



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Козырев Михаил Дмитриевич**

Класс: 9

Технический балл: **100**

Дата проведения: 24 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9636289

	1	2	3	4	Σ
Задача	25	25	25	25	<i>100</i>
Вопрос					

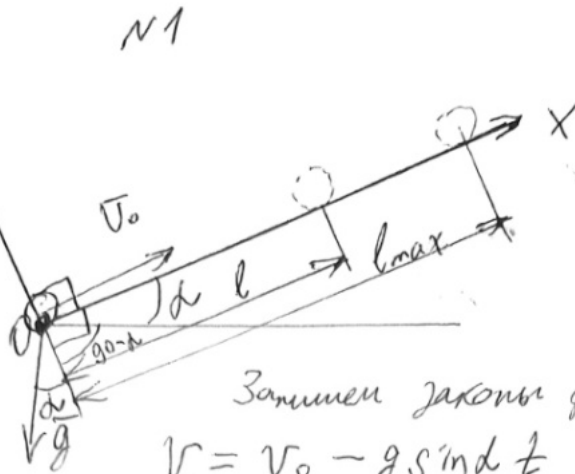
Dano:

$l = 0,6 \text{ m}$

$t_1 = 1 \text{ s}$

$t_2 = 2 \text{ s}$

$v_0 = ?$



$$g_y = g \cos \alpha$$

$$g_x = g \sin \alpha$$

Začnemelj koordinatni sistem pri OX:

$$v_x = v_0 - g \sin \alpha t$$

$$x = 0 + v_0 t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

B točki $x = l$ največkrat opazimo 2² rešitve b. uveljavimo
 sprejemni $t_1 = 1 \text{ s}$ u $t_2 = 2 \text{ s}$;

$$\left\{ \begin{array}{l} l = v_0 t_1 - \frac{g \sin \alpha t_1^2}{2} \\ l = v_0 t_2 - \frac{g \sin \alpha t_2^2}{2} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{g \sin \alpha t_1^2}{2} = v_0 t_1 - l \\ \frac{g \sin \alpha t_2^2}{2} = v_0 t_2 - l \end{array} \right.$$

$$\frac{t_2^2}{t_1^2} = \frac{v_0 t_2 - l}{v_0 t_1 - l}$$

$$v_0 t_1 t_2^2 - l t_2^2 = v_0 t_1^2 t_2 - l t_1^2$$

$$v_0 (t_1 t_2^2 - t_1^2 t_2) = l t_2^2 - l t_1^2$$

$$v_0 = \frac{l (t_2 - t_1) (t_2 + t_1)}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)} = \frac{l (t_1 + t_2)}{t_1 t_2} =$$

$$= l \frac{t_1 + t_2}{t_1 t_2} = 0,6 \cdot \frac{1+2}{1 \cdot 2} = \frac{0,6 \cdot 3}{2} = 0,9 \text{ m/s}$$

Odgovor: $v_0 = l \frac{t_1 + t_2}{t_1 t_2} = 0,9 \text{ m/s}$

N2

2/5

Дано:

$$t = 0^\circ \text{C}$$

$$m_{\text{л}} = 100 \text{ г} =$$

$$= 0,1 \text{ кг}$$

$$m_{\text{г}} = 5 \text{ г}$$

$$\rho_{\text{в}} = 1 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{\text{л}} = 0,9 \text{ г/см}^3$$

$$\lambda = 340 \text{ Дж/м}^2$$

$$V_{\text{гр}} \ll V_{\text{л}}$$

Q = ?

Достаточно уже растаял лёд, чтобы градика начала таять, нет необходимости его растапливать весь лёд.

Градика начнёт таять при условии, что средняя плотность системы "лёд-градика" сравняется с плотностью воды.

1) Опред. средней плотности:

$$\rho_{\text{сл}} = \frac{m_{\text{сл}}}{V_{\text{сл}}}$$

Тучень M -масса оставшегося льда, а $m_{\text{г}}$ -масса градика:

$$\rho_{\text{в}} = \frac{M + m_{\text{г}}}{V_{\text{л}} + V_{\text{гр}}} = \left(V_{\text{гр}} \ll V_{\text{л}} \right) = \frac{M + m_{\text{г}}}{V_{\text{л}}}$$

$$V_{\text{л}} = \frac{M}{\rho_{\text{л}}}$$

$$\rho_{\text{в}} = (M + m_{\text{г}}) \cdot \frac{\rho_{\text{л}}}{M}; \quad \rho_{\text{в}} \cdot M = \rho_{\text{л}} \cdot M + \rho_{\text{л}} \cdot m_{\text{г}}$$

3)

$$M(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}) = m_{\text{г}} \rho_{\text{л}}$$

$$M = \frac{\rho_{\text{л}} \cdot m_{\text{г}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}}$$

4) Масса растаившего льда Δm :

$$\Delta m = m_{\text{л}} - M = m_{\text{л}} - \frac{m_{\text{г}} \rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}}$$

5) Минимальное количество теплоты Q :

$$Q = \lambda \Delta m = \lambda \left(m_{\text{л}} - \frac{m_{\text{г}} \rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}} \right) = 340 \cdot \left(100 - \frac{5 \cdot 0,9}{1 - 0,9} \right) =$$

$$= \underline{18700 \text{ Дж.}}$$

$$\text{Ответ: } Q = \lambda \left(m_{\text{л}} - \frac{m_{\text{г}} \rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}}} \right) = 18700 \text{ Дж}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} l \operatorname{tg} \alpha + l \operatorname{tg} \beta = S \quad N4 \text{ (непробук)} \quad 6/6 \\ L \operatorname{tg} \alpha = H - S - x \quad ; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{H - S - x}{L} \\ L \operatorname{tg} \beta = x \quad ; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{x}{L} \end{array} \right.$$

$$\frac{l}{L} (H - S - x) + \frac{l}{L} x = S$$

$$\frac{l}{L} (H - S) = S$$

$$\frac{lH}{L} - \frac{lS}{L} = S$$

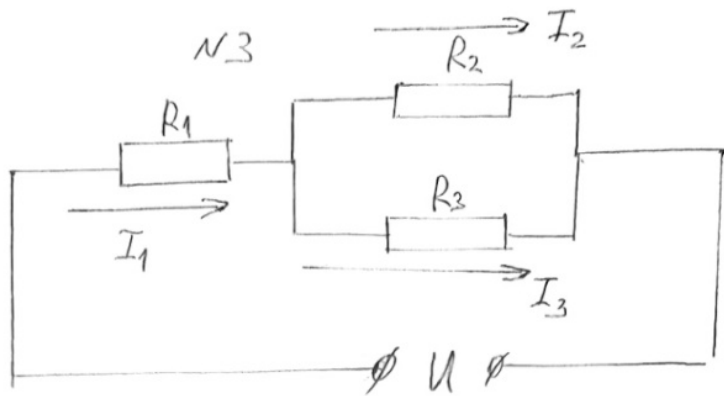
$$\frac{lH}{L} = \frac{l}{L} S + \frac{SL}{L}$$

$$lH = S(l + L)$$

$$\boxed{S = \frac{lH}{l+L}} \quad \left(\frac{2 \mu \cdot 3 \text{ м}}{2 \mu + 3 \mu} = \frac{6}{7} \text{ м} \right)$$

$$S = \frac{lH}{L+l}$$

Dano:
 $R_1 = 1 \text{ Ohm}$
 $R_2 = 2 \text{ Ohm}$
 $R_3 = 3 \text{ Ohm}$
 $N_1 = 25 \text{ BT}$



$N_2 = ?$

1) $N_1 = I_1^2 R_1$, *Закон Джоуля - Ленча*
 $N_2 = I_2^2 R_2$

$$\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 \frac{R_2}{R_1}$$

2) По закону Ома же выражаем I_3 :

$$I_2 R_2 = I_3 R_3 \Rightarrow I_3 = I_2 \frac{R_2}{R_3}$$

3) Закон сохранения заряда:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

4) 2) \rightarrow 3)

$$I_1 = I_2 + I_2 \frac{R_2}{R_3} = I_2 \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) = I_2 \left(\frac{R_2 + R_3}{R_3}\right) = I_1$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

5) 4) \rightarrow 1

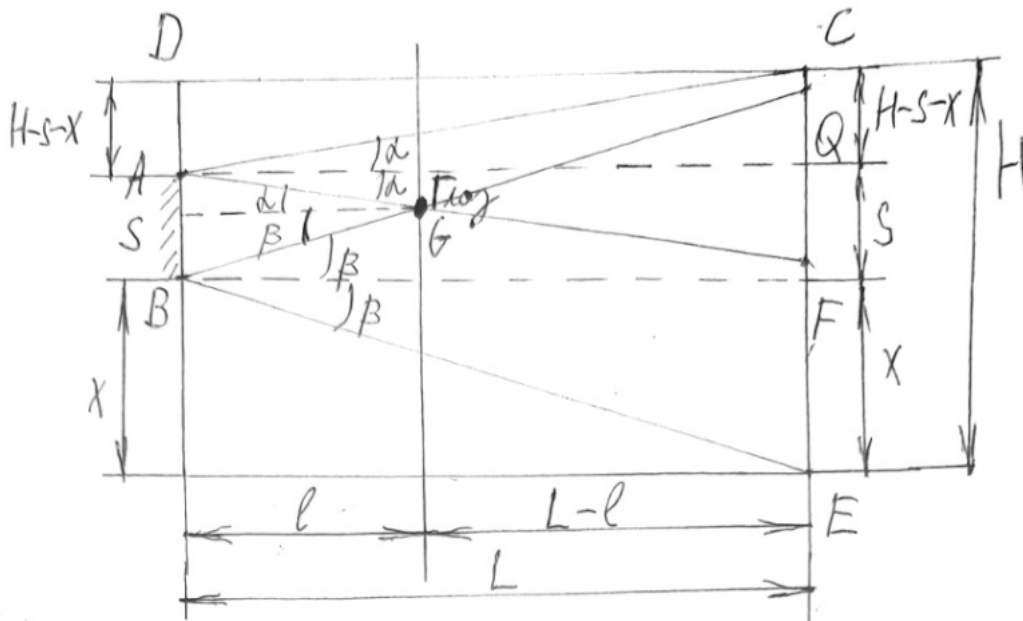
$$N_2 = N_1 \cdot \frac{R_3^2}{(R_2 + R_3)^2} \cdot \frac{R_2}{R_1} = N_1 \frac{R_2 R_3^2}{R_1 (R_2 + R_3)^2} =$$

$$= 25 \cdot \frac{2 \cdot 3^2}{1 \cdot (2+3)^2} = 18 \text{ BT}$$

Ответ: $N_2 = 18 \text{ BT}$

N4

4/5



Пл.к. положение зеркала относительно пола не задано, но пусть нижний край зеркала будет на расстоянии x от пола.

Условие минимальности зеркала: луч от верхнего края стены должен прийти в верхний край зеркала, луч от нижнего края стены в нижний край зеркала.

Учитывая, что угол падения равен углу отражения:

из $\triangle AGB$:

$$1) s = l \operatorname{tg} \alpha + l \operatorname{tg} \beta$$

2) из $\triangle BFE$:

$$x = L \cdot \operatorname{tg} \beta \Rightarrow \operatorname{tg} \beta = \frac{x}{L}$$

3) из $\triangle CAQ$:

$$H - s - x = L \cdot \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{H - s - x}{L}$$

4) 2) и 3) в 1):

$$s = \frac{l}{L} (H - s - x) + \frac{l}{L} x = \frac{l}{L} (H - s) - \frac{l x}{L} + \frac{l x}{L}$$

$$s = \frac{l}{L} H - \frac{l}{L} s; \quad s \left(1 + \frac{l}{L}\right) = \frac{l}{L} H$$

Дано:

$$L = 5 \text{ м}$$

$$H = 3 \text{ м}$$

$$l = 2 \text{ м}$$

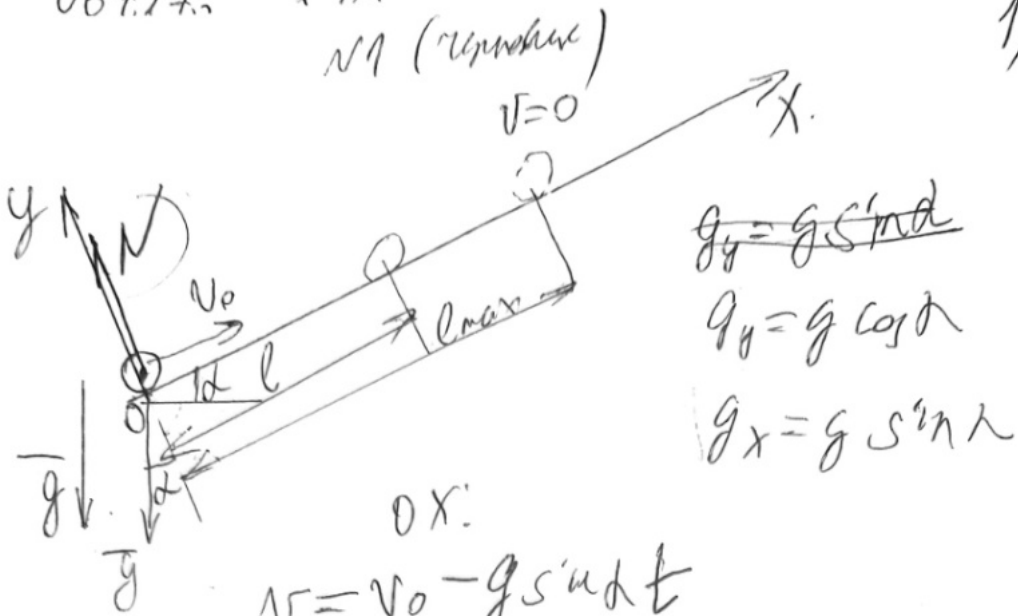
$$s = ?$$

$$S \cdot \frac{L+L}{L} = \frac{LH}{L} \quad \text{NY (negative)}$$

5/5

$$S = \frac{LH}{L+L} = \frac{2 \cdot 3}{2+5} = \frac{6}{7} \text{ m}$$

Orbiter: Numerical value but one space $S = \frac{LH}{L+L} = \frac{6}{7} \text{ m}$



$$v = v_0 - g \sin \alpha t$$

$$x = 0 + v_0 t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$x = l : t = t_1$$

$$l = v_0 t_1 - \frac{g \sin \alpha t_1^2}{2}$$

$$x = l : t = t_2$$

$$l = v_0 t_2 - \frac{g \sin \alpha t_2^2}{2}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{g \sin \alpha t_2^2}{2} &= v_0 t_2 - l \\ \frac{g \sin \alpha t_1^2}{2} &= v_0 t_1 - l \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{t_2^2}{t_1^2} = \frac{v_0 t_2 - l}{v_0 t_1 - l}$$

$$\begin{aligned}
 R_1 \quad & v_0 t_1 t_2^2 - l t_2^2 = v_0 t_2 t_1^2 - t_1^2 l \quad 2/6 \\
 R_2 \quad & v_0 (t_1 t_2^2 - t_2 t_1^2) = l (t_2^2 - t_1^2) \\
 R_3 \quad & v_0 = \frac{l (t_2^2 - t_1^2)}{t_1 t_2^2 - t_2 t_1^2} = \frac{l (t_2 - t_1)(t_2 + t_1)}{t_1 t_2 (t_2 - t_1)} = \\
 & = \boxed{l \cdot \frac{(t_1 + t_2)}{t_1 t_2}} = v_0
 \end{aligned}$$

$$v_0 = 0,9 \text{ м/с}$$

N1

Дано:

$$t = 0^\circ \text{C}$$

$$m_1 = 100 \text{ г}$$

$$m_2 = 5 \text{ г}$$

$$\rho_0 = 12 / \text{см}^3$$

$$\rho_l = 0,9 \text{ г/см}^3$$

$$\lambda = 340 \text{ Дж/с}$$

N2 (репробук)

~~Дано~~
 Додана латекс сурьма, кыра уке
 раамб джа памаем. Кем неодохранам,
 ундур параллел джа дж.

Додунна латекс сурьма кыра ундур
 кепел немноно джа сродуннон

Канон паброн немнонон кепел:

$$T_0 \text{ орт. Кепел немнонон:}$$

$$\rho_{\text{об}} = \frac{m_{\text{об}}}{V_{\text{об}}}$$

Турьма M - масса алобунор джа,
 a m - масса сродуннон;

$$\begin{aligned}
 \rho_0 &= \frac{M+m}{V_1 + V_{\text{пр}}} ; M+m = \rho_0 (V_1 + V_{\text{пр}}) \\
 V_1 &= \frac{M}{\rho_1} ; V_{\text{об}} = \frac{m}{\rho_{\text{об}}}
 \end{aligned}$$

Given:

$$R_1 = 1 \Omega$$

$$R_2 = 2 \Omega$$

$$R_3 = 3 \Omega$$

$$N_1 = 25 \text{ BT}$$

$N_2 = ?$

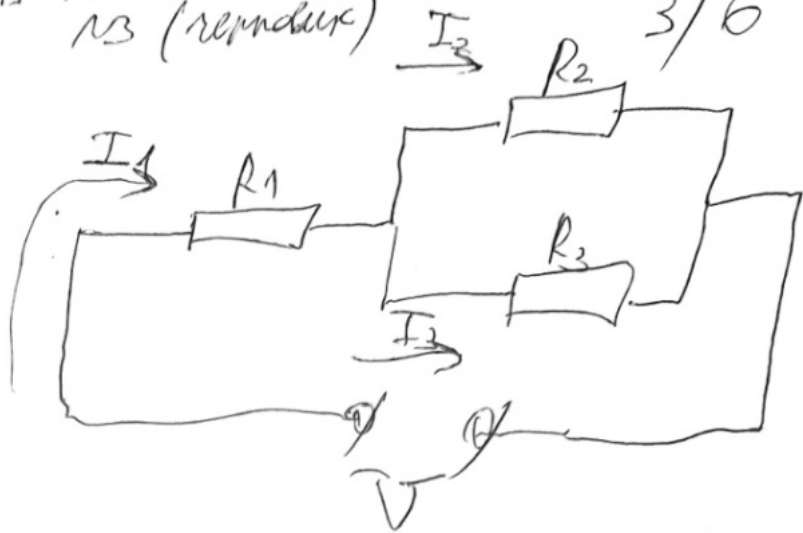
$$N_1 = I_1^2 R_1$$

$$N_2 = I_2^2 R_2$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{(I_2)^2 R_2}{(I_1)^2 R_1}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{R_2}{(R_2 + R_3)^2} \cdot \frac{R_3}{R_1}$$

I_3 (remainder) I_3 3/6



$$I_2 R_2 = I_3 R_3 \Rightarrow I_3 = I_2 \frac{R_2}{R_3}$$

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$I_1 = I_2 + I_2 \frac{R_2}{R_3} =$$

$$= I_2 \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) = I_1$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) = \frac{R_2 + R_3}{R_3}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

$$N_2 = N_1 \frac{R_2 R_3^2}{R_1 (R_2 + R_3)^2}$$

$$= 18 \text{ BT}$$

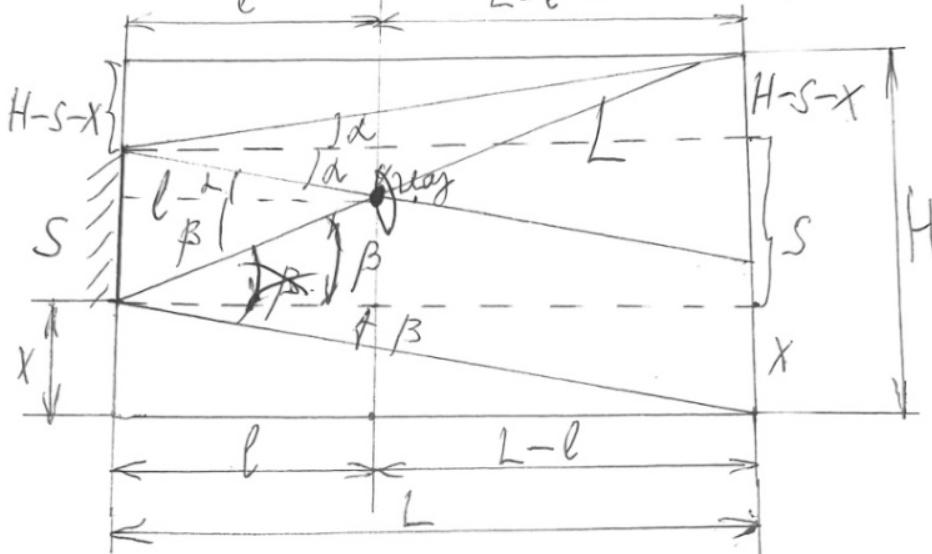
$$N_2 = 25 \cdot \frac{2 \cdot 9}{1 \cdot 5^2} = \frac{25}{25} \cdot \frac{2 \cdot 9}{1} = 18 \text{ BT}$$

ИЧ (переворот)

Пл.к. положение зеркала относительно пола не важно, но пусть нижний край зеркала будет на расстоянии x от пола.

Условие минимальности зеркала: луч от верхнего края стены должен прийти в верхний край зеркала, луч от нижнего края стены в нижний край зеркала.

Учитывая, что угол падения равен углу отражения:



$$S = l \operatorname{tg} \alpha + l \operatorname{tg} \beta$$

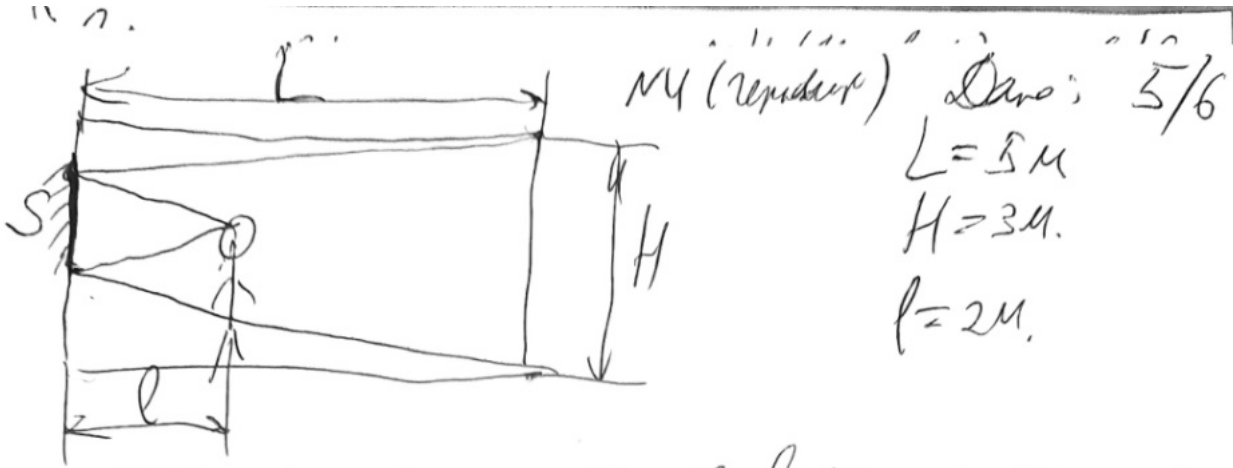
$$x = L \operatorname{tg} \beta \quad ; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{x}{L}$$

$$H - S - x = L \operatorname{tg} \alpha \quad ; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{H - S - x}{L}$$

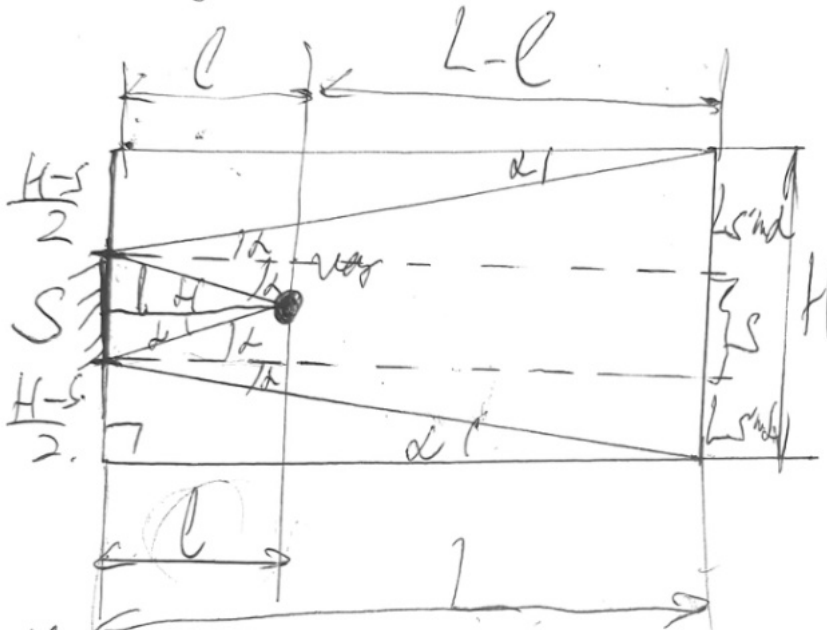
$$S = \frac{l}{L} (H - S - x) + \frac{l}{L} x = \frac{l}{L} (H - S) - \frac{l}{L} x + \frac{l}{L} x$$

$$S = \frac{l}{L} H - \frac{l}{L} S$$

$$S \frac{L}{L} = \frac{lH}{L} - \frac{lS}{L} \quad | \cdot L \quad S(L+l) = lH$$



Трёхплечник, но сначала лучше рассмотреть



1) Сделать кинематическую схему: найти опорные реакции и кинематическую схему системы с помощью кинематической схемы.

2) Угол наклона палки найти с помощью и найти d

~~$H = S + 2L \sin \alpha$~~
 ~~$S = 2L \sin \alpha$~~

~~$S = \frac{H}{2}$~~
 ~~$L = \frac{H}{2 \sin \alpha}$~~