



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

выход 13²⁸ - 13³²

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Кошечева Никиты Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«01» марта 2026 года

Подпись участника
[Подпись]

99.04.96-14

(39,7)

ЧИСТОВИК

№ 8.4

Дано:

$$\omega(C)_A = 85,71\%$$

$$\text{Значит, } \omega(H)_A = 14,29\%$$

Пусть $m(A) = 100 \text{ г}$. Тогда,

$$m(C)_A = 85,71 \text{ г}; \quad n(C)_A = \frac{85,71 \text{ г}}{12 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 7,1425 \text{ моль}$$

$$m(H)_A = 14,29 \text{ г}; \quad n(H)_A = \frac{14,29 \text{ г}}{1 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 14,29 \text{ моль}$$

$$\text{Значит, } n(C)_A : n(H)_A \approx 1 : 2.$$

Следовательно, А - C_nH_{2n} . C_nH_{2n} - циклоалканы или алкены. Однако, в условиях первой реакции есть H_2 , значит, А - циклоалкан.

В - бромциклоалкан

С - циклоалкен

D - двухосновная к-та

Е - серебряная соль к-та D

F - дибромалкан (кол-во С на 2 меньше, чем в А) $\Rightarrow C_xH_{2x}Br_2$

Т.к. F содержит 79,21% Br по массе, то:

$$\omega(Br)_F = \frac{m(Br)}{m(F)} = \frac{M(Br) \cdot n(Br)}{M(F) \cdot n(F)}$$

$$0,7921 = \frac{2 \cdot 80}{12 \cdot x + 2x + 2 \cdot 80}$$

$$11,0894x = 160 - 126,736$$

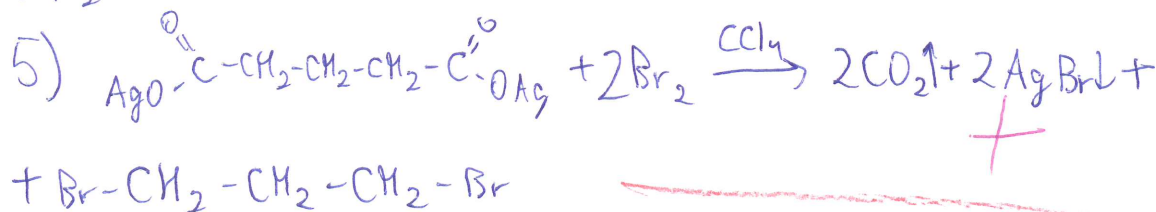
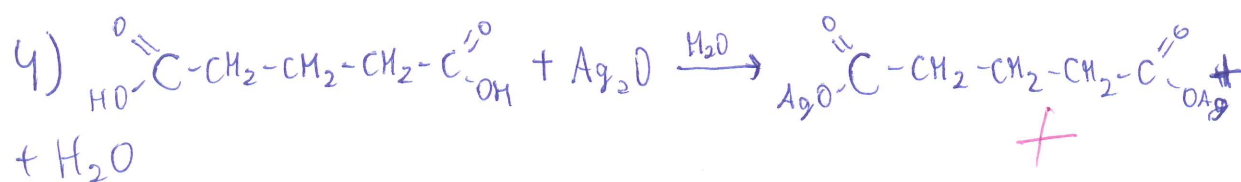
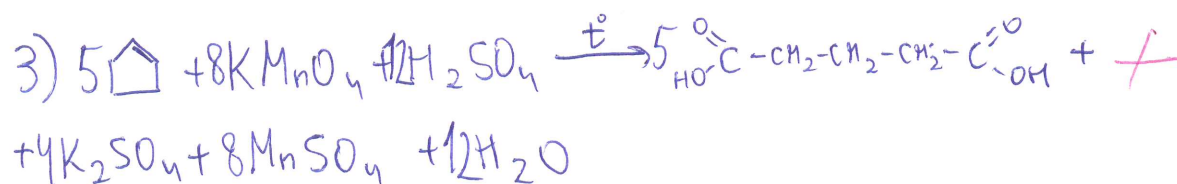
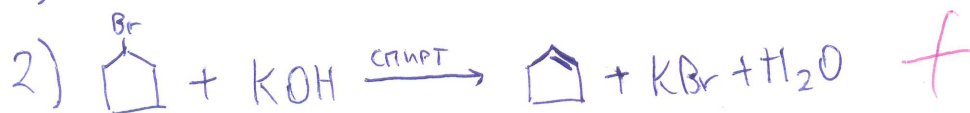
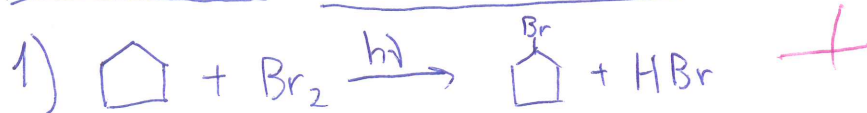
$$x \approx 3, \quad n = 3 + 2 = 5.$$

Значит, А - цикlopентан.

Составим ур-я реакций.

См. след. страницу.

№8 Ч. - ПРОДОЛЖ. ЧИСТОВИК



A - циклопентан

B - бромциклопентан

C - циклопентен

D - пентадиовая кислота

E - серебряная соль пентадиовой кислоты

F - 1,3-дибромпропан

Учёный N - Александр Бородин. - Композитор.

№2.5

ЧИСТОВИК

$$Q_{\text{CH}_3^-} = 779,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{-CH}_2^-} = 652,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

Значит,

$$Q_{\text{C}_3\text{H}_8} = 2Q_{\text{CH}_3^-} + Q_{\text{-CH}_2^-} = 2212,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} +$$

$$Q_{\text{H-C}_4\text{H}_{10}} = 2Q_{\text{CH}_3^-} + 2Q_{\text{-CH}_2^-} = 2864,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} +$$

Сравним кол-ва теплоты при сгорании зимней и летней смеси:

$$Q_{\text{летн}} = 0,4 \cdot Q_{\text{C}_3\text{H}_8} + 0,6 \cdot Q_{\text{H-C}_4\text{H}_{10}} = 884,84 + 1718,64 = 2603,48 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} +$$

$$Q_{\text{зимн}} = 0,75 \cdot Q_{\text{C}_3\text{H}_8} + 0,25 \cdot Q_{\text{H-C}_4\text{H}_{10}} = 1659,075 + 716,1 = 2375,175 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} +$$

Значит, $Q_{\text{летн}} > Q_{\text{зимн}}$.

Необходимость сезонной смены состава топливных смесей обусловлена изменением температуры. н-Бутан начинает замерзать легче, чем пропан, поэтому зимой пропана больше, чем н-бутана, а летом наоборот. +

Ответ: $Q_{\text{летн}} = 2603,48 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

$$Q_{\text{зимн}} = 2375,175 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

№3.5

ЧИСТОВИК

Дано:

$$\omega(C) = 87,8\%$$

$$\text{Значит, } \omega(H) = 12,2\%$$

Пусть $m_{\text{УВ}} = 100 \text{ г}$. Тогда,

$$m(C) = 87,8 \text{ г}; \quad n(C) = \frac{87,8 \text{ г}}{12 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} \approx 7,32 \text{ моль}$$

$$m(H) = 12,2 \text{ г}; \quad n(H) = \frac{12,2 \text{ г}}{1 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 12,2 \text{ моль}$$

$$\text{Значит, } n(C):n(H) = 7,32:12,2 \approx 3:5 = 6:10.$$

$$\text{Значит, } A, B, C - C_n H_{2n-2}.$$

 $C_n H_{2n-2}$ — алкины, алкадиены и циклоалкены.

По условию, А, В и С способны прореагировать с одинаковым кол-вом брома в CCl_4 . Значит, кол-во π -связей у А, В и С равны.

Кол-во π -связей у:

алкинов — 2; алкадиенов — 2; циклоалкенов — 1.

Значит, ни А, ни В, ни С — не циклоалкен.

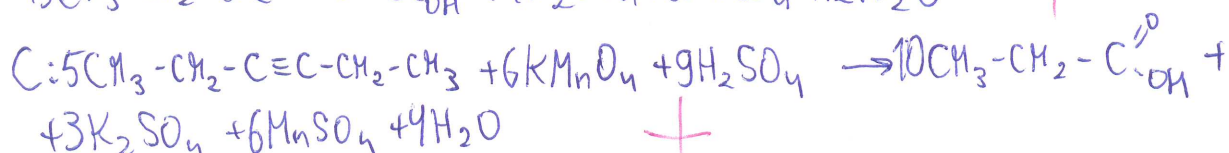
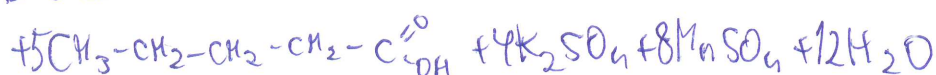
На окисление алкадиенов требуется значительно больше окислителя, чем на окисление алкинов. Значит,

А — алкадиен.

В — алкин. (т.к. на окисление нужно больше окислителя, чем С, скорее всего, В — гексин-1.)

С — алкин. (аналогично, С — гексин-3.)

Окислим В и С:



См. след. страницу.

№3.5 - продолж.ЧИСТОВИК

Сравним кол-во перманганата, необходимого на окисление 1 моль В и С:

$$\frac{8}{5} : \frac{6}{5} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} \approx 1,333.$$

По условию, на окисление В ушло 200 мл, а на С - 150 мл:

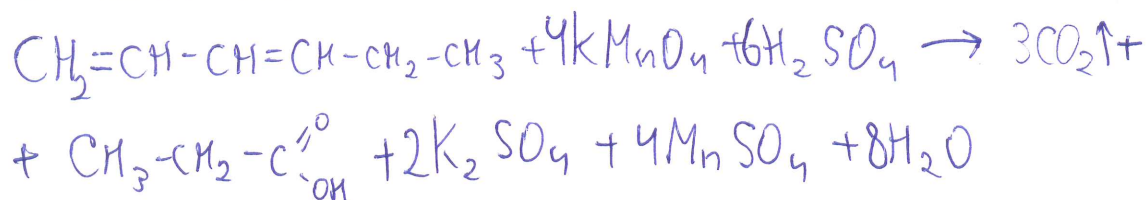
$$\frac{200}{150} = \frac{4}{3} \approx 1,333.$$

Совпало с условием.

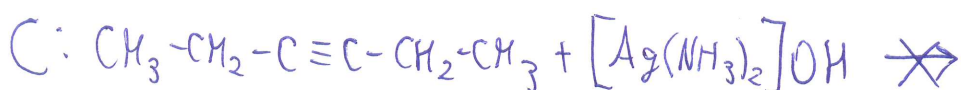
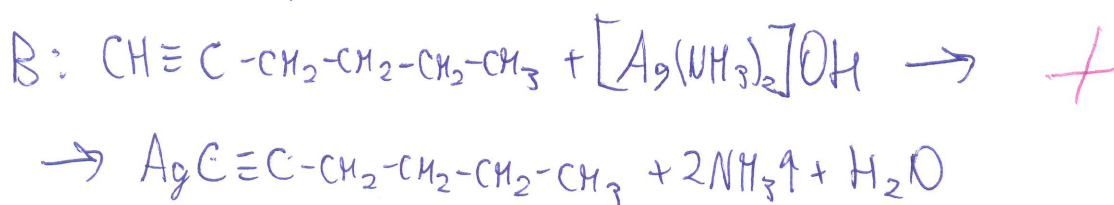
На окисление А ушло 500 мл раствора перманганата, что в 2,5 раз больше, чем на В. Значит, углеводорода А отааст в 2,5 раз больше электронов, а именно $8 \cdot 2,5 = 20e^-$.

Значит, А - гексадиен-1,3. +

Окислим А:



В и С можно различить реактивом Толленса, т.к. он вступает в реакцию только с терминальными алкинами:



№55

ЧИСТОВИК.

$$\text{Значит, } v = k \cdot [A]^2.$$

При уменьшении объёма увеличивается давление
 $\Rightarrow$ растёт $[A]$.

При уменьшении объёма в 3 раза, $[A]$ увеличится в 3 раза,
а v - в 9 раз.

Пусть v_1 - скорость реакции при $T_1 = 323^\circ\text{K}$

v_2 - скорость реакции при $T_2 = 290^\circ\text{K}$ и уменьшенном в 3 раза объёме.

По условию:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k_1 \cdot [A]^2}{k_2 \cdot 9[A]^2} = \frac{1}{2}$$

Значит,

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{9}{2} = 4,5$$

По ур-ю Аррениуса:

$$k_1 = A \cdot e^{-E_a/RT_1}$$

$$k_2 = A \cdot e^{-E_a/RT_2} \quad +$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{A \cdot e^{-E_a/RT_1}}{A \cdot e^{-E_a/RT_2}}$$

$$\ln \frac{k_1}{k_2} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \right)$$

$$\ln 4,5 = \frac{E_a}{8,314} \cdot \left(\frac{323 - 290}{323 \cdot 290} \right)$$

$$E_a = \frac{1,504 \cdot 8,314 \cdot 323 \cdot 290}{33} \approx 35493 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} = 35,493 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\text{Ответ: } 35,493 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \quad +$$

№6.4

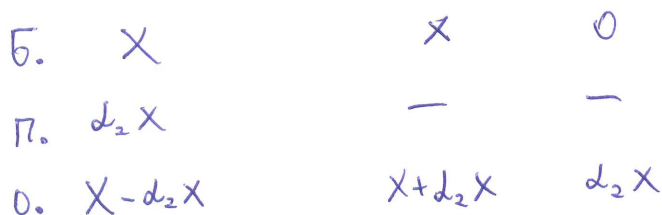
ЧИСТОВИК



$$\alpha_2 = 0,06$$



$$K(HCr_2O_7^-) = 2,3 \cdot 10^{-2}$$



$$K(HCr_2O_7^-) = \frac{[H^+] \cdot [Cr_2O_7^{2-}]}{[HCr_2O_7^-]}$$

$$2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{(x + \alpha_2 x) \cdot \alpha_2 x}{x - \alpha_2 x}$$

$$2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{1,06x \cdot 0,06x}{x - 0,06x} \quad +$$

$$2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{0,0636x^2}{0,94x}$$

$$x = 2,3 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{0,94}{0,0636} = 3,4 \cdot 10^{-1} M \quad +$$

Значит, концентрация — $3,4 \cdot 10^{-1} M$.

$$[H^+] = x + 0,06x = 1,06x = 1,06 \cdot 3,4 \cdot 10^{-1} = 0,3604$$

$$pH = -\lg[H^+] \approx 0,44$$

Ответ: $3,4 \cdot 10^{-1} M$; 0,44. +

№4.2

Чистовик

$$T_{1/2} = 5730 \text{ лет.}$$

$$N = \frac{N_0}{2^{t/T_{1/2}}}$$

Сравним активности ^{14}C микроорганизмов холста и живых организмов.

$$\frac{14,87}{15} \approx 0,9913.$$

Найдём время:

$$\log_{0,5} 0,9913 = t/T_{1/2}$$

$$t = 0,01256 \cdot T_{1/2} = 0,01256 \cdot 5730 \approx 72 \text{ года.} +$$

Т.к. сейчас 2026 год, найдём год создания картины:

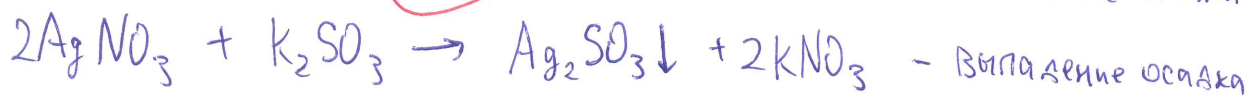
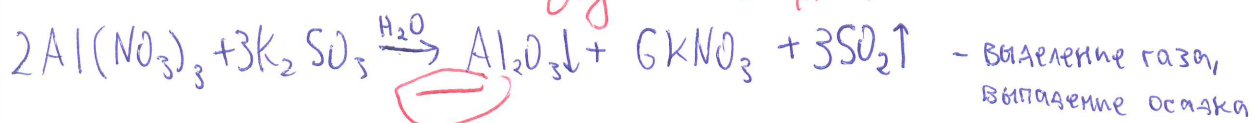
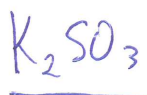
$$2026 - 72 = 1954. +$$

Клоа Моне жил с 1840 по 1926 гг.

Значит, картина не подлинник. +

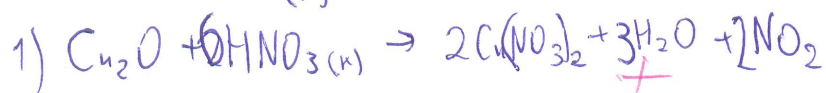
Ответ: Нет.

№1.5



Ответ: с помощью K_2SO_3 .

№7.5

ЧЕРТОВИКI. + $\text{HNO}_3(\text{к})$ 

II. + KOH

III. + $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ из п. II. $n(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль}$ $\Rightarrow n(\text{NO}_2) = 0,4 \text{ моль}$ $m(\text{NO}_2) = 18,4 \text{ г.}$ $\Rightarrow m(\text{NO}_2)_3 = 85 - 18,4$ $V(\text{H}_2) = 4,48 \text{ л}$ $n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль}$ $\Rightarrow n(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{Zn}) = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ г.}$ $m(\text{H}_2) = 4,48 \text{ г.}$ $m(\text{H}_2) = \frac{4,48}{2} = 2,24 \text{ моль}$ $\Rightarrow n(\text{Ag}) = 0,1 \text{ моль}$ $m(\text{Ag}) =$ $m(\text{Zn}) = 13 \text{ г.}$ $= 44,8 - 13$ $= 31,8$ $\text{Ag} = 10,8 \quad 0,1 \text{ м}$ $\text{SiO}_2 = 60 \quad 0,1$ $\text{Cu}_2\text{O} = 144 \quad 0,1 \text{ моль}$

90 г

 $\text{ост.} = 103 - 41,8 \text{ г} = 61,2$

58,8

48

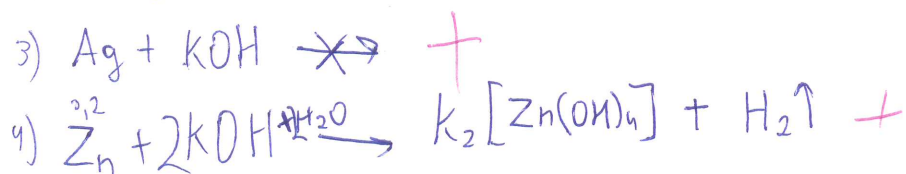
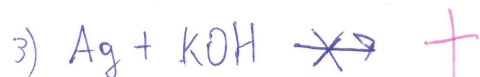
10,8

 $0,1 = 10,8 \quad + 6 \quad + 14,4$ $0,2 \text{ Ag}$

20,4

31,2

№7,5

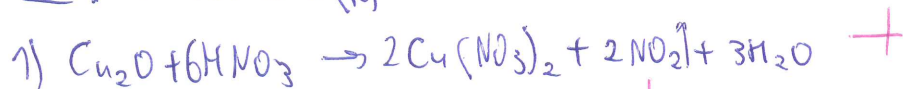
ЧИСТОВИКI. + KOH

$$V(\text{H}_2) = 4,48 \text{ л};$$

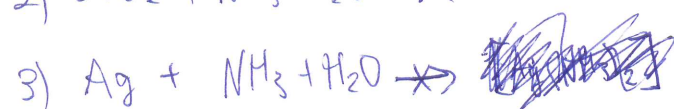
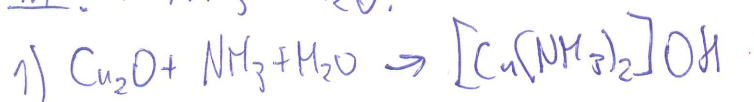
$$n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow n(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ г.}$$

II. + $\text{HNO}_3(\text{к})$ Не прореагировал SiO_2 , который остался в смеси,

$$\Rightarrow m(\text{SiO}_2) = 103 - 85 = 18 \text{ г.}, n = 0,13 \text{ моль}$$

III. + $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

$$m(\text{Cu}_2\text{O}) = 103 - 41,8 = 61,2 \text{ г.}; n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,125 \text{ моль}$$

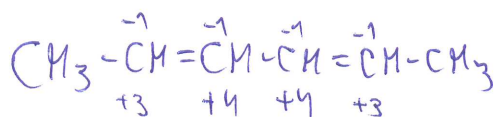
$$\Rightarrow m(\text{Ag}) = 103 - 61,2 - 18 - 13 = 10,8 \text{ г.}; n(\text{Ag}) = \frac{10,8}{108} = 0,1 \text{ моль}$$

ОТВЕТ: 13 г;
18 г;
61,2 г;
10,8 г.

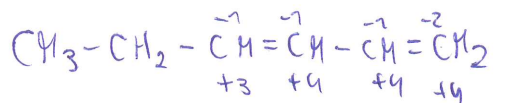


ЧЕРНОВИК

№8.4



4 5 5 4



4 5 5 6

Дано:

$$\omega(\text{C})_A = 85,71\%$$

Значит, $\omega(\text{H})_A = 14,29\%$.

Пусть $m(A) = 100\text{ г}$. Тогда,

$$m(\text{C})_A = 85,71\text{ г} ; n(\text{C})_A = \frac{85,71\text{ г}}{12 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 7,1425\text{ моль}$$

$$m(\text{H})_A = 14,29\text{ г} ; n(\text{H})_A = \frac{14,29\text{ г}}{1 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 14,29\text{ моль}$$

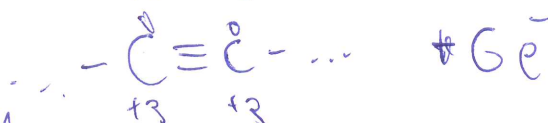
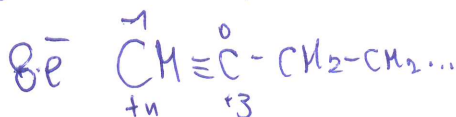
Значит, $n(\text{C}) : n(\text{H}) \approx 1 : 2$

Значит, A - C_nH_{2n} .

$$\frac{166}{12(n-2) + 1 \cdot (2n-2) + 160} = 0,7921$$

$$(12n - 24 + 2n - 2 + 160) \cdot 0,7921 = 166$$

$$14n +$$



№2.5

$$Q_{\text{CH}_3-} = 779,9\text{ г} \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$N = \frac{N_0}{2^{t/t_{1/2}}}$$

$$Q_{-\text{CH}_2-} = 652,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\log_{1/2} \left(\frac{N}{N_0} \right) = \frac{t}{t_{1/2}}$$

$$Q_{\text{C}_3\text{H}_8} = 2Q_{\text{CH}_3-} + Q_{-\text{CH}_2-} = 2212,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{H-C}_4\text{H}_{10}} = 2Q_{\text{CH}_3-} + 2Q_{-\text{CH}_2-} = 2864,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$