



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 02

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Роборест
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Патракова Алексей Александровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«12» апреля 2025 года

Подпись участника

П.И.У.

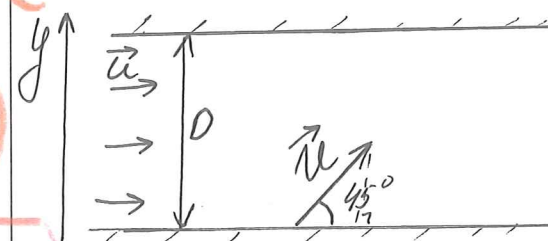
Черновик

54-41-84-21
(155.2)

Чистовик.

Задача 1

Вопрос:



$$D = u_y \cdot t \Rightarrow t = \frac{D}{u_y}$$

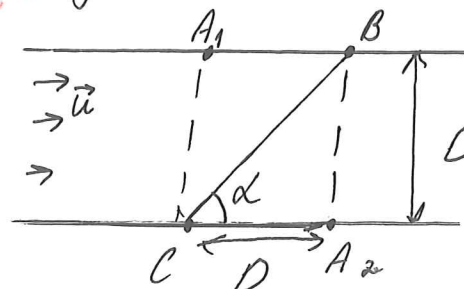
В данном случае течение реки не влияет на проекцию u_y ,

$$u_y = u \cdot \sin \alpha, \quad t = \frac{D}{u \sin \alpha}$$

$$t = \frac{120 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sin 45^\circ} = \frac{120 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = 16,97 \text{ с} \approx 17 \text{ с}$$

Ответ: за 17 с;

Задача:



$$t_1 = t_{A1B} + t_{BC},$$

$$t_2 = t_{A2C} + t_{BC'}$$

($t_{BC} \neq t_{BC'}$ т.к. первую спортсмену течение будет мешать, а вторую помогать)

$$t_{A1B} = \frac{D}{3v}, \quad t_{A2C} = \frac{D}{\frac{1}{3}v} = \frac{3D}{v}$$

$$t_{BC} = \frac{D}{u \cos \alpha + u}, \quad t_{BC'} = \frac{D}{u \cos \alpha - u}$$

$$t_1 = t_2 \text{ (применим одновременно)}$$

$$\frac{D}{3v} + \frac{D}{u \cos \alpha + u} = \frac{3D}{v} + \frac{D}{u \cos \alpha - u} \quad /: D$$

$$\frac{1}{3v} + \frac{1}{u \cos \alpha + u} = \frac{3}{v} + \frac{1}{u \cos \alpha - u}$$

$$\frac{1}{u \cos \alpha + u} - \frac{1}{u \cos \alpha - u} = \frac{3}{v} - \frac{1}{3v}$$

$$\frac{u \cos \alpha - u - (u \cos \alpha + u)}{u^2 \cos^2 \alpha - u^2} = \frac{8}{9} \frac{1}{v}$$

$$\frac{u \cos \alpha - u - u \cos \alpha - u}{u^2 \cos^2 \alpha - u^2} = \frac{8}{9} \frac{1}{v}$$

Чистовик

$$\frac{-2u}{u^2 \cos^2 \alpha - u^2} = \frac{8u}{9}$$

$$-18u = 8u^3 \cos^2 \alpha - 8u^2 u^2$$

$$8u^2 u^2 - 18u - 8u^3 \cos^2 \alpha = 0,$$

$$\alpha = 45^\circ (\text{т.к. } \triangle B A_2 L - \text{пр. и прямоугольный})$$

$$8 \cdot \frac{10}{3} u^2 - 18u - 8 \cdot \left(\frac{10}{3}\right)^3 \cdot \frac{1}{2} = 0$$

$$\frac{80}{3} u^2 - 18u - \frac{1000}{27} \cdot \frac{1}{2} = 0 \quad / \cdot 27$$

$$720u^2 - 486u - 500 = 0$$

$$D = 236196 + 1440000 = 1676196$$

$$u_{1,2} = \frac{486 \pm 1295}{1440} \quad u_1 = 1,24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$u_2 = -0,56 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{не удов. условиям заданной на рисунке}$$

Ответ: Истечения = $1,24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Задание 2

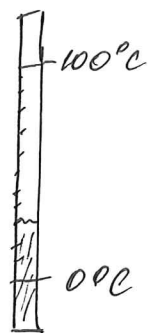
Вопрос:

Для того, чтобы построить температурную шкалу Цельсия необходимы: кипяток, мокрый снег и прозрачная запаянная колба с жидкой ртутью.

1) Сначала опускаем колбу в жидкость с кипяток. ждем пока уровень ртути не перестанет расти. Затем отмечаем этот уровень. Это будет 100°C .

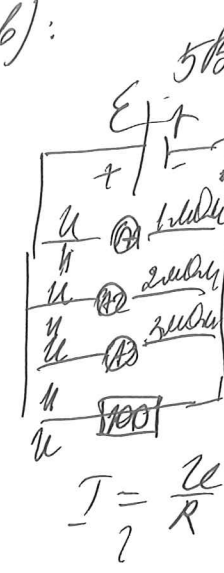
2) Проделываем аналогичную процедуру с мокрым снегом. Это будет 0°C .

3) Затем через равные промежутки отмечаем деления.



Черновик

3(б):



$$5A \cdot r = 1 \text{ В}$$

$$I = \frac{E}{r+R} \quad / \cdot R'$$

$$U = \frac{ER'}{r+R'}$$

$$A_1, A_2, A_3 \text{ можно преобразовать}$$

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R}}$$

$$R = 100 \Omega$$

$$U = \frac{5A \cdot 100 \Omega}{101 \Omega} = 4,95 \text{ В}$$

$$\text{ошибка } 0,05 \text{ А} \rightarrow U_D = 0,05 \text{ А}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

4(3):



$$x_1 = x_2$$

$$y_1 = y_2$$

$$u \cos \alpha \cdot t = L$$

$$H + u \sin \alpha \cdot t = \frac{u^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

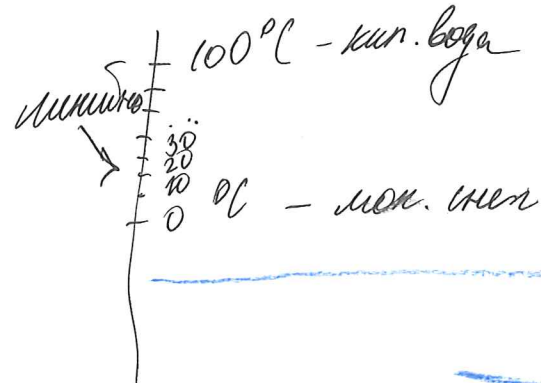
$$\begin{cases} H + u \sin \alpha \cdot t = \frac{u^2 \sin^2 \alpha}{2g} \\ u \cos \alpha \cdot t = L \end{cases} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{u \sin \alpha}{u}$$

$$(u^2 - u^2 \sin^2 \alpha) t = L^2$$

$$u^2 - u^2 \sin^2 \alpha = \frac{L^2}{t^2}$$

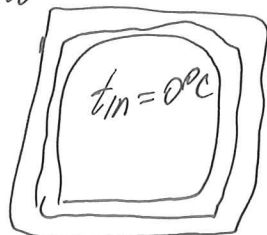
$$u^2 - \frac{L^2}{t^2} = u^2 \sin^2 \alpha$$

2(б):



$$\sqrt{\frac{u^2 - \frac{L^2}{t^2}}{u^2}} = \sin \alpha$$

Черновик

2/3)
 $t_{ex} = 100^\circ\text{C}$  $V = 1\text{ л}$

$$V_A = \frac{V}{2}, V_B = \frac{V}{2}$$

 $T = 3600\text{ с}$

$$\rho = \frac{Q}{T} \Rightarrow \rho =$$

$$\frac{\lambda m}{T} = \frac{\lambda \cdot V \rho}{T}$$

$$\frac{336000 \cdot 0,0005 \cdot 300}{3600}$$

$$\rho \sim \Delta t$$

$$\rho = a \cdot \Delta t$$

$$t = \frac{Q}{\rho} = \frac{cm \Delta t}{a \Delta t_c}$$

$$\Delta t_1 + \Delta t_2 = \Delta t (100^\circ\text{C})$$

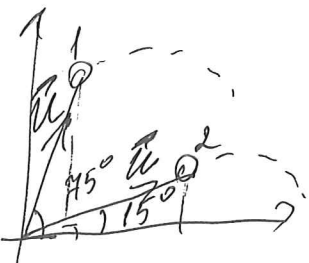


$$S_1 = 600\text{ см}^2, S_2 = 680\text{ см}^2$$

$$\begin{cases} \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{h_1 \cdot S_2}{h_2 \cdot S_1} \\ \Delta t_1 + \Delta t_2 = \Delta t \end{cases}$$

$$\rho = 42\text{ Вт}$$

4/6)



$$U_{x1} = U \cos 75^\circ$$

$$S_{x1} = U \cos 75^\circ \cdot t$$

$$S_{x2} = U \cos 15^\circ \cdot t$$

$$S_{y1} = (U \sin 75^\circ - g t) t$$

$$S_{y2} = (U \sin 15^\circ - g t) t$$



$$S = \frac{(U \cos 75^\circ t - U \cos 15^\circ t)^2 + ((U \sin 75^\circ - g t) t - (U \sin 15^\circ - g t) t)^2}{2}$$

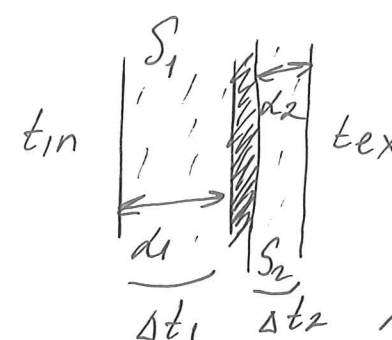
через координаты!

$$0,48\text{ л} \cdot \frac{10 \cdot 0,5^2}{2}$$

Чистовик

Задача:

1) Рассмотрим срез этого бокса-термоса:



Известно, что внутри находится мокрый снег, значит

 $t_{in} = 0^\circ\text{C}$ (вода и кристаллы

льда могут находиться в

равновесии только при $t_{тавения}$)

$$\Delta t_1 + \Delta t_2 = \Delta t = |t_{ex} - t_{in}|,$$

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{d_1 S_2}{d_2 S_1} \quad (\text{следует из закона Фурье})$$

$$\begin{cases} \Delta t_1 + \Delta t_2 = 100 - 0 \\ \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{3 \cdot 680}{2 \cdot 600} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta t_1 + \Delta t_2 = 100 \\ \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = 1,7 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta t_1 + \Delta t_2 = 100 \\ \Delta t_1 = 1,7 \Delta t_2 \end{cases}$$

$$1,7 \Delta t_2 + \Delta t_2 = 100 \Rightarrow 2,7 \Delta t_2 = 100 \Rightarrow \Delta t_2 = 37^\circ\text{C}$$

$$t_{тав} = t_{ex} - \Delta t_2; \quad t_{тав} = 100^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C} = 63^\circ\text{C}$$

$$2) P_1 = \frac{Q_1}{T} = \frac{\lambda m}{T} = \frac{\lambda \cdot V_A \cdot \rho_A}{T} = \frac{\lambda \cdot \frac{V}{2} \cdot \rho_A}{T}$$

$$P_1 = 42\text{ Вт};$$

С другой стороны: $P_1 = a \Delta t$, где a — некий коэффициент; $a = \frac{P_1}{\Delta t}$, $a = \frac{42\text{ Вт}}{100^\circ\text{C}} = 0,42 \frac{\text{Вт}}{^\circ\text{C}}$

$$\rho = \frac{Q}{T} \Rightarrow t_2 = \frac{Q}{\rho} = \frac{cm \Delta t}{a \Delta t_c} = \frac{c (\frac{V}{2} \cdot \rho_B + \frac{V}{2} \cdot \rho_A) \Delta t}{a (t_{ex} - \frac{\Delta t}{2})}$$

$$t_2 = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} (0,0005\text{ м}^3 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} + 0,0005\text{ м}^3 \cdot 900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}) 2^\circ\text{C}}{0,42 \frac{\text{Вт}}{^\circ\text{C}} \cdot 99^\circ\text{C}}$$

$$= \left(\frac{7980}{41,58} \right) \text{ с} = 192\text{ с}$$

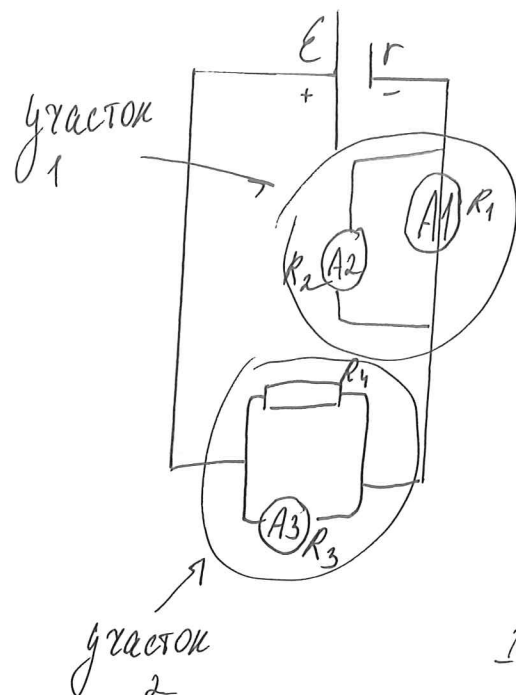
$$3) t_3 = \left(\frac{7980}{0,42 \cdot 11} \right) \text{ с} = 1727\text{ с} \quad (\text{по формуле из п. 2})$$

Ответ: $t_{тав} = 63^\circ\text{C}$; $t_2 = 192\text{ с}$ (увел. на 2°C)

$$t_3 = 1727\text{ с} \quad (с 88^\circ\text{C} \text{ до } 90^\circ\text{C}).$$

Задание 3

Вопрос:



Участок 2:

$$I = \frac{U_2}{\frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}} \Rightarrow U_2 = I \cdot \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$I_3 = \frac{U_2}{R_3} = \frac{I \cdot \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}}{R_3}$$

$$I = \frac{5A}{1\Omega + 0,0012\Omega + 0,001\Omega} = 5A$$

$$I_1 = \frac{5A \cdot 0,0012 \text{ Ohm}}{0,002 \text{ Ohm}} = 3A$$

$$I_2 = \frac{5A \cdot 0,0012 \Omega}{0,0003 \Omega} = 2A$$

$$I_3 = \frac{5A \cdot 0,0010m}{0,0010m} = 5A$$

Omber: $I_1 = 3 \text{ A}$; $I_2 = 2 \text{ A}$; $I_3 = 5 \text{ A}$.

Захон Аша для пачынуцця:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$$

$$R = \cancel{\frac{X}{R_1}} + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

Участок 1:

$$I = \frac{U_1}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} \Rightarrow U_1 = I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}{R_1}$$

$$P_2 = \frac{\frac{I R_1 R_2}{R_1 + R_2}}{R_2}$$

$$u = 10 \frac{m}{s} \quad u = 2 \frac{m}{s}$$

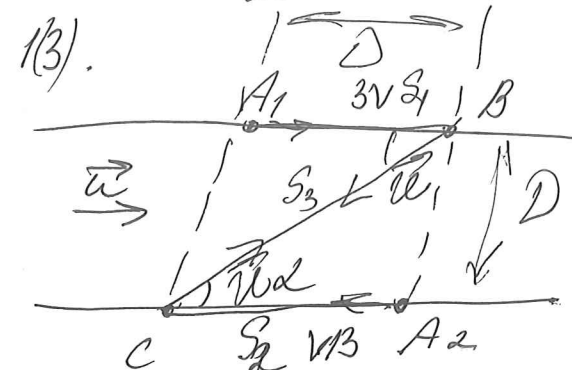



 10 cm
 45°
 $u \sin \alpha = u_y$

$$L = vt \Rightarrow t = \frac{L}{v}, t = \frac{L}{v_{\text{wind}}}$$

$$t = \frac{120\mu}{10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{12 \cdot 2}{\sqrt{2}} \approx 16,97 \approx \boxed{17\text{ ns}}$$

$$\frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{H}{L}$$



$$S_n = S_1 + S_3$$

~~$$S_6 = S_2 + S_3$$~~

~~$$S_n = \frac{0}{3V} + S_j$$~~

$$S_b = \frac{3D}{V} + S_c$$

$$t_n = \frac{D}{3V} + t_3$$

$$t_B = \frac{30}{V} + t_3$$

$$\frac{-2u}{10\sqrt{2} - u^2} = \frac{8}{5\sqrt{3}}$$

$$\frac{D}{3V} + \cancel{t_3} = \frac{3D}{V} + \cancel{t_4} \quad \frac{D}{3V} = \frac{3D}{V}$$

$$u' = \sqrt{(u \cos \alpha - u)^2 + (u \sin \alpha)^2} \quad \left(\frac{2u}{5\sqrt{2} - u^2} = 0 \right)$$

$$u' = \sqrt{(u \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} - u)^2 + u^2 \sin^2 \alpha} = \frac{2u}{3} = 0$$

$$t_3 = t_4 + \frac{3D}{V} - \frac{D}{3V} = t_4 + \frac{8D}{3V}$$

$$t_3 = \frac{D}{u \cdot \cos \alpha + u} = \frac{D}{u \cos \alpha - u} + \frac{8D}{3v}$$

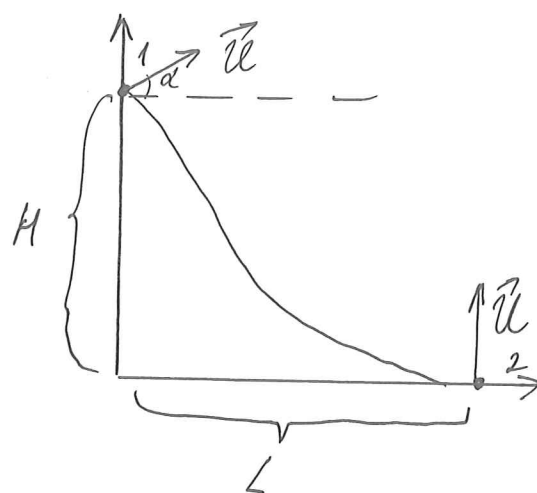
$$\frac{D}{\cos \delta + u} - \frac{D}{\cos \delta - u} = \frac{\partial}{\partial v} \Rightarrow \frac{D(\cos \delta - u) - D(\cos \delta + u)}{(\cos \delta + u)(\cos \delta - u)} = \frac{8}{3v}$$

$$\frac{(\cancel{\cos \alpha} - u - \cancel{\cos \alpha} - u)}{(\cos \alpha + u)(\cos \alpha - u)} = \frac{80}{3V} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$\frac{-2u}{u \cos^2 \alpha - u^2} = \frac{8}{3v}$$

Условие

Задача.



Уравнения движения

1-ого:

$$x = u \cos \alpha t$$

$$y = H + u \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

Уравнение движения

2-ого:

$$x = L$$

$$y = ut - \frac{gt^2}{2}$$

$$\begin{cases} u \cos \alpha t = L \\ ut - \frac{gt^2}{2} = H + u \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$ut - \frac{gt^2}{2} = H + u \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$ut = H + u \sin \alpha t \Rightarrow ut(1 - \sin \alpha) = H$$

$$\Rightarrow 1 - \sin \alpha = \frac{H}{ut} \Rightarrow \sin \alpha = 1 - \frac{H}{ut}$$

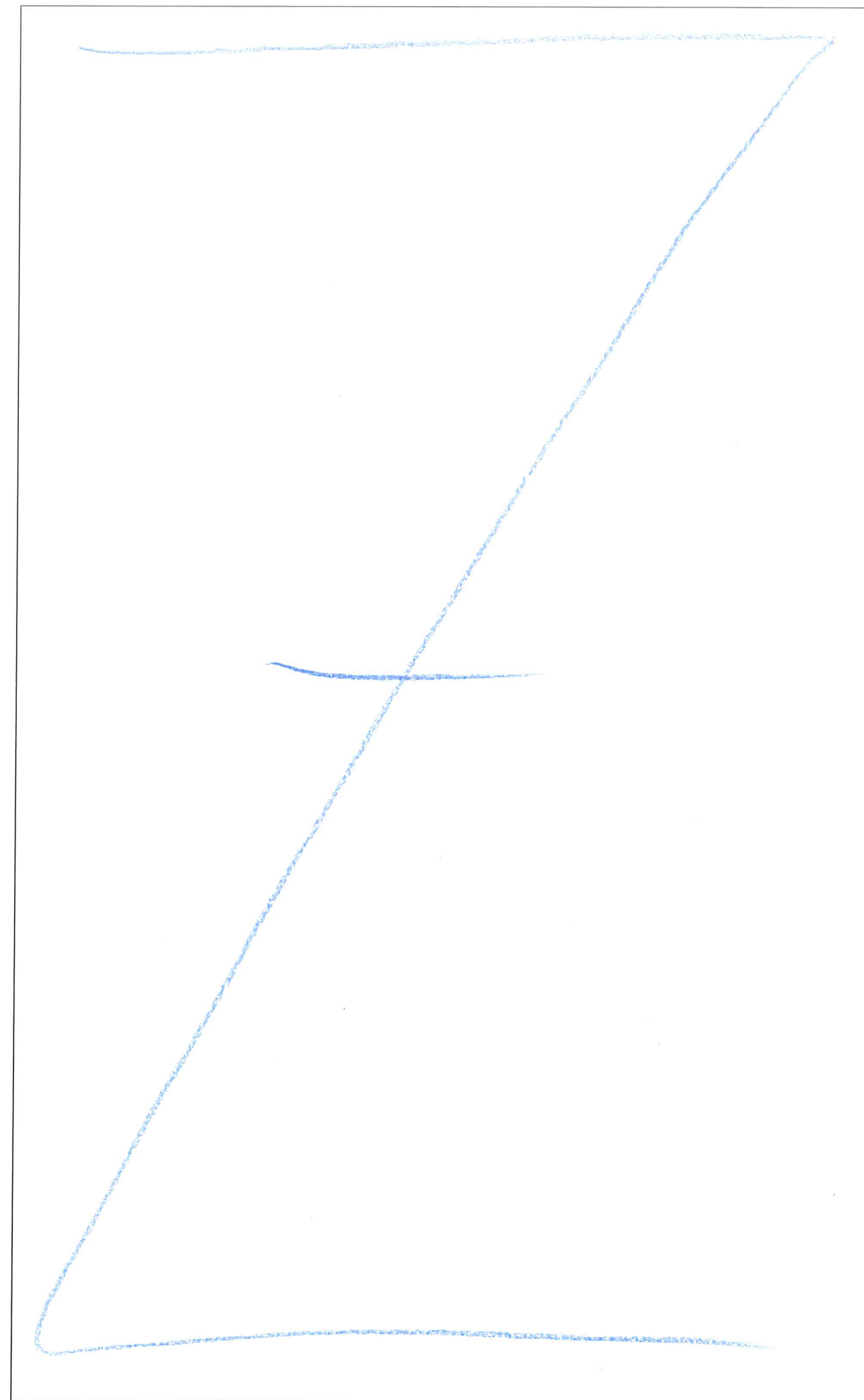
$$u \cos \alpha t = L \Rightarrow \cos \alpha = \frac{L}{ut}$$

$$\frac{1 - \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{H}{ut} : \frac{L}{ut} = \frac{H}{L}$$

$$\Downarrow$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Ответ: под углом 30° к горизонтальной

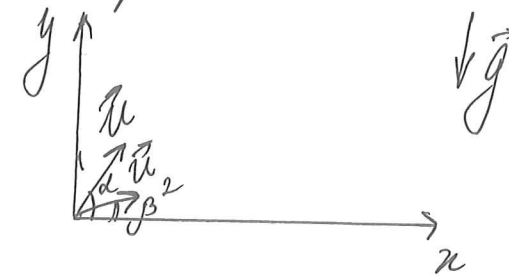


54-41-84-21
(155.2)

Улитовик.

Задача 4

Вопрос:



Шарик 1:

$$x_1 = x_0 + u_{x1} t$$

$$y_1 = y_0 + u_{y1} t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x_0 = y_0 = 0$$

$$x_1 = u \cos \alpha t$$

$$y_1 = u \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

Шарик 2:

$$x_2 = x_0 + u_{x2} t$$

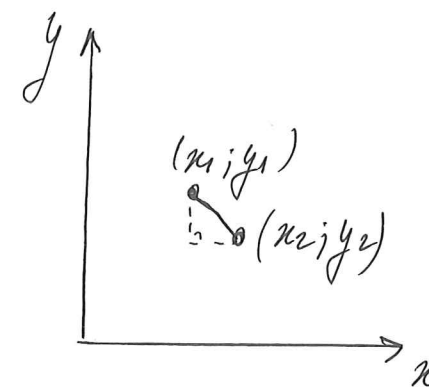
$$y_2 = y_0 + u_{y2} t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x_0 = y_0 = 0$$

$$x_2 = u \cos \beta t$$

$$y_2 = u \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

Удобно найти расстояние через систему координат:



$$x_1 = 0,13 u$$

$$y_1 = 0,48 u - 1,25$$

$$x_2 = 0,48 u$$

$$y_2 = 0,13 u - 1,25$$

$$S = \sqrt{(0,13 u - 0,48 u)^2 + (0,48 u - 1,25 - (0,13 u - 1,25))^2}$$

$$= \sqrt{0,35 u^2 + 0,35 u^2 - 0,13 u + 1,25} = \sqrt{0,7 u^2} = 0,84 u$$

$$\text{Ответ: } S = 0,84 u$$