

0 001956 340004
00-19-56-34
(1.6)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов по физике
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Наташкина Сергей Александровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Работу сдал 14⁵³ [подпись]

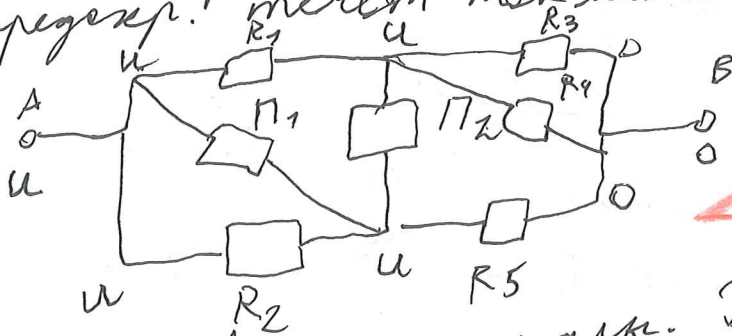
Дата
«09» февраля 2024 года

Подпись участника
[подпись]

00-19-56-34
(1.6)

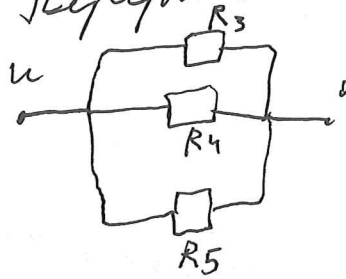
Чистовик
№ 1.5

Рассмотрим случай, когда через предохран. течёт ток меньший, чем I_n .



Рассмотрим потенциалы. Рассматриваем предохранители, как идеальные проводя. Видно, что в таком случае через R_1 и R_2 ток не течёт.

Перечис. схему.



\Rightarrow через каждый резистор течёт $I = \frac{U}{R}$
 $I_{П1}$ - ток через предохран. 1
 $I_{П2}$ - ток через предохран. 2

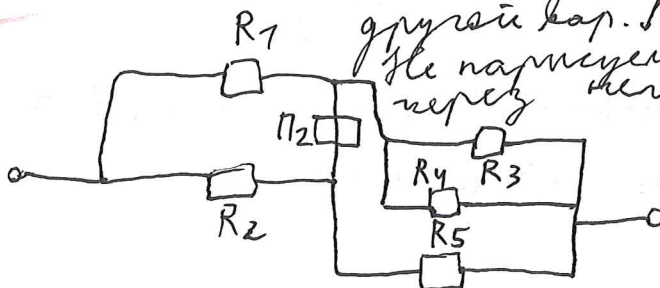
Запиш. закон Кирхгофа для узлов

$$\begin{cases} I_{П2} = 2I \\ I_{П1} = I_{П2} + I \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{П2} = \frac{2U}{R} \\ I_{П1} = \frac{3U}{R} \end{cases}$$

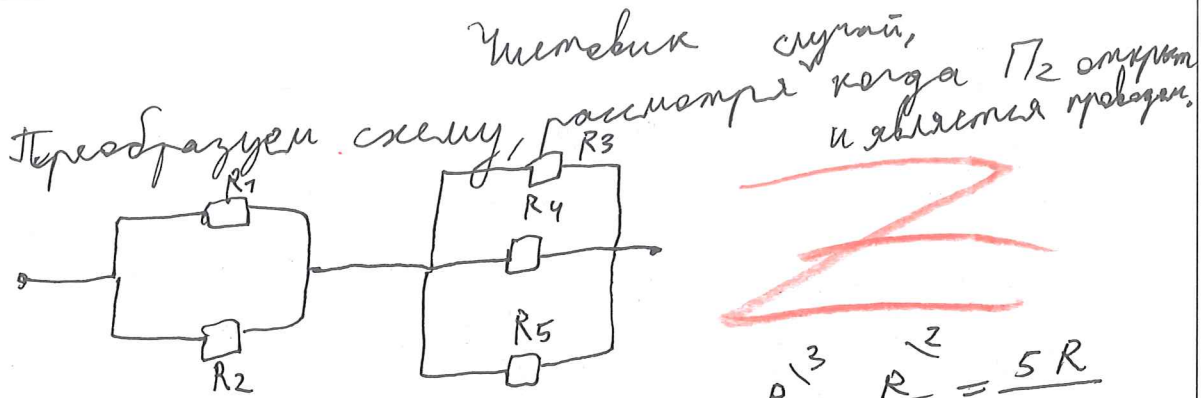
Предохранитель 1 перестанет проводить ток, когда $I_{П1} = I_n$. Рассмотрим в какой момент времени это произойд.

$$\begin{cases} I_{П1} = \frac{3U}{R} \\ U = dt \end{cases} \Rightarrow I_{П1} = \frac{3dt}{R} \Rightarrow t_1 = \frac{I_n R}{3d}$$

Соответств. 2 предохран. закрепля после 1. Нужно рассматр. другой вар. Π_1 = разрыв цепи. Не паримся со м.к. ток через Π_2 не течёт.



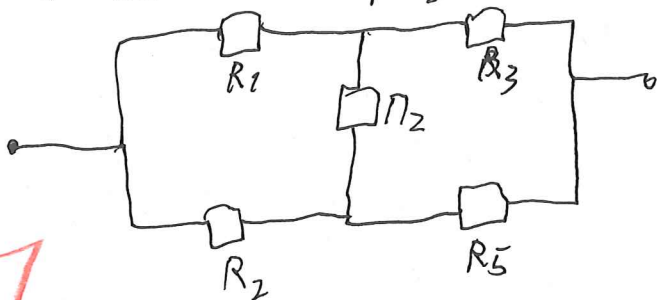
Багунин Р.А.
 Якута Е.В.
 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2
 20 | 20 | 18 | 17 | 20 | 95
 гебамсото истр



Общее сопротивление. $R_{экв} = \frac{R_1}{2} + \frac{R_3}{3} = \frac{5R}{6}$

\Rightarrow общий ток $I_0 = \frac{u}{\frac{5}{6}R} = \frac{6u}{5R}$

I_1 - ток через R_1 в этом случае
 I_3 - ток через R_3 в этом случае
 $I_{\Pi 22}$ - ток через Π_2 в этом случае



Из предыдущей схемы следует, что $R_1 = R_2$

$\Rightarrow I_1 = \frac{\frac{6u}{5R}}{2} = \frac{3u}{5R}$

$R_3 = R_4 = R_5 \Rightarrow I_3 = \frac{\frac{6u}{5R}}{3} = \frac{2u}{5R}$

Для узла для этой схемы $I_{\Pi 22} = I_1 - I_3 = \frac{u}{5R}$

Π_2 перестанет проводить ток, когда $I_{\Pi 22} = I_n$
 Каждый момент врем. t_2 .

$I_n = \frac{d t_2}{R \cdot 5} \quad t_2 = \frac{5 I_n R}{u}$

Ответ: первый Π_1 перегорит через $t_1 = 4$ мин,
 Π_2 - через $t_2 = 60$ мин.

Чистовик

№ 1.3

Запишем уравнение теплового баланса. Разовых переходов не было. Это следует из температур. Конеч.

$$\Sigma Q = 0$$

$$Q = C m \Delta t$$

$$m_b C_b (t_k - t_b) + m_{op} C_{op} (t_k - t_{op}) + m_c C_c (t_k - t_c) + m_z C_z (t_k - t_z) = 0$$

Подставим числа

$$-21000 \text{ гж} + 36000 \cdot m_{op} \text{ гж} + 1200 \text{ гж} + 12600 \text{ гж} = 0$$

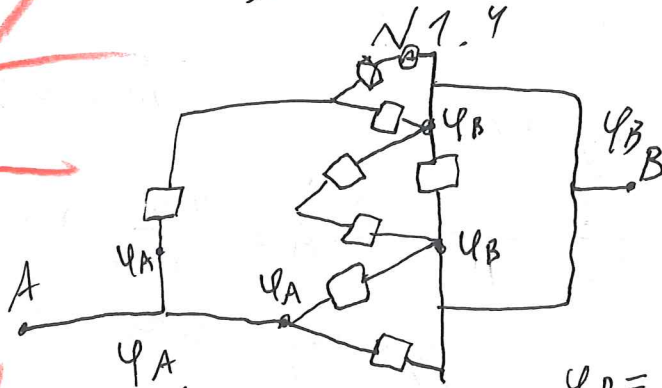
$$36000 \cdot m_{op} \text{ гж} - 7200 = 0$$

$$36000 m_{op} = 7200$$

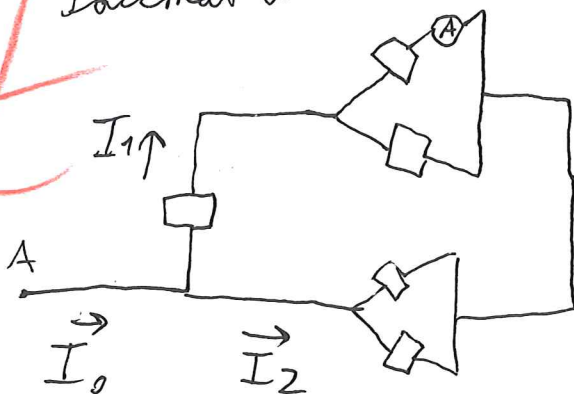
$$m_{op} = \frac{7200}{36000} = 0,2 \text{ кг} = 200 \text{ г}$$

18 баллов

№ 1.4



Рассставим потенциалы.



$\varphi_B = \varphi_B \Rightarrow$ через средний треугольник ток не идет. перерисуем без среднего триуг.

Общие сопротивления

$$R_{экв} = \frac{(R + \frac{R}{2}) \parallel \frac{R}{2}}{2} = \frac{3}{8} R$$

Общий ток $I_0 = \frac{8 U_0}{3 R}$

Чистовик

Затем равенство напряж. и закон Кирхгофа

$$\begin{cases} I_0 = I_1 + I_2 \\ I_1 \left(R + \frac{R}{2} \right) = I_2 \frac{R}{2} \end{cases}$$

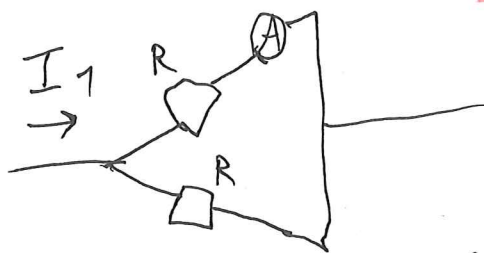
$$\begin{cases} I_0 = I_1 + I_2 \\ I_2 = 3 \frac{I_1}{2} \end{cases}$$

$$\frac{3 I_1 R}{2} = \frac{I_2 R}{2}$$

$$I_0 = 4 I_1$$

$$I_1 = \frac{I_0}{4} = \frac{2 U_0}{3 R}$$

Рассмотрим верхн. уч. цепи



$R = R \Rightarrow$ через амперметр течёт $\frac{I_1}{2}$

$$= \frac{U_0}{3 R} = \frac{6}{3 \cdot 125} \text{ A} = \frac{2}{125} \text{ A} = \frac{16}{1000} \text{ A} = 16 \text{ mA}$$

Ответ: через амперметр течёт 16 мА.

Чистовик

$$\rho = \frac{P_1 \cancel{R_2} P_2}{\sqrt{mg} \cdot g \cdot \sqrt{3 \cdot \sin 60 \cdot P_1}}$$



$$\rho = \frac{P_1 P_2}{\sqrt{m} \cdot (\sqrt{g})^3 \cdot \sqrt{3 \cdot \sin 60} \cdot \sqrt{P_1}}$$



$$\rho = \frac{\sqrt{P_1} \cdot P_2}{\sqrt{mg^3} \cdot \sqrt{3 \cdot \sin 60}}$$

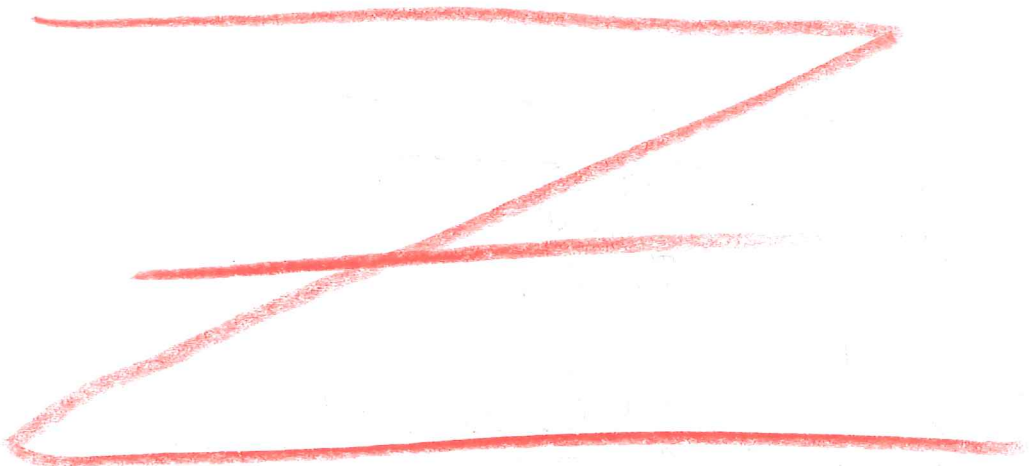
$$\rho = \frac{\sqrt{P_1} \cdot P_2}{\sqrt{3 \cdot \sin 60 \cdot m \cdot g^3}}$$

$$\frac{\frac{H}{m} \cdot \frac{H}{m^2}}{\frac{H}{kg} \cdot \frac{H^3}{kg^3}}$$

$$\rho = \frac{\sqrt{6\sqrt{3}} \cdot \sqrt{6000\sqrt{3}} \cdot 4080}{\sqrt{\frac{3 \cdot \sqrt{3}}{2} \cdot 1 \cdot 1000}}$$



$$\rho = \frac{\sqrt{6} \cdot \sqrt{1000} \cdot \sqrt{\sqrt{3}} \cdot 4080}{\sqrt{\frac{3}{2} \cdot \sqrt{3} \cdot 1 \cdot \sqrt{1000}}} = 8160 \text{ кг/м}^3$$



~~Задача~~ Числовик
 Запишем что равно давление
 $R = P = \frac{F}{S}$ ρ - плотность кризлы
 V - объем кризлы

$$\begin{cases} P_1 = \frac{mg}{3 \cdot \sin 60 \cdot a^2} \\ P_2 = \frac{mg}{ab} \\ V = 3 \cdot \sin 60 \cdot a^2 \cdot b \\ \rho = \frac{m}{V} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = \sqrt{\frac{mg}{3 \cdot \sin 60 \cdot P_1}} \\ b = \frac{mg}{P_2 \cdot a} = \frac{mg}{P_2 \cdot \sqrt{\frac{mg}{3 \cdot \sin 60 \cdot P_1}}} \\ \rho = \frac{m}{3 \cdot \sin 60 \cdot a^2 \cdot b} \end{cases}$$

$$\rho = \frac{m}{3 \cdot \sin 60 \cdot \frac{mg}{3 \cdot \sin 60 \cdot P_1} \cdot \frac{mg}{P_2 \cdot \sqrt{\frac{mg}{3 \cdot \sin 60 \cdot P_1}}}}$$

$$\rho = \frac{1}{P_1} \cdot \frac{mg}{P_2 \cdot \sqrt{\frac{mg}{3 \cdot \sin 60 \cdot P_1}}}$$

$$\rho = \frac{1}{P_1} \cdot \frac{\sqrt{mg} \cdot \sqrt{3 \cdot \sin 60 \cdot P_1}}{P_2}$$

Числовик

№ 1, 2

Определим перим. 6-угольника через его сторону

$$\sum \alpha = 180(b-2)$$

$$\sum \alpha = 720$$

$$\alpha = \frac{720}{6} = 120$$

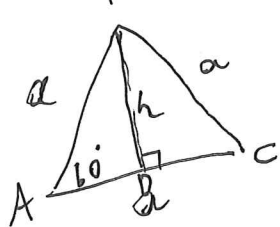
Биссектр. пересекаются

в 1 м. \Rightarrow между биссектр. и стороной

равны $\frac{\alpha}{2} = 60 \Rightarrow$ в шестиугольнике равны Δ равностор. треуго.

S_{Δ} - площадь треугольника

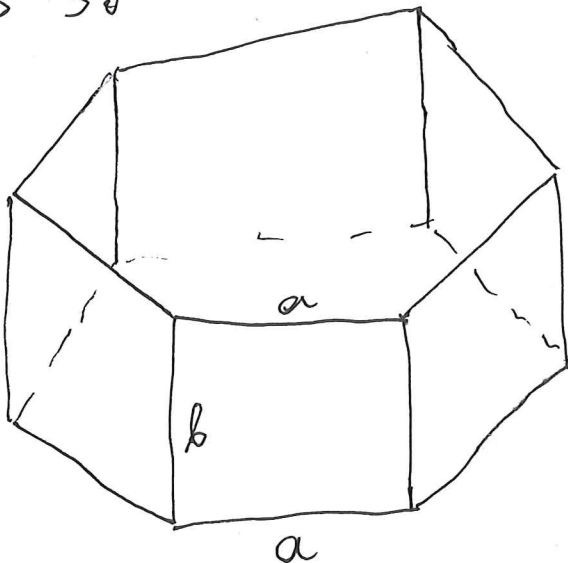
S_0 - перим. шестиугольника

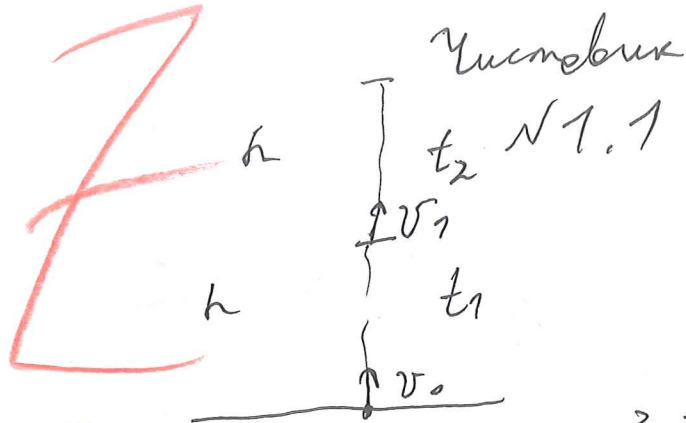


$$h = a \cdot \sin 60$$

$$S_{\Delta} = \frac{a \cdot h}{2} = \frac{a^2 \cdot \sin 60}{2}$$

$$\Rightarrow S_0 = 6 S_{\Delta} = 3 \sin 60 \cdot a^2$$





Заменим t_2 на $3t_1$

v_0 - нач. скорость

h - высота подним. мяча

v_1 - скорость после t_1

$$v_1 = v_0 - g t_1$$

$$h = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$h = 3v_1 t_1 - \frac{g (3t_1)^2}{2}$$

$$\begin{cases} h = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \\ h = 3t_1(v_0 - g t_1) - \frac{9 g t_1^2}{2} \end{cases}$$

$$v_0 t_1 - 0,5 g t_1^2 = 3t_1 v_0 - 3 g t_1^2 - 4,5 g t_1^2$$

$$v_0 - 0,5 g t_1 = 3v_0 - 7,5 g t_1$$

$$7 g t_1 = 2 v_0$$

$$v_0 = \frac{7 g t_1}{2}$$

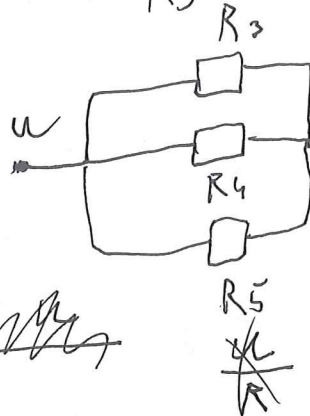
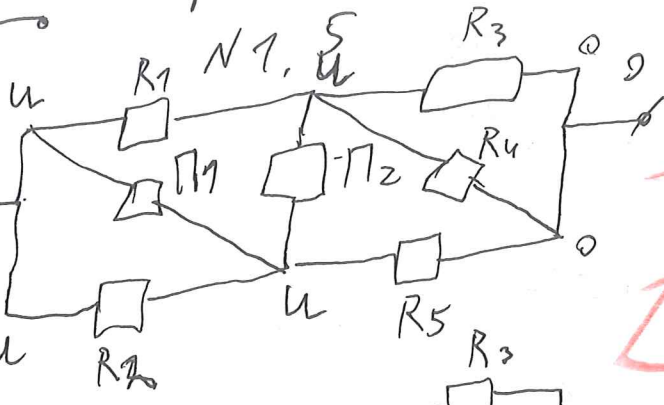
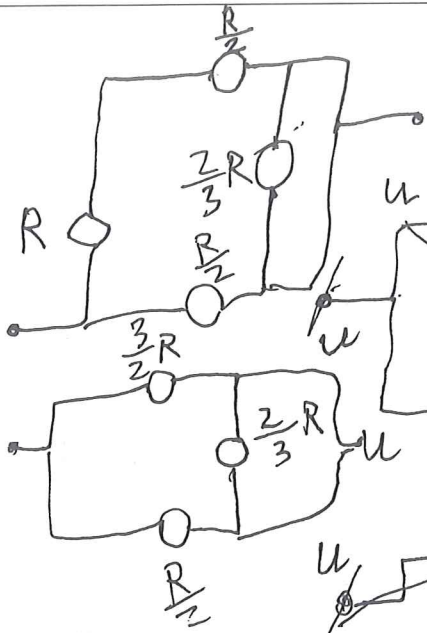
T - время полёта

Вектор скорости v_0 увеличился на $2v_0$
вниз в конце полёта. $\Rightarrow 2v_0 = T g$

$$T = \frac{2v_0}{g} = 7t_1 = 7c$$

$$\frac{2R^2}{3R} = \frac{2}{3}R$$

Черновик



$$20 \cdot 25 = 500$$

$$-20 m \cdot C_b + m \cdot C_p \cdot 45 + \frac{3U}{R} = 0$$

$$-21000 \text{ гм} + 36000 \text{ мф} \cdot \text{гм} + 1200 \text{ гм} + 12600 \text{ гм} = 0$$

$$I_{\Pi 2} = \frac{2U}{R}$$

$$I_{\Pi 1} = \frac{3U}{R}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 500 \\ \times 42 \\ \hline 1000 \\ 2000 \\ \hline 21000 \end{array}$$

$$15 \cdot 42 = 630$$

$$42 \cdot 300 = 12600$$

$$\begin{array}{r} 300 \\ \times 42 \\ \hline 600 \\ 1200 \\ \hline 12600 \end{array}$$

$$20 \cdot 25 = 500$$

$$36000 \text{ мф} - 7200 = 0$$

$$8 \cdot 25 \cdot 6 = 1200$$

$$\begin{array}{r} 21000 \\ - 13800 \\ \hline 7200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 800 \\ \times 42 \\ \hline 1600 \\ 2000 \\ \hline 33600 \end{array}$$

$$36000 \text{ мф} = 7200$$

$$\text{мф} = \frac{27200}{136000} = \frac{2}{10} = 0,2$$

$$\frac{H \cdot C^2}{m^4} = \frac{2002}{\frac{K}{m^3}}$$

Черновик

$$h = 3t_1 g$$

$$\uparrow v_0 - g t_1$$

$$h = t_1 v_0$$

$$\begin{cases} h = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \\ h = (v_0 - g t_1) t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \end{cases}$$

$$v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 3 v_0 t_1 - 3 g t_1^2 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$v_0 t_1 - 0,5 g t_1 = 2 v_0 - 7,5 g t_1$$

$$7 g t_1 = 2 v_0$$

$$v_0 = \frac{7 g t_1}{2}$$

$$t = \frac{2 v_0}{g} = 7 t_1$$



$$\sin 60 = \frac{\sqrt{3} a}{2}$$

5-?

$$\frac{180 \times 4}{720}$$

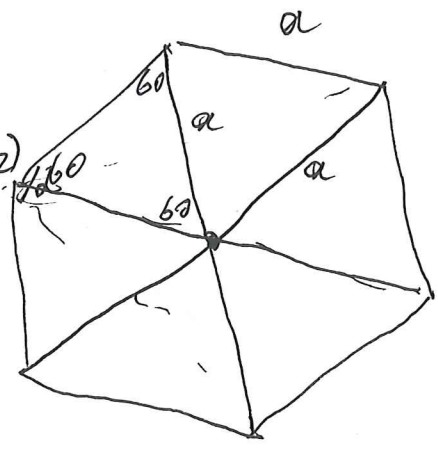
$$\frac{720 \mid 6}{-6 \quad 120}$$

$$\frac{72}{-12 \quad 00}$$

$$\Sigma \text{углов} = 180(n-2)$$

$$\Sigma \text{углов} = 720$$

$$n = 720$$



$$h = \sin 60 \cdot a$$

$$S_{\Delta} = \frac{\sin 60 \cdot a^2}{2}$$

$$S_0 = 6 \quad S_{\Delta} = 3 a^2 \cdot \sin 60$$