



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Инженерные науки**

ФИО участника олимпиады: **Кзаков Глеб Александрович**

Класс: **11**

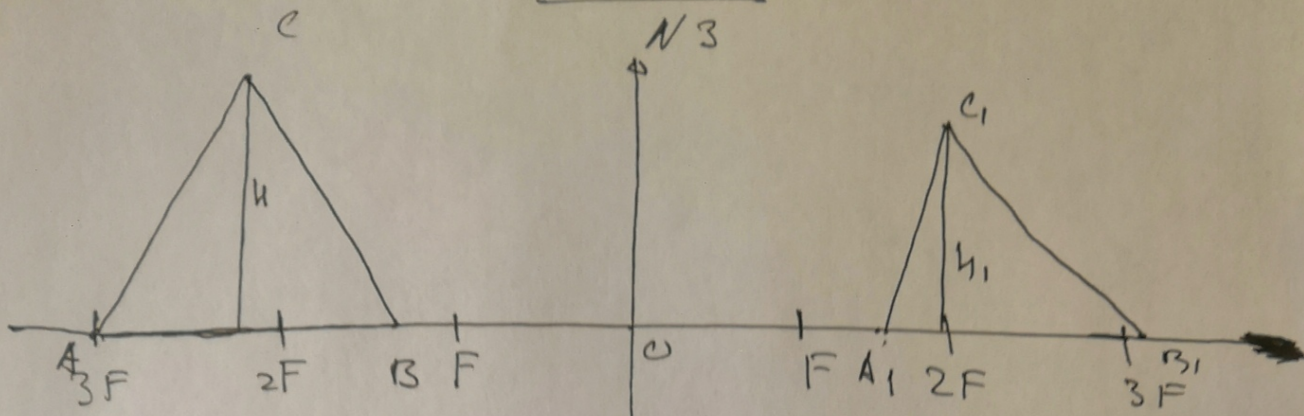
Технический балл: **66**

Дата проведения: **01 марта 2022 года**

РЕЗУЛЬТАТ ПРОВЕРКИ

Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	Всего
20	15	25	6	66

Умножив



d - расстояние от предмета до линзы
 f - расстояние от изображения до линзы

уравнение тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$f = \frac{d \cdot F}{d - F}$$

h - высота р/д $\triangle ABC$, опущенная к основанию AB
 h_1 - высота полученного \triangle (перпендикуляр от C_1 на прямую $ош.ош_1$)

$d(A) = 3F$
 $d(B) = x$

$d(C) = \frac{3F+x}{2}$ (по об-ву высот р/д \triangle , опущенной к основанию)

$f(A) = \frac{3F \cdot F}{3F - F} = 1,5F$ $f(B) = \frac{x \cdot F}{x - F}$ $f(C) = \frac{\frac{3F+x}{2} \cdot F}{\frac{3F+x}{2} - F}$

$\Gamma = \frac{h_1}{h} = \frac{f(C)}{d(C)} = \frac{\frac{\frac{3F+x}{2} \cdot F}{\frac{3F+x}{2} - F}}{\frac{3F+x}{2}} = \frac{F}{\frac{3F+x}{2} - F}$

$h_1 = h \cdot \Gamma = h \cdot \frac{F}{\frac{3F+x}{2} - F}$

$S_{ABC} = h \cdot \frac{d(A) - d(B)}{2} = h \cdot \frac{3F - x}{2}$

$S_{A_1B_1C_1} = h_1 \cdot \frac{f(B) - f(A)}{2} = \frac{h \cdot \left(\frac{x \cdot F}{x - F} - 1,5F \right) \cdot F}{\frac{3F+x}{2} - F}$

$S_{ABC} = S_{A_1B_1C_1}$

$h \cdot \frac{3F - x}{2} = h \cdot \left(\frac{F}{\frac{3F+x}{2} - F} \right) \cdot \frac{F \left(\frac{x}{x - F} - 1,5 \right)}{2}$

Условие

$$3F - x = F \cdot \left(\frac{x}{x-F} - 1,5 \right) \cdot \frac{F}{\cancel{5F} \cdot \left(\frac{3F+x}{2} - F \right)}$$

$$3F - x = F^2 \cdot \frac{(1,5F - 0,5x)}{x-F} \cdot \frac{2}{F+x}$$

$$\cancel{3F-x} = F^2 \cdot \frac{\cancel{3F-x}}{F(x+F) \cdot (x-F)}$$

$$x^2 - F^2 = F^2$$

$$x^2 = 2F^2$$

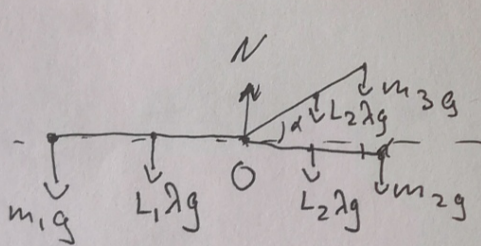
$$x = \pm F\sqrt{2}$$

$x > 0$ (по условию)

⇓

$$x = F\sqrt{2} = 10\sqrt{2} \text{ см} \approx 14,1 \text{ см}$$

Ответ: $10\sqrt{2} \approx 14,1 \text{ см}$



N 1

равенство моментов для равновесия относительно точки O:

$$m_1 g \cdot L_1 + L_1 \gamma \frac{L_1}{2} = m_3 g L_2 \cdot \cos \alpha + m_2 g L_2 \cos \alpha + 2 L_2 \gamma \cdot \frac{L_2}{2} \cos \alpha$$

$$m_3 = m_2 = m = 30 \text{ кг}$$

$$m_1 g L_1 + \frac{L_1^2 \gamma}{2} = \cancel{2m g L_2 \cos \alpha} + L_2^2 \gamma \cos \alpha$$

$$m_1 L_1 + \frac{L_1^2 \gamma}{2} = 2m L_2 \cos \alpha + L_2^2 \gamma \cos \alpha$$

$$50 \cdot 1 + \frac{1^2 \cdot 20}{2} = 2 \cdot 30 \cdot L_2 \cdot \frac{4}{5} + L_2^2 \cdot 20 \cdot \frac{4}{5}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{3}{4}$$

$$60 = 48L_2 + 16L_2^2$$

$$\sin \alpha = \frac{3}{\sqrt{3^2+4^2}} = \frac{3}{5}$$

$$\cos \alpha = \frac{4}{\sqrt{3^2+4^2}} = \frac{4}{5}$$

$$4L_2^2 + 12L_2 - 15 = 0$$

$$D_1 = 36 + 4 \cdot 15 = 96$$

$$L_2^{(1,2)} = \frac{-12 \pm \sqrt{96}}{4}$$

$L_2 > 0$ (по условию) →

$$L_2 = \frac{-3 + 2\sqrt{6}}{2} = \sqrt{6} - 1,5$$

Умови

$$L_2 = \sqrt{6} - 1,5 \approx 2,45 - 1,5 \approx 0,95 \text{ м}$$

$$\sqrt{6} \approx 2,45$$

Объем $L_2 = \sqrt{6} - 1,5 \text{ м} \approx 0,95 \text{ м}$

нужно за час $\sqrt{2}$ за час $\sqrt{2}$ объем $\sqrt{2}$ в
мгновенно Q или Q ~~энергии~~

$$Q = A_{раств} \Delta u$$

~~и~~ $Q = \frac{W \cdot 100\%}{\eta}$ $W = \frac{Q \cdot \eta}{100\%}$

$$Q = \frac{W \cdot 100\%}{\eta}$$

$$\Delta u = \frac{i}{2} v_{RT} = \frac{i}{2} v_{RT} (T_2 - T_1) = \frac{\eta}{2} (p_a v_2 - p_0 v_0)$$

v_2 - конечный
объем за час

$$v_{RT} = p v$$

$$\frac{W \cdot 100\%}{\eta} = A_{раств} + \frac{i}{2} (p_a v_2 - p_0 v_0)$$

$$Q = \frac{W \cdot 100\%}{\eta} = \frac{775000 \cdot 3600 \cdot 10}{8} \quad C_V = \frac{i}{2} R$$

$$= \frac{2,79 \cdot 10^9 \cdot 10}{8} \approx 3,5 \cdot 10^9 \text{ Дж} \quad i = \frac{2 C_V}{R} \approx 6,4$$

$$Q \approx 3,5 \cdot 10^9 \text{ Дж}$$

$$v_2 = \frac{2(Q - A_{раств}) + p_0 v_0}{i} = \frac{3,5 \cdot 10^9 \text{ Дж} - 113 \cdot 10^3 \text{ Дж} + 5,4 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 2,2 \cdot 10^4 \text{ м}^3}{6,4}$$

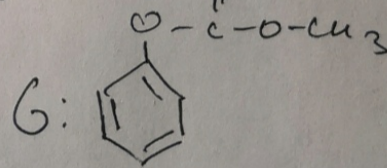
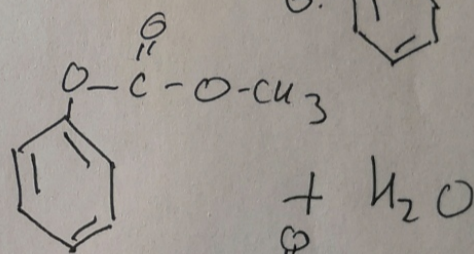
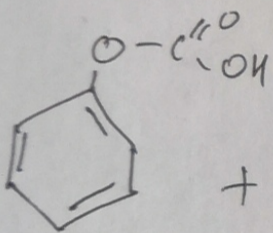
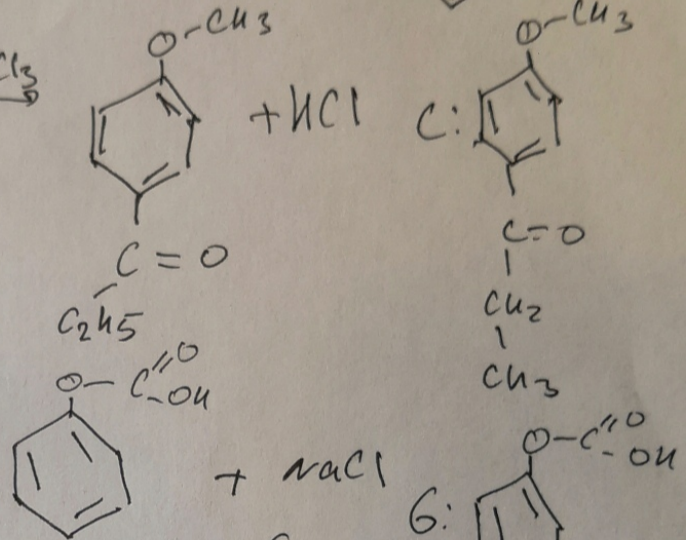
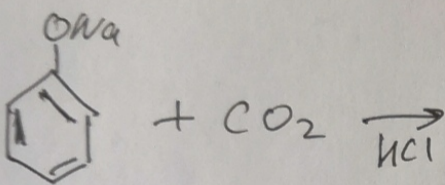
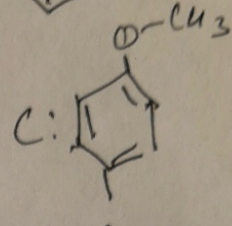
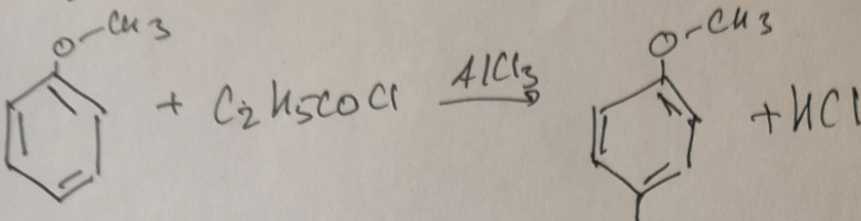
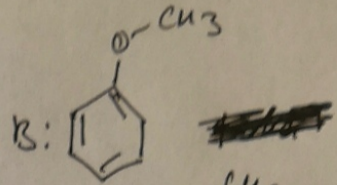
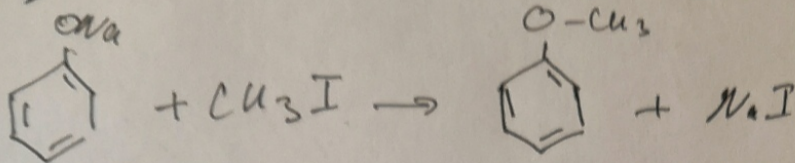
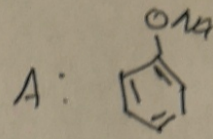
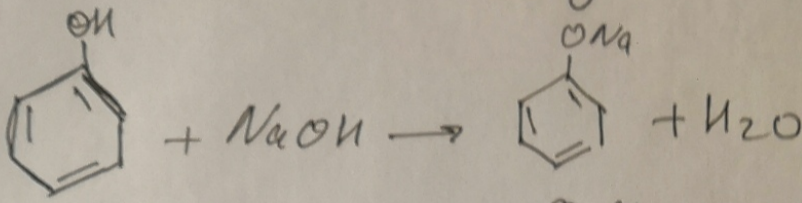
$$= \frac{2 \left(\frac{3,5 \cdot 10^9 \text{ Дж} - 113 \cdot 10^3 \text{ Дж}}{6,4} \right) + 5,4 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 2,2 \cdot 10^4 \text{ м}^3}{1 \cdot 10^5 \text{ Па}}$$

$$= \frac{11 \cdot 10^{10} \text{ Дж} - 3,42 \cdot 10^{10} \text{ Дж}}{1 \cdot 10^5 \text{ Па}} = 7,58 \cdot 10^5 \text{ м}^3$$

Объем: $7,58 \cdot 10^5 \text{ м}^3$ в час 3

Установи

Задача 4



Черновик

$$V_0 = 22 \cdot 10^3 \text{ м}^3$$

$$T_1 = 293 \text{ K}$$

$$p_0 = 5400 \text{ Па}$$

$$Q = 0.4$$

$$Q = \frac{i}{2} \rho R \Delta T = C_V \rho \Delta T$$

$$C_V = \frac{i}{2} R$$

$$i = \frac{2 C_V}{R} = \frac{26,54 \cdot 2}{8,31}$$

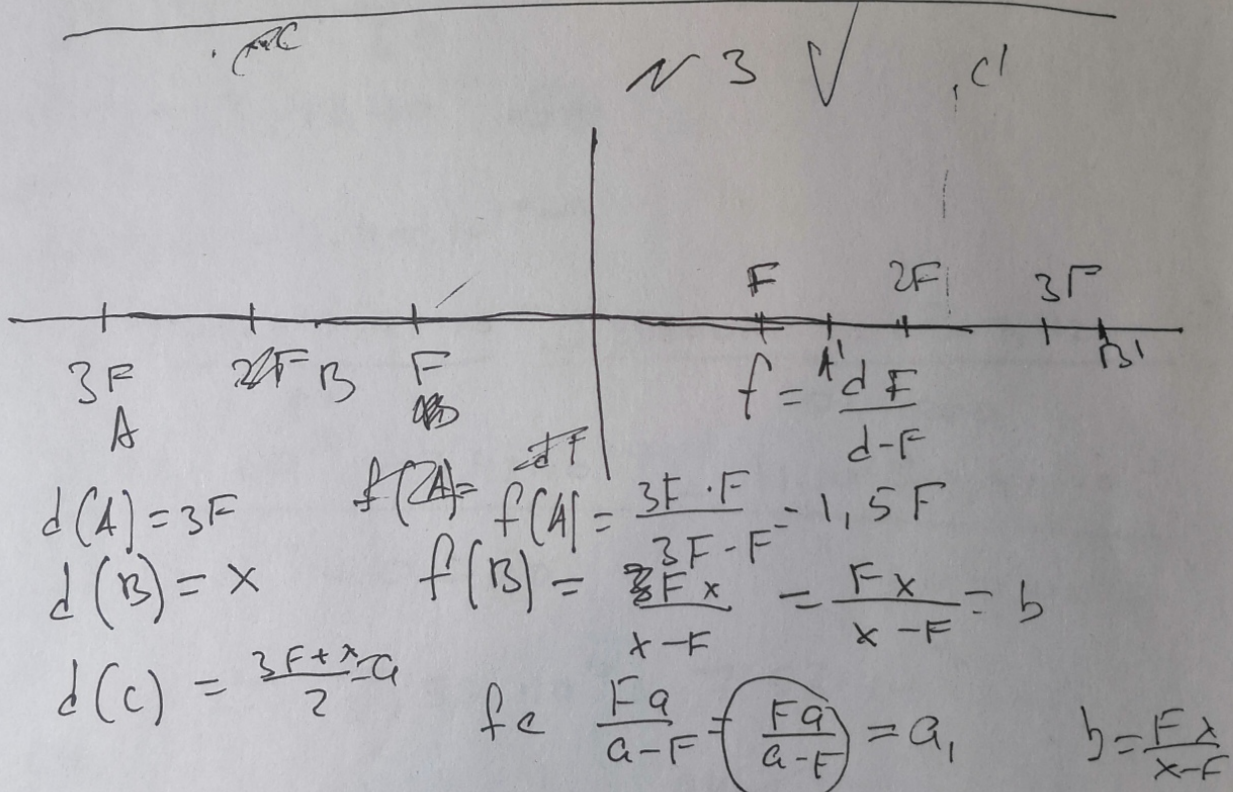
$$26,54$$

$$\begin{array}{r} 53,08 \overline{) 8,31} \\ 49 \quad 86 \\ \hline 3720 \\ 2493 \\ \hline 7270 \end{array} \quad i = 6,4$$

$$p_k = 100 \text{ кПа}$$

$$T = \text{const}$$

~~AE~~



$$S_1 = \frac{(3F-x) \cdot H}{2}$$

$$S_2 = \frac{(b-1,5F) \cdot H}{2}$$

$$\frac{h_1}{H} = \frac{a_1}{a} = \frac{F}{a-F}$$

$$a = \frac{3F+x}{2}$$

$$h_1 = H \cdot \frac{F}{a-F}$$

$$\frac{3F-x}{2} \cdot 3F-x = F \left(\frac{x}{x-F} - 1,5 \right) \cdot \frac{F}{2}$$

$$\frac{3F-x}{2} \cdot H = \frac{b-1,5F}{2} \cdot H \cdot \frac{F}{a-F}$$

$$\frac{3F-x}{2} - F$$

$$3F-x = F \left(\frac{x}{x-F} - 1,5 \right) \cdot \frac{\text{чиробува}}{\frac{3F+x}{2} - F}$$

$$\frac{3F+x-1}{2} = \frac{3F+x-2}{2}$$

$$F \left(\frac{x-1,5x+1,5F}{x-F} \right) = F \left(\frac{1,5F-0,5x}{x-F} \right) = \frac{1}{2} F \left(\frac{3F-x}{x-F} \right)$$

$$3F-x = \frac{1}{2} F \cdot \frac{3F-x}{x-F} \cdot \frac{F}{\frac{3F+x}{2} - F}$$

$$1 = \frac{F}{2(x-F)} \cdot \frac{F}{\frac{3F+x}{2} - F} \cdot \frac{2F}{F+x}$$

$$\begin{aligned} d(A) &= 3F \\ d(B) &= F\sqrt{2} \\ d(C) &= F \frac{3+\sqrt{2}}{2} \end{aligned}$$

$$1 = \frac{F}{2(x-F)} \cdot \frac{2F}{F+x}$$

$$(x+F)(x-F) = F^2$$

$$x^2 - F^2 = F^2$$

$$x^2 = 2F^2$$

$$x = F\sqrt{2} = 10\sqrt{2} \text{ ?}$$

$$f(A) = 1,5F$$

$$f(B) = \frac{F\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1} = F \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1}$$

$$f(C) = \frac{3+\sqrt{2}}{2} = F \frac{3+\sqrt{2}}{1+\sqrt{2}}$$

$$\frac{h_1}{H} = \frac{f(C)}{d(C)} = \frac{F \frac{3+\sqrt{2}}{1+\sqrt{2}}}{F \frac{3+\sqrt{2}}{2}} = \frac{2}{1+\sqrt{2}}$$

чиробува n3

$$h_1 = H \frac{2}{1+\sqrt{2}}$$

$$\frac{d(A) - d(B)}{2} \cdot H = h_1 \cdot \frac{f(B) - f(A)}{2}$$

$$F(3-\sqrt{2}) \cdot H = H \cdot \frac{2}{1+\sqrt{2}} \cdot \left(F \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1} - 1,5F \right)$$

$$3-\sqrt{2} = \frac{2}{1+\sqrt{2}} \left(\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1} - 1,5 \right)$$

$$3-\sqrt{2} = \frac{2}{1+\sqrt{2}} \left(\frac{\sqrt{2} - 1,5\sqrt{2} + 1,5}{\sqrt{2}-1} \right)$$

$$3-\sqrt{2} = \frac{2}{1+\sqrt{2}} \left(\frac{1,5-0,5\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1} \right)$$

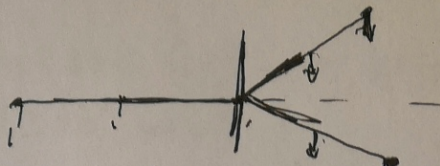
$$3-\sqrt{2} = \frac{3-\sqrt{2}}{(\sqrt{2})^2 - 1^2}$$

$$3-\sqrt{2} = 3-\sqrt{2} \quad \checkmark$$

16
15
80
16
240

Упробек
N1

* $\sqrt{3^2+4^2} = 5$
 $\cos \alpha = \frac{4}{5}$
 $\sin \alpha = \frac{3}{5}$



$20 \cdot \frac{8}{5} = 32$
 $30 \cdot \frac{6}{5} = 36$

1) кубенембо овар мөөнөмөб

$m_1 g L_1 + L_1 \cdot \lambda = 2m_2 g L_2 + 2\lambda L_2$

$m_1 g \cdot L_1 + L_1 \cdot g \cdot \frac{L_1}{2} = 2m_2 g \cdot L_2 \cdot \cos \alpha + 2\lambda g \cdot L_2 \cos \alpha$

$m_1 L_1 + \frac{L_1^2}{2} = \frac{8}{5} m_2 L_2 + \frac{8}{5} L_2^2$

$\frac{384}{4} = 96$
 $\frac{36}{4} = 9$
 $\frac{24}{4} = 6$
 $\frac{24}{4} = 6$

~~$32L_2^2 + 48L_2 + 10 - 50 = 0$~~

~~$32L_2^2 + 48L_2 - 60 = 0$~~

~~$16L_2^2 + 24L_2 - 30 = 0$~~

~~$8L_2^2 + 12L_2 - 15 = 0$~~

~~$12^2 + 48 \cdot 15 = 6 + 8 \cdot 15 = 156$~~

~~$D = 12^2 + 4 \cdot 8 \cdot 15 = 144 + 120 \cdot 4 = 624$~~

~~$\sqrt{624} = 2\sqrt{156} = 4\sqrt{39}$~~

~~$\frac{-48 \pm \sqrt{39}}{2}$~~

~~$\frac{-12 \pm \sqrt{39}}{16}$~~

$15 \cdot 8 = 120$

480
 144
 624

$\frac{156}{2} = 78$
 $\frac{14}{2} = 7$
 $\frac{16}{2} = 8$

$\frac{78}{6} = 13$
 $\frac{18}{6} = 3$

~~$12 + 4 \cdot 15 = 72$~~

~~$36 + 4 \cdot 15 = 96$~~

~~$\sqrt{96} = 2\sqrt{24}$~~

~~$= 2 \cdot \sqrt{8 \cdot 3} = 4\sqrt{6}$~~

~~$= 4\sqrt{6}$~~

~~$\frac{6 \pm 4\sqrt{6}}{4}$~~

$m_1 g L_1 + L_1 \cdot g \cdot \frac{L_1}{2} = 2m_2 g L_2 \cdot \cos \alpha + \lambda L_2 \cdot \frac{L_2}{2} \cos \alpha$

$m_1 L_1 + \frac{L_1^2}{2} = 2m_2 L_2 \cos \alpha + \lambda L_2^2 \cos \alpha$

$50 + \frac{1^2 \cdot 20}{2} = 60 \cdot L_2 \cdot \frac{4}{5} + 20 \cdot L_2 \cdot \frac{4}{5}$

$60 = 48L_2 + 16L_2^2$

$4L_2^2 + 12L_2 - 15 = 0$

$144 + 16 \cdot 15 = 384$

$D = 384$

$\frac{-12 \pm \sqrt{384}}{8}$

$= \frac{-6 \pm 4\sqrt{6}}{4} = \frac{-3 \pm 2\sqrt{6}}{2} = \sqrt{6} - 1,5 = L_2$

0,95
 0,95
 475
 855
 09025

Число

1 иррационале

$\sqrt{2}$
 $\sqrt{5}$

$L_2 = \sqrt{6} - 1,5$

$\sqrt{6} = 0$

$60 = 48L_2 + 16L_2^2$

до

$4L_2^2 + 12L_2 - 15 = 0$

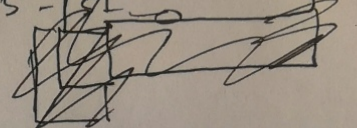
$4(\sqrt{6} - 1,5)^2 + 12(\sqrt{6} - 1,5) - 15 = 0$

$4 \cdot 6 - 4 \cdot 3\sqrt{6} + 1,5^2 + 12\sqrt{6} - 12 \cdot 1,5 - 15 = 0$

$24 - 45 - 18 + 1,5^2 = 0$

$33 - 33 = 0 \quad \checkmark$

0,5025	
16	
54150	
9025	
144300	



2,4

2,4

9,6

48

5,76

0,95
 148
 760
 320
 4560

2,45
 2,45
 1225
 980
 990
 6.0025

2,5
 2,5
 12,5
 50
 6,25

2,449
 2,449
 2,201411
 9,7961
 19,7961
 48,9181
 59,97701

$L_2 \approx 2,45 - 1,5$
 $\approx 0,95 \text{ м}$

$50 \cdot 1 \cdot 1 + 1 \cdot 20 \cdot 0,5 = 2 \cdot 30 \cdot 10 \cdot 0,95 \cdot \frac{4}{5} + \frac{2 \cdot 20 \cdot 0,95 \cdot 16 \cdot \frac{4}{5}}{2}$

$60 + 10 \cdot 60 = 60 \cdot \frac{4}{5} \cdot 0,95 + 20 \cdot \frac{4}{5} \cdot 0,95^2$

$60 = 48 \cdot 0,95 + 16 \cdot 0,95^2$

$60 = 45,6 + 14,43 \quad \checkmark$

Черновик №2

$Q = \text{энергия получаем от газа} = \frac{W \cdot 100\%}{\eta}$

$W = 7,75000 \cdot 3,600 \cdot 10^8 = ?$

$= 7,75 \cdot 3,6 \cdot 10^8$

$$\begin{array}{r} 7,75 \\ 3,6 \\ \hline 4650 \\ 2325 \\ \hline 2790 \end{array}$$

~~2Q~~ $Q = A + \Delta U$

$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} (P_1 V_1 - P_2 V_2)$

$Q = A + \Delta U$

$Q - A = \frac{i}{2} (P_1 V_1 - P_2 V_2)$

$2 \frac{Q - A}{i} = P_0 V_0 - P_0 V_2$

$Q = A + \Delta U$

$Q = \frac{W}{\eta} \cdot 100\%$

$W = 7,75 \cdot 3600000$

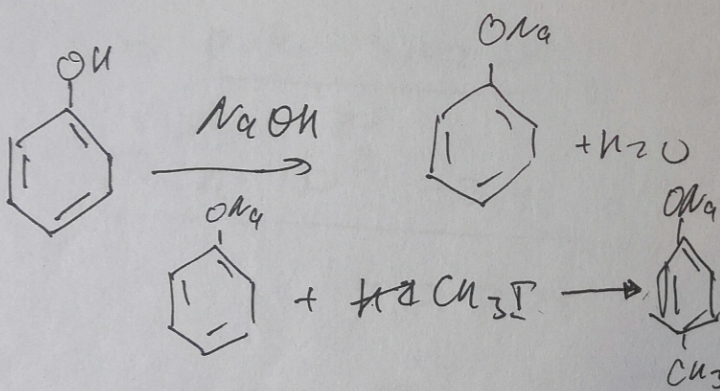
$= 7,75 \cdot 3,6 \cdot 10^8$

$\frac{1 \cdot 10}{0,8}$

$= \frac{10}{2} = 5$

$2 \left(\frac{Q - A}{i} \right)$

1,25



$$\begin{array}{r} 7,75 \\ 3,6 \\ \hline 4650 \\ 2325 \\ \hline 2790 \end{array}$$

$W = 2,79 \cdot 10^9$

$Q = 2,79 \cdot \frac{5}{4} =$

$3,5 \cdot 10^9$

$2 \frac{Q - A}{i} = \Delta U$

$$\begin{array}{r} 2,79 \\ 1,25 \\ \hline 4015 \\ 5518 \\ 279 \\ \hline 3,4885 \end{array}$$

$$2 \frac{Q - A}{i} = \Delta(pV) \quad \text{Черновик}$$

$$Q = 3,4885 \cdot 10^9 \approx 3,5 \cdot 10^9 \text{ Дж}$$

$$A = 1,13 \cdot 10^{11} \text{ Дж}$$

$$i \approx 6,38 \approx 6,4$$

$$\frac{2(3,5 \cdot 10^9 - 1,13 \cdot 10^{11})}{6,4} = \frac{109,5 \cdot 10^9}{6,4 \cdot 3,2}$$

$$\begin{array}{r} -109,5 \quad | \quad 32 \\ \hline 96 \quad | \quad 34,2 \\ \hline 135 \\ -128 \\ \hline 70 \\ -64 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\approx 34,2 \cdot 10^9$$

$$3,42 \cdot 10^{10} \text{ Дж}$$

$$\frac{22}{5} = 110$$

$$\Delta pV = -3,42 \cdot 10^{10} \text{ Дж}$$

$$p_2 V_2 - p_0 V_0 = -3,42 \cdot 10^{10} \text{ Дж}$$

$$V_2 = \frac{p_0 V_0 - 3,42 \cdot 10^{10}}{p_2} = \frac{5400000 \cdot 22 \cdot 10^3 - 3,42 \cdot 10^{10}}{100000} =$$

$$= \frac{5 \cdot 22 \cdot 10^9 - 3,42 \cdot 10^{10}}{100000} = \frac{11 \cdot 10^{10} - 3,42 \cdot 10^{10}}{100000}$$

$$= 7,58 \cdot 10^5 = 758 \cdot 10^3 \text{ м}^3$$

