

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт
Кафедра «Химии»

Утверждено на заседании кафедры
«Химии»
«30» января 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой


В.А. Алферов

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

«Катализ в органическом синтезе»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология

с направленностью (профилем)

Технология органического синтеза

Форма обучения: очная

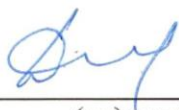
Идентификационный номер образовательной программы: 180301-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Разработчик(и):

Демкина Ираида Ивановна, канд. хим. наук, доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине. Указанные контрольные задания и вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине, установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины, а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.1)

1. Способы установления механизмов органических реакций. Анализ кинетических и термодинамических данных, использование изотопных меток.
2. Кинетические методы. Интегральный и дифференциальный методы. Молекулярность. Порядок реакции. Кинетические уравнения реакций. Скорость и константа скорости реакции. Мономолекулярные, бимолекулярные, обратимые реакции. Константа равновесия.
3. Первичный и вторичный кинетические изотопные эффекты.
4. Интегральный и дифференциальный методы анализа экспериментальных кинетических данных.
5. Бренстедовская и Льюисова кислотность и основность. Функции кислотности Гаммета.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.2)

1. Теория активированного комплекса. Энтальпия, энтропия, свободная энергия Гиббса активации. Термодинамический и кинетический контроль состава продуктов реакции.
2. Скорость химической реакции. Кинетические уравнения. Константа скорости.
3. Реакции электрофильного замещения в ароматических соединениях S_E2 . Механизмы кинетики.
4. Влияние различных факторов на скорость и направление реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду. Парциальные факторы скорости.
5. Способы активации галогенаренов в реакциях нуклеофильного замещения.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.3)

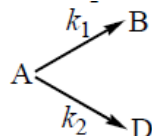
1. Константа скорости сложной реакции выражается через константы скорости элементарных стадий следующим образом:

$$k = \frac{k_1 k_2}{k_3}$$

Рассчитайте эффективную энергию активации сложной реакции, если энергии активации элементарных стадий равны: $E_1 = 20$, $E_2 = 40$, $E_3 = 70$ кДж*моль⁻¹.

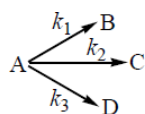
2. Для обратимой реакции первого порядка константы скорости прямой реакции при температурах 27 °С и 37 °С равны 3.5 и 8.5 мин⁻¹, а константы равновесия при этих температурах равны $2.33 \cdot 10^{-6}$ и $4.72 \cdot 10^{-6}$ соответственно. Рассчитайте тепловой эффект реакции и энергии активации прямой и обратной реакций.

3. В необратимых параллельных реакциях первого порядка



выход вещества В равен 67%, а время превращения вещества А на 1/3 равно 9 минутам. Найдите k_1 и k_2 .

4. Реакция разложения вещества А может протекать параллельно по трём направлениям:



Концентрации продуктов в смеси через 10 мин после начала реакции были равны: $[B] = 1.6$ моль*л⁻¹, $[C] = 3.6$ моль*л⁻¹, $[D] = 7.8$ моль*л⁻¹. Определите константы скорости k_1 , k_2 и k_3 , если период полураспада вещества А равен 8 мин.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.1)

1. Назовите основные положения теории жестких и мягких кислот и оснований.
2. На чем основана современная классификация кислот и оснований?
3. В чем отличие между механизмами А-1 и А-2 кислотного катализа протонными кислотами?
4. Особенности проявления электрофильного катализа.
5. Охарактеризуйте механизмы В-1 и В-2 основного катализа.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.2)

1. Назовите области применения катализа комплексами металлов.
2. Охарактеризуйте строение металлокомплексных соединений.
3. Какие связи образуют лиганды с переходными металлами? Раскройте их природу.
4. Назовите основные положения теории поля лигандов. Что такое параметр расщепления и как он зависит от природы лиганда?
5. По каким механизмам протекает замещение лигандов в координационной сфере комплекса?

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.3)

1. Определить равновесный выход этилена при крекинге этана: $C_2H_6 = C_2H_4 + H_2$, проводимом при $T = 1000$ К и $p = 1$ атм, если известны энтальпии образования ($\Delta_f H_{298}$, Дж*моль⁻¹), энтропии (S_{298} , Дж*моль⁻¹*К⁻¹) и средние теплоемкости веществ (C_p , Дж*моль⁻¹*К⁻¹) в интервале температур 298 ÷ 1000 К, а также приведенные энергии Гиббса (Φ° , Дж*моль⁻¹*К⁻¹) при $T = 298$ и $T = 1000$ К.

Вещества	C_p	S°_{298}	$\Delta_f H^{\circ}_{298}$	Φ°_{298}	Φ°_{1000}
C_2H_6	52,49	229,06	-84670	189,19	255,20
C_2H_4	42,88	219,21	52470	183,94	239,11
H_2	28,84	130,57	–	102,17	136,96

2. Определить равновесный выход кумола при алкилировании бензола пропенем: $C_6H_6(g) + C_3H_6(g) = C_6H_5C_3H_7(g)$, при $T = 600K$ и $p = 5$ атм, если исходная смесь содержала избыток бензола (чтобы избежать полимеризации кумола), т. е. 3 моля $C_6H_6(g)$ на 1 моль $C_3H_6(g)$, а K_p при 600K равнялась 10.

3. Определить равновесный выход этилена при крекинге этана: $C_2H_6 = C_2H_4 + H_2$ при $p = 1$ атм и $T = 1000$ K, если $K_p, 1000 = 0,352$.

4. Определить равновесный выход пропана при гидрировании пропена при $T = 1000$ K и $p = 1$ атм в реакции: $C_3H_6 + H_2 = C_3H_8$, если известны энтальпии образования ($\Delta_f H^{\circ}_{298}$, Дж*моль⁻¹), энтропии (S°_{298} , Дж*моль⁻¹*K⁻¹) и средние теплоемкости веществ (C_p , Дж*моль⁻¹*K⁻¹) в интервале температур 298 ÷ 1000 K, а коэффициент Темкина – Шварцмана M_0 при 1000 K равен 0,508.

Вещества	C_p	S°_{298}	$\Delta_f H^{\circ}_{298}$
C_3H_6	63,89	266,94	20410
H_2	28,84	130,57	–
C_3H_8	73,51	269,91	-103850

3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.1)

1. Какие катализаторы применяются в гетерогенном катализе? Охарактеризуйте их природу и области применения.
2. Каким основным требованиям должны отвечать гетерогенные катализаторы? Приведите виды и способы получения промышленных катализаторов.
3. В чем различие и сходство основных закономерностей гомогенного и гетерогенно катализаторов?
4. Особенности адсорбции реагентов на поверхности катализатора. Хемосорбция.
5. На чем основывается кинетический закон действующих поверхностей? Приведите кинетический вывод изотермы адсорбции.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.2)

1. Механизмы гидролиза и образования сложных эфиров в кислой и щелочной средах. Влияние различных факторов на протекание этих реакций.
2. Дайте определение, что такое «катализ»?
3. Как влияет катализатор на равновесие химической реакции?
4. Почему каталитические процессы протекают быстрее по сравнению с некаталитическими?

Раскройте суть действия Кат. Одно- и многостадийные процессы.

- Какие атакующие частицы образуются при кислотном катализе?

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.3)

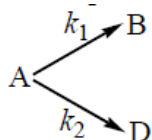
- Константа скорости сложной реакции выражается через константы скорости элементарных стадий следующим образом:

$$k = \frac{k_1 k_2}{k_3}$$

Рассчитайте эффективную энергию активации сложной реакции, если энергии активации элементарных стадий равны: $E_1 = 20$, $E_2 = 40$, $E_3 = 70$ кДж*моль⁻¹.

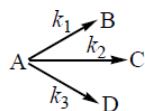
- Для обратимой реакции первого порядка константы скорости прямой реакции при температурах 27 °С и 37 °С равны 3.5 и 8.5 мин⁻¹, а константы равновесия при этих температурах равны $2.33 \cdot 10^{-6}$ и $4.72 \cdot 10^{-6}$ соответственно. Рассчитайте тепловой эффект реакции и энергии активации прямой и обратной реакций.

- В необратимых параллельных реакциях первого порядка



выход вещества В равен 67%, а время превращения вещества А на 1/3 равно 9 минутам. Найдите k_1 и k_2 .

- Реакция разложения вещества А может протекать параллельно по трём направлениям:



Концентрации продуктов в смеси через 10 мин после начала реакции были равны: $[B] = 1.6$ моль*л⁻¹, $[C] = 3.6$ моль*л⁻¹, $[D] = 7.8$ моль*л⁻¹. Определите константы скорости k_1 , k_2 и k_3 , если период полураспада вещества А равен 8 мин.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.1)

- В чем отличие гомогенного и гетерофазного катализаторов?
- Какую роль выполняет катализатор в гетерофазных процессах?
- Что такое “катамины” и какую роль они играют в гетерофазном катализе?
- Приведите вид кинетического уравнения гетерофазного процесса.
- Назовите отличия между гомогенным, гетерогенным и гетерофазным катализаторами.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.2)

- Отличие и сходство механизмов гомогенно-каталитических и гетерогенно-каталитических реакций.
- Назовите основные стадии и области гетерогенно-каталитического процесса.
- Охарактеризуйте кинетические закономерности, присущие различным областям протекания гетерогенно-каталитических процессов.
- Основные факторы, влияющие на селективность при гетерогенно-каталитических реакциях.
- Особенности адсорбции реагентов на поверхности катализатора. Хемосорбция.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-8 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-8.3)

1. Определить равновесный выход этилена при крекинге этана: $C_2H_6 = C_2H_4 + H_2$, проводимом при $T = 1000$ К и $p = 1$ атм, если известны энтальпии образования ($\Delta_f H^\circ_{298}$, Дж*моль⁻¹), энтропии (S°_{298} , Дж*моль⁻¹*К⁻¹) и средние теплоемкости веществ (C_p , Дж*моль⁻¹*К⁻¹) в интервале температур 298 ÷ 1000 К, а также приведенные энергии Гиббса (Φ° , Дж*моль⁻¹*К⁻¹) при $T = 298$ и $T = 1000$ К.

Вещества	C_p	S°_{298}	$\Delta_f H^\circ_{298}$	Φ°_{298}	Φ°_{1000}
C_2H_6	52,49	229,06	-84670	189,19	255,20
C_2H_4	42,88	219,21	52470	183,94	239,11
H_2	28,84	130,57	–	102,17	136,96

2. Определить равновесный выход кумола при алкилировании бензола пропеном: $C_6H_6(г) + C_3H_6(г) = C_6H_5C_3H_7(г)$, при $T = 600$ К и $p = 5$ атм, если исходная смесь содержала избыток бензола (чтобы избежать полимеризации кумола), т. е. 3 моля $C_6H_6(г)$ на 1 моль $C_3H_6(г)$, а K_p при 600К равнялась 10.

3. Определить равновесный выход этилена при крекинге этана: $C_2H_6 = C_2H_4 + H_2$ при $p = 1$ атм и $T = 1000$ К, если $K_{p,1000} = 0,352$.

4. Определить равновесный выход пропана при гидрировании пропена при $T = 1000$ К и $p = 1$ атм в реакции: $C_3H_6 + H_2 = C_3H_8$, если известны энтальпии образования ($\Delta_f H^\circ_{298}$, Дж*моль⁻¹), энтропии (S°_{298} , Дж*моль⁻¹*К⁻¹) и средние теплоемкости веществ (C_p , Дж*моль⁻¹*К⁻¹) в интервале температур 298 ÷ 1000 К, а коэффициент Темкина – Шварцмана M_0 при 1000 К равен 0,508.

Вещества	C_p	S°_{298}	$\Delta_f H^\circ_{298}$
C_3H_6	63,89	266,94	20410
H_2	28,84	130,57	–
C_3H_8	73,51	269,91	-103850