выберем систему координат;
ось Oy вдоль v_0 , Ox вдоль плоскости.

Тогда:

$$x(t) = \frac{g_x t^2}{2}$$

$$y(t) = v_0 t - \frac{g_y t^2}{2}$$

$$\text{где } g_x = g \sin(90 + \alpha - \beta) = g \cos(\beta - \alpha)$$

$$g_y = g \cos(90 + \alpha - \beta) = g \sin(\beta - \alpha)$$

В момент времени t приземления:

$$x(t) = S = \frac{g \sin(\beta - \alpha) t^2}{2} \neq 0$$

$$y(t) = 0 = v_0 t - \frac{g \cos(\beta - \alpha) t^2}{2}$$

Отсюда видно, что t будет максимальным при

$\beta = 90^\circ$, тогда:

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g \sin(90 - \alpha)}} = \sqrt{\frac{2S}{g \cos \alpha}}$$

$$v_0 = \frac{g \cos(90 - \alpha) t}{2} = \frac{g \sin \alpha}{2} \sqrt{\frac{2S}{g \cos \alpha}} =$$

$$= \sqrt{\frac{gS}{2 \cos \alpha}} \cdot \sin \alpha$$

Тогда, при запуске на горизонтальной плоскости ~~ее~~
максимальная длина полета будет при запуске под
 45° и будет выражена, как:

$$L_{\text{max.}} = \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}, \text{ где } \alpha = 45^\circ \Rightarrow L_{\text{max.}} = \frac{2 \cdot gS \sin^2 \alpha}{2 \cos \alpha \cdot g} \cdot \sin^2 \alpha =$$

$$= \frac{5 \sin^4 \alpha}{\cos \alpha} \approx 292 \text{ m}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

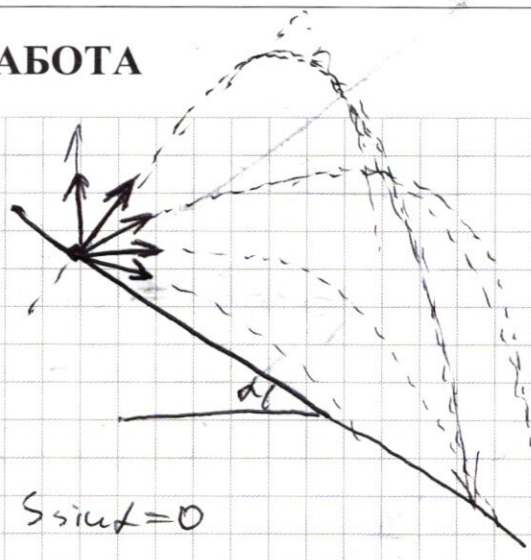
$$V_0 \sin \alpha t = S \cos \alpha$$

$$V_0 \cos \alpha t - \frac{gt^2}{2} + S \sin \alpha = 0$$

$$t = \frac{S}{V_0} \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\frac{V_0 \cdot S \cos^2 \alpha}{V_0 \sin \alpha} - \frac{g S^2 \cos^2 \alpha}{2 V_0^2 \sin^2 \alpha} + S \sin \alpha = 0$$

$$\cos \alpha \left(\frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} - \sin \alpha \right) = \frac{g S^2 \cos^2 \alpha}{2 \sin^2 \alpha} \cdot \frac{1}{V_0^2}$$



$$V_0 = \sqrt{\frac{g S \cos^2 \alpha}{2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - 2 \sin^3 \alpha}} = \sqrt{\frac{g S}{2 \sin \alpha (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)}}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{10 \cdot 1800}{2 - 0.6 \cdot (0.8^2 - 0.6^2)}} = \sqrt{\frac{18000}{1.2 \cdot 0.28}}$$

$$0.64 - 0.36 = 0.28$$

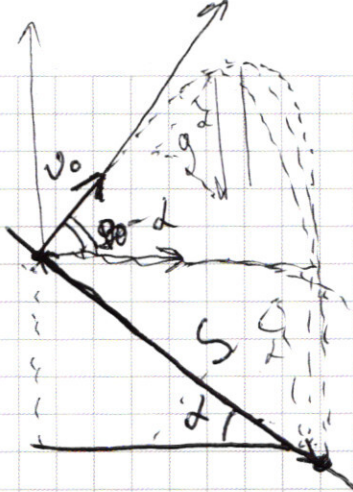
$$\begin{array}{r} 18000000 \quad | \quad 336 \\ 7680 \\ \hline 1200000 \\ 1008 \\ \hline 192000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.28 \\ 1.2 \\ \hline 56 \\ 28 \\ \hline 0.336 \end{array}$$

$$\tan' = \frac{\sin' \cos \alpha - \sin \cos'}{\cos^2} = \frac{\cos^2 + \sin^2}{\cos^2} \sin(\beta - \alpha) \cos \beta$$

$$t(\beta - \alpha) = \sqrt{\frac{(\tan(\beta - \alpha) - \tan \alpha)^2 S}{g}} \quad \frac{1}{\cos^2(\beta - \alpha)} = 0$$

$$\frac{\sin(\beta - \alpha)}{\cos(\beta - \alpha)} = \frac{\sin \beta \cos \alpha - \sin \alpha \cos \beta}{\cos \beta \cos \alpha + \sin \beta \sin \alpha} = \frac{\tan \beta - \tan \alpha}{1 + \tan \alpha \tan \beta} - \tan \alpha \quad \beta - \alpha =$$



$$\frac{g \sin^2 \alpha t^2}{2} = S$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g \sin \alpha}}$$

$$\cos(\beta - \alpha) = 0 \quad S \sin \alpha + v_0 t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} = 0$$

$$\beta - \alpha = 90^\circ$$

$$\beta = 90^\circ + \alpha$$

$$90^\circ - \alpha - 90^\circ + \beta = \beta - \alpha$$

$$S \cos \alpha = v_0 \cos(90^\circ - \alpha) t$$

$$0 = S \sin \alpha + v_0 \sin(90^\circ - \alpha) t - \frac{g t^2}{2}$$

$$0 = S \sin \alpha + \frac{v_0 \cos \alpha \cdot \cancel{t} \cos \alpha}{\cancel{v_0} \sin \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2 \sin^2 \alpha}{v_0^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\sin \alpha} - \frac{g S \cos^2 \alpha}{2 v_0^2 \sin^2 \alpha} = 0$$

$$\sqrt{54} = 3\sqrt{6}$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g \sin(\beta - \alpha)}}$$

$$L = \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

$$v_0 =$$

$$\frac{1}{\sin \alpha}$$

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

$$\sin(\beta - \alpha)_{\min} = 0,6$$

$$= \operatorname{ctg} \alpha \cdot \sqrt{\frac{g S \sin \alpha}{2}} =$$

$$L = v_0 \cos 45^\circ t$$

$$0 = v_0 \sin 45^\circ t - \frac{g t^2}{2}$$

$$t = \frac{L}{v_0 \cos 45^\circ}$$

$$0 = \operatorname{ctg} 45^\circ - \frac{g L}{2 v_0^2 \cos^2 45^\circ}$$

$$\frac{4}{3} \sqrt{\frac{10 \cdot 1800 \cdot 0,6}{2}} =$$

$$= \frac{4}{3} \cdot \sqrt{3 \cdot 1800} =$$

$$= \frac{40}{3} \sqrt{54} = 40\sqrt{6} \text{ м/с}$$

$$\begin{array}{r} 432 \\ \times 1,6 \\ \hline 2592 \\ 864 \\ \hline 891,2 \end{array}$$

$$L = \frac{g L^2}{2 v_0^2}$$

$$L = \frac{\operatorname{tg} 45^\circ \cdot 2 v_0^2 \cos^2 45^\circ}{g} = \frac{2 v_0^2 \sin^2 45^\circ}{g}$$

$$L = \frac{2 \cdot 240 \cdot 0,36}{g} = 0,72 \cdot 24 = 17,28$$

$$L = \frac{2 \cdot 1600 \cdot 0,36}{10}$$

$$L = 17,3 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 12 \\ \hline 72 \\ 36 \\ \hline 432 \\ 891,2 \text{ м} \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_0^2 + 2gS \sin \alpha = v^2$$

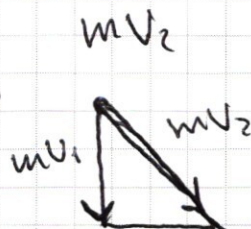
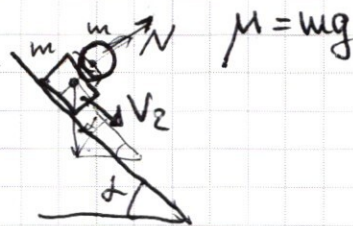
$$v^2 + v_0^2 = g^2 t^2$$

$$2v_0^2 + 2gS \sin \alpha = g^2 t^2$$

$$t = \frac{\sqrt{2(v_0^2 + gS \sin \alpha)}}{g} = \sqrt{\frac{2S}{g \sin(\beta - \alpha)}} \quad v_2 -$$

$$2(v_0^2 + gS \sin \alpha) g \sin(\beta - \alpha) = g^2 S$$

$$\sin(\beta - \alpha) = \frac{gS}{v_0^2 + gS \sin \alpha}$$



$$t(\beta) = \sqrt{\frac{2S}{g}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\sin(\beta - \alpha)}}$$

$$t' = \sqrt{\frac{2S}{g}} \cdot \left(-\frac{1}{\sin^2(\beta - \alpha)} \right) = 0$$

$$-\frac{\sin(\beta - \alpha)}{2} = 0$$

$$-\frac{1}{2\sqrt{\sin(\beta - \alpha)^2}} = 0$$

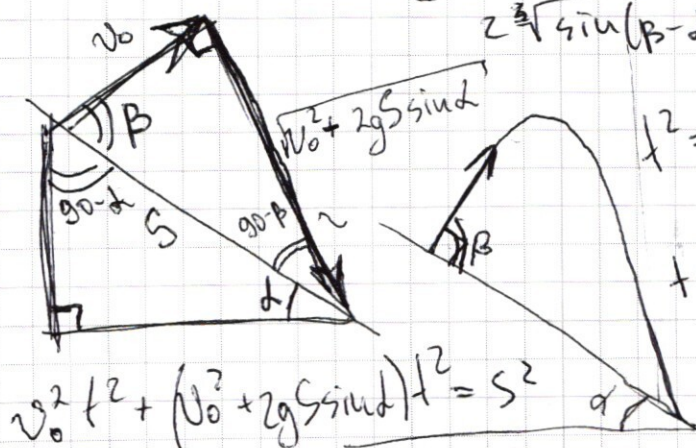
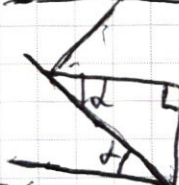
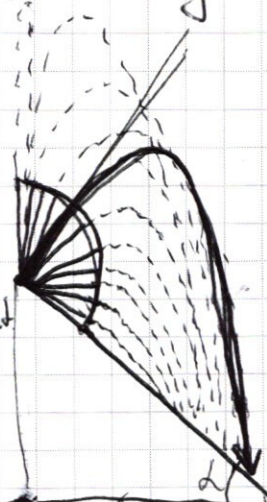
$$t^2 = \frac{S^2}{v_0^2 + gS \sin \alpha}$$

$$t = \sqrt{\frac{S}{v_0^2 + gS \sin \alpha}}$$

$$2mg \cos \alpha = N$$

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

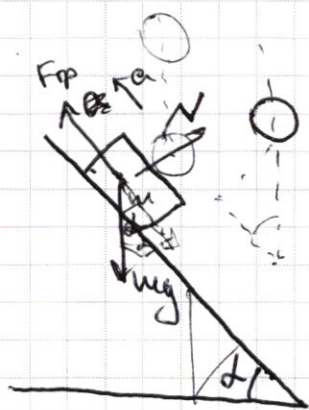
$$t = \frac{S}{\sqrt{2v_0^2 + gS \sin \alpha}}$$



$$v_0^2 t^2 + (v_0^2 + 2gS \sin \alpha) t^2 = S^2$$

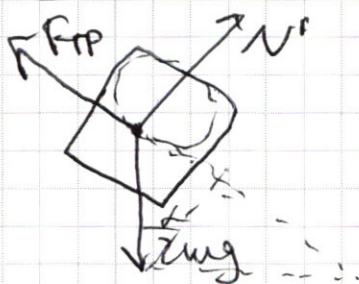
$$2v_0^2 t^2 + 2gS \sin \alpha t^2 = S^2$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{S(S - 2g)}{2}}$$



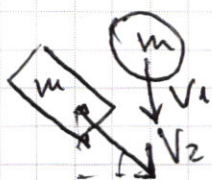
$$ma = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$a = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$



$$2mg \sin \alpha \leq \mu \cdot 2mg \cos \alpha$$

$$\sin \alpha \leq \mu \cos \alpha$$



$$\frac{a}{g} = \mu \cos \alpha - \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \mu \cos \alpha - \frac{a}{g}$$

$$\mu \cos \alpha - \frac{a}{g} < \mu \cos \alpha$$

$$0 < \frac{a}{g}$$



$$\frac{3}{2} mg \cos \alpha \Delta t = m v_1 + m v_2 \sin \alpha$$

$$ma = \frac{m v_2 + m v_1 \sin \alpha}{\Delta t}$$

$$0 = m v_1 + m v_2 \sin \alpha$$

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

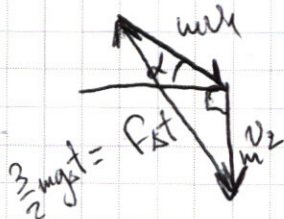
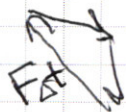
$$\frac{v_2}{\Delta t} = a$$



$$\frac{3}{2} g \cos \alpha + a = a + g \sin \alpha$$

$$3 \cos \alpha = 2 \sin \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha = \frac{3}{2}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

③

$$\frac{\sin 60^\circ}{\cos 60^\circ} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{2} = \sqrt{3}$$

$$\tan \alpha = \frac{V_2}{V_1}$$

$$V_1 = 8, V_2 = 8\sqrt{3}$$

$$S = l - \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \cdot T = 800 - \sqrt{8^2 + (8\sqrt{3})^2} \cdot 25 = 800 - 16 \cdot 25 = 400$$

$$V_2 = V_1 \tan \alpha = 8 \cdot \sqrt{3} = 8\sqrt{3}$$

④

$$m\vec{u}_1 + m\vec{u}_2 = 2m\vec{U}$$

$$\vec{u}_1 + \vec{u}_2 = 2\vec{U}$$

$$U^2 + U^2 = 2U^2$$

$$30^2 = 2 \cdot 25^2$$

$$2mc\Delta t = \frac{mU_1^2}{2} + \frac{mU_2^2}{2}$$

$$C = \frac{U_1^2 + U_2^2}{4\Delta t} = \frac{40^2 + 30^2}{4 \cdot 1,35} = \frac{2500}{5,40}$$

$$C \approx 463 \text{ J/Kg}$$

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

Calculations for problem 4:

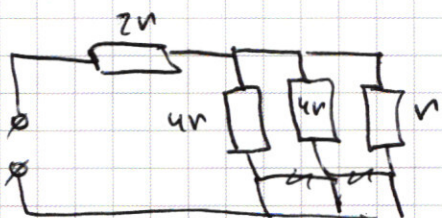
$$\frac{2500}{4 \cdot 1,35} = \frac{1150}{5,4}$$

$$\frac{1150}{5,4} = 212,96$$

$$\frac{2500}{5,40} = 462,96$$

$$\frac{2500}{5,40} = 462,96$$

5.



$$R_{AB} = 2n + \left(\frac{1}{4n} + \frac{1}{4n} + \frac{1}{n} \right)^{-1}$$

$$(2 + \frac{2}{3})n = \left(\frac{8}{3} \right)n$$

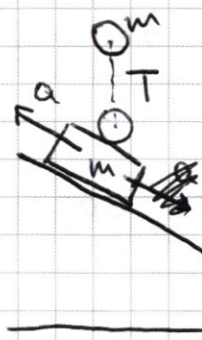
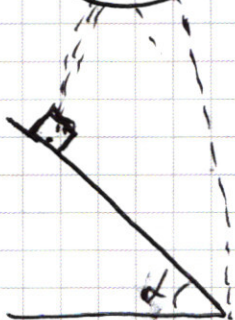
$$P \quad t = \frac{2U_0}{g \cos(\beta - \alpha)}$$

$$U = I \cdot 2n + I \cdot \frac{2}{3}n$$

$$I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{3U}{8n}$$

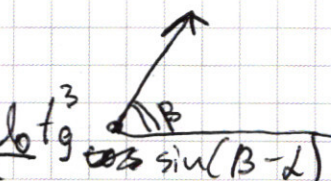
$$P_{234} = I \cdot (U - I \cdot 2n) = \frac{3U}{8n} \left(U - \frac{3U \cdot 2n}{8n} \right) = \frac{3U^2}{8n} \left(1 - \frac{3}{4} \right) =$$

$$= \left(\frac{3}{32} \frac{U^2}{n} \right) = \frac{3 \cdot 8^2}{32 \cdot 6} = (1 \text{ Вт})$$



$$\frac{V_0^2}{2} + 5 \sin \alpha g = \frac{V^2}{2}$$

$$S^2 = V_0^2 t^2 + \frac{g^2 t^4}{4} - \frac{2V_0 t^3}{2} \sin(\beta - \alpha)$$



$$S = \frac{g \sin(\beta - \alpha) \cdot 2V_0^2}{2g \cos^2(\beta - \alpha)} =$$

$$= \frac{V_0^2 \sin(\beta - \alpha)}{g \cos^2(\beta - \alpha)}$$

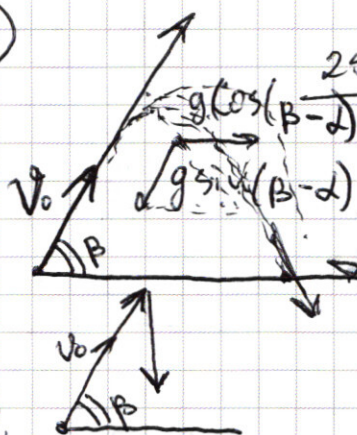
$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{2m \cdot V^2}{2} + 2m \alpha t$$

$$\dot{C} = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4\alpha t} =$$

$$= \frac{30^2 + 40^2 - 2 \cdot 25^2}{4 \cdot 1.35} = \frac{1250}{5.4}$$

$$(85.2)^2 - 25^2 \cdot 2 = 1250$$

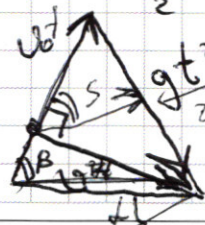
$$= 25^2 \cdot 2 = 1250$$



$$V_1 = gT$$

$$S = \frac{g \cos(\beta - \alpha) t^2}{2}$$

$$0 = V_0 t - \frac{g \sin(\beta - \alpha) t^2}{2}$$



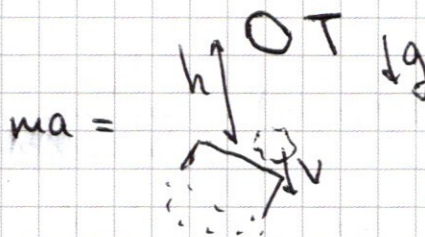
$$\frac{2500 - 1250}{5.4} =$$

$$\frac{1250}{5.4} =$$

$$\begin{array}{r} 12500 \quad | \quad 54 \\ -108 \quad | \quad 231 \\ \hline 170 \\ -162 \\ \hline 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12500 \quad | \quad 54 \\ -108 \quad | \quad 231, 48 \\ \hline 170 \\ -162 \\ \hline 80 \\ -54 \\ \hline 260 \\ -216 \\ \hline 440 \\ -432 \\ \hline 8 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$ma =$$

$$v_1 = gT$$

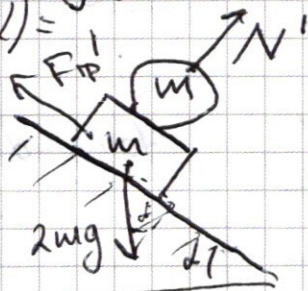
$$ma = F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$ma = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$a = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$180 - \beta(90 - \alpha) = 90 + \alpha - \beta$$

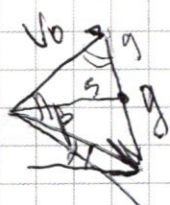


$$2mg \cos \alpha = N'$$

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

$$\mu' = \tan \alpha$$

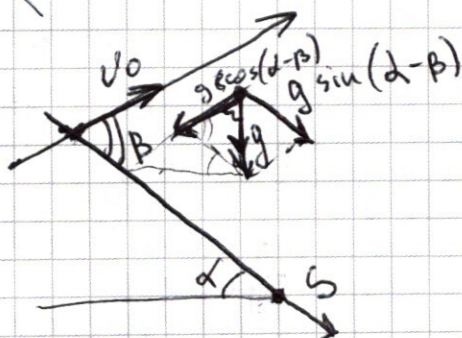
$$m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 0$$



$$a = g(\mu' \cos \alpha - \sin \alpha) = g(\sin \alpha - \sin \alpha) = 0$$

$$S = v_0^2 + \frac{g^2 t^2}{2} - 2v_0 \frac{gt}{2} \cos(\alpha - \beta)$$

$$\frac{2v_0}{g} = \cos(\alpha - \beta)$$

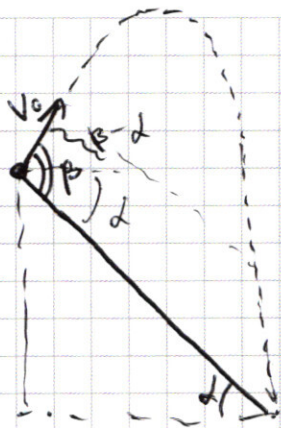


$$\frac{g \sin(\alpha - \beta) t^2}{2} = S$$

$$t = \sqrt{\frac{2S(\sin(\alpha - \beta))}{g \sin(\alpha - \beta)}}$$

$$v_0 t - \frac{g \cos(\alpha - \beta) t^2}{2} = 0$$

$$v_0 - \frac{g \cos(\alpha - \beta) t}{2} = 0$$



$$t(\beta) = \frac{1800 - 0,36^2}{0,8}$$

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

$$\mu \cdot 2mg \cos \alpha - 2mg \sin \alpha = 0$$

$$V_0 \cos(\beta - \alpha) t = S$$

$$\frac{S}{\tan \alpha} + V_0 \sin(\beta - \alpha) t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$t(\cos \beta) = \frac{S}{V_0 \cos(\beta - \alpha)}$$

$$\frac{\frac{gt^2}{2} - \frac{S}{\tan \alpha}}{S} = \frac{0,36}{129,6} = \frac{1}{324} = \frac{1}{g(\beta - \alpha)}$$



$$\begin{array}{r} 1800 \overline{) 8} \\ 16 \\ \underline{20} \\ 18 \\ \underline{20} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2250 \\ \times 0,1296 \\ \hline 13500 \\ 20250 \\ \hline 4500 \\ 2250 \\ \hline 2916000 \end{array}$$

$$2 \tan \alpha \cdot S \tan(\beta - \alpha) = gt^2 \tan \alpha - 2S \frac{110}{12100}$$

$$t(\beta) = \sqrt{\frac{2S(1 + \tan \alpha \cdot \tan(\beta - \alpha))}{g \tan \alpha}}$$

$$V_0 t - \frac{gt^2}{2} + S \sin \alpha = 0 \quad \frac{28}{\tan \alpha} \quad 2S \left(\frac{1}{\tan \alpha} + \frac{\tan(\beta - \alpha)}{g} \right)$$

$$V_0 \cos \beta t = S \cos \alpha$$

$$V_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} + S \sin \alpha = 0$$

$$\tan \beta = \frac{gt^2 + 2S \sin \alpha}{2S \cos \alpha}$$

$$\tan \beta = \frac{gt^2}{2S \cos \alpha} + \tan \alpha$$

$$\tan \beta = \frac{1^2}{2 \cdot 1800 \cdot 0,8} + 0,75$$

$$\boxed{\beta = 90^\circ}$$

$$288 \tan \beta = t^2 + 216$$

$$t(\beta) = \sqrt{288 \tan \beta - 216}$$

$$0,6 \sqrt{\frac{10 \cdot 1800}{2 \cdot 0,8}}$$

$$\frac{1,7}{1,5} \sqrt{\frac{3}{0,56}}$$

$$\begin{array}{r} 1800 \\ \times 16 \\ \hline 1080 \\ 18000 \\ \hline 28800 \end{array}$$

$$\tan 90 = \frac{\sin 90}{\cos 90}$$

$$\begin{array}{r} 180000 \\ \times 16 \\ \hline 112500 \\ 144000 \\ \hline 288000 \end{array}$$

$$\text{при } \beta \rightarrow 90 \quad \tan \beta \rightarrow \infty \quad t(\beta) \rightarrow \infty$$

$$\tan 30 = \frac{\sqrt{3}}{3} \approx 0,56$$

$$\tan 45 = 1$$

$$\tan 60 = \sqrt{3} \approx 1,7$$