

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»



**ПРОГРАММА**  
**вступительного испытания**  
по дисциплине «Кинетика и катализ»  
для поступающих на направление подготовки научно-педагогических кадров  
в аспирантуре  
04.06.01 «Химические науки»

Форма обучения очная, заочная

Тольятти 2017

## 1. Пояснительная записка

1.1. Вступительные испытания в аспирантуру предназначены для определения теоретической и практической подготовленности магистров или специалистов к выполнению профессиональных задач, сформированные на основе ФГОС ВО по программам магистратуры.

1.2. Программа охватывает вопросы по комплексу дисциплин, изучаемых в пределах подготовки магистра по направлению 18.04.01 «Химическая технология», 20.04.01 «Техносферная безопасность» и наиболее соответствующих программе аспирантуры 04.06.01 «Химические науки», соответствующие уровню знаний бакалавриата, знание которых необходимо для последующего освоения дисциплин программы аспирантуры. В процессе экзамена, поступающие должны показать свою подготовленность к продолжению образования в магистратуре.

1.3. Экзаменуемый должен знать:

- законы термодинамики;
- закон Гесса;
- некоторые термохимические закономерности;
- энергия химических связей;
- теплота растворения;
- изохорно – изотермический потенциал;
- изобарно-изотермический потенциал;
- термодинамические потенциалы;
- некоторые применения термодинамических потенциалов;
- термодинамические потенциалы идеальных и реальных газов;
- элементы молекулярно-кинетической теории газов;
- изотермы адсорбции газов и паров на однородной поверхности;
- термодинамическое равновесие поверхностного слоя с объемными фазами. Монослой;
- основные положения в катализе;

- уравнение Аррениуса применительно к каталитическому процессу;
- катализаторы в гомогенных и гетерогенных промышленных процессах;
- кинетика гетерогенных каталитических реакций;
- влияние посторонних газов на давление насыщенного пара;
- общие законы химии;
- химические технологии и процессы;
- хроматографию;
- современные методы и средства планирования и организации исследований и разработок, проведения экспериментов и наблюдений, обработки информации в области химической технологии и биотехнологии с применением вычислительной техники;
- химические и биологические свойства основных классов химических соединений и методы их получения;
- основные аналитические методы и типы оборудования для определения и контроля параметров технологических процессов;
- технологию и общие принципы осуществления наиболее распространенных химико-технологических и биологических процессов;
- способы построения и оптимизации технологической схемы;
- методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ в области экобиотехнологии.

## **1. Порядок проведения вступительного испытания**

2.1. Вступительное испытание (экзамен) проводится по форме экзаменационных билетов.

2.2. Экзаменационные билеты включают в себя **3 вопроса** из разных тем.

2.3. Вопросы соответствуют содержанию вступительного испытания.

2.4. Время опроса в устной форме – **20-30 минут**.

## **2. Содержание вступительного испытания**

### **Модуль 3.1 «Законы термодинамики. Термохимия – химические реакции. Закон Гесса»**

#### **3.1.1. Тема №1. Первый закон термодинамики**

Энергия. Закон сохранения и превращения энергии. Теплота и работа. Предмет, метод и границы термодинамики. Эквивалентность теплоты и работы. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Равновесные процессы. Катализ. Максимальная работа. Явление катализа. Энтальпия. Термодинамика – наука о закономерностях превращения энергии.

#### **3.1.2. Тема №2. Термохимия**

Теплоты химических реакций. Закон Гесса. Теплоты образования химических соединений. Некоторые термохимические закономерности. Энергия химических связей. Теплоты растворения. Закон Гесса.

#### **3.1.3. Тема №3. Второй закон термодинамики**

Самопроизвольные и не самопроизвольные процессы. Второй закон термодинамики. Катализ и термодинамические равновесия. Об аксиоматике второго закона термодинамики. Термодинамика неравновесных процессов.

#### **3.1.4. Тема №4. Характеристические функции. Приложения второго закона термодинамики**

Изохорно – изотермический потенциал. Изобарно-изотермический потенциал. Термодинамические потенциалы. Характеристические функции. Условия равновесия. Некоторые применения термодинамических потенциалов. Внутреннее давление. Термодинамические потенциалы идеальных и ре-

альных газов. Плавление. Испарение. Фазовые переходы второго рода. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Влияние посторонних газов на давление насыщенного пара.

### **Модуль 3.2 «Общие законы химии. Химические технологии и процессы. Катализ. Хроматография»**

#### **3.2.1. Тема №5. Химические равновесия в газах и растворах**

Химическое равновесие. Условия химического равновесия. Закон действия масс. Изобарный потенциал химической реакции. Химические равновесия в газах при высоких давлениях. Гомогенные химические равновесия. Гомогенный катализ. Стандартные изобарные потенциалы реакций, комбинирование равновесий. Экспериментальные методы определения констант равновесия газовых и гетерогенных газовых реакций.

#### **3.2.2. Тема №6. Зависимость химического равновесия от температуры.**

Влияние температуры на химическое равновесие. Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Применение третьего закона термодинамики для расчета химических равновесий. Тепловой закон Нернста. Приложение теплового закона Нернста к химическим превращениям. Расчеты термодинамических величин для реакций между твердыми телами постоянного состава. Некоторые приближенные методы расчета химических равновесий.

#### **3.2.3. Тема №8. Каталитические процессы. Поверхностные явления. Адсорбция.**

Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Изотермы адсорбции газов и паров на однородной поверхности. Адсорбционная теория Лэнгмюра. Нелэнгмюровские изотермы адсорбции.

Термодинамическое равновесие поверхностного слоя с объемными фазами. Монослои. Изменение термодинамических функций при адсорбции. Адсорбция простыми адсорбентами. Адсорбция из жидких растворов. Клас-

сификация видов катализа. Основные положения в катализе. Понятия и определения. Теория промежуточных соединений в катализе. Теория активных столкновений. Статистический аспект теории активированного комплекса. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Уравнение Аррениуса применительно к каталитическому процессу. Гомогенный и гетерогенный катализ Автокатализ. Ферментативный катализ. Способы определения кинетических параметров. Активность ферментов (энзимов). Ингибирование ферментативных реакций.. Кислотно - основной катализ. Теория кислот и оснований. Типы кислотно-основного катализа. Кинетика реакций кислотно-основного катализа. Расчет солевых эффектов в катализе. Катализаторы в гомогенных и гетерогенных промышленных процессах. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Технология производства катализаторов.

### 3.2.4 Тема №9. Хроматография

Устройство газового хроматографа и получение хроматограммы. Качественный и количественный анализ. Идеальная равновесная хроматография. Изменение давления газа в хроматографической колонке.

## 3. Перечень вопросов

| № п/п | Вопросы   |
|-------|---|
| 1.    | Энергия. Закон сохранения и превращения энергии.                      |
| 2.    | Теплота и работа. Предмет, метод и границы термодинамики.             |
| 3.    | Эквивалентность теплоты и работы.                                     |
| 4.    | Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Равновесные процессы. |
| 5.    | Катализ Максимальная работа. Явление катализа.                        |
| 6.    | Энтальпия.  |
| 7.    | Термодинамика – наука о закономерностях превращения энергии.          |
| 8.    | Теплоты химических реакций. Закон Гесса.                              |
| 9.    | Теплоты образования химических соединений.                            |
| 10.   | Некоторые термохимические закономерности.                             |
| 11.   | Энергия химических связей. Теплоты растворения.                       |
| 12.   | Самопроизвольные и не самопроизвольные процессы.                      |
| 13.   | Второй закон термодинамики.   |

|     |  |
|-----|--|
| 14. | Катализ и термодинамические равновесия.  |
| 15. | Об аксиоматике второго закона термодинамики.   |
| 16. | Термодинамика неравновесных процессов.   |
| 17. | Изохорно – изотермический потенциал.   |
| 18. | Изобарно-изотермический потенциал.   |
| 19. | Термодинамические потенциалы. Характеристические функции. Условия равновесия.                    |
| 20. | Некоторые применения термодинамических потенциалов.  |
| 21. | Термодинамические потенциалы идеальных и реальных газов.   |
| 22. | Внутреннее давление. Плавление. Испарение.   |
| 23. | Фазовые переходы второго рода. Зависимость давления насыщенного пара от температуры              |
| 24. | Влияние посторонних газов на давление насыщенного пара.  |
| 25. | Химическое равновесие. Условия химического равновесия.   |
| 26. | Закон действия масс. Изобарные потенциал химической реакции.                                     |
| 27. | Гомогенные химические равновесия. Гомогенный катализ.  |
| 28. | Стандартные изобарные потенциалы реакций, комбинирование равновесий.                             |
| 29. | Экспериментальные методы определения констант равновесия газовых и гетерогенных газовых реакций. |
| 30. | Влияние температуры на химическое равновесие.  |
| 31. | Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры.                 |
| 32. | Применение третьего закона термодинамики для расчета химических равновесий.                      |
| 33. | Тепловой закон Нернста. Приложение теплового закона Нернста к химическим превращениям.           |
| 34. | Расчеты термодинамических величин для реакций между твердыми телами постоянного состава.         |
| 35. | Некоторые приближенные методы расчета химических равновесий.                                     |
| 36. | Элементы молекулярно-кинетической теории газов.  |
| 37. | Изотермы адсорбции газов и паров на однородной поверхности.                                      |
| 38. | Адсорбционная теория Лэнгмюра.   |
| 39. | Нелэнгмюровские изотермы адсорбции.  |
| 40. | Термодинамическое равновесие поверхностного слоя с объемными фазами. Монослой.                   |
| 41. | Изменение термодинамических функций при адсорбции.   |
| 42. | Адсорбция простыми адсорбентами.   |
| 43. | Адсорбция из жидких растворов.   |
| 44. | Классификация видов катализа. Основные положения в катализе. Понятия и определения.              |
| 45. | Теория промежуточных соединений в катализе. Теория активных столкновений.                        |
| 46. | Статистический аспект теории активированного комплекса.  |

|     |   |
|-----|---|
| 47. | Термодинамический аспект теории активированного комплекса.  |
| 48. | Уравнение Аррениуса применительно к каталитическому процессу.   |
| 49. | Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Ферментативный катализ.                                   |
| 50. | Способы определения кинетических параметров. Активность ферментов (энзимов).                              |
| 51. | Ингибирование ферментативных реакций. Кислотно - основной катализ.  |
| 52. | Теория кислот и оснований. Типы кислотно-основного катализа. Кинетика реакций кислотно-основного катализа |
| 53. | Расчет солевых эффектов в катализе.   |
| 54. | Катализаторы в гомогенных и гетерогенных промышленных процессах.  |
| 55. | Кинетика гетерогенных каталитических реакций.   |
| 56. | Технология производства катализаторов.  |
| 57. | Устройство газового хроматографа и получение хроматограммы.   |
| 58. | Качественный и количественный анализ.   |
| 59. | Идеальная равновесная хроматография.  |
| 60. | Изменение давления газа в хроматографической колонке.   |

#### 4. Критерии и нормы оценки

В конце экзамена комиссия подводит итоги, и выставляется итоговая оценка каждому аспиранту в соответствии с критериями и нормами оценки.

| Форма проведения экзамена | Критерии и нормы оценки |  |
|---------------------------|-------------------------|--|
| Устно                     | «отлично»               | Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом и отвечает на дополнительные вопросы с пониманием, приводит примеры.   |
|                           | «хорошо»                | Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом, ответ на теоретический материал одного из вопросов экзаменационного билета неполный, хорошо отвечает на дополнительные вопросы, приводит примеры. |
|                           | «удовлетворительно»     | Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу билета должны быть близкими к теории.                     |



|  |                       |   |
|--|-----------------------|---|
|  | «неудовлетворительно» | Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос. |
|--|-----------------------|---|

**Разработчики программы:**

Профессор кафедры «Рациональное природопользование и ресурсосбережение», д.т.н., к.х.н.

  
(подпись)

С. В. Афанасьев

Зав. кафедрой «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»  
(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись)

М.В.Кравцова

## **6. Рекомендуемая литература**

1. Афанасьев С.В., Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере. Учебник. Самара. Сам. научный центр РАН. 2014. – 195 с.

2. Сибаров Д. А. Катализ, каталитические процессы и реакторы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. А. Сибаров, Д. А. Смирнова. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 200 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

3. Свиридов В. В. Физическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 600 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

4. Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. М. Гумеров. - Изд. 2-е, перераб. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 176 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

5. Общая химическая технология [Электронный ресурс] : основные концепции проектирования химико-технологических систем : учебник / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампи. - Изд. 2-е, перераб. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 380 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

6. Солодова Н. Л. Каталитический риформинг [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Л. Солодова, А. И. Абдуллин, Е. А. Емельянычева ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань : КНИТУ, 2016. - 96 с.