

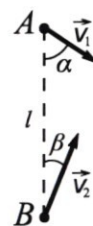
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ 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?

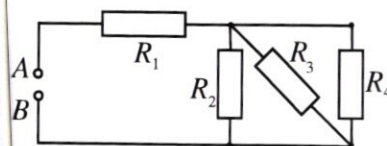
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

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?

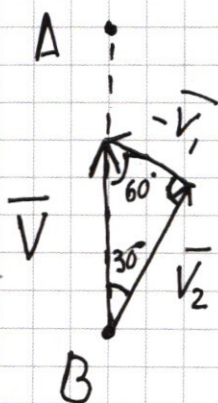


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$$\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = 1$$

перейдем в СО корабля, тогда он неподвижен, а ск-ть порпедот в этой СО направлена на корабль:



Найдем модуль ск-ти корп порпедот в СО корабля (V), заметим, что Δ -к скоростей прямоугол:

$$V_1 = V \sin 30^\circ$$

$$V = \frac{V_1}{\sin 30^\circ} = \frac{8}{1/2} = 16 \text{ м/с}$$

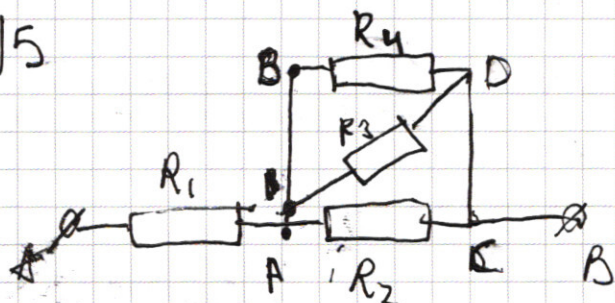
$$V_2 = V \cos 30^\circ = \frac{V_1}{\sin 30^\circ} \cdot \cos 30^\circ = 16 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

Найдем S :

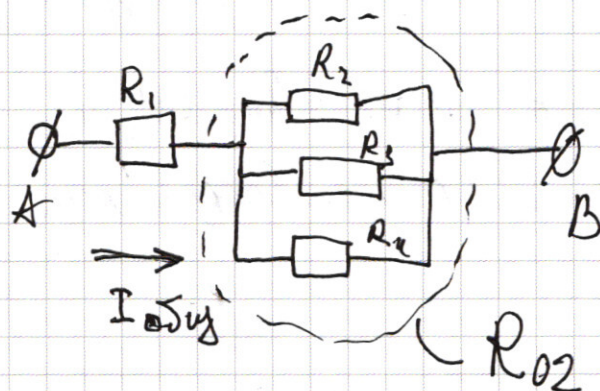
$$S = l - VT = l - \frac{V_1 T}{\sin 30^\circ} = 800 - 16 \cdot 25 = 400 \text{ м}$$

Ответ: 1) $V_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$
2) $S = 400 \text{ м}$

N5



Заметим, что т. А эквипотенциальна точке В. Ана. Также т. D эквипотенциальна т. С



$$\frac{1}{R_{02}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{r} = \frac{3}{2r}$$

$$R_{02} = \frac{2}{3}r$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{02} = \frac{2}{3}r + 2r = \frac{8}{3}r$$

По з-ну Джоуля-Ленца:

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R$$

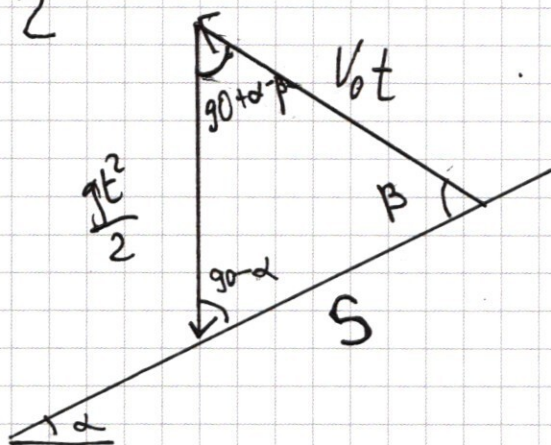
↓

$$P = I_{02}^2 R_{02} = \left(\frac{U}{R_{AB}} \right)^2 R_{02} = \frac{9U^2}{64r^2} \cdot \frac{2}{3}r = \frac{3U^2}{32r} = \frac{3 \cdot 8^2}{32 \cdot 6} = 1 \text{ Вт}$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 2



V_0 - нач. ск-ть из микрометра
 t - время полета

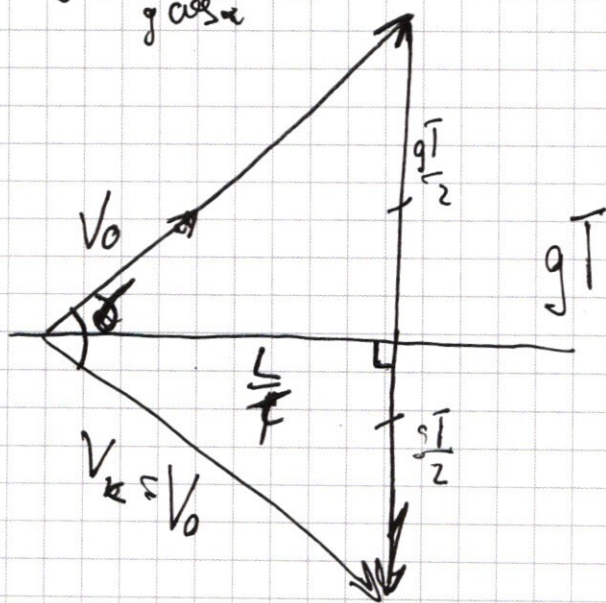
Т. Синусов:

$$\frac{\cos \alpha}{V_0 t} = \frac{2 \sin \beta}{gt^2}$$

$t = \frac{2 \sin \beta}{g \cos \alpha} V_0$, по условию: время макс-но $\Rightarrow \sin \beta = 1$

$t = \frac{2 V_0}{g \cos \alpha} \Rightarrow V_0 \cos \alpha$

$\sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$



Найти L - высоту:

$$\frac{L}{t} \cdot \frac{gt}{2} = \frac{V_0 V_k \sin 2\alpha}{2}$$

$$Lg = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{2}$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{S \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}$$

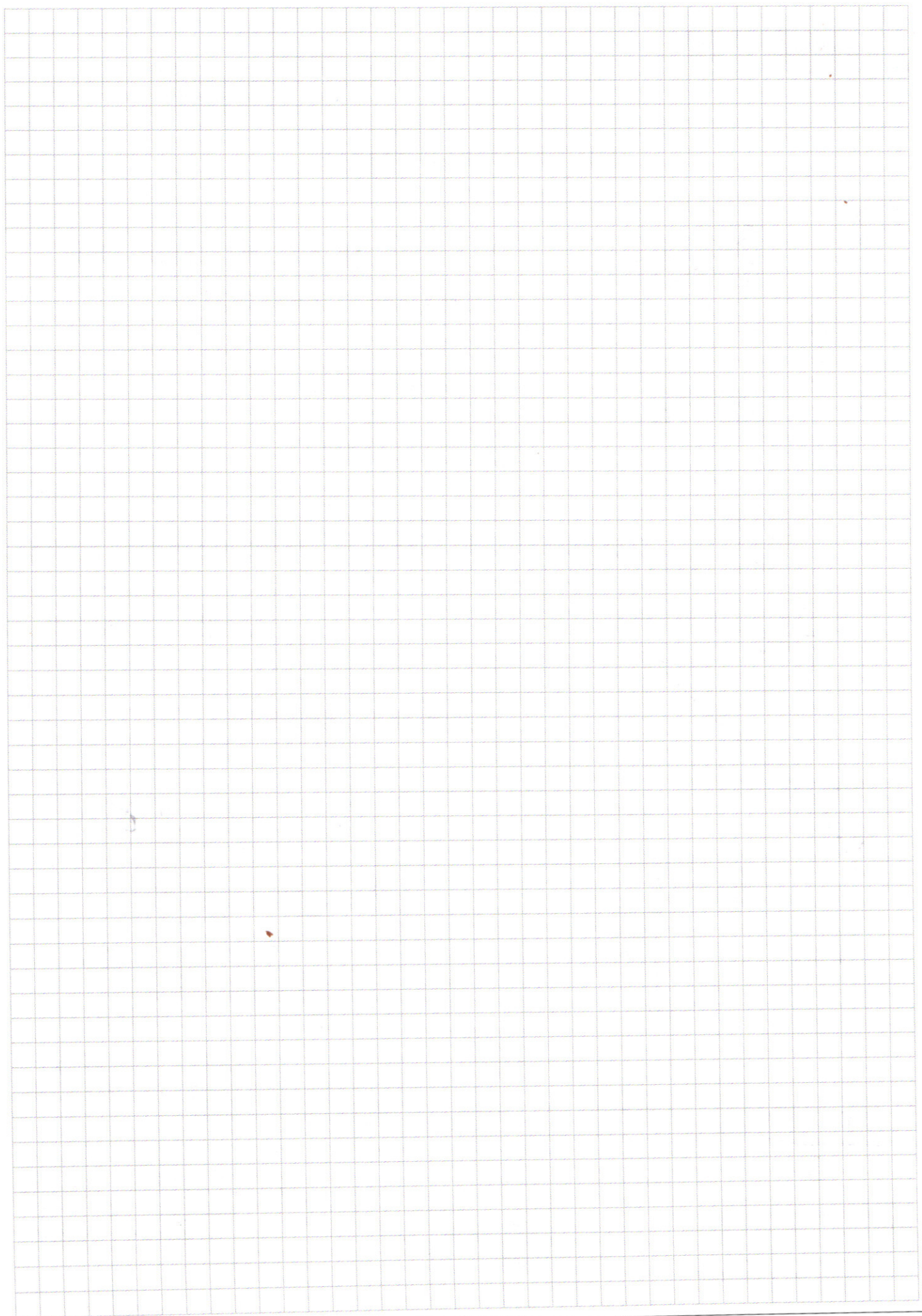
при $\alpha = 45^\circ$

$$= \frac{0,8^2}{2 \cdot 0,6} \cdot 1,8 = 0,96 \text{ км}$$

$$\frac{\sin(90 + \alpha - \beta)}{S} = \frac{\cos \alpha}{V_0 t} \Rightarrow \frac{V_0 t}{S} = \frac{1}{\sin \alpha}$$

Ответ: 1) $\beta = 90^\circ$
2) $L = 0,96 \text{ км}$

$$\frac{2 V_0^2}{5 g \cos^2 \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha} \Rightarrow V_0^2 = \frac{S g \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha} = \frac{S g \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}$$



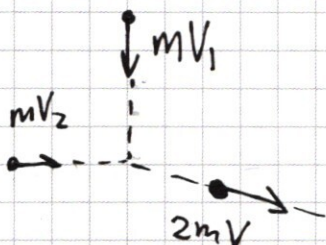
☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N4

ЗСЧ:

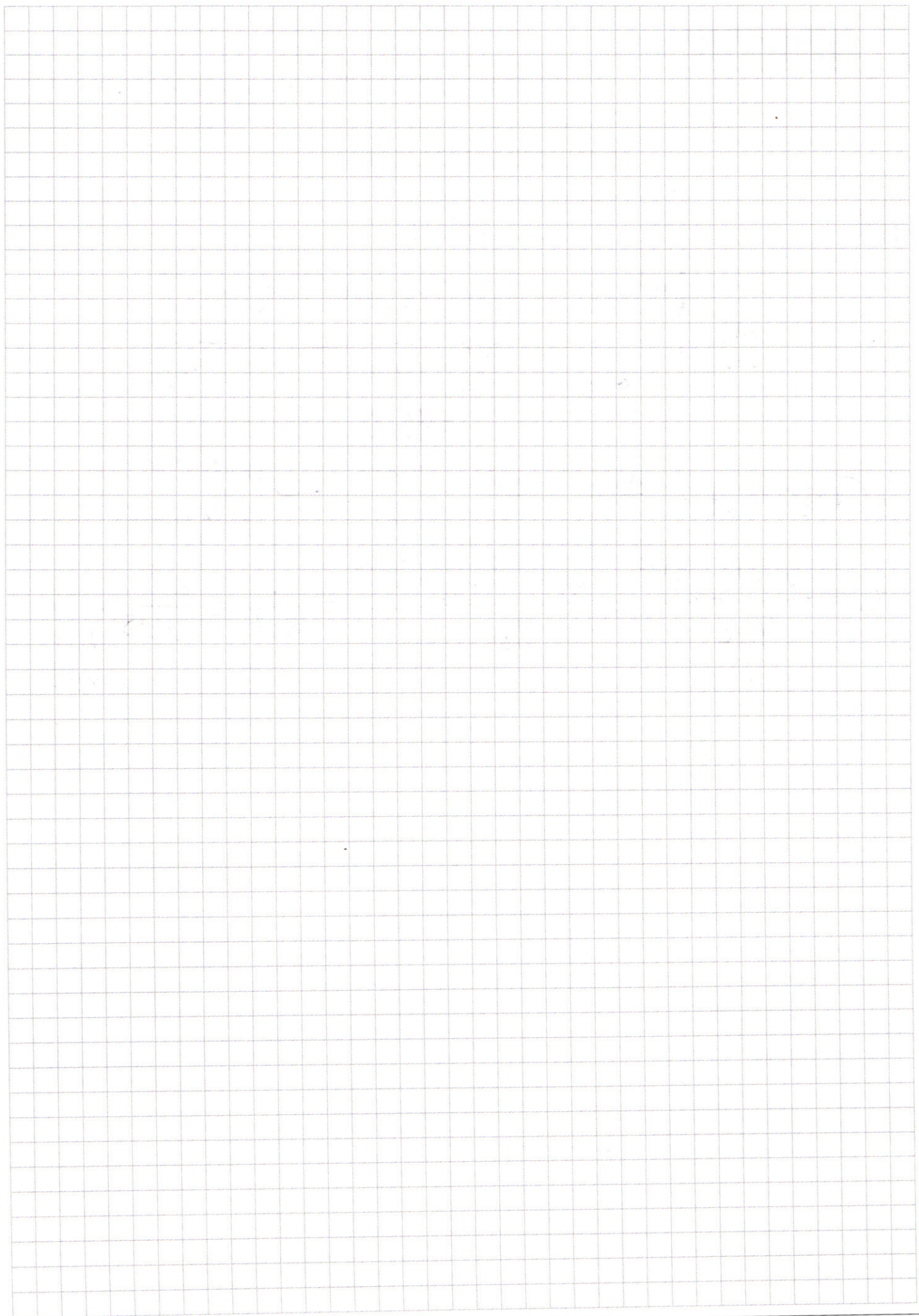


$$(mV_1)^2 + (mV_2)^2 = (2mV)^2$$

$$V_2 = \sqrt{4 \cdot V^2 - V_1^2} = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2} = 40 \text{ м/с}$$

$$\Delta Q = 2C m_{\Delta t} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} - \frac{2mV^2}{2} \quad \leftarrow \text{разность энергий}$$

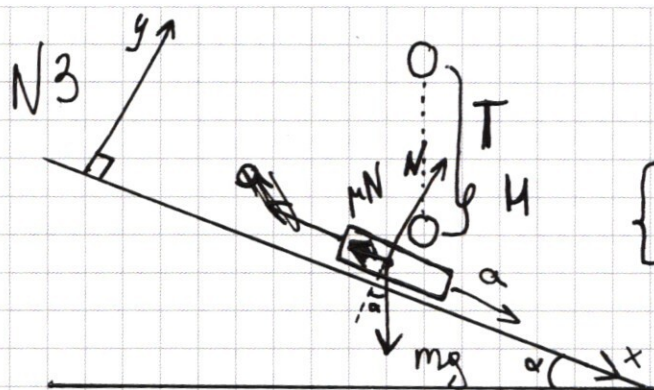
$$C = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4\Delta t} = \frac{4V^2 - V_1^2 + V_1^2 - 2V^2}{4\Delta t} = \frac{V^2}{2\Delta t} = \frac{25^2}{2 \cdot 1,35} \approx 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



3-ий Ньютона:

$$\begin{cases} OY: N = mg \cos \alpha \\ OX: mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma \end{cases}$$

$$a = -\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

м-масса
μ-коэф.
трения

У-высота падения шарика:

$$H = \frac{gT^2}{2}$$

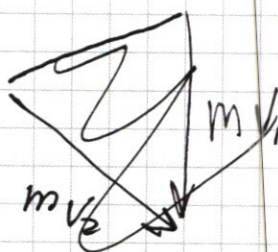
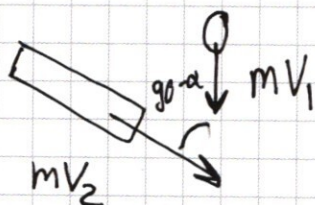
$$V_1 = gT = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ м/с}$$

-μg

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

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

P_N - импульс силы норм. реакции
шара во время удара

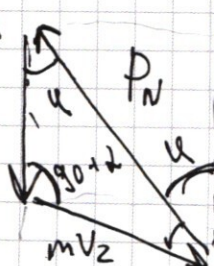


$$V_2 \geq aT = 0,4 \text{ м/с}$$

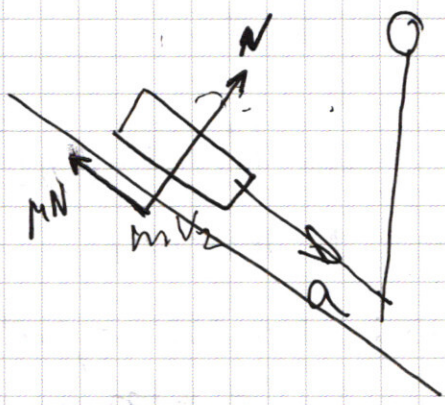
$$\mu \geq g \varphi = \frac{V_2 \cos \alpha}{V_1 + V_2 \sin \alpha}$$

$$P_N \cos \varphi = mV_1 + mV_2 \sin \alpha$$

$$P_N \sin \varphi = mV_2 \cos \alpha$$

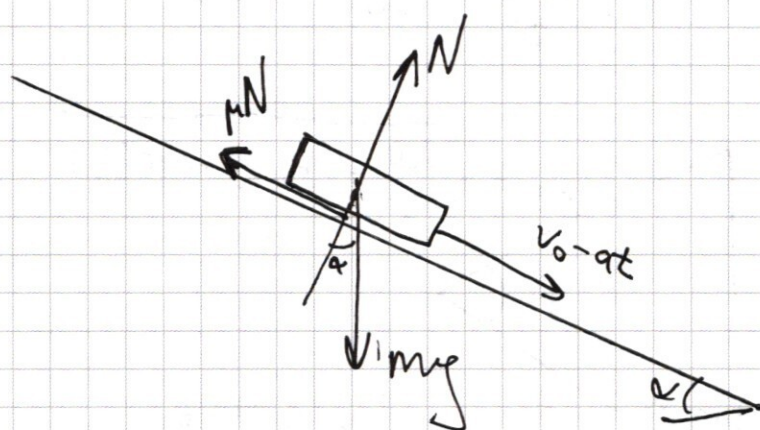


Ответ: $V_1 = 2 \text{ м/с}$
 $V_2 \geq 0,4 \text{ м/с}$



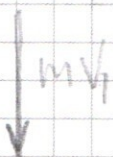
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

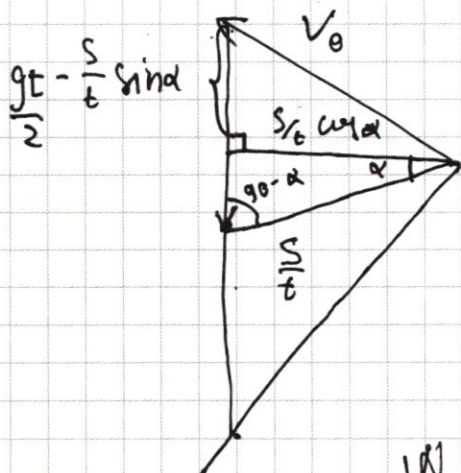
№3



μN $mg \cos \alpha = N$

~~$\mu mg \cos \alpha$~~ $\mu N - mg \sin \alpha = ma$
 $g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = a$





$$V_0^2 = \frac{S^2}{t^2} \cos^2 \alpha + \frac{g^2 t^2}{4} + \frac{S^2}{t^2} \sin^2 \alpha - g S \sin \alpha$$

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

$$V_0^2 = \frac{1800}{t^2} + 25 t^2 - 10800 \cdot 10800$$

V_0

$$V_0 = \sqrt{\frac{180}{t^2} + 25 \cdot t^2 - 10800}$$

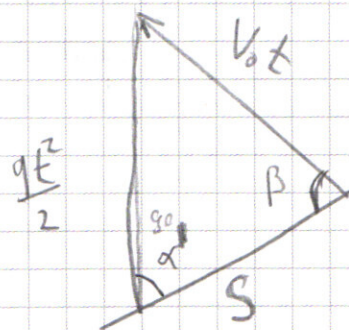
$$= 5t - \frac{1080}{t}$$

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$\frac{\sin \beta}{5t - \frac{1080}{t}} = \frac{\cos \alpha}{\sqrt{\frac{180}{t^2} + 25 t^2 - 10800}}$$

$$\left(\frac{180}{t^2} + 25 t^2 - 10800 \right) \sin^2 \beta = 4t - \frac{864}{t}$$



$$\frac{180 \sin^2 \beta}{t^2} + 25 \sin^2 \beta t^3 - 10800 \sin^2 \beta - 4t + \frac{864}{t} = 0$$

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

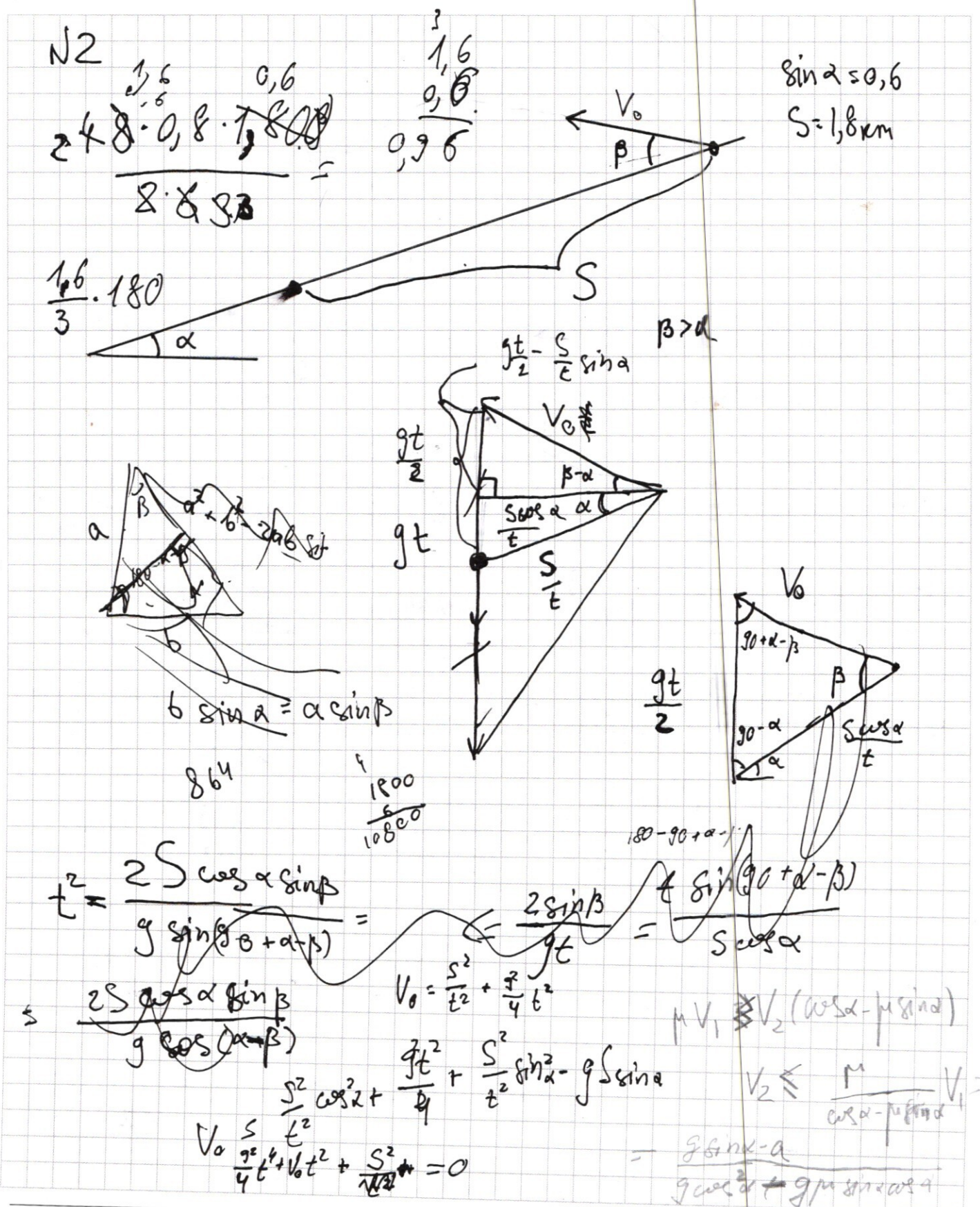
$$(180 \sin^2 \beta + 25 \sin^2 \beta t^4 - 10800 \sin^2 \beta t^2 - 4t^3 + 864 t) = 0$$

$$100 \sin^2 \beta t^3 - 12 t^2 - 2160 \sin^2 \beta t + 864 = 0$$

$$g t \cos \alpha = 2 \sin \beta$$

$$t = \frac{2 \sin \beta V_0}{g}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

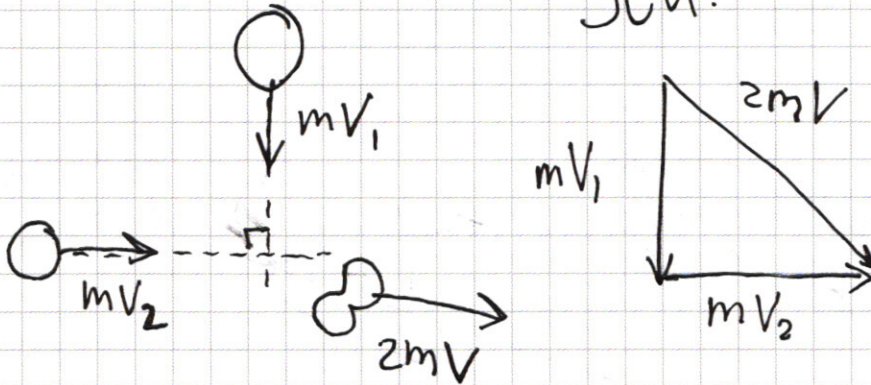


N4

$$\frac{M^2}{C^2} \cdot C$$

$$\frac{80m}{Kz \cdot ^\circ C}$$

ЗСУ:



$$V_1^2 + V_2^2 = 4V^2$$

$$V_2 = \sqrt{4V^2 - V_1^2} = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2} = 40 \text{ м/с}$$

~~Возвращаемся к тем же условиям~~
~~Как и раньше~~

$$\left(\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} \right) - \frac{2mV^2}{2} =$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ 25 \\ 125 \\ 50 \\ 625 \\ 18750 \\ 1625 \\ 255 \\ 243 \\ 1800 \\ 720 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 117 \\ 270 \\ 135 \\ 27 \\ 1350 \\ 675 \\ 135 \\ 710 \\ 135 \end{array} \quad \begin{array}{r} 270 \\ -27 \\ 243 \\ 1350 \\ 675 \\ 135 \\ 540 \end{array} \quad \begin{array}{r} 62500 \\ 540 \\ 850 \\ 135 \\ 135 \\ 220 \end{array}$$

$\approx 2C \text{ m/s}$

Т.к. удар абсолютно упругий

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

$$\left[\frac{80m}{Kz \cdot ^\circ C} \right] = \left[\frac{\frac{M}{C^2} \cdot Kz \cdot m}{Kz \cdot ^\circ C} \right] = \left[\frac{M^2}{C^2 \cdot ^\circ C} \right]$$

$$C = \frac{V_1^2 + V_2^2}{4\Delta t} - \frac{V^2}{2\Delta t} = \frac{V_1^2 + 4V^2 - V_1^2 - 2V^2}{2\Delta t} = \frac{2V^2}{2\Delta t} = \frac{V^2}{\Delta t} = \frac{25^2 \cdot 10^2}{1,35} \cdot 10^2$$

$$\frac{1}{54} \frac{27}{11}$$

$$\frac{30^2 + 40^2}{2} = \frac{50^2}{2} = 25^2 = 25^2$$

$$\begin{array}{r} 6250 \\ 541 \\ 85 \\ 811 \\ 20 \\ 27 \\ 149 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2,7 \\ 2,31 \end{array}$$

323

$$\begin{array}{r} 1,9 \\ 1,8 \\ 1,7 \\ 1,6 \\ 1,5 \\ 1,4 \\ 1,3 \\ 1,2 \\ 1,1 \\ 1,0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1,9 \\ 1,8 \\ 1,7 \\ 1,6 \\ 1,5 \\ 1,4 \\ 1,3 \\ 1,2 \\ 1,1 \\ 1,0 \end{array}$$