

ЗАДАЧИ ПО ХИМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКЕ



Лямин Алексей Николаевич,
доцент, кандидат педагогических наук,
Почётный работник образования РФ
КОГОАУ ДПО «ИРО Кировской области», г. Киров

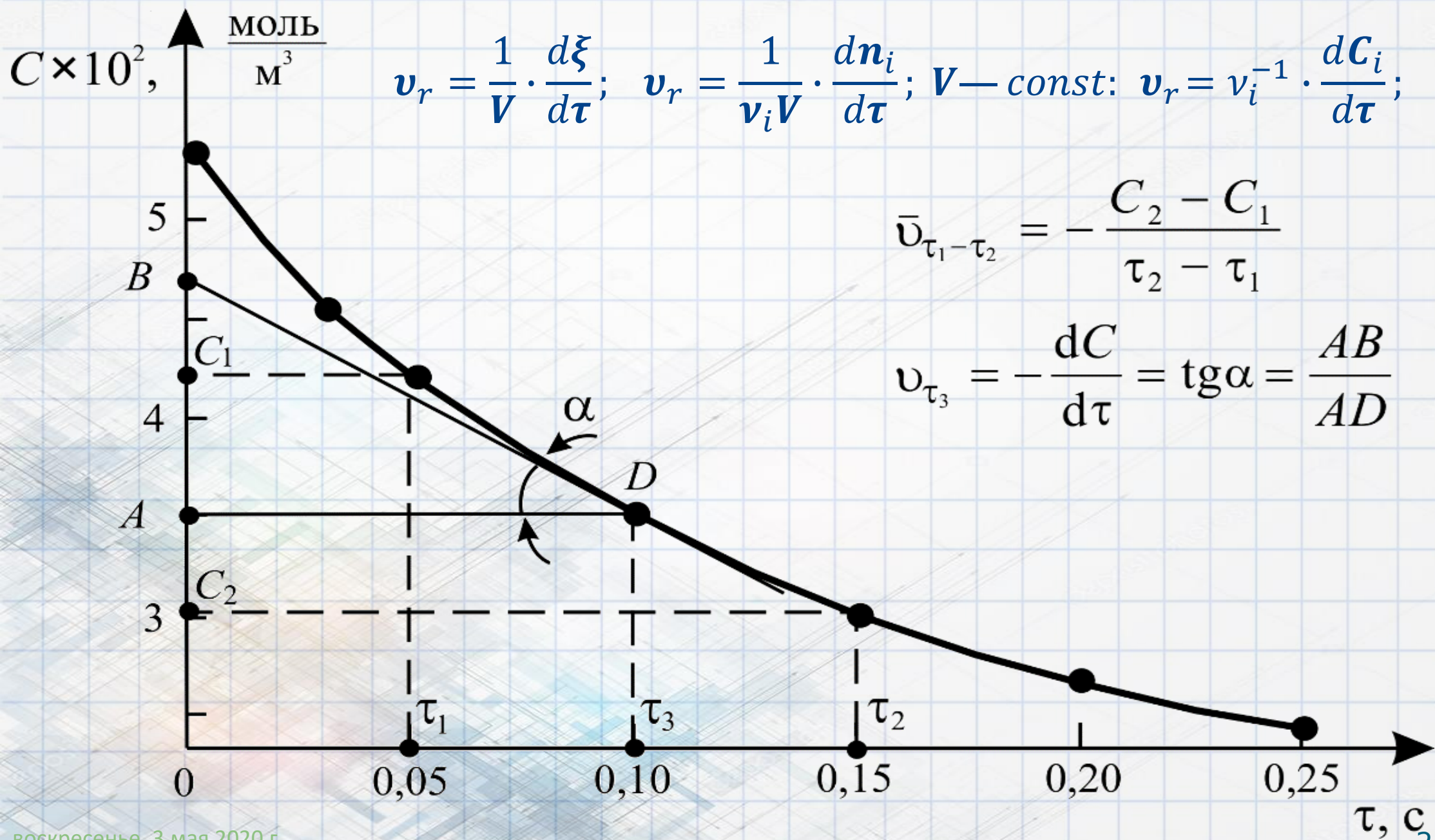


<https://lyaminlyaminchemis.wixsite.com/scientists-site-ru>





СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ





КИНЕТИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ

кинетические характеристики односторонних реакций:

Порядок реакции	Выражение для константы скорости	Уравнение кинетической прямой	Время полураспада
нулевой $v_r = -\frac{dC}{d\tau} = k$	$\int -dC = \int k d\tau; k\tau = C_0 - C$	$C = C_0 - k\tau$	$\tau = \frac{C_0 - C}{k}; C = \frac{C_0}{2}; \tau_{1/2} = \frac{C_0}{2k}$
первый $v_r = -\frac{dC}{d\tau} = kC$	$\int \frac{-dC}{C} = \int k d\tau; k\tau = \ln \frac{C_0}{C}$	$\ln C = \ln C_0 - k\tau$	$\tau = \frac{\ln(C_0/C)}{k}; \tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}; \tau_{1/2} = \frac{0,693}{k}$
второй $v_r = -\frac{dC}{d\tau} = kC^2$ $C_A = C_B = C$	$\int \frac{-dC}{C^2} = \int k d\tau; k\tau = \frac{C_0 - C}{C_0 C}$	$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + k\tau$	$\tau = \frac{\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0}}{k}; \tau_{1/2} = \frac{1}{kC_0}; \frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = \frac{1}{C_0 \tau_{1/2}} \tau$
второй $v_r = -\frac{dC}{d\tau} = kC_A C_B$ $C_A \neq C_B$	$\int \frac{-dC}{C_A C_B} = \int k d\tau;$ $k\tau = \left(\frac{1}{C_{0A} - C_{0B}} \right) \ln \left(\frac{C_{0B} C_A}{C_{0A} C_B} \right)$	$\ln \left(\frac{C_A}{C_B} \right) = \ln \left(\frac{C_{0A}}{C_{0B}} \right) + (C_{0A} - C_{0B}) k\tau$	
третий $v_r = -\frac{dC}{d\tau} = kC^3$ $C_A = C_B = C_C = C$	$\int \frac{-dC}{C^3} = \int k d\tau; k\tau = \frac{C_0^2 - C^2}{2C_0^2 C^2}$	$\frac{1}{C^2} = \frac{1}{C_0^2} + 2k\tau$	$\tau = \frac{\frac{1}{C^2} - \frac{1}{C_0^2}}{2k}; \tau_{1/2} = \frac{3}{2kC_0^2}; \frac{1}{C^2} - \frac{1}{C_0^2} = \frac{3}{C_0^2 2\tau_{1/2}} \tau$
n -ый $v_r = -\frac{dC}{d\tau} = kC^n$	$\int \frac{-dC}{C^n} = \int k d\tau$ $k\tau = \frac{1}{n-1} \left(\frac{C_0^{n-1} - C^{n-1}}{C_0^{n-1} C^{n-1}} \right)$	$k = \frac{C^{1-n} - C_0^{1-n}}{\tau(n-1)}; \tau = \frac{1}{k(n-1)} \left(\frac{C_0^{n-1} - C^{n-1}}{C_0^{n-1} C^{n-1}} \right); \tau_{1/2} = \frac{2^{n-1} - 1}{k(n-1)C_0^{n-1}};$ $n = \frac{\ln(\tau_{1/2}/\tau'_{1/2})}{\ln(C'_0/C_0)} + 1; n = \frac{\ln(\tau_{1/x}/\tau'_{1/x})}{\ln(C'_0/C_0)} + 1$	

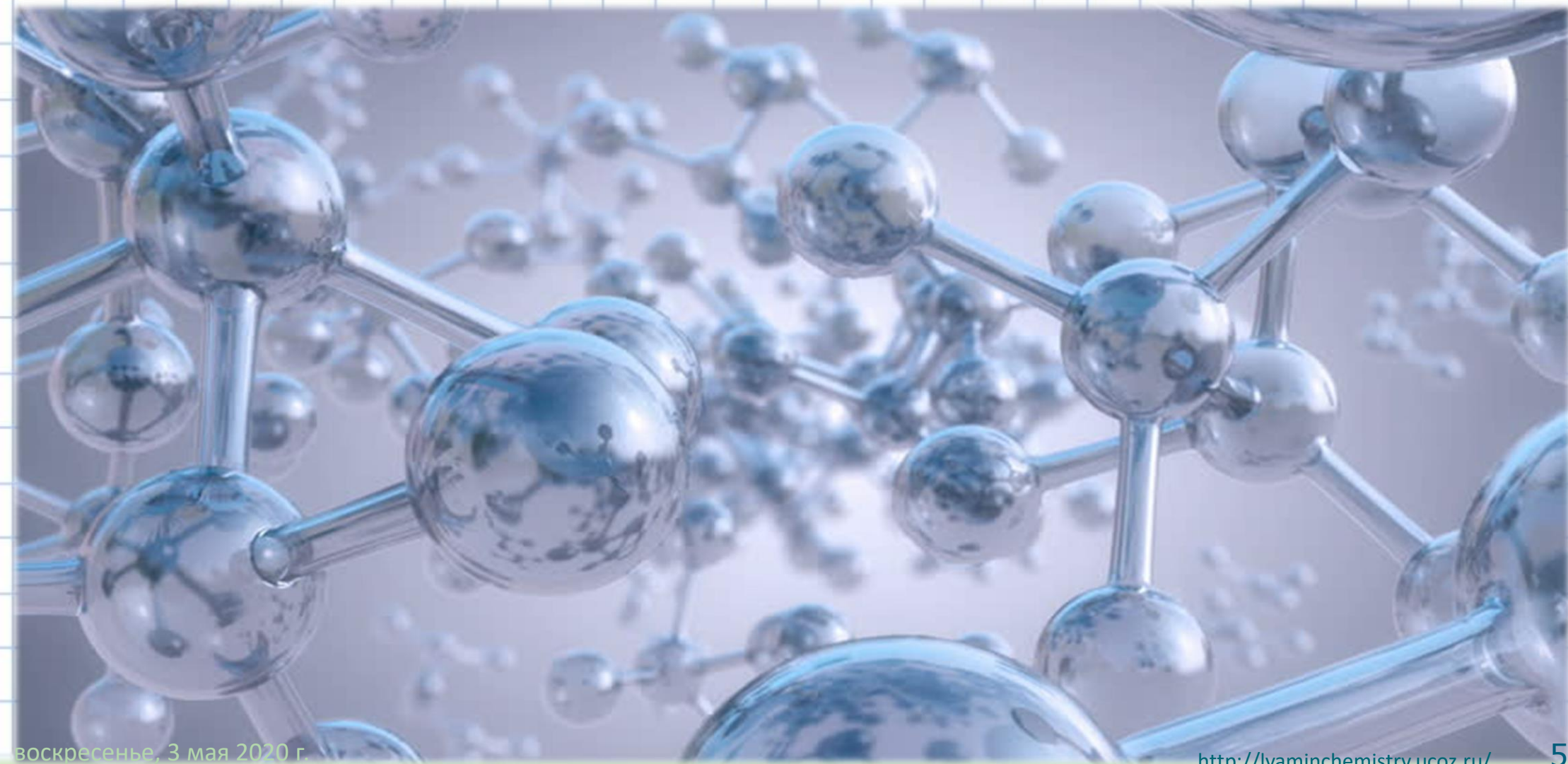
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ





РАЗЛОЖЕНИЕ АЗОТНОГО АНГИДРИДА

Скорость реакции разложения пентаоксида азота: $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{г}) \xrightarrow{55^\circ\text{C}} 4\text{NO}_2(\uparrow) + \text{O}_2(\uparrow)$
при температуре 55° С равна 0,075 моль·м⁻³·с⁻¹ ;
вычислите значения скорости реакции по отдельным компонентам;



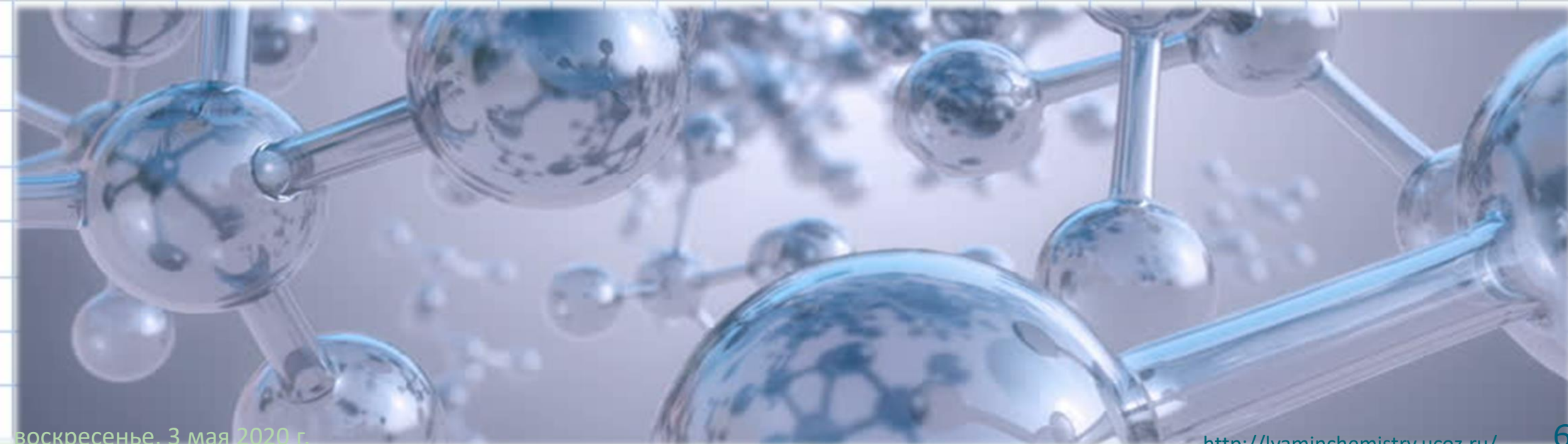


ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОКСИДА АЗОТА(II)

В газовой фазе при 1000 К оксид азота(II) реагирует с водородом с образованием газа без цвета и запаха; экспериментально измерена скорость взаимодействия при следующих исходных концентрациях реагентов:

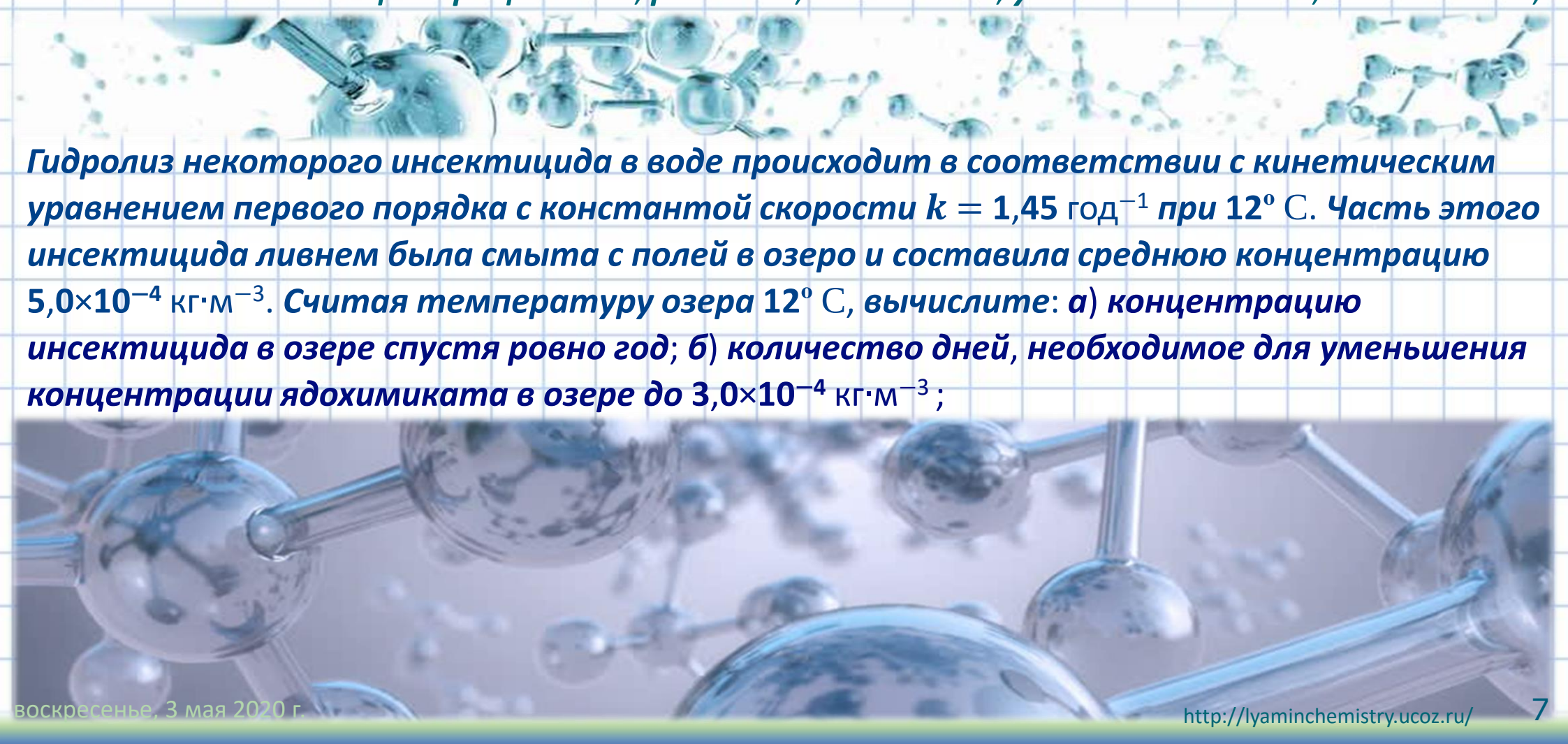
$C_{(\text{NO})_0}$ моль·л ⁻¹	0,012	0,012	0,024	0,012	0,024	0,036
$C_{(\text{H}_2)_0}$ моль·л ⁻¹	0,002	0,004	0,002	0,006	0,006	0,002
v_r моль·л ⁻¹ ·мин ⁻¹	0,2	0,4	0,8	0,6	2,4	1,8

определите кинетическое уравнение реакции и вычислите скорость реакции при 1000 К если: а) $C_{(\text{NO})_0} = C_{(\text{H}_2)_0} = 0,024$ моль·л⁻¹; б) $C_{(\text{NO})_0} = 0,05$ моль·л⁻¹; $C_{(\text{H}_2)_0} = 0,01$ моль·л⁻¹;



Водный раствор хлорида фенилдиазония при 323 К гидролизуется в соответствии с кинетическим уравнением первого порядка с константой скорости $0,071 \text{ мин}^{-1}$;

рассчитать время полураспада и определить время процесса при заданных условиях, чтобы исходная концентрация соли, равная $0,01 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$, уменьшилась до $0,001 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$;



Гидролиз некоторого инсектицида в воде происходит в соответствии с кинетическим уравнением первого порядка с константой скорости $k = 1,45 \text{ год}^{-1}$ при 12°C . Часть этого инсектицида ливнем была смыта с полей в озеро и составила среднюю концентрацию $5,0 \times 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Считая температуру озера 12°C , вычислите: а) концентрацию инсектицида в озере спустя ровно год; б) количество дней, необходимое для уменьшения концентрации ядохимиката в озере до $3,0 \times 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$;



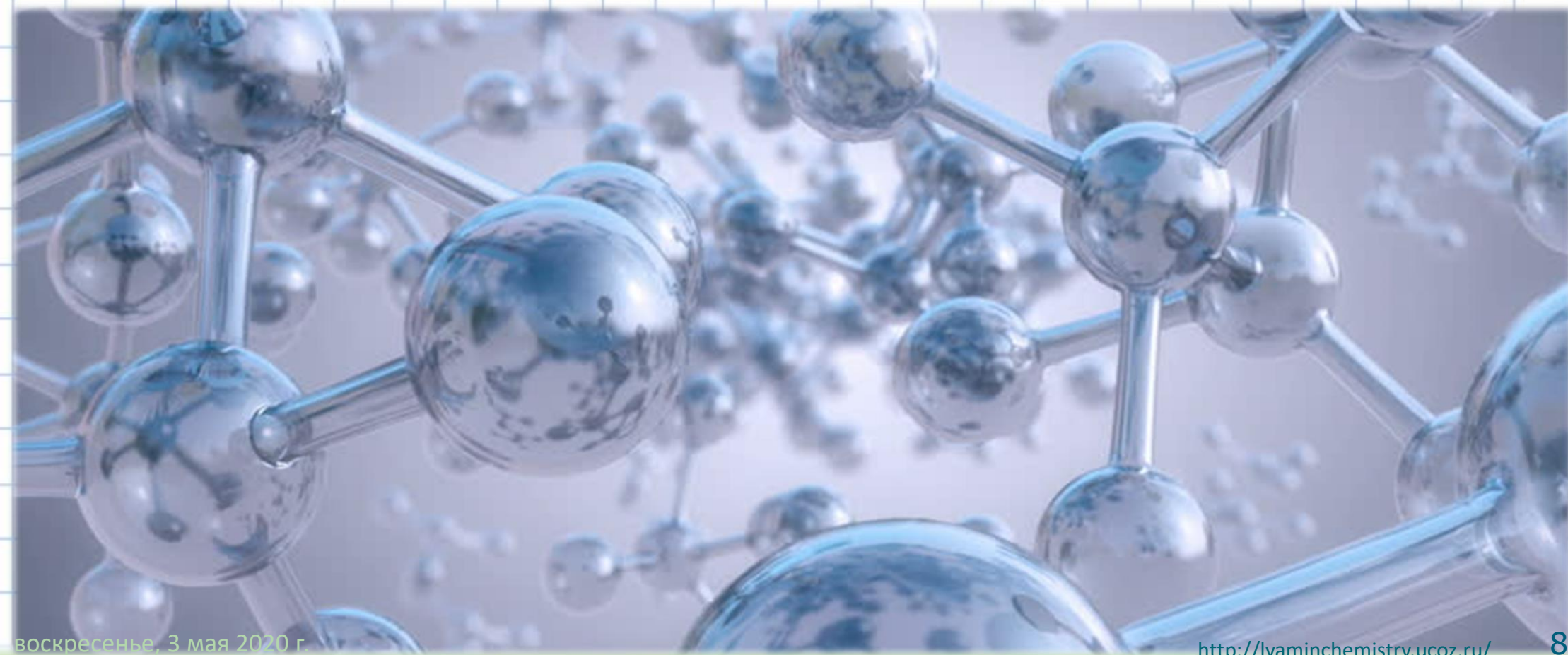
ГИДРОЛИЗ САХАРА

В ходе изучения процесса гидролиза сахарозы в большом избытке 0,1 М соляной кислоты при 298 К были получены следующие данные:

τ мин		0	45	120	240	480
$C_{(C_6H_{12}O_6)}$ моль·м ⁻³		56,0	55,3	54,2	52,5	49,0

определить кинетический порядок данной реакции,

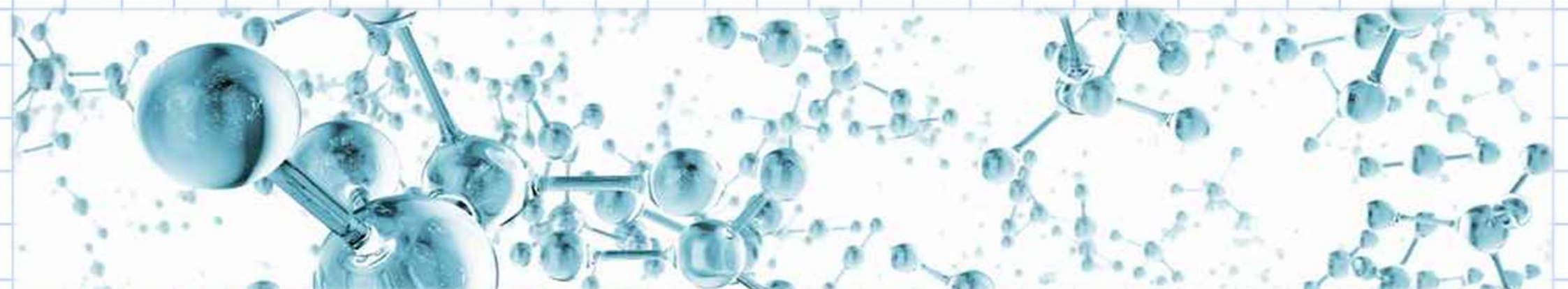
рассчитать константу скорости гидролиза и время полураспада сахарозы;





РАЗЛОЖЕНИЕ

разложение диоксида-дихлорида серы описывается кинетическим уравнением первого порядка, а константа скорости разложения при 293 К составляет $k = 2,2 \times 10^{-5} \text{ с}^{-1}$; определите: а) минимальное время, за которое концентрация SO_2Cl_2 в реакционной смеси уменьшится в 8 раз по сравнению с исходной; б) во сколько раз уменьшится концентрация диоксида-дихлорида серы через 5 мин. после начала реакции;



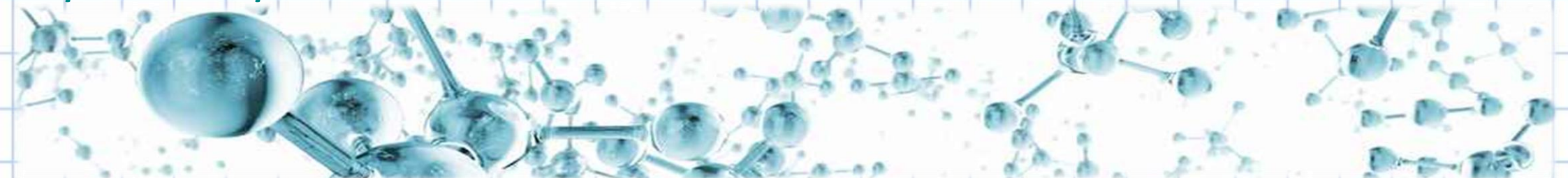
пентаоксид азота разлагается с образованием тетраоксида азота согласно кинетическому уравнению первого порядка; при $T = 300 \text{ К}$ $k = 0,002 \text{ мин}^{-1}$; определите долю N_2O_5 в процентах, которая прореагирует за 2 ч.



РАДИОАКТИВНЫЙ РАСПАД

Содержание радиоактивного углерода ^{14}C в останках мамонта отвечает 1 распаду в минуту. Углерод, выделенный из живого организма, показывает 13,6 распадов в минуту (в расчёте на 1 г ^{14}C), а период полураспада ^{14}C составляет около 5700 лет;

определить время гибели мамонта



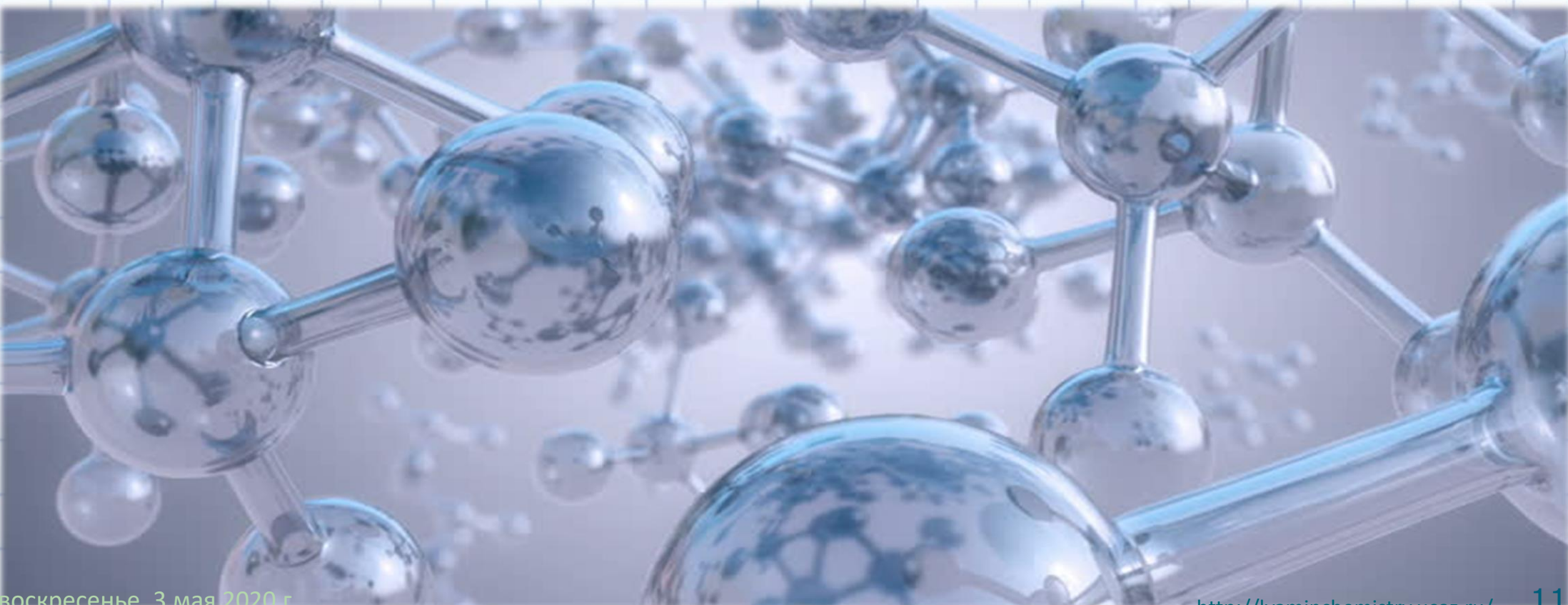
Исследование α -радиоактивного изотопа полония показало, что за 14 дней его радиация уменьшилась на 6,85 %; определить период полураспада данного изотопа полония и рассчитать, в течение какого времени он разлагается на 90 %

РАЗЛОЖЕНИЕ АРСИНА

При $T = 543$ К газ арсин разлагается согласно кинетическому уравнению первого порядка с образованием твёрдого мышьяка и газообразного водорода; за время прохождения реакции общее давление в системе изменяется следующим образом: ч^{-1}

τ ч	0,0	5,5	6,5	8,0
$p_{\text{общ}} \times 10^{-2}$ Па	977,73	1074,33	1090,77	1113,75

определите константу скорости искомой реакции;





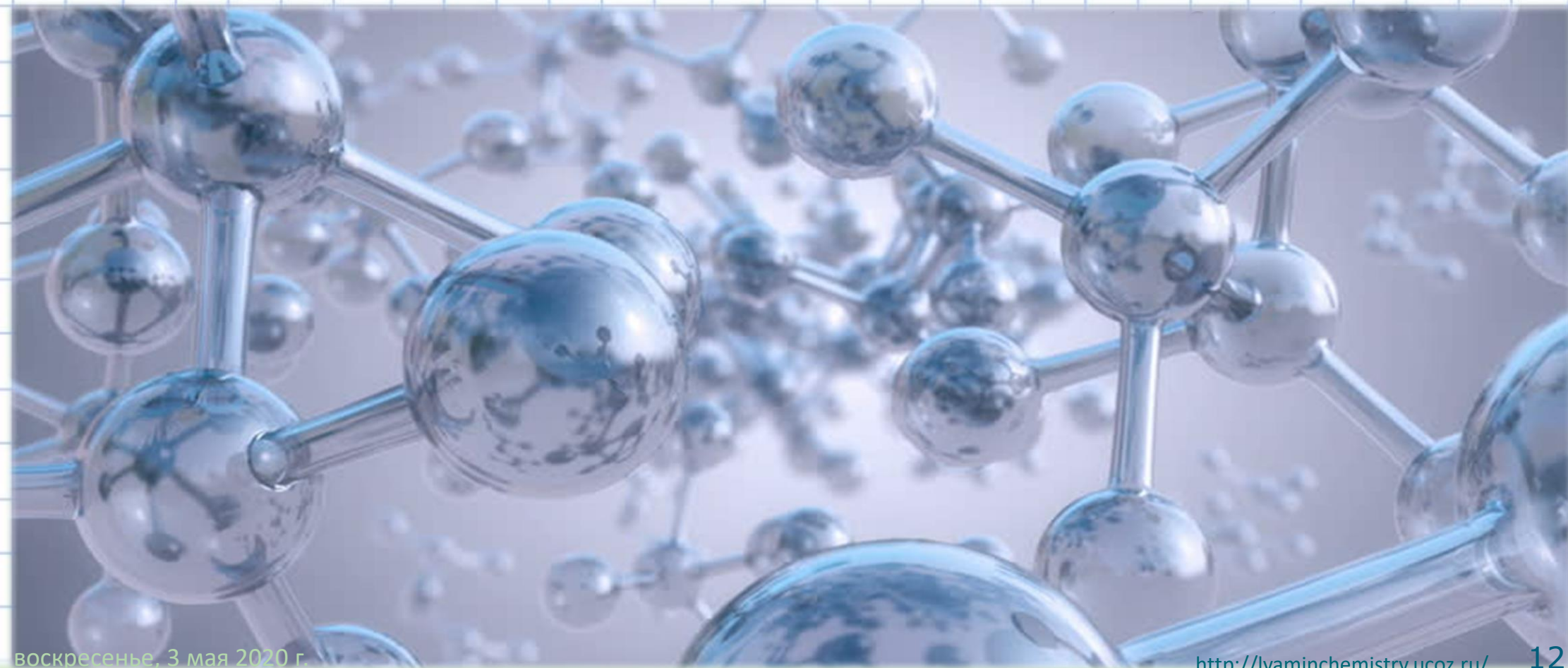
РАЗЛОЖЕНИЕ ЭТИЛДИАЗОЭТАНОАТА

Кинетику реакции разложения этилдиазоэтаната водой в кислой среде исследовали путём определения объёма выделившегося азота в разные моменты времени:

τ мин	8	22	92	∞
$V_{(N_2)} \times 10^6 \text{ м}^3$	6	14,3	32,4	37,27

определить константу скорости данного процесса, учитывая что он описывается

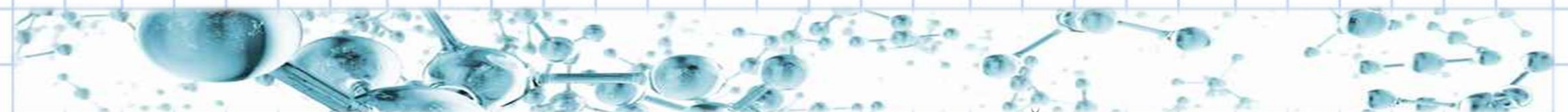
кинетическим уравнением первого порядка;





РЕАКЦИЯ ОМЫЛЕНИЯ

Омыление этилметаноата описывается кинетическим уравнением второго порядка; при $T = 298$ К константа скорости реакции составляет $5,4 \text{ м}^3 \cdot \text{кмоль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, а исходные концентрации раствора едкого натра и эфира равны $0,02 \text{ кмоль} \cdot \text{м}^{-3}$; определите концентрацию спирта в смеси через 10 мин после начала реакции;



0,01 М раствор этилэтаната при $T = 293$ К омыляется 0,002 М раствором едкого натра за 23 мин на 10 %;

определите минимальное время, за которое данный раствор эфира прореагирует на 10 % с 0,004 М раствором щёлочи;

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА

Константа скорости процесса разложения антибиотика в воде, описываемого кинетическим уравнением второго порядка, при 20° С равна $0,012 \text{ м}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$;
определить: а) какова будет концентрация антибиотика в растворе по прошествии 13 недель, если начальная его концентрация составляла $0,5 \text{ кмоль} \cdot \text{м}^{-3}$; б) через сколько лет концентрация антибиотика достигнет $9 \text{ моль} \cdot \text{м}^{-3}$;

При исследовании взаимодействия $0,2 \text{ М}$ раствора хлорбензола и $0,2 \text{ М}$ раствора аллилбромиды в метиловом спирте при $T = 303 \text{ К}$, согласующегося с кинетическим уравнением второго порядка, были получены следующие данные:

τ мин	60	180	320	400
$C_{(\text{H}_5\text{C}_3\text{Br})} \text{ моль} \cdot \text{м}^{-3}$	194,12	183,34	172,26	166,33

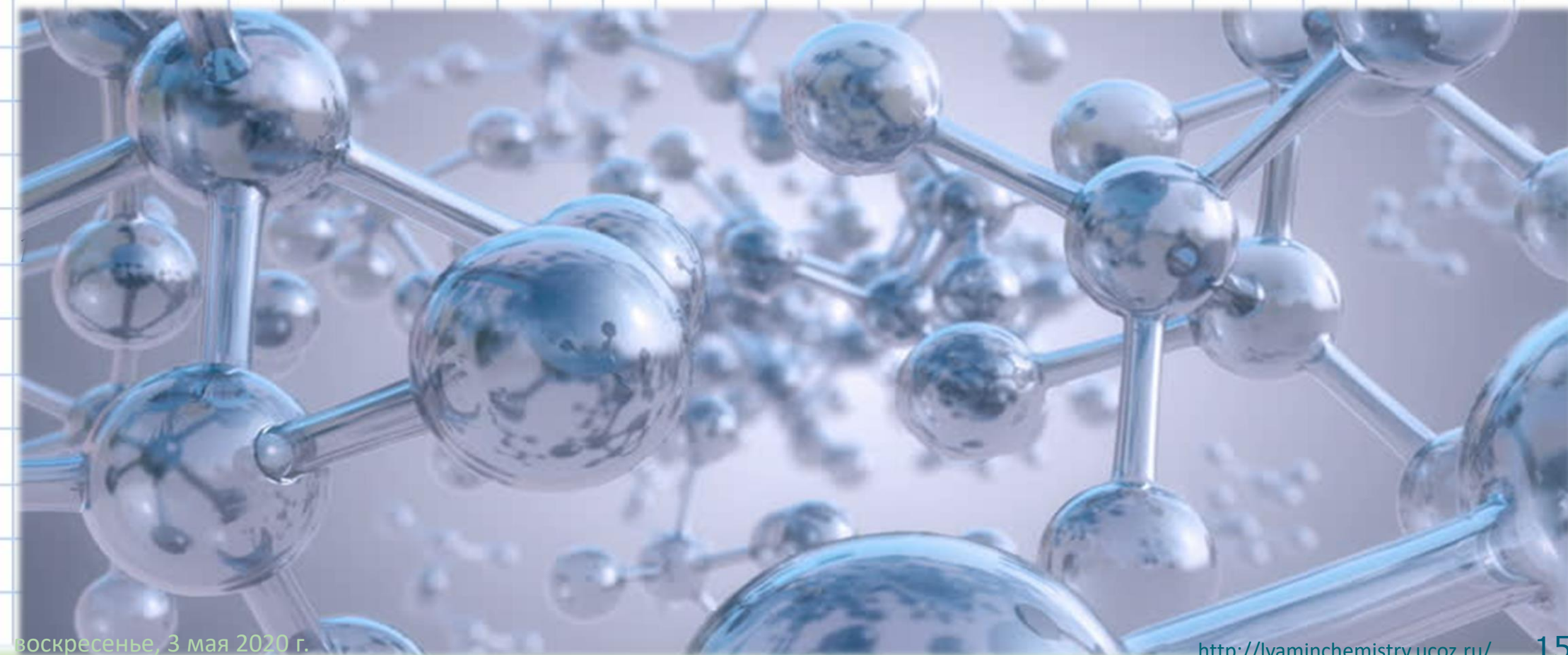
определить константу скорости $\text{моль}^{-1} \cdot \text{л} \cdot \text{мин}^{-1}$ данного процесса;

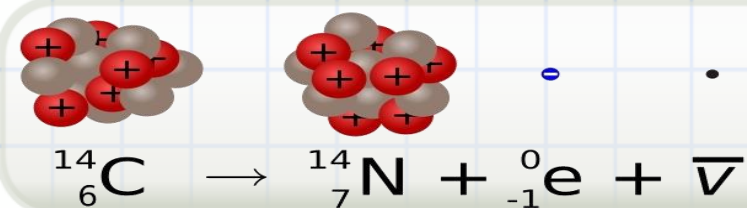
РАЗЛОЖЕНИЕ АЦЕТОНА

Разложение ацетона идёт с выделением синтез-газа и газа, который используют для ускорения созревания плодов; результаты исследование кинетики данной реакции по изменению общего давления системы представлены в таблице:

τ мин	0,00	6,50	13,00	19,00
$p_A \times 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$	41,59	54,39	65,05	74,91

определите кинетический порядок и константу скорости данной реакции;





ВОЗРАСТ ЛАДЬИ ВИКИНГОВ

Скорость распада углерода-14 в живом организме составляет 13,6 распадов в минуту на 1 г ${}^{14}\text{C}$, а период полураспада ${}^{14}\text{C}$ составляет около 5700 лет; в 1983 г. была исследована скорость радиоактивного распада ${}^{14}\text{C}$ в двух кусках дерева, из которого была построена ладья древних викингов; скорость распада составила 12 распадов в минуту на 1 г ${}^{14}\text{C}$; определите: 1) сколько времени прошло с тех пор, когда было срублено дерево, из которого викинги построили корабль, принимая, что скорость распада углерода была измерена с погрешностью $\pm 0,2$ распада в 1 мин, рассчитайте погрешность определения возраста дерева; 2) соотношение изотопов ${}^{12}\text{C} \div {}^{14}\text{C}$, участвующих в биогенном круговороте CO_2 , если природное содержание ${}^{12}\text{C}$ составляет 98,9%, а 1 год = 365 дням.





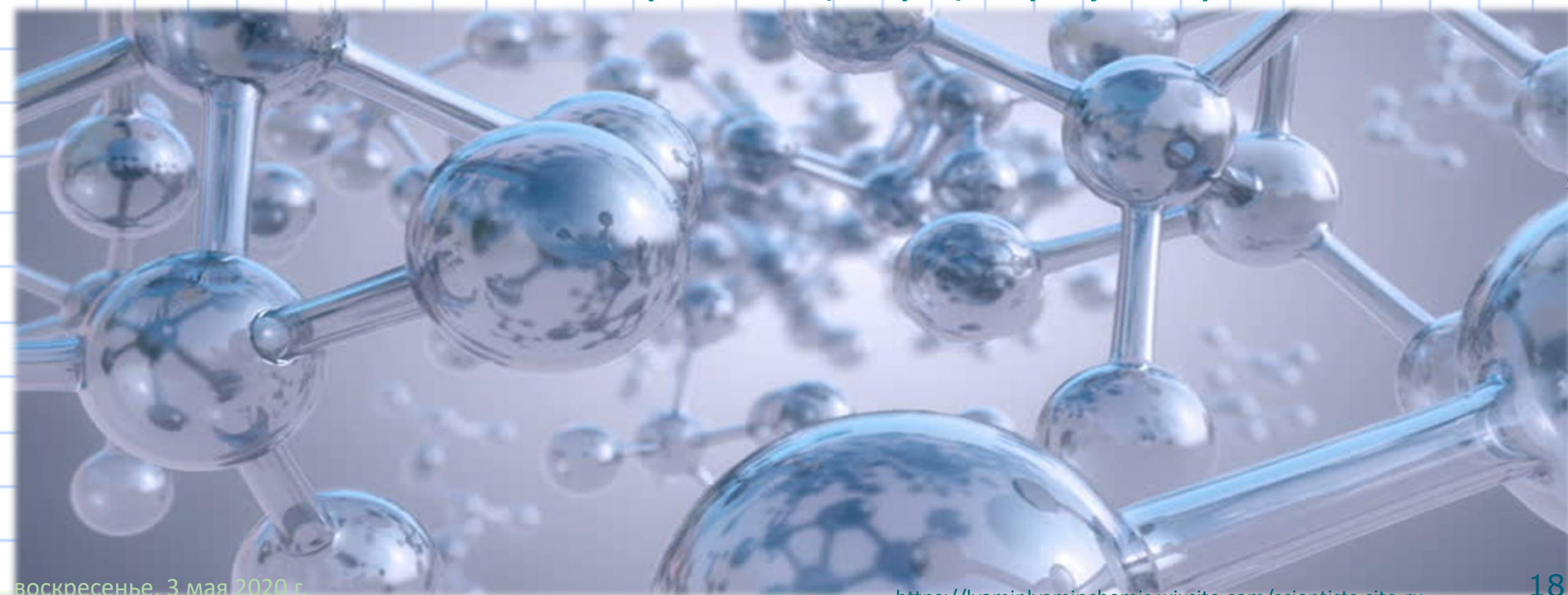
ГРЕНЛАНДСКИЙ ГНЕЙС

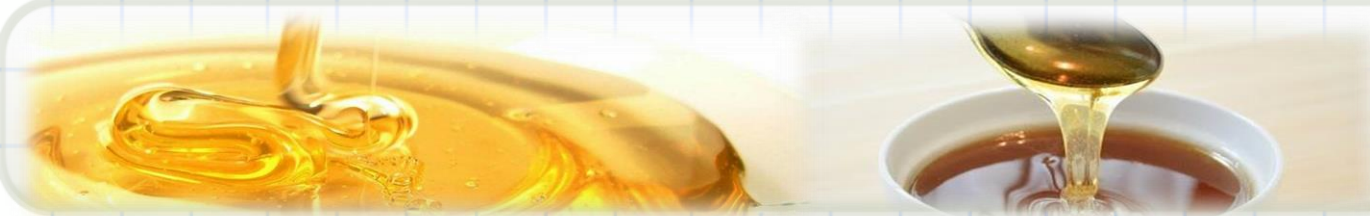
Природный стронций образован стабильными изотопами: ^{84}Sr — 0,56% ; ^{86}Sr — 9,86% ; ^{87}Sr — 7,00% ; ^{88}Sr — 82,58% ; рубидий в природе содержит 72,17% стабильного изотопа ^{85}Rb и 27,83% радиоактивного изотопа ^{87}Rb с $\tau_{1/2} = 4,7 \times 10^{10}$ лет; при радиоактивном распаде изотопов рубидия-87 образуются изотопы стронция-87; приведите уравнение кинетической зависимости образования ^{87}Sr из ^{87}Rb ; составьте уравнение расчёта возраста гренландского гнейса — метаморфическая горная порода, главными минералами которой являются плагиоклаз, кварц и калиевый полевой шпат микроклин или ортоклаз; представляет собой похожий на гранит камень с чередующимися светлыми и тёмными полосами и слоями, **если из масс-спектрометрических данных известно соотношение изотопов $^{87}\text{Sr} \div ^{86}\text{Sr}$ и $^{87}\text{Rb} \div ^{86}\text{Sr}$ для этого гнейса.**





При разложении по кинетическому уравнению первого порядка пропан-2-ола на поверхности пентаоксида диванадия образуются параллельно: ацетон; пропен; пропан; через 5 с после начала реакции при 590 К концентрации компонентов составили:
 $\text{H}_8\text{C}_3\text{O} = 28,2 \text{ моль} \cdot \text{м}^{-3}$; $\text{H}_6\text{C}_3\text{O} = 7,8 \text{ моль} \cdot \text{м}^{-3}$; $\text{H}_6\text{C}_3 = 8,3 \text{ моль} \cdot \text{м}^{-3}$; $\text{H}_8\text{C}_3 = 1,8 \text{ моль} \cdot \text{м}^{-3}$;
определите: 1) исходную концентрацию изопропанола; 2) общую константу скорости разложения и константы скорости трёх параллельных реакций; 2) время разложения половины исходного количества спирта и концентрации продуктов разложения.





ИНВЕРТНЫЙ САХАР

Тростниковый сахар в присутствии ионов H^+ гидролизуетс^я водой, т.н. инверсия сахарозы с образованием смеси равных количеств фруктозы и глюкозы; при $T = 298\text{ K}$ в сильно разбавленном растворе сахара подкисленном соляной кислотой было зафиксировано следующее изменение угла вращения плоскости поляризации света:

τ мин		0,0	176	∞
α°		25,16	5,46	-8,38

определите константу скорости гидролиза тростникового сахара в данных условиях и количественную долю сахара, которая инвертируется за 236 минут с начала гидролиза;



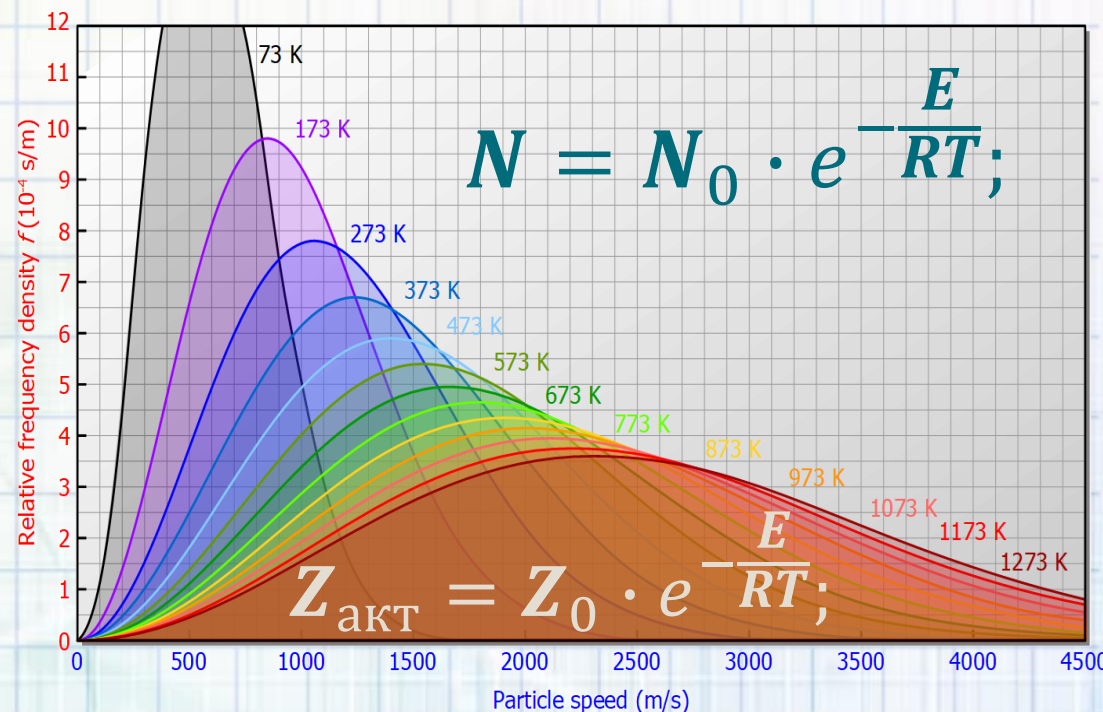
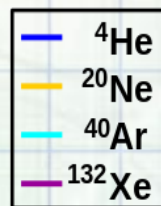
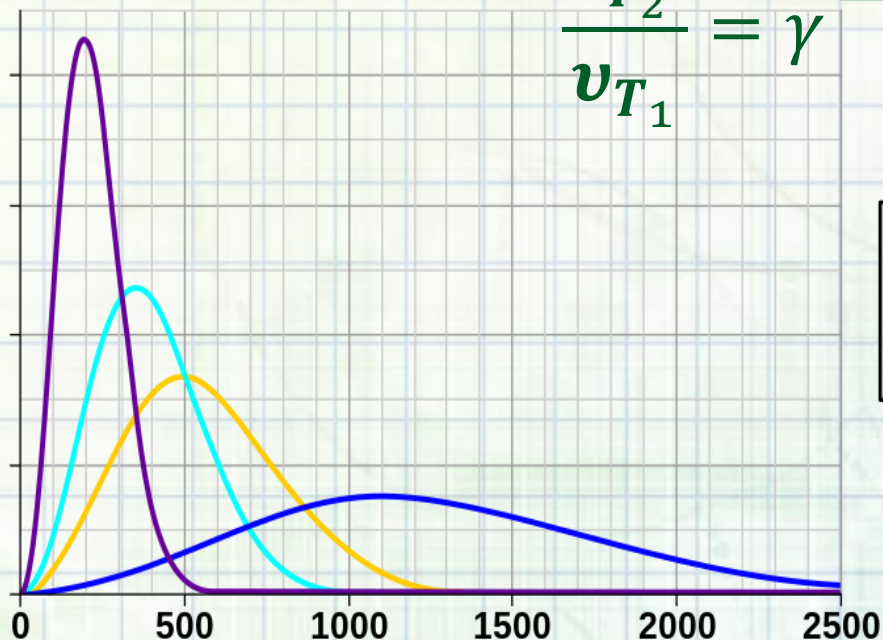


ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ

правило Вант-Гоффа:

$$\frac{v_{T_2}}{v_{T_1}} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}};$$

Плотность вероятности (с/м)



уравнение Аррениуса:

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{E_A + \frac{1}{2} RT}{RT^2}; \text{ при } E_A \gg \frac{1}{2} RT \quad k(T) = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}};$$

$$\ln k = \ln k_{T_2} - \ln k_{T_1} = \ln A - \frac{E_A}{RT_2} + \frac{S_A}{R} - \ln A + \frac{E_a}{RT_1} - \frac{S_a}{R};$$

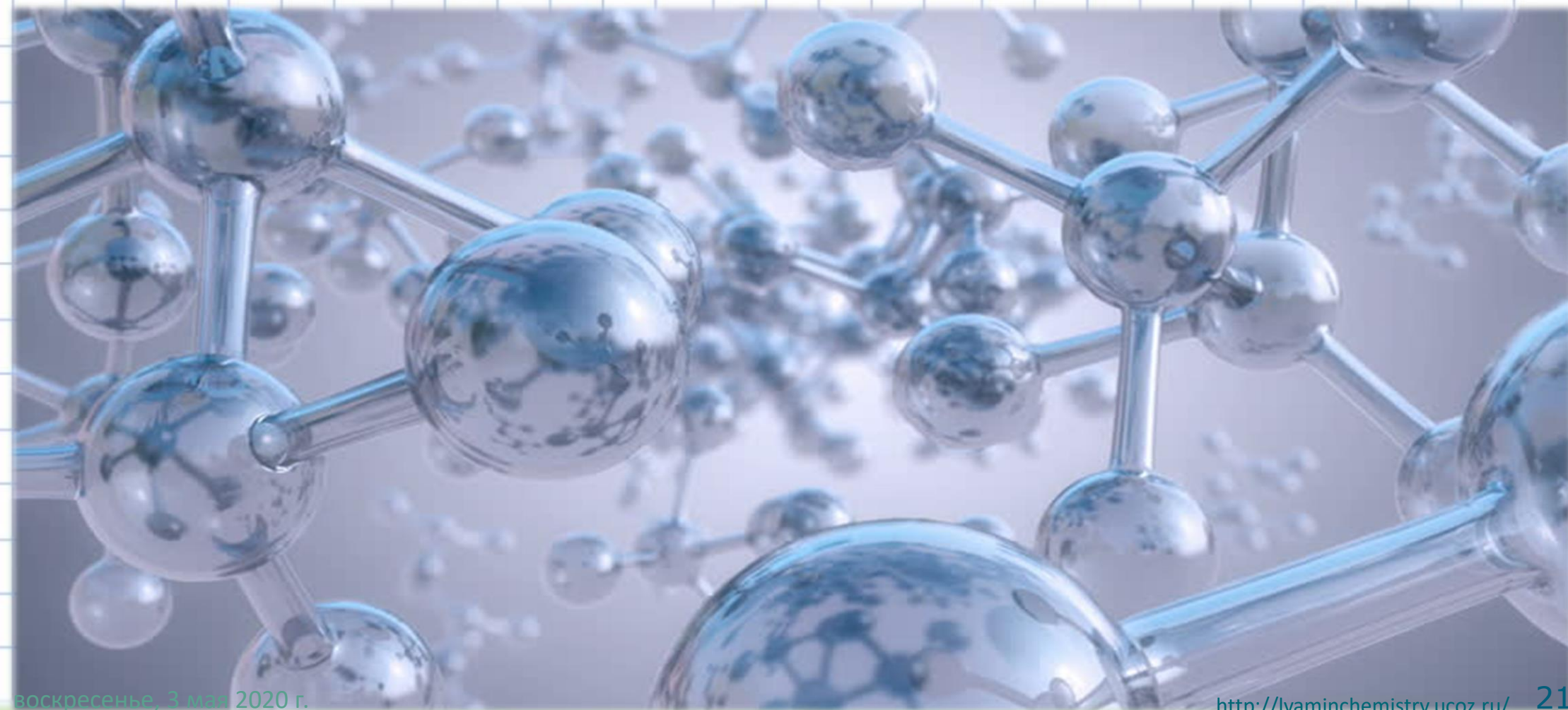
$$\ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{E_a(T_2 - T_1)}{RT_1 T_2};$$

$$E_a = \frac{RT_2 T_1}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}}; \quad k_T = Z_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}};$$



ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА

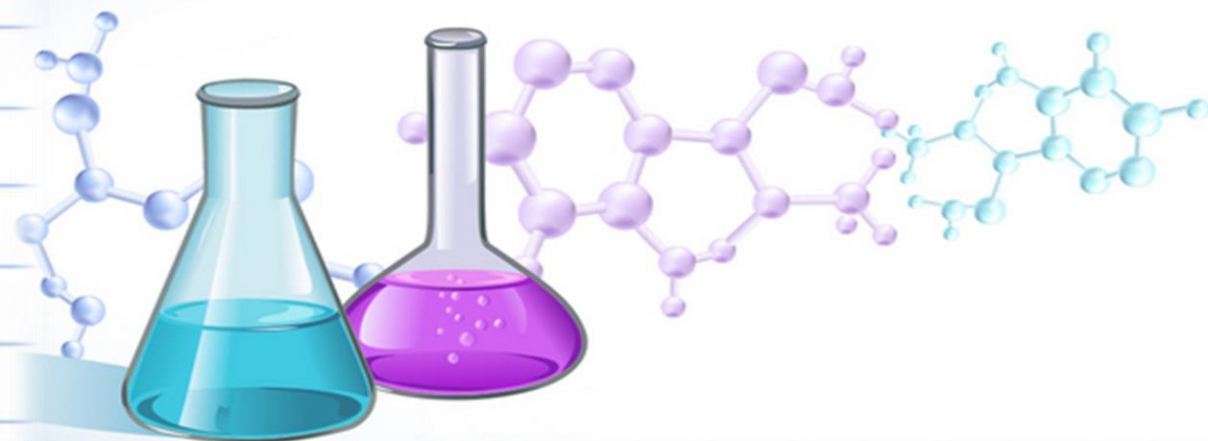
Реакция разложения спазмолитина в растворе соответствует кинетическому уравнению реакции первого порядка; период полураспада спазмолитина при 25° С равен 104 ч, а при 35° С равен 39 ч. Определите энергию активации и температурный коэффициент константы скорости разложения спазмолитина; рассчитайте время, за которое разложится 90 % спазмолитина при 45° С:



13. Константа скорости реакции $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$ при температуре 683 К равна $0,0659 \text{ м}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$, а при 716 К константа скорости равна $0,375 \text{ м}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$. Определите энергию активации и константу скорости реакции при температуре 700 К



12. Для реакции $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$ разница энергий активации прямой и обратной реакций составляет $-9,3 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$; константа равновесия процесса при температуре 350°С равна 68,5. Определите каким образом и во сколько раз изменится отношение скоростей прямой и обратной реакции при температуре 500 К

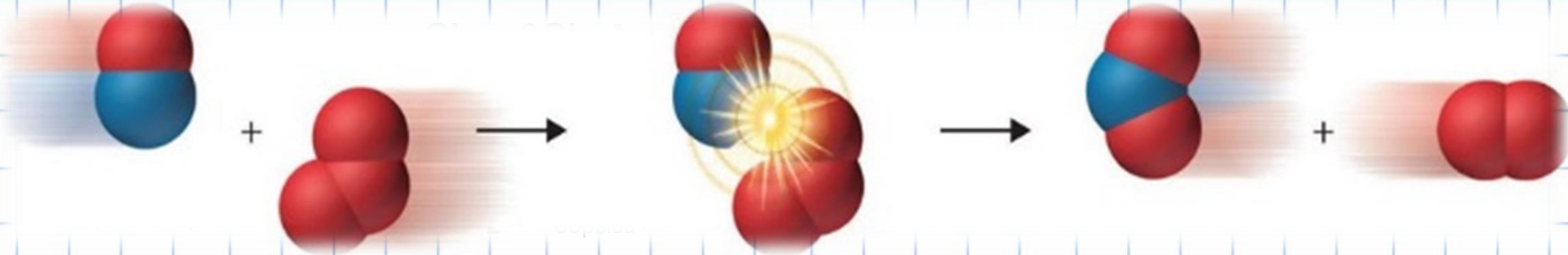


13. Реакция прямого синтеза хлороводорода идёт по радикально-цепному механизму. Её может инициировать синий или ультрафиолетовый свет или нагревание, при этом разрывается связь $\text{Cl} - \text{Cl}$, $E_{\text{св}} = 242 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$, т.к. для связи $\text{H} - \text{H}$ $E_{\text{св}} = 436 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$. При малой скорости инициирования реакция идёт спокойно, при этом, в соответствии с принципом стационарности Боденштейна, скорость изменения концентрации всех промежуточных частиц, а их концентрация пренебрежимо мала по сравнению с H_2 и Cl_2 , можно приравнять к нулю, т.е. суммарная скорость их образования равна суммарной скорости расходования.

- 1) запишите полный механизм термической фотохимической реакции синтеза хлороводорода: стадии инициирования, роста и обрыва цепи;**
- 2) обе стадии продолжения цепи — элементарные реакции, константы скорости которых определяются уравнением Аррениуса, где при 200°C $A_1 = A_2 = 10^{11} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$, $E_{A_1} = 25 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$, $E_{A_2} = 2 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$; исходя из этих значений, докажете, что обрыв цепи происходит почти исключительно в соответствии с одним процессом.**

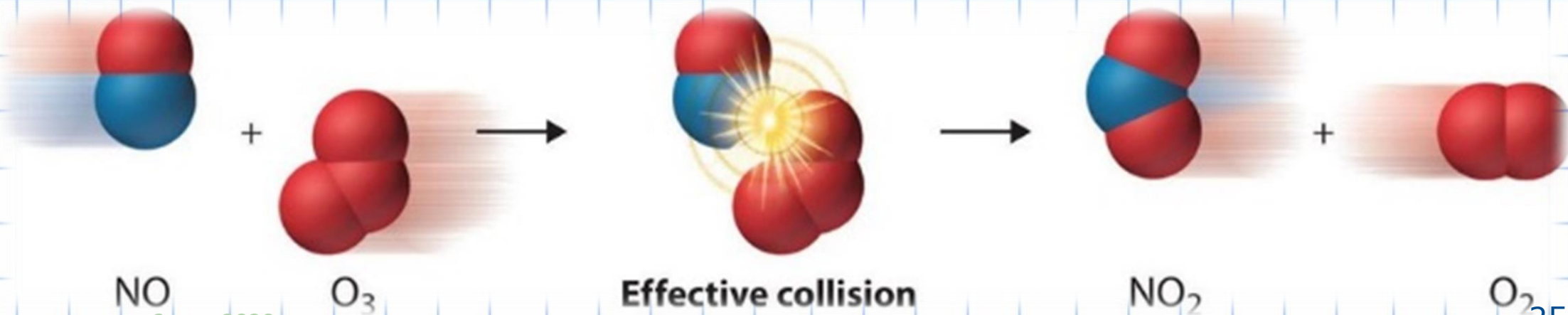
13. Реакция прямого синтеза хлороводорода идёт по радикально-цепному механизму. Её может инициировать синий или ультрафиолетовый свет или нагревание, при этом разрывается связь $\text{Cl} - \text{Cl}$, $E_{\text{св}} = 242 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$, т.к. для связи $\text{H} - \text{H}$ $E_{\text{св}} = 436 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$. При малой скорости инициирования реакция идёт спокойно, при этом, в соответствии с принципом стационарности Боденштейна, скорость изменения концентрации всех промежуточных частиц, а их концентрация пренебрежимо мала по сравнению с H_2 и Cl_2 , можно приравнять к нулю, т.е. суммарная скорость их образования равна суммарной скорости расходования.

1) запишите полный механизм термической фотохимической реакции синтеза хлороводорода: стадии инициирования, продолжения и обрыва цепи;



13. Реакция прямого синтеза хлороводорода идёт по радикально-цепному механизму. Её может инициировать синий или ультрафиолетовый свет или нагревание, при этом разрывается связь $\text{Cl} - \text{Cl}$, $E_{\text{св}} = 242 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$, т.к. для связи $\text{H}-\text{H}$ $E_{\text{св}} = 436 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$. При малой скорости инициирования реакция идёт спокойно, при этом, в соответствии с принципом стационарности Боденштейна, скорость изменения концентрации всех промежуточных частиц, а их концентрация пренебрежимо мала по сравнению с H_2 и Cl_2 , можно приравнять к нулю, т.е. суммарная скорость их образования равна суммарной скорости расходования.

2) обе стадии продолжения цепи — элементарные реакции, константы скорости которых определяются уравнением Аррениуса, где при 200°C $A_1 = A_2 = 10^{11} \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$, $E_{A_1} = 25 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$, $E_{A_2} = 2 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$; исходя из этих значений, докажете, что обрыв цепи происходит почти исключительно в соответствии с одним процессом.





14. Нитрозосоединения — соединения с общей формулой RNO ; нитрозосоединения являются промежуточными продуктами восстановления нитросоединений слабыми восстановителями. Одно из свойств ароматических нитрозосоединений — способность к обратимой димеризации с образованием димеров состава: $RN(O)N(O)R$. Из-за наличия двойной связи $N=N$ молекулы димеров существуют в виде двух геометрических изомеров.

- 1) приведите структурные формулы нитрозобензола и двух изомеров его димера. Молекулы какого из изомеров более полярны?**
- 2) раствор объёмом 0,400 мл, изначально содержащий 13,60 мг C_6H_5NO , в состоянии равновесия при 290 К содержит нитрозобензол, цис-изомер димера и транс-изомер в мольном соотношении 1,089 : 1,000 : 3,678. Определите молярные концентрации всех веществ в растворе в состоянии равновесия. Рассчитайте константу равновесия реакции изомеризации цис-димер $\rightleftharpoons$ транс-димер при температуре 290 К.**
- 3) определите энтальпию реакции изомеризации, если известно, что константа равновесия этой реакции уменьшается в 1,42 раза при увеличении температуры от 290 К до 310 К.**



14. Нитрозосоединения — соединения с общей формулой RNO ;
нитрозосоединения являются промежуточными продуктами восстановления нитросоединений слабыми восстановителями. Одно из свойств ароматических нитрозосоединений — способность к обратимой димеризации с образованием димеров состава: $RN(O)N(O)R$. Из-за наличия двойной связи $N=N$ молекулы димеров существуют в виде двух геометрических изомеров.

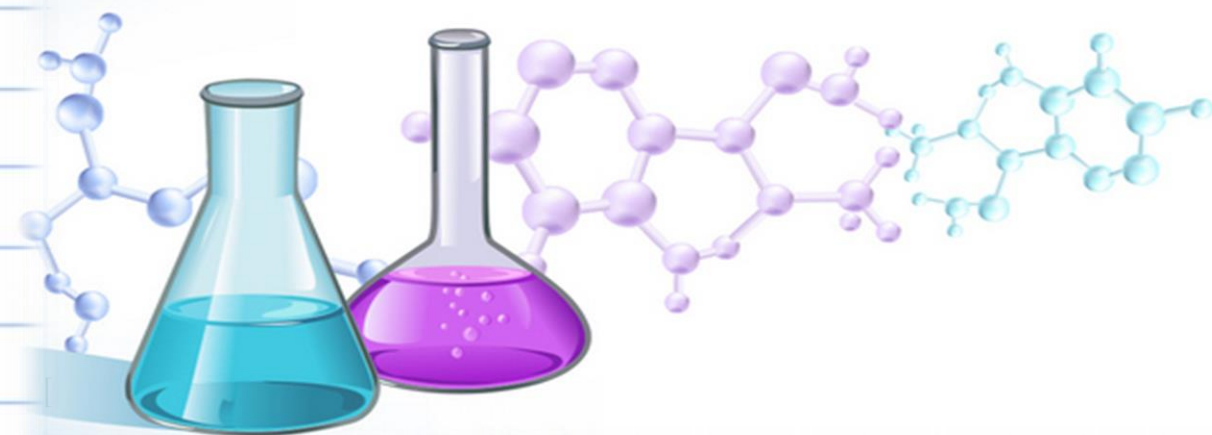
4) при изучении кинетики параллельных реакций димеризации нитробензола были определены энергии активации реакций превращения в цис-изомер ($90,8 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$) и в транс-изомер ($96,7 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$). При малых степенях превращения можно считать обе реакции необратимыми, а соотношение между количествами изомеров равным отношению скоростей реакций их образования. Считая, что предэкспоненциальные множители обеих реакций одинаковы, рассчитайте отношение концентраций цис- и транс-изомера при малых степенях превращения при температуре 290 К .

1) приведите структурные формулы нитрозобензола и двух изомеров его димера.

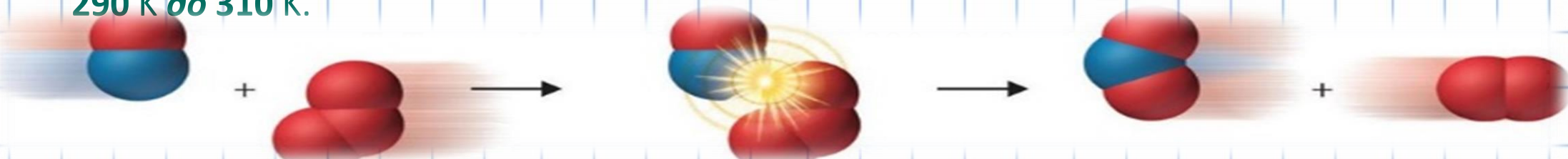
Молекулы какого из изомеров более полярны?



2) раствор объёмом 0,400 мл, изначально содержащий 13,60 мг C₆H₅NO, в состоянии равновесия при 290 К содержит нитрозобензол, цисизомер димера и транс-изомер в мольном соотношении 1,089 : 1,000 : 3,678. Определите молярные концентрации всех веществ в растворе в состоянии равновесия. Рассчитайте константу равновесия реакции изомеризации цис-димер ⇌ транс-димер при температуре 290 К.



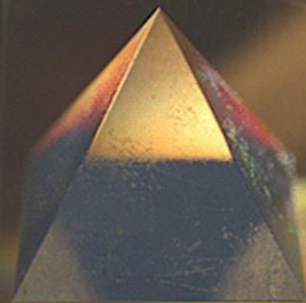
3) определите энтальпию реакции изомеризации, если известно, что константа равновесия этой реакции уменьшается в 1,42 раза при увеличении температуры от 290 К до 310 К.



4) при исследовании кинетики параллельных реакций димеризации нитрозобензола были определены значения энергий активации реакций превращения в цис-изомер (90,8 кДж·моль⁻¹) и в транс-изомер (96,7 кДж·моль⁻¹). При малых степенях превращения можно считать обе реакции необратимыми, а соотношение между количествами изомеров равным отношению скоростей реакций их образования. Считая, что предэкспоненциальные множители обеих реакций одинаковы, рассчитайте отношение концентраций цис- и транс-изомера при малых степенях превращения при температуре 290 К.



СПАСИБО ЗА РАБОТУ



УДАЧИ НА ОЛИМПИАДАХ !

<https://lyaminlyaminchemis.wixsite.com/scientists-site-ru>