


Химическая кинетика и катализ

Тесты для проведения
практических занятий
с аспирантами



Министерство образования и науки Российской Федерации

Ивановский государственный химико-технологический университет

Х и м и ч е с к а я к и н е т и к а и к а т а л и з

Т е с т ы
для проведения практических
занятий с аспирантами

Составитель О.В. Лефедова

Иваново 2016

УДК 541.1

Составитель О.В. Лефедова

Химическая кинетика и катализ: Тесты для проведения практических занятий с аспирантами / Сост. : О.В. Лефедова; ФГБОУ ВО Иван. гос. хим.-технол. университет. Иваново, 2016. 48 с.

Необходимость написания данного учебного пособия связана с вступлением в силу ФГОС РФ для аспирантов - учащихся третьей ступени высшего образования и ограниченностью числа учебных пособий по дисциплинам, оговоренных учебным планом их подготовки.

Тесты содержат задачи для самостоятельного решения и разбора с группой при проведении практических занятий, а также тест-задания для проверки знаний по разделу "Химическая кинетика и катализ" как одного из разделов общего курса физической химии. Отдельные задачи заимствованы из различных задачников и учебников.

При составлении тестов использованы материалы учебников, изданных в последнее время: проф. А.В. Вишнякова, проф. Н.Ф. Кизима "Физическая химия", "Физическая химия" под редакцией К.С. Краснова, частично включены материалы учебных пособий преподавателей кафедры физической и коллоидной химии ИГХТУ.

Материал тестов предназначен для самостоятельной работы аспирантов, желающих систематизировать свои знания в области химической кинетики и может быть рекомендован для использования при проведении практических занятий с аспирантами направления 04.06.01 – Химические науки.

Р е ц е н з е н т ы:

доктор химических наук, профессор А.П. Ильин (Ивановский государственный химико-технологический университет)

доктор химических наук, профессор М.В. Клюев (Ивановский государственный университет)

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

1. ТЕСТ-ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПО РАЗДЕЛУ "ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ"



ВАРИАНТ 1

Задание №1. Как связаны между собой теплота активации ΔH^\ddagger и экспериментально определяемая на опыте энергия активации для реакции 1 порядка, согласно теории абсолютных скоростей химической реакции?

А. $\Delta H^\ddagger = E_a + RT$

В. $\Delta H^\ddagger = E_a - RT$

Б. $\Delta H^\ddagger = E_a + \frac{1}{2}RT$

Г. $\Delta H^\ddagger = E_a - \frac{1}{2}RT$

Задание №2. Рассчитайте энергию активации реакции, если при повышении температуры с 295 до 305 К скорость реакции удваивается.

А. 224 кДж/моль

В. 12,4 кДж/моль

Б. 51,8 кДж/моль

Г. 22,4 кДж/моль

Задание №3. Пользуясь зависимостью между временем полураспада и изменением давления, определите порядок реакции конверсии *пара*-водорода в *орто*-водород при температуре 923 К:

P^0 , мм рт. ст.	50	100	200	400
$\tau_{1/2}$, с	648	450	318	222

А. 2,90

В. 2,00

Б. 1,00

Г. 1,52

Задание №4. Сказывается ли и как ионная сила в растворе на скорость реакции между ионами?

А. Ионная сила раствора сказывается на скорости реакции только в том случае, если реагируют разноименные заряженные ионы. Скорость реакции с ростом ионной силы при этом падает из-за увеличения

В. Увеличение ионной силы раствора увеличивает скорость реакции между ионами одноименно заряженными и уменьшает – между разноименно заряженными частицами. Кроме того, изменение коэффициента при

расстояния между ионами и силы электростатического притяжения ослабляются. При изменении ионной силы может сказаться на скорости реакции за счет смещения равновесия при диссоциации или гидролизе.

Б. Увеличение ионной силы приводит к увеличению скорости реакции, так как диссоциация электролита при этом увеличивается и содержание ионов в растворе увеличивается.
Г. При увеличении ионной силы коэффициент активности падает, следовательно, уменьшается активность ионов, а это приводит к уменьшению скорости реакции.

Задание №5. Две реакции одинакового порядка имеют равные энергии активации, но при 573 К энтропии активации 1-ой реакции на 10 энтропийных единиц (кал/моль·град) больше энтропии активации 2-ой реакции. Рассчитайте соотношение констант скоростей этих реакций при данной температуре.

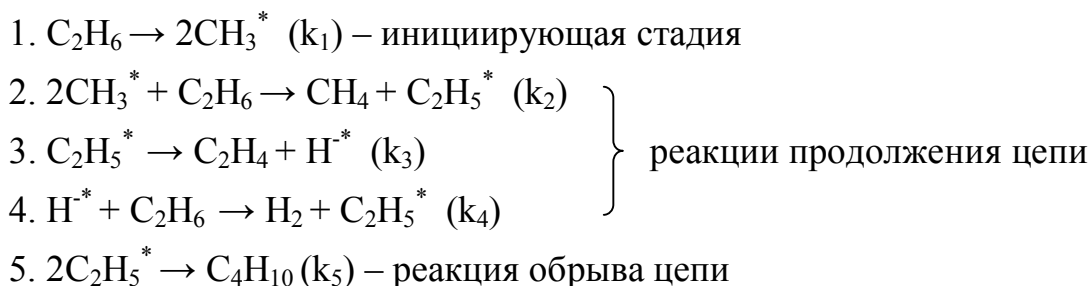
А. $k_1/k_2 = 3,33$

В. $k_1/k_2 = 155$

Б. $k_1/k_2 = 112200$

Г. Информации недостаточно, так как не приведены значения концентраций

Задание №6. Реакция термического разложения этана идет по свободно-радикальному механизму в соответствии со следующей схемой:



Используя метод квазистационарных концентраций, выведите уравнение этой реакции, если реакция 1 является мономолекулярной и при обычных условиях, то есть при невысоких давлениях протекает по второму порядку.

А. $r = k_1 \cdot [\text{C}_2\text{H}_6]^2$

В. $r = k_3 \cdot \left(\frac{k_1}{k_5}\right)^{1/2} \cdot [\text{C}_2\text{H}_6] + k_5 \cdot \left(\frac{k_1}{k_5}\right)^{1/2} \cdot [\text{C}_2\text{H}_6]^2 + k_1'[\text{C}_2\text{H}_6] + k_2''[\text{C}_2\text{H}_6]^2$

Б. $r = k_3 \cdot \left(\frac{k_1}{k_5}\right)^{1/2} \cdot [\text{C}_2\text{H}_6]^{1/2} = k \cdot [\text{C}_2\text{H}_6]^{1/2}$

Г. $r = k_3 \cdot \left(\frac{k_1}{k_5}\right)^{1/2} \cdot [\text{C}_2\text{H}_6]^{1/2} = k \cdot [\text{C}_2\text{H}_6]$

Задание №7. Какая из стадий гетерогенно-каталитического взаимодействия может быть лимитирующей, согласно представлениям Баландина?

А. Замедленными могут быть стадии

В. Замедленной стадией является

диффузии исходных веществ к поверхности катализатора, либо стадии диффузии полученных продуктов реакции в объем реакционной среды. Сам же процесс химического превращения протекает быстро.

образование активированного комплекса при химическом взаимодействии.

Б. Замедленными стадиями могут быть либо адсорбция исходных веществ на поверхности катализатора, либо десорбция продуктов реакции, сам процесс химического взаимодействия протекает быстро.

Г. Любая из пяти стадий гетерогенно-каталитического процесса может быть лимитирующей, что и учитывается теорией Баландина, охватывающей все возможные случаи.

Задание №8. Энергия активации гетерогенно-каталитической реакции разложения пероксида водорода в присутствии йодид-ионов, как катализатора равна 56,5 кДж/моль, а без катализатора 75,4 кДж/моль. Определите во сколько раз константа скорости каталитической реакции (k_k) при температуре 350 К больше константы скорости реакции без катализатора (k)?

А. $k_k/k = 10,07$

В. $k_k/k = 2,5 \cdot 10^6$

Б. $k_k/k = 602,6$

Г. Задачу решить нельзя, так как нет данных о величине коэффициента каталитической активности и концентраций реагентов.

Задание №9. 40 см³ CO₂, взятого при нормальных условиях, адсорбируется на 1 г угля при 30 °С под давлением 600 мм. рт. ст., а при 0 °С – под давлением 173 мм рт. ст. Определите, под каким давлением (в н/м²) адсорбируется это количество CO₂ при температуре 20 °С?

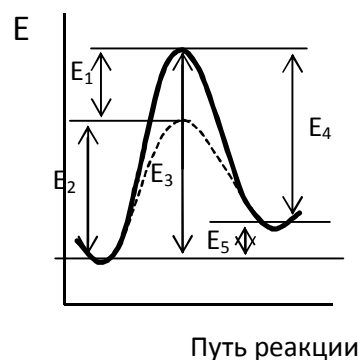
А. $P = 349 \cdot 10^2$ н/м².

В. $P = 610,6 \cdot 10^2$ н/м².

Б. Задачу решить нельзя, так как нет данных об изменении значения константы адсорбционного равновесия с изменением температуры.

Г. $P = 545 \cdot 10^2$ н/м².

Задание №10. Какие отрезки, отмеченные на рисунке справа, соответствуют энергии активации в присутствии и отсутствии гомогенного катализатора? Какому отрезку будет соответствовать тепловой эффект изучаемой реакции?



А. E_1 – энергия активации каталитического процесса, E_3 – энергия активации некаталитического процесса, E_4 – тепловой эффект реакции. Реакция эндотермическая.

Б. E_2 – энергия активации каталитического процесса, E_3 – энергия активации некаталитического процесса, E_5 – тепловой эффект реакции. Реакция эндотермическая.

В. E_2 – энергия активации каталитического процесса, E_4 – энергия активации некаталитического процесса, E_5 – тепловой эффект реакции. Реакция экзотермическая.

Г. E_3 – энергия активации каталитического процесса, E_2 – энергия активации некаталитического процесса, E_4 – тепловой эффект реакции. Реакция экзотермическая.

ВАРИАНТ 2

Задание №1. Сформулируйте главную задачу, которую ставит перед собой теория абсолютных скоростей химической реакции.

А. Расчет величины стерического фактора.

В. Объяснение механизма элементарных реакций.

Б. Расчет величины константы скорости на основании данных о свойствах реагирующих молекул и об условиях протекания реакций.

Г. Расчет энергии активации на основании построения поверхности потенциальной кривой.

Задание №2. При $310\text{ }^{\circ}\text{C}$ AsH_3 разлагается с образованием As (тв) и H_2 (газ) по реакции 1 порядка. Рассчитайте среднее значение константы скорости реакции, если во время реакции при постоянной температуре давление изменяется следующим образом:

P^0 , мм рт. ст.	733.3	805.8	818.1	835.3
τ , мин	0	5.5	6.5	8.0

А. $0,016\text{ ч}^{-1}$

В. $0,335\text{ ч}^{-1}$

Б. $0,77\text{ ч}^{-1}$

Г. $0,0405\text{ ч}^{-1}$

Задание №3. При помощи правила Вант-Гоффа определите при какой температуре реакция 1 порядка пройдет на 10 %, если при температуре 300 К на это требуется 2 часа. Температурный коэффициент скорости данной реакции равен 3.

А. 526 К.

В. 345 К.

Б. 360 К.

Г. 323 К.

Задание №4. Энергия реакции разложения йодистого водорода равна 44 ккал/моль. Рассчитайте долю активных молекул при 500 К и 1000 К..

А. $3,8 \cdot 10^{-20}$; $1,9 \cdot 10^{-10}$

В. $3,1 \cdot 10^{-5}$; $4,9 \cdot 10^{-3}$

Б. $4,0 \cdot 10^{-45}$; $6,3 \cdot 10^{-23}$

Г. 0,0225; 0,045

Задание №5. При некоторых условиях реакция разложения ацетальдегида может протекать по следующей схеме:

1. $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3^* + \text{CHO}^* \quad (k_1)$ – иницирующая стадия
 2. $\text{CH}_3^* + \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CH}_3\text{CO}^* \quad (k_2)$
 3. $\text{CH}_3\text{CO}^* \rightarrow \text{CH}_3^* + \text{CO} \quad (k_3)$
 4. $2 \text{CH}_3\text{CO}^* \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCCCH}_3 \quad (k_4)$ – реакция обрыва цепи
- } реакции
} продолжения цепи

Выведите кинетическое уравнение этой реакции, используя метод квазистационарных концентраций.

А. $r = k_1^2 [\text{CH}_3\text{CHO}]$

В. $r = k [\text{CH}_3\text{CHO}][\text{CH}_4]$, $k = \frac{k_1 \cdot k_2}{2k_4}$

Б. $r = k = \frac{k_1 + \frac{k_3 \cdot k_1}{k_4}}{k_2}$

Г. $r = k [\text{CH}_3\text{CHO}]^{1/2}$, $k = k_3 \left(\frac{k_1}{2k_4} \right)^{1/2}$

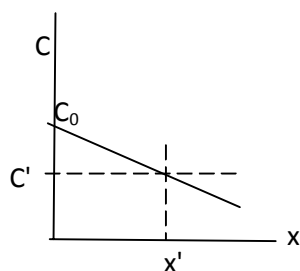
Задание №6. Какие условия необходимы для осуществления стационарного состояния диффузионного потока. Запишите их математически. Изобразите схематически график изменения концентрации диффундирующего вещества в зависимости от расстояния для различных промежутков времени от начала реакции.

А. На границе диффузионного потока каким-либо способом необходимо поддерживать постоянную во времени концентрацию. Приведенная ниже зависимость справедлива для любого времени.

В. Опыт нужно вести в условиях интенсивного перемешивания. Приведенная ниже зависимость справедлива для любого времени.

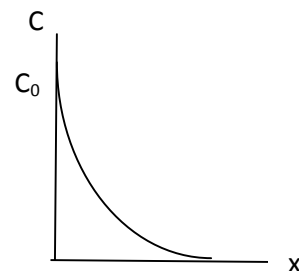
$$\left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_\tau = const$$

$$u \left(\frac{\partial C}{\partial \tau} \right)_0 = 0$$

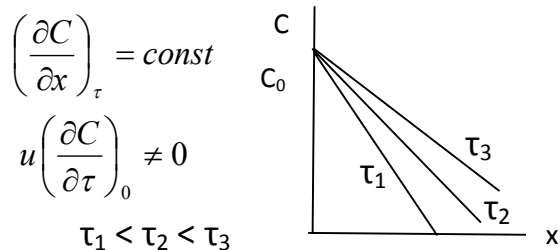


$$\left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_\tau \neq const$$

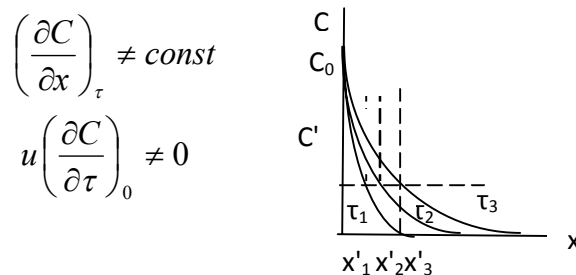
$$u \left(\frac{\partial C}{\partial \tau} \right)_0 \neq 0$$



Б. Опыт нужно вести в условиях интенсивного перемешивания.



Г. Опыт нужно вести в отсутствии перемешивания.



Задание №7. Стержень железа погружен в раствор HCl с концентрацией 0,01 моль/л. Через 200 мин от начала реакции при постоянном перемешивании измеренная концентрация оказалась равной 10^{-4} моль/л. Найдите время, по истечении которого концентрация раствора была равной 0.001 моль/л. Какие допущения и предположения следует использовать при решении этой задачи?

А. 20 мин, предполагается, что толщина диффузионного слоя сохраняется постоянной во времени и объем раствора в процессе растворения также не меняется. Допускается, что при постоянной скорости перемешивания изменение концентрации HCl пропорционально времени взаимодействия в течение всего периода растворения.

Б. Решить задачу на основании приведенных данных нельзя, так как нет данных о толщине диффузионного слоя при заданной скорости перемешивания и об изменении этой величины с изменением концентрации HCl.

В. 18,2 мин, предполагается, что толщина диффузионного слоя δ , объем раствора и поверхность стержня железа в ходе опыта не меняются. Допускается, что порядок реакции сохраняется постоянным на всем протяжении реакции, вплоть до очень малых концентраций HCl.

Г. 100 мин, предполагается, что толщина диффузионного слоя δ , объем раствора и поверхность стержня железа в ходе опыта не меняются. Допускается, что δ , так же как и коэффициент диффузии, не меняется с концентрацией раствора, так как раствор сильно разбавлен.

Задание №8. Обезуглероживание поверхности стали в атмосфере воздуха при 1400°C протекает в переходной области. В каком соотношении должны находиться константы скорости химической реакции ($k_{x.p.}$) и константа скорости диффузии углерода (k_d), чтобы при стационарном течении процесса отношение поверхностной концентрации углерода к объемной (C_s/C_v) было равно 0,8?

А. $k_{x.p.} = 0,4k_d.$

В. $k_{x.p.} = -k_d.$

Б. Задачу решить нельзя, так как не указано время, в течение которого соотношение поверхностей к объемной концентрации станет равным 0,5.

Г. $k_{x.p.} = k_d.$

Задание №9. Каковы ограничения в методе стационарных концентраций?

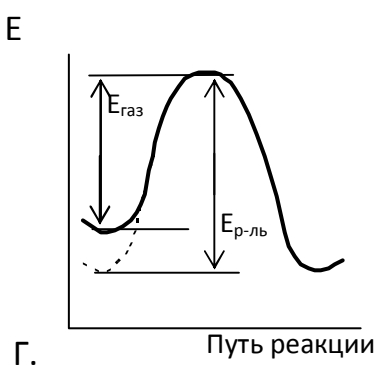
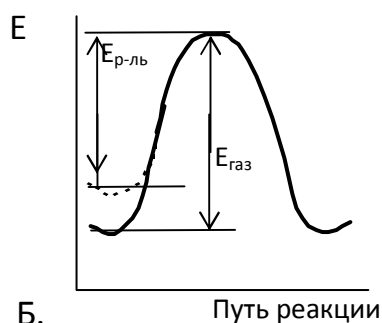
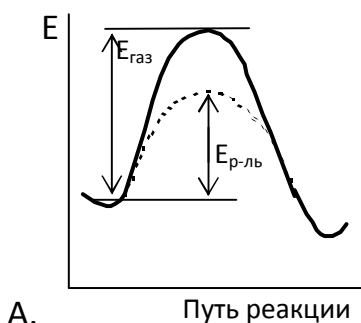
А. Применим в любых случаях сложных реакций без всяких ограничений

В. Применим только к некаталитическим процессам.

Б. Применим только к начальному периоду реакции, когда число активных промежуточных частиц не так велико.

Г. Не применим для начального периода реакции, когда происходит накопление активных промежуточных частиц.

Задание №10. На какой схеме правильно отражено изменение энергии активации в присутствии растворителя, по сравнению с газовой фазой, в случае преимущественной сольватации активированного комплекса?



ВАРИАНТ 3

Задание №1. Какие столкновения, согласно теории бинарных столкновений, называются эффективными?

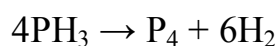
А. Столкновения, при которых полная энергия двух сталкивающихся молекул равна или больше энергии активации, характерной для данной реакции.

Б. Столкновения, при которых составляющая суммарной кинетической энергии двух молекул вдоль линии, соединяющей их центры, в момент столкновения равны или больше величины энергии активации, характерной для данной реакции.

В. Столкновения, при которых полная энергия каждой из сталкивающихся молекул равна или больше энергии активации, характерной для данной реакции.

Г. Столкновения, при которых средняя кинетическая энергия каждой из сталкивающихся молекул больше или равна энергии активации, характерной для данной реакции.

Задание №2. Зависимость константы скорости разложения фосфина:



выражается уравнением: $\lg k = -\frac{18963}{T} + 2 \lg T + 12,13$. Рассчитайте энергию активации данной реакции.

А. 117 кДж/моль

В. 100 кДж/моль

Б. -158 кДж/моль

Г. 313 кДж/моль

Задание №3. Константа скорости реакции омыления уксусноэтилового эфира щелочью при 10 °С равна 2,38 мин⁻¹·моль⁻¹·л. Найдите время половинного разложения эфира, если смешать 1 л 0,05 н эфира с 1 л 0,1 н раствора щелочи, а реакция протекает по кинетическому уравнению 2-го порядка.

А. 6,81 мин

В. 3,4 мин

Б. 31,8 мин

Г. 1,49 мин

Задание №4. Какие экспериментальные данные свидетельствуют о влиянии промежуточных продуктов на скорость реакции?

А. Различие между порядками реакции, определенными интегральным и дифференциальным методами.

В. Вид кинетической кривой зависимости концентрации реагирующего вещества от времени.

Б. Различия между временным и концентрационным порядками реакции.

Г. Характер изменения скорости реакции с течением времени.

Задание №5. Предэкспоненциальный множитель в уравнении Аррениуса для мономолекулярной газофазной реакции при 200 °С равен $2.5 \cdot 10^{13} \text{ сек}^{-1}$. Рассчитайте энергию активации этой реакции при указанной температуре.

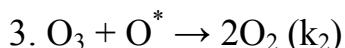
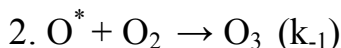
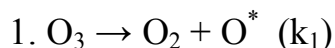
А. 4,24 Дж/моль·град.

В. 5,4 Дж/моль·град.

Б. -0,60 Дж/моль·град.

Г. 7,7 Дж/моль·град.

Задание №6. Термическое разложение озона протекает по следующему механизму:



Используя метод квазистационарных концентраций Боденштейна, выведите уравнение для скорости реакции распада O_3 , включающее константы: k_1, k_{-1}, k_2 .

А. $\left(\frac{dO_3}{d\tau}\right) = k_1 \cdot C_{O_3} - 3k_2 C_{O_2}^2$

В. $\left(\frac{dO_3}{d\tau}\right) = \frac{k_1 C_{O_2} - (k_1 - k_2^2) C_{O_3}^2}{k_1 C_{O_3}}$

Б. $\left(\frac{dO_3}{d\tau}\right) = \frac{k_1 \cdot C_{O_2} \cdot C_{O_3}}{k_{-1} \cdot C_{O_2} + k_2 \cdot C_{O_3}}$

Г. $\left(\frac{dO_3}{d\tau}\right) = \frac{2k_1 k_2 C_{O_2}^2}{k_{-1} C_{O_2} + k_2 C_{O_3}}$

Задание №7. Влияет ли и как температура на скорость фотохимической реакции?

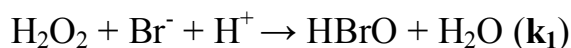
А. Обычно не влияет. Если же лимитирующей стадией является одна из вторичных темновых реакций, то с ростом температуры скорость реакции может расти.

В. Влияет так же как и на скорость гетерогенной химической реакции – скорость увеличивается, но температурный коэффициент мал.

Б. Ускоряет реакцию в соответствии с правилом Вант-Гоффа.

Г. Скорость первичного фотохимического акта падает с ростом температуры, а вторичные процессы ускоряются. Скорость суммарного процесса остается постоянной.

Задание №8. Ион брома в кислой среде катализирует разложение пероксида водорода до кислорода и воды. Образующаяся бромноватистая кислота – $HBrO$ – как промежуточное соединение по реакции:



быстро восстанавливается пероксидом водорода по реакции:

реагирующих молекул между собой поэтому кулоновское отталкивание из-за ближней сольватации (так как препятствует их взаимодействию). реагирующие частицы полярны).

Задание №2. Рассчитайте величину предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса при 393 К, если при этой температуре константа скорости реакции равна $4,02 \cdot 10^{-4} \text{ сек}^{-1}$, а при 413 – $19,85 \cdot 10^{-4} \text{ сек}^{-1}$

А. $10,1 \cdot 10^{10}, \text{ с}^{-1}$.

В. $2,5 \cdot 10^{11}, \text{ с}^{-1}$.

Б. $4,1 \cdot 10^{17}, \text{ с}^{-1}$.

Г. $3,6 \cdot 10^{10}, \text{ с}^{-1}$.

Задание №3. Определите порядок реакции: $3A_{\text{ТВ}} \rightarrow A_{\text{Згаз}}$. Давление исходного вещества в одном опыте упало с $0,252 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ до $0,205 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ за 31 ч, а в другом опыте, проводимом в том же сосуде при той же температуре, – с $0,105 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ до $0,102 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ за 20 ч.

А. 1

В. 1,5

Б. 2

Г. 3

Задание №4. Рассчитайте давление паров воды в н/м^2 на расстоянии 0.04 м от поверхности жидкой воды, находящейся в трубке, длина которой от поверхности воды до верхнего отверстия, над которым продувается сухой воздух, равна 0,05 м. Система находится при температуре 328 К. Необходимые данные возьмите из справочника. Какой случай диффузионного потока представлен в этом случае?

А. $12,588 \cdot 10^3 \text{ н/м}^2$. Случай стационарного диффузионного потока.

В. $3,147 \cdot 10^3 \text{ н/м}^2$. Случай стационарного диффузионного потока.

Б. Для решения задачи необходимы данные о скорости продувания воздуха над трубкой.

Г. $15,737 \text{ н/м}^2$. Случай нестационарного диффузионного потока.

Задание №5. Скорость растворения диска из прессованного хлористого калия зависит от скорости его вращения. При какой скорости вращения диска и концентрации HCl в растворе 160 г/л толщина диффузионного слоя и скорость растворения диска составляют соответственно $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ см}$ и 2,5 мг/мин; при другой скорости вращения и концентрации HCl 100 г/л соответственно $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ см}$ и 9,0 мг/мин. Рассчитайте растворимость KCl в воде (в г/л), приняв коэффициент диффузии, поверхность диска, объем раствора и температуру постоянными.

А. 168 г/л.

В. 296 г/л.

Б. 93 г/л.

Г. 130 г/л.

Задание №6. При изучении реакции димеризации бутадиена известно, что $\lg k = 7,675 - 5680/T$, где k – имеет размерность л·моль⁻¹·с⁻¹. Какая доля молекул бутадиена, присутствующая в системе, имеет энергию достаточную для вступления в реакцию при 450 °С.

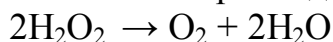
А. $1,91 \cdot 10^{-2}$.

В. $3,98 \cdot 10^{-4}$.

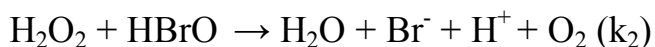
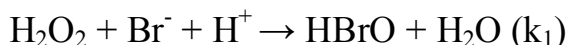
Б. $6,31 \cdot 10^{-7}$.

Г. $1,45 \cdot 10^{-8}$.

Задание №7. Реакция разложения пероксида водорода:



в кислой среде и в присутствии ионов брома как катализатора протекает по следующему механизму:



Используя метод квазистационарных концентраций, определите порядок реакции по H_2O_2 .

А. 1.

В. 2.

Б. дробный.

Г. Определить нельзя, так как не указана самая медленная стадия процесса.

Задание №8. При растворении вращающегося диска из прессованного хлористого кальция с поверхностью 5 см² в 100 см³ воды концентрация CaCl_2 в растворе за 30 мин достигла 165 г/л. Считая, что скорость растворения подчиняется законам стационарной диффузии, рассчитайте коэффициент диффузии CaCl_2 (в см²/с) в растворе, если растворимость CaCl_2 при данной температуре равна 600 г/л, а толщина диффузионного слоя равна $5 \cdot 10^{-3}$ см.

А. $0,783 \cdot 10^{-5}$ см²/с.

В. $108 \cdot 10^{-5}$ см²/с.

Б. $1,8 \cdot 10^{-5}$ см²/с.

Г. $1,093 \cdot 10^3$ см²/с.

Задание №9. При давлении 1.19 н/м² адсорбция CO_2 на слюде (Т=155 К) составляет $2.09 \cdot 10^{-10}$, а при 9.8 н/м² – $2.09 \cdot 10^{-10}$ моль/см² (адсорбция описывается уравнением Лэнгмюра). Определите адсорбционную емкость – Γ_∞ слюды в моль/см².

А. $3,4 \cdot 10^{-10}$ моль/см².

В. Для решения необходимы данные о коэффициенте адсорбции CO_2 на слюде.

Б. 3,4 моль/см².

Г. $4,15 \cdot 10^{-10}$ моль/см².

Задание №10. Какая стадия лимитирует гетерогенно-каталитический процесс при протекании его в кинетической области?

- А.** Химический акт на активных центрах катализатора.
- В.** Массоперенос реагентов по порам гранулы катализатора к его активным центрам.
- Б.** Массоперенос реагентов из объемной фазы к внешней поверхности гранулы катализатора.
- Г.** Это зависит от условий проведения процесса.

ВАРИАНТ 5

Задание №1. Может ли и в каком случае фотохимическая реакция иметь 1-й порядок?

- А.** Нет, фотохимическая реакция всегда имеет нулевой порядок, так как скорость ее зависит только от интенсивности падающего света.
- В.** Да, если свет мало поглощается реакционной средой, а первичная фотохимическая активация является лимитирующей стадией.
- Б.** Да, при полном поглощении света реакционной средой и при условии, что первичная фотохимическая активация является лимитирующей.
- Г.** Да, в том случае, если скорость реакции определяется скоростью вторичных фотохимических процессов.

Задание №2. Скорость реакции второго порядка равна $4,5 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с при концентрации одного компонента равного $1,5 \cdot 10^{-2}$ моль/л, а другого – $2,5 \cdot 10^{-1}$ моль/л. Рассчитайте константу скорости в $\text{см}^3/\text{моль} \cdot \text{с}$.

- А.** $1,7 \cdot 10^{-7} \text{ см}^3/\text{моль} \cdot \text{с}$.
- В.** $1,2 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3/\text{моль} \cdot \text{с}$.
- Б.** $1,2 \cdot 10^{-1} \text{ см}^3/\text{моль} \cdot \text{с}$.
- Г.** $1,7 \cdot 10^{-10} \text{ см}^3/\text{моль} \cdot \text{с}$.

Задание №3. Реакция термического разложения этана является реакцией первого порядка. При 550°C константа скорости этой реакции равна $2,5 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$, а при 630°C $141,5 \text{ с}^{-1}$. Рассчитайте период полупревращения для этой реакции при 600°C .

- А.** $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ с}$.
- В.** $5,0 \cdot 10^{-9} \text{ с}$.
- Б.** $2,0 \cdot 10^{-7} \text{ с}$.
- Г.** $1,5 \cdot 10^{-1} \text{ с}$.

Задание №4. Скажется ли и как на скорости реакции между Fe^{2+} и $[\text{Co}(\text{Cr}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$, протекающей в водном растворе, прибавление к раствору K_2SO_4 ?

- А.** Скорость реакции понижается.
- В.** Скорость реакции остается неизменной.
- Б.** Скорость реакции повышается.
- Г.** Может повышаться или понижаться – все зависит от концентрации компонентов реакционной смеси.

Задание №5. Рассчитайте теплоту активации гидролиза мочевины при 338 К, если константа скорости этой реакции при 323 К и 353 К соответственно равны $0,58 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$ и $0,26 \cdot 10^{-3} \text{ мин}^{-1}$.

А. 121 кДж/моль

В. 49,6 кДж/моль

Б. 119 кДж/моль

Г. 117 кДж/моль

Задание №6. При освещении газовой смеси $\text{CO} + \text{Cl}_2$ от источника с длиной волны 400 нм было получено по реакции $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$ 0.1 кг фосгена. Количество поглощенной газом лучистой энергии равно 300 Дж. Рассчитайте квантовый выход реакции.

А. $1,0 \cdot 10^{-3}$.

В. $3,32 \cdot 10^{48}$.

Б. $0,16 \cdot 10^{-20}$.

Г. $1,0 \cdot 10^3$.

Задание №7. Хлористый фосурил SO_2Cl_2 при высокой температуре необратимо разлагается по реакции 1-ого порядка на двуокись серы и хлор. При 552 К константа скорости разложения равна $6,09 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$, а при 602 К – $2,74 \cdot 10^{-3} \text{ мин}^{-1}$. Определите предэкспоненциальный множитель А в уравнении Аррениуса.

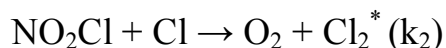
А. $5 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$.

В. $8 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$.

Б. $0,6 \cdot 10^2 \text{ с}^{-1}$.

Г. $1 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$.

Задание №8. Для реакции $\text{NO}_2\text{Cl} \rightarrow \text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{Cl}_2$ предложен следующий механизм:



Используя метод квазистационарных концентраций Боденштейна, выведите уравнение скорости разложения NO_2Cl на основе предложенного механизма реакции.

А. $\left(\frac{d\text{NO}_2\text{Cl}}{d\tau}\right) = 2k_1 C_{\text{NO}_2\text{Cl}}$

В. $-\left(\frac{d\text{NO}_2\text{Cl}}{d\tau}\right) = 2k_2 C_{\text{NO}_2} C_{\text{Cl}_2}$

Б. $\left(\frac{d\text{NO}_2\text{Cl}}{d\tau}\right) = 2k_2 C_{\text{NO}_2} C_{\text{Cl}_2}$

Г. $-\left(\frac{d\text{NO}_2\text{Cl}}{d\tau}\right) = 2k_1 C_{\text{NO}_2\text{Cl}}$

Задание №9. При фотобромировании коричной кислоты до дибромкоричной кислоты реакционная смесь облучалась синим светом с длиной волны 435,8 нм и интенсивностью $14 \cdot 10^{-4} \text{ Дж/с}$. За время экспозиции, равной 1105 с, количество Br_2 уменьшилось на 0,075 ммоль. Раствор, поглощал 80,1 % света, проходящего через него. Рассчитайте квантовый выход этой реакции.

А. 0,0608.

В. $2,74 \cdot 10^{-23}$.

Б. 16,5.

Г. 13,15.

Задание №10. Что понимают под каталитической активностью?

А. Отношение скорости каталитической реакции к скорости некаталитической реакции.

В. Число активных центров, принимающих участие в реакции в единицу времени.

Б. Число циклов, совершающихся за единицу времени на одном активном центре катализатора.

Г. Число молекул, принимающих участие в реакции на одном активном центре катализатора в единицу времени.

ВАРИАНТ 6

Задание №1. В каком случае константа скорости ионной реакции в растворе ($k_{ж}$) больше константы скорости соответствующей реакции в газовой фазе ($k_{г}$)?

А. Всегда.

В. В случае, если реагируют разноименные ионы.

Б. В случае, если ион реагирует с молекулой.

Г. В случае, если реагируют одноименные ионы.

Задание №2. Было найдено, что в некоторой реакции при изменении концентрации с 1 моль/л до 3 моль/л период полупревращения уменьшается с 3 часов до 20 минут. Какой порядок реакции и чему равна константа скорости реакции?

А. Второй; $3,0 \cdot 10^{-2}$ мин⁻¹·моль⁻¹·л.

В. Второй; $5,0 \cdot 10^{-2}$ мин⁻¹·моль⁻¹·л.

Б. Третий; $8,3 \cdot 10^{-3}$ мин⁻¹·моль⁻²·л².

Г. Третий; $2,5 \cdot 10^{-3}$ мин⁻¹·моль⁻²·л².

Задание №3. Время полупревращения вещества в реакции 1-ого порядка при 323 К составляет 10 мин, а при 353 К 15 мин. Вычислите температурный коэффициент скорости реакции (коэффициент Вант-Гоффа).

А. 4,5.

В. 5,2.

Б. 1,9.

Г. 6,7.

Задание №4. Может ли и в каком случае квантовый выход реакции быть больше 1?

А. Не может. Квантовый выход всегда равен нулю, так как закон эквивалентности Эйнштейна всегда соблюдается.

В. Может. Причина в автокаталитическом механизме процесса.

Б. Не может. Квантовый выход всегда равен 1 или меньше 1 в случае дезактивации возбужденных частиц. **Г.** Может, если первичный фотохимический акт приводит к развитию цепной реакции.

Задание №5. Сосуд объемом 100 см^3 , содержащий водород и хлор, подвергался действию света с длиной волны 400 нм . Измерения показали, что хлор поглощает в секунду $11 \cdot 10^{-7}$ Дж световой энергии. Во время облучения в течение 1 мин парциальное давление хлора, как было определено с помощью закона Беера, уменьшилось с 205 до 156 мм рт. ст. (давление дано при 0°C). Чему равен квантовый выход (в молях HCl на один эйнштейн поглощенной энергии)?

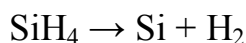
А. $19,8 \cdot 10^6$.

В. $1,3 \cdot 10^{-6}$.

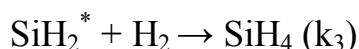
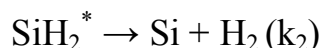
Б. $2,6 \cdot 10^6$.

Г. $1,3 \cdot 10^6$.

Задание №6. При изучении кинетики реакции:



было найдено, что разложение силана можно представить следующей схемой:



Выведите кинетическое уравнение суммарной реакции разложения SiH_4 , считая, что концентрация радикала SiH_2^* после очень короткого времени от начала реакции остается величиной постоянной.

А. $\left(\frac{d\text{SiH}_4}{d\tau}\right) = k_3 \frac{k_1 C_{\text{SiH}_4} C_{\text{H}_2}}{k_2 + k_3 C_{\text{H}_2}}$

В. $\left(\frac{d\text{SiH}_4}{d\tau}\right) = C_{\text{SiH}_4} (k_2 + k_3 C_{\text{H}_2})$

Б. $-\left(\frac{d\text{SiH}_4}{d\tau}\right) = \frac{k_1^2 C_{\text{SiH}_4} C_{\text{H}_2}}{k_2 + k_3 C_{\text{H}_2}}$

Г. $-\left(\frac{d\text{SiH}_4}{d\tau}\right) = \frac{k_1 C_{\text{SiH}_4}}{1 + \frac{k_3}{k_2} C_{\text{H}_2}}$

Задание №7. По какому уравнению протекает мономолекулярная гетерогенно-каталитическая реакция при высоких давлениях газообразного реагента? Ответ аргументируйте.

А. По 1 порядку, т.к. активирование происходит путем двойных соударений с поверхностью катализатора. Большое количество соударений при высоких давлениях приводит к частичной дезактивации молекул и скорость реакции пропорциональна концентрации в первой степени.

В. По 0 порядку, т.к. скорость пропорциональна поверхностной концентрации, которую можно рассчитать по уравнению изотермы Лэнгмюра:

$r = k \cdot C_s = k[\Gamma_\infty bP/(1+bP)]$, если давление велико, $1 < bP$, тогда $r = k\Gamma_\infty = \text{const.}$

Б. По 1 порядку, т.к. гетерогенно-каталитическая реакция протекает на границе раздела фаз, т.е. по природе своей является бимолекулярным процессом, тогда $r = k \cdot C_S \cdot C_V$. При подстановке C_S из уравнения Лэнгмюра и замене объемной концентрации через давление получаем: $r = k \cdot (P/RT) \cdot [\Gamma_\infty bP / (1 + bP)]$, если $1 < bP$, объединяя все постоянные имеем: $r = k'P$, т.е. первый порядок реакции.

Г. По 1 порядку, поскольку скорость реакции пропорциональна поверхностной концентрации в первой степени. Поверхностная концентрация характеризуется степенью заполнения: $dx/d\tau = k\Theta$, поэтому во всех случаях экспериментально определенный порядок должен быть первым.

Задание №8. Коэффициент диффузии некоторого вещества в пиридине при 295 К равен $2 \cdot 10^{-9}$ м²/с. Пользуясь справочными данными о вязкости жидкостей, рассчитайте при этой температуре коэффициенты диффузии этого вещества в бензоле и глицерине, предполагая, что молекулы диффундирующего вещества не взаимодействуют с растворителем.

А. $D_{\text{бенз}} = 3 \cdot 10^{-9}$ м²/с;
 $D_{\text{глиц}} = 1.3 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

В. $D_{\text{бенз}} = 1.3 \cdot 10^{-9}$ м²/с;
 $D_{\text{глиц}} = 3.1 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

Б. $D_{\text{бенз}} = 1.3 \cdot 10^{-9}$ м²/с;
 $D_{\text{глиц}} = 1.3 \cdot 10^{-12}$ м²/с.

Г. $D_{\text{бенз}} = 3 \cdot 10^{-9}$ м²/с;
 $D_{\text{глиц}} = 1.3 \cdot 10^{-12}$ м²/с.

Задание №9. На основании данных об адсорбции азота одним килограммом активированного угля при 273 К и двух давлениях, определите константы b и Γ_∞ уравнения Лэнгмюра, а также степень заполнения поверхности угля Θ при давлении $3 \cdot 10^3$ н/м².

$P \cdot 10^{-3}$ н/м ²	0,524	7,495
$g_{N_2} \cdot 10^3$ кг	1,234	12,896

А. $b = 5,5 \cdot 10^{-5}$, м²/н, $\Gamma_\infty = 13,2 \cdot 10^{-3}$ кг, $\Theta = 0,75$

В. $b = 5,5 \cdot 10^{-5}$, м²/н, $\Gamma_\infty = 44,4 \cdot 10^{-3}$ кг, $\Theta = 0,14$

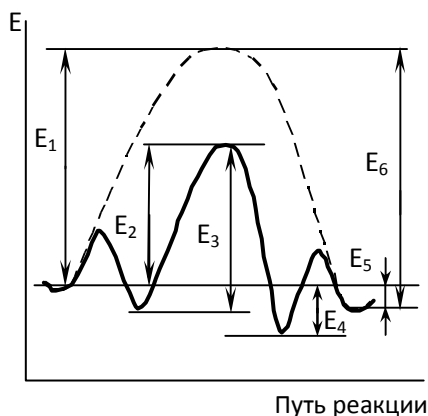
Б. $b = 6,4 \cdot 10^{-4}$, м²/н, $\Gamma_\infty = 13,2 \cdot 10^{-3}$ кг, $\Theta = 0,14$

Г. $b = 6,4 \cdot 10^{-5}$, м²/н, $\Gamma_\infty = 44,4 \cdot 10^{-3}$ кг, $\Theta = 0,75$

Задание №10. Где на нижеприведенной схеме правильно отражены истинная и наблюдаемая энергии активации в присутствии гетерогенного катализатора? Каким будет тепловой эффект реакции?

А. E_1 , E_3 , соответственно, истинная и наблюдаемая энергия активации каталитического процесса, E_6 – тепловой эффект реакции.

Б. E_2 , E_3 , соответственно, наблюдаемая и истинная энергия активации каталитического процесса, E_5 – тепловой эффект реакции.

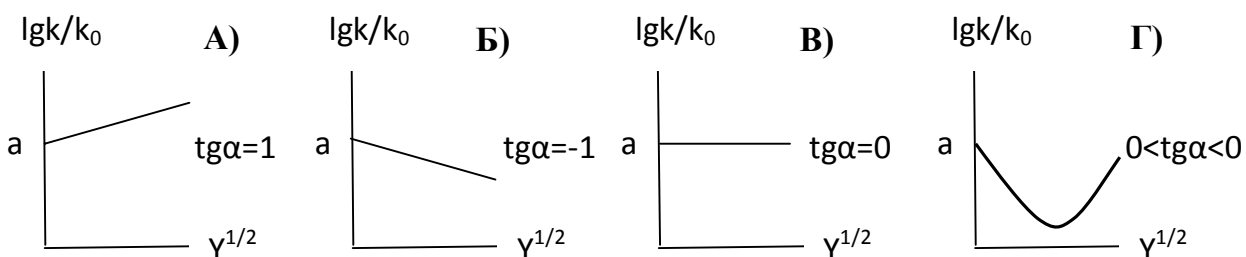


В. E_2 – истинная энергия активации каталитического процесса, E_3 – наблюдаемая энергия активации каталитического процесса, E_4 – тепловой эффект реакции.

Г. E_1 – наблюдаемая энергия активации каталитического процесса, E_6 – истинная энергия активации каталитического процесса, E_5 – тепловой эффект реакции.

ВАРИАНТ 7

Задание №1. Изобразите схематично зависимость константы скорости от ионной силы раствора для реакции взаимодействия H_3O^+ и Br^- и H_2O_2 в разбавленном водном растворе. Укажите, чему равен тангенс угла наклона изображаемой зависимости к оси абсцисс и поясните смысл всех величин.



Задание №2. В результате реакции взаимодействия формальдегида с перекисью водорода образуется муравьиная кислота (реакция 2-ого порядка). Если смешать равные объемы одномолярных растворов указанных реагентов, то через 2 ч при 333 К концентрация муравьиной кислоты становится равной 0,214 моль/л. Рассчитайте константу скорости реакции и укажите через какой промежуток времени прореагирует 90 % веществ.

А. 0.75 л/(моль·ч); 6.8 ч.

В. 1.83 л/(моль·ч); 6.8 ч.

Б. 1.85 л/(моль·ч); 24 ч.

Г. 0.75 л/(моль·ч); 24 ч.

Задание №3. Константы скорости реакции при 293 К и 323 К соответственно равны 0,0093 и 0,0836 мин⁻¹. Рассчитайте энергию активации реакции.

А. 143 кДж/моль.

В. 8.3 кДж/моль.

Б. 69 кДж/моль.

Г. 3.6 кДж/моль.

Задание №4. Какое общее представление лежит в основе объяснения действия катализатора в гомогенном и гетерогенном катализе?

А. Положение о пропорциональности между скоростью реакции и концентрацией катализатора – для гомогенного катализа это объемная концентрация, для гетерогенного – концентрация катализатора на поверхности носителя.

В. Положение о пропорциональности между скоростью реакции и числом активных соударений реагирующих частиц. В гомогенном катализе эти соударения приводят к образованию промежуточных соединений с катализатором, которые разлагаясь, дают продукты реакции. В гетерогенном катализе активные соударения с поверхностью катализатора приводят к адсорбции на ней реагирующих частиц, к резкому увеличению их концентрации и как следствие росту скорости реакции.

Б. Представления об образовании промежуточного соединения с катализатором (стехиометрического при гомогенном катализе и поверхностного – при гетерогенном) и о снижении энергии активации за счет энергетически более выгодного пути процесса.

Г. Представления о снижении энергии активации за счет повышения температуры в зоне реакции при экзотермическом образовании промежуточного соединения с катализатором (стехиометрического при гомогенном катализе и поверхностного – при гетерогенном).

Задание №5. Коэффициент самодиффузии бензола при 25°C равен $2,15 \cdot 10^{-5}$, а при 45°C – $2,67 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$. Чему равен коэффициент самодиффузии бензола при 55°C

- А.** $2,34 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2/\text{с}$.
Б. $2,94 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$.

- В.** $4,40 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$.
Г. $2,34 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$.

Задание №6. Рассчитайте площадь поверхности катализатора, который для образования монослоя адсорбирует 10^3 см^3 азота на грамм ($T = 25^{\circ}\text{C}$, $P = 760 \text{ мм рт. ст}$). Эффективная площадь, занимаемая одной молекулой на поверхности, равна $16,2 \text{ ангстрем}^2$.

- А.** $4,36 \text{ м}^2$.
Б. $4,36 \cdot 10^3 \text{ м}^2$.

- В.** $18,43 \text{ м}^2$.
Г. 449 м^2 .

Задание №7. Можно ли и как изменить порядок реакции, если при данных условиях она протекает по первому порядку?

- А.** Нет, мономолекулярная реакция всегда протекает по 1 порядку.
Б. Можно, если повысить давление, то порядок изменится с 1-го на 2-ой.

- В.** Можно, при понижении давления порядок изменится с 1-го на 2-ой.
Г. Можно, при введении в систему инерта газа порядок будет 2-ым.

Задание №8. Предэкспоненциальный множитель мономолекулярной газофазной реакции равен $1,0 \cdot 10^{17} \text{ с}^{-1}$ при $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Рассчитайте энтропию активации этой реакции, используя уравнение теории переходного состояния.

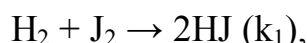
А. 68,30 Дж/(моль·град).

В. 76,20 Дж/(моль·град).

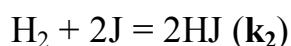
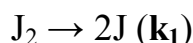
Б. 24,85 Дж/(моль·град).

Г. -25,85 Дж/(моль·град).

Задание №9. Для реакции: $\text{H}_2 + \text{J}_2 = 2\text{HJ}$, протекающей в газовой фазе, принят следующий механизм:



но позже было показано, что реакция протекает следующим образом:



Выведите кинетическое уравнение для скорости образования HJ предложенных механизмов, используя метод квазистационарных концентраций.

А. $\left(\frac{dC_{\text{HJ}}}{d\tau}\right) = \frac{1}{2} k_1 \cdot C_{\text{J}_2} \cdot C_{\text{H}_2};$

В. $\left(\frac{dC_{\text{HJ}}}{d\tau}\right) = k_1 \cdot C_{\text{J}_2} \cdot C_{\text{H}_2};$

$\left(\frac{dC_{\text{HJ}}}{d\tau}\right) = \frac{1}{2} \frac{k_1 \cdot k_{-1} \cdot C_{\text{J}_2} \cdot C_{\text{H}_2}}{k_2 \cdot C_{\text{H}_2}}$

$\left(\frac{dC_{\text{HJ}}}{d\tau}\right) = k_2 \cdot k_1 \cdot C_{\text{J}_2} \cdot C_{\text{H}_2}$

Б. $\left(\frac{dC_{\text{HJ}}}{d\tau}\right) = 2k_1 \cdot C_{\text{J}_2} \cdot C_{\text{H}_2};$

Г. $\left(\frac{dC_{\text{HJ}}}{d\tau}\right) = k_1 \cdot C_{\text{J}_2}^{1/2} \cdot C_{\text{H}_2}^{1/2};$

$\left(\frac{dC_{\text{HJ}}}{d\tau}\right) = \frac{2k_1 \cdot k_2 \cdot C_{\text{J}_2} \cdot C_{\text{H}_2}}{k_{-1} + k_2 \cdot C_{\text{H}_2}}$

$\left(\frac{dC_{\text{HJ}}}{d\tau}\right) = k_2 \cdot C_{\text{J}_2} \cdot C_{\text{H}_2}^{1/2}$

Задание №10. Что объясняет схема Линдемана?

А. Появление первого предела взрыва в цепных реакциях.

В. Изменение механизма обрыва цепи при увеличении давления.

Б. Появление второго предела взрыва в цепных реакциях.

Г. Порядок фотохимических реакций.

ВАРИАНТ 8

Задание №1. В чем заключается основной недостаток теории бинарных столкновений?

А. В применимости не только для бимолекулярных реакций.

В. В необходимости введения дополнительного множителя — стерического фактора, теоретический

расчет которого в рамках данной теории невозможен.

Б. В невозможности точного расчета числа соударений между активными молекулами.

Г. В невозможности объяснения с ее помощью механизма протекания мономолекулярных реакций.

Задание №2. Для реакции 2-го порядка при равных концентрациях реагентов за 500 с она проходит на 20 %. За какое время она пройдет на 60 %?

А. 83,5 с.

В. 3000 с.

Б. 1500 с.

Г. 4500 с.

Задание №3. Разложение некоторого вещества является реакцией 2-ого порядка с энергией активации 23.1 кДж/моль. При 300 К разложение этого вещества проходит со скоростью 95 % в час. Вычислите температуру, при которой это вещество будет разлагаться со скоростью 77.5 % в мин.

А. 920 К

В. 520 К

Б. 2000 К

Г. 404 К

Задание №4. Что такое энтропия активации и как ее можно рассчитать?

А. Это изменение энтропии активации при образовании активированного комплекса. Рассчитать эту величину нельзя, так как структура активированного комплекса неизвестна.

В. Это изменение энтропии при переходе исходных молекул в состояние активированного комплекса в расчете на 1 моль АК. Рассчитывается по теории переходного состояния на основании экспериментальных данных о константе скорости и энергии активации.

Б. Это изменение энтропии при переходе исходных частиц в состояние активированного комплекса в расчете на 1 моль. Рассчитывается на основании значения константы равновесия данной реакции и ее теплового эффекта.

Г. Это величина энтропии активированного комплекса. Определяется через сумму состояний комплекса при условии, если известна его конфигурация.

Задание №5. Приняв средний диаметр молекул H_2 и J_2 равным $2,0 \cdot 10^{-8}$ см, рассчитайте константу скорости реакции: $H_2 + J_2 \rightarrow 2HJ$ при 700 К (в $см^3/(моль \cdot с)$), если экспериментальная энергия активации равна 39,7 ккал/моль, а стерический фактор $P = 0,47$.

А. $38 \text{ см}^3/(моль \cdot с)$.

В. $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3/(моль \cdot с)$.

Б. $60 \text{ см}^3/(моль \cdot с)$.

Г. $3,8 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/(моль \cdot с)$.

Задание №6. Что называется эффектом аггравации в гомогенном катализе и чем объясняется этот эффект?

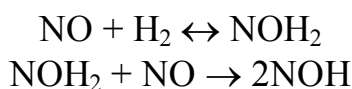
А. Увеличение каталитической активности катализатора при увеличении его концентрации; вероятность образования промежуточных соединений исходных веществ с катализатором при этом возрастает.

В. Увеличение каталитической активности катализатора с усложнением структуры его молекул. Способность катализатора накапливать в себе избыточную энергию при этом возрастает, молекулы катализатора возбуждаются и далее активируют реагирующие молекулы.

Б. Изменение каталитической активности катализатора при введении в него посторонних веществ – промоторов. Промоторы увеличивают вероятность образования промежуточных соединений катализатора с исходными веществами и тем самым ускоряют процесс взаимодействия.

Г. Увеличение каталитической активности катализатора при увеличении температуры за счет роста предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса.

Задание №7. Реакция между окисью азота и водородом протекает в две стадии:



Пользуясь методом квазистационарных концентраций получить уравнение скорости реакции по NO и указать, при каком условии реализуется первый порядок по NO.

А. $-\frac{dC_{\text{NO}}}{d\tau} = \frac{k_1 C_{\text{H}_2} C_{\text{NO}}}{k_2 + k_3 C_{\text{NO}}}$, при $k_2 \gg k_3$.

В. $-\frac{dC_{\text{NO}}}{d\tau} = \frac{k_1 k_2 C_{\text{H}_2} C_{\text{NO}}}{k_2 + k_3 C_{\text{NO}}}$, при $k_1 \gg k_3$.

Б. $-\frac{dC_{\text{NO}}}{d\tau} = 2k_3 C_{\text{NOH}_2} C_{\text{NO}}$, при любых значениях констант.

Г. $-\frac{dC_{\text{NO}}}{d\tau} = \frac{2k_1 k_3 C_{\text{H}_2} C_{\text{NO}}^2}{k_2 + k_3 C_{\text{NO}}}$, при $k_3 \gg k_2$.

Задание №8. Какие признаки свидетельствуют о наличии активированной адсорбции?

А. Большая величина теплоты адсорбции, малый температурный коэффициент скорости адсорбции, большая толщина адсорбционного слоя, специфичность и необратимость адсорбции, быстрое достижение состояния равновесия.

В. Большая зависимость скорости адсорбции от температуры, большая толщина адсорбционного слоя (полимолекулярный слой), малая величина теплоты адсорбции, большая обратимость адсорбции и быстрое достижение состояния равновесия.

Б. Малый температурный коэффициент скорости адсорбции, малая величина адсорбции (порядка теплоты испарения), малая толщина адсорбционного слоя (мономолекулярный слой), специфичность и обратимость адсорбции, медленное достижение состояния равновесия.

Г. Большая величина теплоты адсорбции (порядка теплоты химической реакции), большой температурный коэффициент скорости адсорбции, малая толщина адсорбционного слоя (мономолекулярный слой), специфичность и необратимость адсорбции, медленное достижение состояния равновесия.

Задание №9. Сказывается ли и как ионная сила в растворе на скорость реакции между ионами?

А. Ионная сила раствора сказывается на скорости реакции только в том случае, если реагируют разноименные заряженные ионы. Скорость реакции с ростом ионной силы при этом падает из-за увеличения расстояния между ионами, и силы электростатического притяжения ослабляются.

Б. Увеличение ионной силы приводит к увеличению скорости реакции, так как диссоциация электролита при этом увеличивается и содержание ионов в растворе растет.

В. Увеличение ионной силы раствора увеличивает скорость реакции между одноименно заряженными и уменьшает между разноименно заряженными частицами. Кроме того, изменение коэффициента при изменении ионной силы может сказаться на скорости за счет смещения равновесия при диссоциации или гидролизе.

Г. При увеличении ионной силы коэффициент активности падает, следовательно, уменьшается активность ионов, а это приводит к уменьшению скорости реакции.

Задание №10. Как необходимо изменить условия гетерогенно-каталитического процесса для того, чтобы, он протекал в кинетической области?

А. Понизить температуру, измельчить катализатор, увеличить скорость перемешивания.

Б. Повысить температуру, взять более крупный катализатор, уменьшить скорость перемешивания жидкой фазы.

В. Повысить температуру, уменьшить концентрацию реагентов, измельчить катализатор.

Г. Понизить температуру, взять более крупный катализатор, уменьшить скорость перемешивания жидкой фазы.

ВАРИАНТ 9

Задание №1. Какой смысл имеет стерический множитель, согласно теории абсолютных скоростей химических реакций?

А. Это величина, определяемая свободной энергией активации.

В. Это величина, определяемая числом активных соударений.

Б. Это вероятностный фактор, определяемый энтропией активации.

Г. Это величина, пропорциональная вероятности определенной геометрической ориентации реагирующих молекул в пространстве в процессе соударений.

Задание №2. Две реакции одинакового порядка имеют одинаковые предэкспоненциальные множители, но их энергии активации различаются: $E_2 - E_1 = 19,87$ кДж/моль. Рассчитайте соотношение констант скорости этих реакций k_1/k_2 при 434 К.

А. $k_1/k_2 = 1,0 \cdot 10^{10}$.

В. $k_1/k_2 = 0,14 \cdot 10^7$.

Б. $k_1/k_2 = 1,3 \cdot 10^{10}$.

Г. $k_1/k_2 = 0,15 \cdot 10^6$.

Задание №3. Реакция разложения аммиака на горячей вольфрамовой проволоке протекает по уравнению: $2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{H}_2$. За скоростью реакции следили по повышению общего давления: $\Delta P = P - P_0$. С течением времени давление при постоянном объеме и температуре повышалось следующим образом:

$\Delta P \cdot 10^{-2}$, н/м ² .	14,66	29,33	59,70	89,60	117,21
τ , с	100	200	400	600	800

Начальное давление в системе равнялось $266,6 \cdot 10^{-2}$ н/м². Определите порядок реакции и рассчитайте константу скорости реакции.

А. Первый; $0,008 \text{ с}^{-1}$.

В. Второй; $2,24 \cdot 10^{-8} \text{ л}/(\text{н}/\text{м}^2) \cdot \text{с}$.

Б. Нулевой; $7,39 \text{ н}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Г. Третий; $1,72 \cdot 10^{-11} \text{ л}/(\text{н}/\text{м}^2)^2 \cdot \text{с}$.

Задание №4. Какое определение отражает суть понятия «координата реакции»?

А. Это путь, который проходят молекулы навстречу друг другу до момента столкновения.

В. Совокупность всех изменений межъядерных расстояний в молекулах, требующих минимальных затрат.

Б. Это путь, который проходит активированный комплекс на вершине энергетического барьера.

Г. Фактически это время реакции.

Задание №5. При некоторых условиях реакция разложения ацетальдегида может протекать по следующей схеме:

1. $\text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_3^* + \text{CHO}^*$ (k_1) – иницирующая стадия
2. $\text{CH}_3^* + \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CH}_3\text{CO}^*$ (k_2)
3. $\text{CH}_3\text{CO}^* \rightarrow \text{CH}_3^* + \text{CO}$ (k_3)
4. $2 \text{CH}_3\text{CO}^* \rightarrow \text{CH}_3\text{COOCCCH}_3$ (k_4) – реакция обрыва цепи

Выведите кинетическое уравнение этой реакции, используя метод квазистационарных концентраций.

А. $r = k_1^2 [\text{CH}_3\text{CHO}]$

В. $r = k [\text{CH}_3\text{CHO}] \cdot [\text{CH}_4], k = \frac{k_1 \cdot k_2}{2k_4}$

Б. $r = k = \frac{k_1 + \frac{k_3 \cdot k_1}{k_4}}{k_2}$

Г. $r = k [\text{CH}_3\text{CHO}]^{1/2}, k = k_3 \left(\frac{k_1}{2k_4} \right)^{1/2}$

Задание №6. Термическое разложение озона протекает по следующему механизму:

1. $\text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}^*$ (k_1)
2. $\text{O}^* + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3$ (k_{-1})
3. $\text{O}_3 + \text{O}^* \rightarrow 2\text{O}_2$ (k_2)

Используя метод квазистационарных концентраций Боденштейна, выведите уравнение для скорости реакции распада O_3 , включающее константы: k_1, k_{-1}, k_2 .

А. $\left(\frac{d\text{O}_3}{d\tau} \right) = k_1 \cdot C_{\text{O}_3} - 3k_2 \cdot C_{\text{O}_2}^2$

В. $\left(\frac{d\text{O}_3}{d\tau} \right) = \frac{k_1 \cdot C_{\text{O}_2} - (k_1 - k_2^2) \cdot C_{\text{O}_3}^2}{k_1 \cdot C_{\text{O}_3}}$

Б. $\left(\frac{d\text{O}_3}{d\tau} \right) = \frac{k_1 \cdot C_{\text{O}_2} \cdot C_{\text{O}_3}}{k_{-1} \cdot C_{\text{O}_2} + k_2 \cdot C_{\text{O}_3}}$

Г. $\left(\frac{d\text{O}_3}{d\tau} \right) = \frac{2k_1k_2 \cdot C_{\text{O}_2}^2}{k_{-1} \cdot C_{\text{O}_2} + k_2 \cdot C_{\text{O}_3}}$

Задание №7. Хлористый фосфурил SO_2Cl_2 при высокой температуре необратимо разлагается по реакции 1-го порядка на SO_2 и Cl_2 . При 552 К константа скорости разложения равна $6,1 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$, а при 602 К $2,7 \cdot 10^{-3} \text{ мин}^{-1}$. Определите предэкспоненциальный множитель А в уравнении Аррениуса.

А. $5 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$.

В. $8 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$.

Б. $0,6 \cdot 10^2 \text{ с}^{-1}$.

Г. $1 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$.

Задание №8. Разложение азотной кислоты протекает по следующему механизму:

- А. $1,02 \cdot 10^{-5}$ моль/(л·ч).
Б. $2,65 \cdot 10^{-3}$ моль/(л·ч).

- В. $6,10 \cdot 10^{-3}$ моль/(л·ч).
Г. $4,42 \cdot 10^{-5}$ моль/(л·ч).

Задание №3. При одной и той же концентрации реагирующих веществ скорость реакции при 30°C вдвое выше, чем при 20°C . Вычислите величину производной " $\ln k/dT$ " при 300 К.

- А. 0,0683 град⁻¹.
Б. 0,297 град⁻¹.
В. 0,150 град⁻¹.
Г. 0,0247 град⁻¹.

Задание №4. Что такое "оптимальный катализатор" согласно принципу энергетического соответствия в мультиплетной теории катализа Баландина?

- А. Это катализатор, теплота адсорбции исходных веществ на котором равна сумме энергий рвущихся связей. Такое равенство соблюдается только в идеальном случае.
Б. Это катализатор, отвечающий условию равенства энергий активации образования и распада АК с катализатором. Для него энергия активации равна половине теплового эффекта данной химической реакции.
В. Это катализатор, который обладает максимальным сродством к реагирующим веществам. Энергия активации для такого катализатора определяется суммой теплот образования связей в мультиплете.
Г. Это катализатор, теплота адсорбции исходных соединений на котором равна сумме энергий образующихся связей. Такое равенство соблюдается только в идеальном случае.

Задание №5. Зависимость константы скорости реакции: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ от температуры выражается уравнением: $\lg k = 6,06 - (5590/T)$. Определите константу скорости диффузии при 1000°C , если эффективная константа скорости реакции k при этой температуре равна 19,49 см/с.

- А. 17,5 см/с.
Б. 0,0427 см/с.
В. 33,5 см/с.
Г. 0,25 см/с.

Задание №6. На какую величину отличаются энергии активации каталитической и некаталитической реакции, если принять, что обе реакции протекают через образование одного и того же переходного состояния? Почему?

- А. Причиной является адсорбция исходных веществ на поверхности катализатора, т.е. уменьшение хаотичности и, следовательно, увеличение энтропии активации ΔS^\ddagger . Разница в энергиях активации равна изменению
В. Причиной является повышение концентрации у поверхности катализатора в результате адсорбции, что увеличивает число активных соударений, т.е. константу скорости реакции. Это изменяет константу равно-

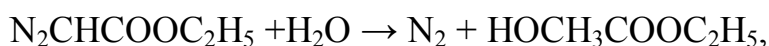
энтропии активации каталитической реакции по сравнению с не каталитической.

весия и, следовательно, тепловой эффект реакции. Энергии активации отличаются на величину разницы в тепловых эффектах процесса с катализатором и без него.

Б. Причиной является повышение температуры у поверхности катализатора в результате адсорбции. Энергии активации отличаются на величину разницы в тепловых эффектах процесса с катализатором и без него, так как $\Delta H=f(T)$.

Г. Причиной является адсорбция АК на поверхности катализатора. Энергии активации отличаются на величину теплоты адсорбции.

Задание №7. Константа скорости реакции гидролиза диазоуксуснокислого эфира, протекающей по первому порядку:



изменяется с концентрацией ионов водорода следующим образом:

$C_{H_3O^+}$, моль/л	0,00046	0,00087	0,00158	0,00323
k , л/(моль·с)	0,0168	0,0320	0,0578	0,1218

определите среднюю константу скорости катализа ионами водорода k_{H^+} .

А. 37,2 (моль/л)⁻²·с⁻¹.

В. $(k_0+k_{H^+})_{ср.}=36,9 \text{ с}^{-1}$. Для определения каждой из констант нужны дополнительные данные.

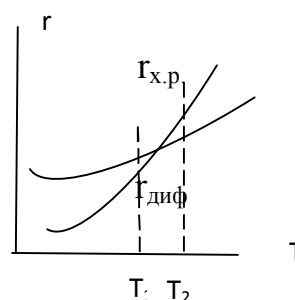
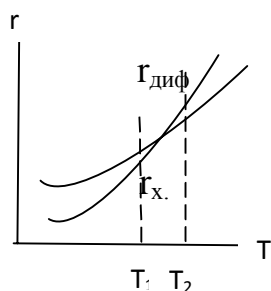
Б. 37 с⁻¹.

Г. 0,0571 л/(моль·с⁻¹).

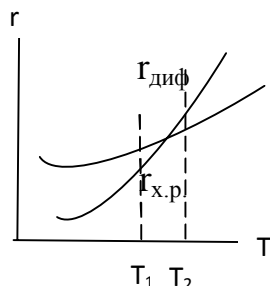
Задание №8. Изобразите график зависимости скорости диффузии ($r_{дифф}$) и скорости химического взаимодействия ($r_{взаим}$) от температуры для гетерогенной реакции и укажите, в каком интервале температур реакция протекает в диффузионной области, в каком – в кинетической. Каков порядок величины энергии активации в диффузионной области и в кинетической.

А. При $T < T_1$ – диффузионная область, $E_{акт} \approx 10 \div 100$ ккал/моль, при $T > T_2$ – кинетическая область, $E_{акт} \approx 3 \div 5$ ккал/моль.

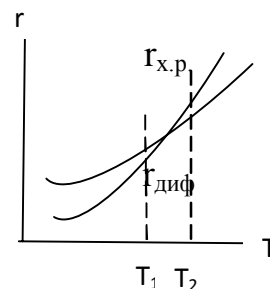
В. При $T < T_1$ – кинетическая область, $E_{акт} \approx 10 \div 100$ ккал/моль, при $T < T_2$ – диффузионная область, $E_{акт} \approx 3 \div 5$ ккал/моль.



Б. При $T < T_1$ – кинетическая область, $E_{\text{акт}} \approx 10-100$ ккал/моль, при $T > T_2$ – диффузионная область, $E_{\text{акт}} \approx 3-5$ ккал/моль



Г. При $T < T_1$ – диффузионная область, $E_{\text{акт}} \approx 10-100$ ккал/моль, при $T < T_2$ – кинетическая область, $E_{\text{акт}} \approx 3-5$ ккал/моль.



Задание №9. Определите время полупревращения силана, при температуре 700°C , если реакция имеет первый порядок, а предэкспоненциальный множитель и энергия активации ее равны $2,0 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$ и $51,7$ ккал/моль, соответственно.

А. 0,0139 с.

В. 0,412 с.

Б. 1,45 с.

Г. 0,21 с.

Задание №10. Чему равно число поступательных степеней свободы активированного комплекса?

А. Четыре, за счет перехода одной колебательной степени свободы в поступательную степень свободы.

В. Три, как у обычной молекулы.

Б. Две, за счет перехода одной поступательной степени свободы в колебательную степень свободы.

Г. Активированный комплекс не имеет поступательных степеней свободы, так как он находится на вершине энергетического барьера.



2. ОЦЕНКА ОТВЕТОВ НА ВОПРОСЫ ТЕСТ-ЗАДАНИЙ С УЧЕТОМ ИХ СЛОЖНОСТИ

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

Номер пункта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число очков	1	2	3	3	2	3	3	2	3	3

Всего – 25 очков – 100 баллов – "отлично", 20 очков – 80 баллов – "хорошо", 15 очков – 60 баллов – "удовлетворительно"



3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задача 1. Скорость гетерогенно-каталитической реакции выражают как функцию парциальных давлений или концентраций. Для реакции с кинетическим уравнением $r = k_c C_A$ найдена константа $k_c = 4 \text{ ч}^{-1}$ при $323 \text{ }^\circ\text{C}$. Каково будет значение константы и ее размерность по кинетическому уравнению $r = k_p P_A$?

Задача 2. Константа скорости реакции, отнесенная к единице объема катализатора равна 2 ч^{-1} . Найдите константу скорости, определите ее размерность, отнесенную к единице массы катализатора, если его насыпная плотность 1200 г/л .



Задача 3. Используя условия предыдущей задачи, определите константу скорости, отнесенную к единице поверхности катализатора, если реакция протекает во внутридиффузионной области, а удельная поверхность катализатора составляет $400 \text{ м}^2/\text{г}$.

Задача 4. Для гомогенных газовых реакций первого порядка энтропия активации незначительна и ею можно пренебречь, определить константу скорости и время полупревращения реакции при 300 К , если для реакции теплота активации равна: а) $63 \cdot 10^6 \text{ Дж/кмоль}$; в) $84 \cdot 10^6 \text{ Дж/кмоль}$; г) $105 \cdot 10^6 \text{ Дж/кмоль}$.

Задача 5. Две реакции одинакового порядка имеют равные энергии активации, но их энтропийные факторы отличаются на 10 энт.ед. Рассчитать отношения констант скоростей при 300 К .

Задача 6. Изучалась реакция: $\text{SO}_2 + 0,5 \text{ O}_2 \leftrightarrow \text{SO}_3$, первая стадия обратима и характеризуется константами k_1 и k_2 при различных температурах:

T, К	873	879	898	939	938	947
$k_1, \text{ мин}^{-1}$	82.5	92.0	132	196	209	279
$k_2, \text{ мин}^{-1}$	9.90	11.8	23.8	52.3	58.3	85.6

Вычислить энергию активации и энтропию активации для прямой и обратной стадии процесса. Проверить применимость теории переходного состояния в данном температурном интервале.

Задача 7. Рассчитать для реакции бромирования теплоту и энергию активации при 298 К, если трансмиссионный множитель равен 1, а ΔS^\ddagger и ΔH^\ddagger не зависят от температуры, имея следующие экспериментальные данные:

Т, К	293	298	303
$k \cdot 10^{-3}$, мин ⁻¹	8,9	11,0	13,7

Задача 8. Реакция: $A + B + C = D$ протекает по механизму:



Стадия I представляет обратимую реакцию. Показать, что зависимость константы скорости от температуры выражается уравнением:

$$k = k_0 \left(-\exp \frac{E_a + \Delta H}{RT} \right), \text{ где } \Delta H - \text{изменение энтальпии стадии I.}$$

Задача 9. Рассчитать электростатический вклад в ΔG^\ddagger , ΔH^\ddagger и $T\Delta S^\ddagger$ в ккал/моль, если $z_A z_B = -2$, $\delta = 80$, а $d\delta/dT = -0,0046$, $d_{AB} = 24$ нм.

Задача 10. Константа скорости некоторой мономолекулярной газофазной реакции при 473 К равна $62,8 \text{ с}^{-1}$, а предэкспоненциальный множитель $2,5 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$. Рассчитайте теплоту активации этой реакции при указанных условиях.

Задача 11. Каков механизм реакции: $A \rightarrow B + Z$ на поверхности катализатора, при следующих кинетических уравнениях:

$$\text{а) } r = kP_A; \quad \text{б) } r = \frac{kP_A}{(1 + b_A P_A)^2}; \quad \text{в) } r = \frac{kP_A}{1 + b_A P_A}; \quad \text{г) } r = \frac{k\sqrt{P_A}}{1 + b_A \sqrt{P_A}}?$$

Задача 12. Каков механизм реакции: $A + Y \rightarrow B$ на поверхности катализатора при следующих кинетических уравнениях:

$$\text{а) } r = \frac{kP_A P_Y}{(1 + b_A P_A)^2}; \quad \text{б) } r = \frac{kP_A P_Y}{1 + b_A P_A + b_B P_B}; \quad \text{в) } r = \frac{k\sqrt{P_A}}{1 + \sqrt{b_A P_A + b_B P_B}}.$$

Задача 13. Гетерогенно-каталитическая реакция: $A + Y \rightarrow B$ протекает в кинетической области и имеет кинетическое уравнение скорости:

$$r = \frac{kP_A P_Y}{b_A P_A + b_Y P_Y}. \text{ Найдите аналитическое решение для максимума начальной}$$

скорости процесса в зависимости от мольного соотношения исходных реагентов, если процесс проводится при постоянном общем давлении и в отсутствие постоянных разбавителей. Проанализируйте полученное уравнение.

Задача 14. При изучении реакции: $A \rightarrow B$ получены следующие результаты:

Количество катализатора, г	10	30	30
Скорость подачи реагентов, г/мин	10	30	30
Диаметр зерен катализатора, мкм	1	1	3
Начальная скорость реакции, г/(мин·г)	6	6	2

В какой области протекает реакция, если катализатор: а) непористый; б) пористый. Ответ обоснуйте.

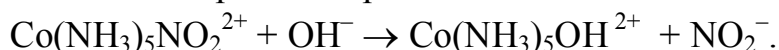
Задача 15. Чем объясняется снижение энергии активации одной и той же реакции в следующих случаях:

а) с 83,8 до 12,57 кДж/моль при росте температуры;

б) с 83,8 до 50,28 кДж/моль с последующим повышением до 83,8 кДж/моль при постепенном уменьшении диаметра пор катализатора;

в) с 83,8 до 50,28 кДж/моль при увеличении диаметра пор катализатора при прочих равных условиях?

Задача 17. В системе протекает реакция:



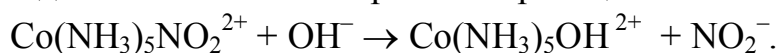
Определите, как изменится константа скорости, если ионную силу раствора изменить от 0,09 до 0,04?

Задача 18. Чему равны угловые коэффициенты зависимости $\lg k$ от \sqrt{I} для следующих реакций:



протекающих в водном растворе?

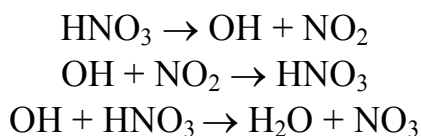
Задача 19. В системе протекает реакция:



Определите, как изменится константа скорости, если ионную силу раствора изменить от 0,09 до 0,04?

Задача 20. Чему равен температурный коэффициент Вант-Гоффа, если при увеличении температуры от 298 К до 318 К скорость реакции увеличилась в 16 раз?

Задача 21. Разложение азотной кислоты протекает по следующему механизму:



Предположив, что концентрация OH стационарна, получите уравнение скорости разложения HNO_3 .

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ И ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

1. Какие кинетические закономерности может получить исследователь, используя экспериментальные данные?
2. Каким соотношением связаны изменение количества реагирующего вещества и химическая переменная? Проинтегрируйте это соотношение и укажите, какой важный практический вывод оно позволяет сделать.
3. Основные положения формальной кинетики химических реакций. Понятия: скорость реакции, константа скорости, порядок, молекулярность. Факторы, влияющие на скорость и константу скорости реакции.
4. Приведите выражение скорости реакции через химическую переменную. Какой вывод из этого можно сделать? Может ли быть скорость реакции отрицательной величиной? Ответ обоснуйте.
5. Докажите, что при переменном объеме скорость реакции не равна производной концентрации во времени. Приведите пример изменения концентрации без протекания химической реакции.
6. Прямая и обратная задача кинетики.
7. Стехиометрический механизм и лимитирующая стадия химической реакции. Закон действующих масс. Кинетическое уравнение реакции.
8. Кинетика обратимой мономолекулярной реакции. Кинетические кривые и кинетическое уравнение. Расчет констант скоростей прямой и обратной реакции из экспериментальных данных.
9. Кинетика мономолекулярных параллельных реакций. Кинетические кривые и кинетическое уравнение. Расчет констант скоростей отдельных стадий из экспериментальных данных.
10. Как можно доказать, что сложная реакция относится к параллельной, обратимой или последовательной схеме превращений?
11. Основы кинетики последовательных реакций. Кинетические кривые и кинетические уравнения для схемы: $A \rightarrow B \rightarrow C$. Расчет констант скоростей отдельных стадий из экспериментальных данных.
12. Характеристическое время реакции, индукционный период.
13. Стационарный и квазистационарный режим протекания процесса.
14. Сформулируйте принцип квазистационарных концентраций Боденштейна. Почему он является приближенным. Укажите границы его применения. Практическое использование метода.
15. Теорема Тихонова и ее применение к описанию сложных реакций.
16. Условия получения максимального выхода промежуточного продукта в последовательно-параллельных реакциях.
17. Понятие селективности процесса. Способы ее выражения.
18. Условия получения максимального выхода промежуточного продукта в последовательно-параллельных реакциях.
19. Влияние внешних факторов на селективность реакции. Рекомендации по выбору оптимальных условий при проведении реакций различных типов.
20. Какие признаки свидетельствуют о наличии активированной адсорбции?

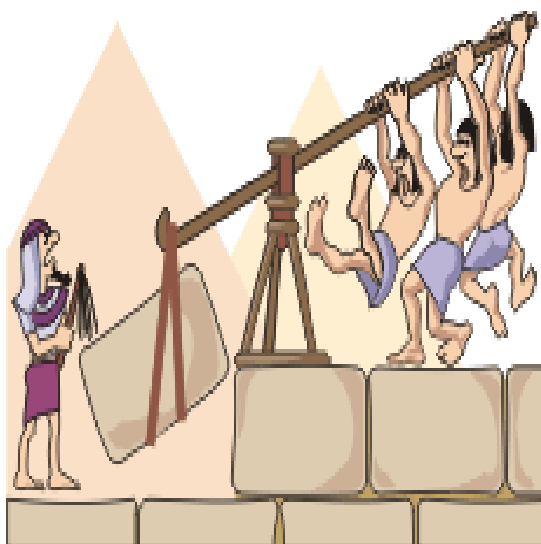
21. Что называется скоростью гетерогенной и гетерогенно-каталитической реакции?
22. Какое общее представление лежит в основе объяснения действия катализатора в гомогенном и гетерогенном катализе?
23. Что такое "оптимальный" катализатор. Чему равна энергия активации процесса с применением такого катализатора. Изобразите профиль потенциальной энергии от координаты реакции.
24. Что называется удельной каталитической активностью катализатора.
25. В чем заключается основная причина увеличения скорости реакции при гетерогенном катализе?
26. Почему и на какую величину энергия активации гетерогенно-каталитической реакции, измеряемая на опыте, меньше энергии активации той же реакции, протекающей без катализатора, если считать, что обе реакции протекают через образование одного и того же переходного состояния?
27. По какому порядку протекает мономолекулярная гетерогенно-каталитическая реакция при малых давлениях газообразного реагента? Аргументируйте ответ.
28. Установлено, что истинный порядок реакции в кинетической области равен 2. Чем объясняется уменьшение наблюдаемого порядка реакции до 1,5 и 1 и при каких изменениях это может произойти?
29. При каких механизме и кинетике процесса кривая зависимости начальной скорости гетерогенно-каталитической реакции $A \rightarrow B$ от давления может проходить через максимум?
30. Многомаршрутные реакции, промежуточное соединение Вант-Гоффа и Аррениуса. Подходы к описанию реакции.
31. Законы фотохимии и их использование при описании фотохимических реакций.
32. Уравнение Михаэлиса-Ментен, его анализ, константа Михаэлиса и ее физический смысл.
33. Обзор теорий кинетики, их назначение для нахождения кинетических параметров реакций, достоинства и недостатки.
34. Какое определение отражает суть понятия «*координата реакции*»?
35. Каковы основные подходы к расчету энтальпии и энтропии активации по экспериментальным данным.
36. Каковы основные подходы к раскрытию механизмов гомогенно– и гетерогенно-каталитических реакций.



5. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Используя различные высказывания ученых, писателей, философов о науке составьте эссе на тему:

1. *Значение науки для развития цивилизации.*
2. *Где начало и конец познания?*
3. *Что есть истина, и где она скрывается?*
4. *Теория и практика как единое целое в поиске истины.*
5. *Что мы знаем и не знаем об окружающем нас мире.*
6. *Научный поиск и выбор пути познания.*
7. *Произвольная тема.*



1. "Человечество находится еще на "детской" стадии своего развития. Всего десятки лет отделяют нас от первобытного состояния и всего несколько сотен лет от начала развития естествознания как науки. Человеческие знания, культура, мудрость будут непрерывно развиваться и совершенствоваться. Весь вопрос в том, чтобы в современном, еще в "детском" состоянии человечество не совершило непоправимых ошибок" (Н.Н. Семенов).

2. «Ограниченность науки и техники XX века такова, что именно фундаментальная наука – открытие принципиально новых фактов поведения природы – оказывает наиболее могущественное влияние на современный научно-технический прогресс – атомная энергетика, современная электроника, счетные машины и т.п. весь мировой опыт науки и техники XX века показывает, что чем важнее то или иное открытие для развития фундаментальной науки, тем более глубокое преобразование приносит оно производству» (Н.Н. Семенов).

3. «Всякая точная наука основывается на приблизительности» (Б.Рассел).

4. «Сейчас, в последнюю четверть XX века, можно с уверенностью говорить, что глубочайшее изучение свойств и поведения материи, имеющее первичной целью объективное познание окружающего нас мира, одновременно является одним из могущественных факторов в деле создания сказочно новых производств, например атомная энергетика, современная электроника и т.п., и мощного увеличения производительности труда» (Н.Н. Семенов).

5. «В жизни, кроме здоровья и добродетели, нет ничего ценнее знания, а его и легче всего достигнуть и дешевле всего добыть, ведь вся работа – это покой, а

весь расход – время, которое нам не удержать, даже если мы его потратим» (И.Гете).

6. «Все встречающиеся в природе изменения происходят так, что если к чему-либо нечего прибавить, то это отнимется у чего-то другого» (М.В.Ломоносов).

7. «Из мудрости вытекают следующие три особенности: выносить прекрасные решения, безошибочно говорить и делать то, что следует» (Демокрит).

8. «Тот, кто учится, не размышляя, впадает в заблуждение. Тот, кто размышляет, не желая учиться, окажется в затруднении» (Конфуций).

9. «Гораздо труднее увидеть проблему, чем найти ее решение. Для первого требуется воображение, а для второго только умение» (Л.Хиршфельд).

10. «Никакая теория не является чем-то объективным и тождественным природе» теория это только образ или картина реальных физических явлений» (Л.Больцман).

11.«Бросая в воду камешки, смотри на круги, ими образуемые: иначе такое бросание будет пустою забавою» (Козьма Прутков).

12. «Наука не является и никогда не будет законченной книгой. Каждый важный успех приносит новые вопросы. Всякое развитие обнаруживает со временем все новые и более глубокие трудности» (А. Эйнштейн).

13. «Науку часто смешивают со знанием. Это грубое недоразумение. Наука есть не только знание, но и сознание, т.е. умение пользоваться знанием как следует» (В.Ключевский).

14. «Знания бывают двоякого рода: либо мы что-нибудь знаем, либо мы знаем, где найти об этом» (С.Джонсон, 1709-1784, английский писатель).

15. «Гораздо легче найти ошибку, нежели истину. Ошибка лежит на поверхности, и ее замечаешь сразу, а истина скрыта в глубине, и не всякий может отыскать ее» (И.В.Гете).

16. «Умственный труд едва ли не самый тяжелый труд для человека. Мечтать - легко и приятно, но думать трудно» (К.Ушинский).

17. «Надо много учиться, чтобы немного знать» (Ш.Монтескье, 1689-1755, французский философ-просветитель).

18. «Жажда знания, как и жажда богатства, усиливается по мере того, как мы все больше приобретаем» (Л.Стерн).
19. «Три пути ведут к знанию. Путь размышлений – самый благородный, путь подражания – самый легкий, путь опыта – самый горький» (Кун Цзы (Конфуций)).
20. «Есть только один путь постижения – отвечал Алхимик – действовать!» (Пауло Коэльо).
21. «Кто не знает куда направляется, очень удивится, попав не туда» (М.Твен).
22. «Невежды презирают науку, необразованные люди ей восхищаются ею, тогда как мудрецы пользуются ею» (Ф.Бэкон).
23. «Весло, погруженное в воду, кажется нам надломленным. Таким образом, важно не только то, что мы видим, но и как мы это видим» (М.Монтель).
24. «Корни всякого открытия лежат далеко в глубине и, как волны, бьющие о берег, много раз плещется человеческая мысль около подготовленного открытия, пока не придет девятый вал» (В.Вернадский).
25. «Прежде старайся исследовать вещи, находящиеся вблизи тебя, затем тем, которые удалены от твоего зрения» (Пифагор).
26. «Когда факты доказаны, их сопоставляют и выводят из них правила» (Ж.Шапталъ).
27. «Те, которые отдаются практике без знания, похожи на моряка, отправляющегося в дорогу без руля и компаса...практика всегда должна быть основана на хорошем знании теории» (Леонардо да Винчи).
28. «Человек может понять даже то, что представить себе не может» (Л.Д.Ландау).
29. «Научная гипотеза всегда выходит за пределы фактов, послуживших основой для ее построения» (В.И.Вернадский).
30. «Знание того, какими вещи должны быть, характеризует человека умного, знание того, каковы вещи на самом деле, характеризует человека опытного, знание же того, как их изменить к лучшему, характеризует человека гениального» (Д.Дидро).

31. «Час работы научит большему, чем день объяснений, ибо если я занимаю ребенка в мастерской, его руки работают в пользу его ума, он становится философом, считая себя только ремесленником» (Ж-Ж Руссо).
32. «Лучшая служба, которую может сослужить нам книга, это не только сообщить истину, но и заставить задуматься над ней» (Э.Хаббард).
33. «Воображение важнее, чем знания. Знания ограничены, тогда как воображение охватывает целый мир, стимулируя прогресс, порождая эволюцию» (А.Пуанкаре).
34. «Глубокие идеи похожи на чистые воды, прозрачность которых затемнена их же глубиной» (К.Гельвеций).
35. «Необъятную сферу науки я себе представляю как широкое поле, одни части которого темны, а другие освещены. Наши труды имеют своей целью или расширить границы освещенных мест, или приумножить на поле источники света. Одно свойственно творческому гению, другое – проницательному уму, вносящему улучшения» (Д.Дидро).
36. «В учении нельзя остановиться» (Сюньцзы).
37. «Ничему того, что надо знать, научить нельзя. Все, что может сделать учитель – указать дорожки» (Р.Олдингтон).
38. «Чего Вы не понимаете, то не принадлежит вам» (И.Гете).
39. «Наука не сводится к сумме фактов, как знание не сводится к груде камней» (Анри Пуанкаре).
40. «Люди перестают мыслить, когда перестают читать» (Д.Дидро).
41. «Знание законов заключается не в том, чтобы помнить их слова, а в том, чтобы постигать их смысл» (М. Цицерон).
42. «Думаю, затем действую» (Биант).
43. «Знание органически связано с человеческим воображением. Этот на первый взгляд парадоксальный закон можно выразить так: сила воображения увеличивается по мере роста познания» (К.Г.Паустовский).
44. «Существует лишь один заменитель воображения – опыт» (Д.Боргезе).
45. «Ясность и истина не совпадают, но ясность – дополнение к истине» (Нильс Бор).

46. «Есть два вида истины – тривиальная, которую отрицать нелепо, и глубокая, для которой обратное утверждение – тоже глубокая истина» (Нильс Бор).
47. «Через забор перепрыгивают там, где он ниже» (Т.Фуллер).
48. «Недостаточно только получить знания, надо найти им приложение. Недостаточно только желать - надо делать» (И.Гете).
49. «Перед ошибками захлопываем дверь.
В смятении истина: «Как я войду теперь?» (Р.Тагор)
50. «Вечная трагедия науки: уродливые факты убивают красивые гипотезы» (Томас Гексли).
51. «Чем фундаментальнее закономерность, тем проще ее можно сформулировать» (П.Капица)
52. «Кинетика химических реакций есть пограничная область химии и чистой физики, в которой физики и химики живут не в полном согласии. В частности, физики полагают, что химики должны производить такие решающие опыты, которые для эксперимента оказываются слишком трудными, зато химики ставят физикам такие теоретические задачи, которые являются чрезмерно запутанными» (К.Н.Хиншельвуд, 1929 г.).
53. «...главное, что нужно себе ясно представлять, это то, что всякое новое знание является нам в оболочке старых понятий, приспособленной для объяснения прежде всего опыта, и что всякая такая оболочка может оказаться слишком узкой для того, чтобы включить в себя новый опыт» (Н.Бор).
54. «Когда у нас собираются различные данные и мы можем уже пытаться делать общие выводы, наше мышление должно быть в состоянии взвешивать каждый отдельный факт и не впадать в ошибки из-за слишком скоропалительных выводов» (М.Фарадей).
55. «То, что мы знаем, ограничено а то, чего мы не знаем - бесконечно» П.Лаплас).
56. «... воображение должно быть натренировано до такой степени, чтобы оно могло поставить вопрос в любом допустимом аспекте, и даже в недопустимом; оно должно искать подобные случаи и аналогии, а также (если можно так выразиться) противоположности – обратные или контрастные аналогии» (М.Фарадей).

57. «Сколь бы сложной ни казалась проблема на первый взгляд, она, если к ней правильно подойти, окажется еще более сложной» (П.Андерсон).
58. «Исключения справедливы во всех случаях за исключением тех, когда справедливы правила» (Б.Бейнфест).
59. «Говорят, между двумя противоположными мнениями находится истина. Ни в коем случае! Между ними лежит проблема» (И.Гете).
60. «Целью научных знаний должно быть направление ума таким образом, чтобы оно выносило прочные и истинные суждения о всех встречающихся предметах» (Р.Декарт).
61. «Многие вещи нам непонятны не потому, что наши понятия слабы; но потому, что сии вещи не входят в круг наших понятий» (К.Прутков).
62. «Способности человека насколько нас учит опыт и аналогии, безграничны; нет никакого основания полагать, даже какой-нибудь воображаемый предел, на котором остановится челевеческий ум» (Г.Т.Бокль).
63. «Первый шаг в сторону совершенствования состоит в выяснении того, чего нам не хватает..., самообразование должно продолжаться всю жизнь» (М.Фарадей).
64. «Природа не терпит пустоты: там, где люди не знают правды, они заполняют пробелы домыслом» (Бернард Шоу).
65. «Нет ничего практичнее хорошей теории» (Р.Кирхгоф).
66. «Противоположность правильного высказывания – ложное высказывание. Но противоположность глубокой истины может быть другая глубокая истина» (Н.Бор).
67. «Многие учения сходны с оконным стеклом. Мы видим истину сквозь него, но оно же и отделяет нас от истины» (Д.Х.Джебран).
68. «Чтобы постичь окружающий нас мир, нужно знать его во всех подробностях, а так как этих подробностей бесчисленное множество, то и знания наши всегда поверхностны и несовершенны» (Ф.де Ларошфуко).
69. «Никаким количеством экспериментов нельзя доказать теорию; но достаточно одного эксперимента, чтобы ее опровергнуть» (А.Эйнштейн).

70. «Правильное формулирование задачи – это проблема не менее сложная, чем само решение задачи и не нужно надеяться, что кто-то другой целиком сделает это за вас» (Н.С.Бахвалов).

71. "Это было невероятно счастливой случайностью, что мы занялись именно этой реакцией" (М. Боденштейн, ..о реакции разложения HI).

72. "Эта великая книга на полстолетия вперед наметившая путь развития химической кинетики" (Н.Н. Семенов о книге Я.Х. Вант-Гоффа "Очерки химической динамики", 1984 г.).

73. "Она мало, что дала для количественных расчетов скоростей химических реакций, но выработанные ею понятия и подходы стали поистине универсальным языком современной химии" (Р. Маркус о теории переходного состояния, 1995 г.).

74. "В основе любой физической теории лежат не формулы, а идеи и мысли" (А. Эйнштейн).

75. "Из всех услуг, которые могут быть оказаны науке, введение новых идей – самая важная" (Дж. Томсон).



При написании эссе дополните список высказываний, приводя другие примеры афоризмов, дайте краткую характеристику их авторов.



Библиографический список

1. Физическая химия : в 2 ч. / под ред. К.С.Краснова. - М.: Высш.шк., 2001. ч.1. - 512 с., ч.2. - 320с.
2. Стромберг, А.Г. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. - М.: Высш. шк., 1988. - 480с.
3. Физическая химия / под ред. К.С.Краснова. - М.: Высш. шк., 1995. ч.1. - 512 с., ч.2. - 319с.
4. Практикум по физической химии / под ред. В.В.Буданова, Н.К.Воробьева. - М.: Химия, 1986. - 352с.
5. Кудряшов, И.В. Сборник примеров и задач по физической химии / И.В. Кудряшов, Г.С. Каретников. - М.: Высш. шк., 1991. - 527с.; 1983. - 456с.
6. Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А. Равделя, А.М.Пономаревой. - Л.: Химия., 1983. - 232 с.
7. Вишняков, А.В. Физическая химия / А.В. Вишняков, Н.Ф. Кизим. - М.: Химия, 2012. - 840с.



8. Чоркендорф, И. / Современный катализ и химическая кинетика /И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 504с.
9. Контрольные задания по физической химии / под редакцией С.Ф. Белевского. - М. : МГУ, 1978. – 85с.
10. Методические указания для программированного опроса студентов по теоретическому разделу «Химическая кинетика и катализ курса «Физическая химия» / сост. М.П. Немцева: Иван.гос.хим.-технол.ун-т. - Иваново : ИГХТУ, 2013. - 106с.



ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Тест-задания для проверки знаний по разделу "Химическая кинетика и катализ"	3
2. Оценка ответов на вопросы тест-заданий с учетом сложности вопросов.	32
3. Задачи для самостоятельной работы	33
4. Вопросы для самоподготовки и проверки знаний	36
5. Индивидуальные задания для самостоятельной работы.	38
Библиографический список.	45



ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

Составитель О.В. Лефедова

Техн. редактор О.А. Соловьева

Подписано в печать 15.01.2016.

Формат 60 × 84 1/16. Бумага писчая. Усл. печ. л.3.0 Уч.изд.л. 3.0. Тираж 50 экз.

«Ивановский государственный
химико – технологический университет»
153000, г.Иваново, Шереметевский пр., 7