

## 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 1.4.14 «Кинетика и катализ», 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.

## **2. Порядок проведения вступительного испытания**

2.1. Вступительный экзамен в аспирантуру проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит три теоретических вопроса. При необходимости дополнительно проводится устное собеседование.

2.2. Время, отводимое на устный опрос **20-30 минут**.

2.3. Обсуждение и оценивание результатов вступительного экзамена комиссия проводит на закрытом заседании, определяя итоговую оценку по 5–балльной шкале - «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Если голоса членов комиссии распределились поровну, то окончательное решение об оценке остается за председателем экзаменационной комиссии.

2.4. Результаты вступительного экзамена объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационной комиссии.

2.5. При несогласии поступающего с оценкой экзаменационной комиссии, он имеет право подать апелляцию в специальную апелляционную комиссию.

## **3. Содержание вступительного испытания**

1. Требования к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования, проверяемым в ходе экзамена

### **Поступающий должен знать:**

- Законы термодинамики. Термохимия – химические реакции. Закон Гесса;
- Общие законы химии. Химические технологии и процессы. Катализ. Хроматография.

### **Поступающий должен уметь:**

- использовать в проведении исследований способы и процессы защиты

окружающей среды от выбросов производств неорганических продуктов, утилизацию и обезвреживание неорганических производственных отходов;

- использовать способы уменьшения, обезвреживания и очистки отходов от примесей соединений серы, азота, углерода, галогенов, кислот и растворителей.

**Поступающий должен владеть:**

— навыками пользования газовым хроматографом и получением хроматограммы, методами проведения качественного и количественного анализа;

- методами устного и письменного изложения предметного материала и использования технических средств.

#### 4. Критерии и нормы оценки

Форма проведения экзамена	Критерии и нормы оценки	
Письменно по билетам	«отлично»	Поступающий дает своевременно правильный и полный ответ на 3 вопроса из билета в соответствии с программой дисциплины, хорошо владеет материалом и отвечает на дополнительные вопросы с пониманием, приводит примеры, решает задачи с пояснением.
	«хорошо»	Поступающий дает своевременно правильный и неполный ответ на 3 вопроса из билета в соответствии с программой дисциплины, хорошо владеет материалом и отвечает на дополнительные вопросы с пониманием, приводит примеры, решает задачи с пояснением.
	«удовлетворительно»	Поступающий дает своевременно правильный и полный ответ на 2 вопроса из билета, на 3 вопрос ответ неполный с замечаниями в соответствии с программой дисциплины, хорошо владеет материалом и отвечает на дополнительные вопросы с пониманием, приводит примеры, решает задачи схематически
	«неудовлетворительно»	Поступающий дает не правильный и не полный ответ по дисциплине, не отвечает ни на один из вопросов билета, не может ответить ни на один дополнительный вопрос, задачи не решены.

## 5. Вопросы к экзамену

№ 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
24.	Влияние посторонних газов на давление насыщенного пара.
25.	Химическое равновесие. Условия химического равновесия.
26.	Закон действия масс. Изобарный 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
41.	Изменение термодинамических функций при адсорбции.
42.	Адсорбция простыми адсорбентами.
43.	Адсорбция из жидких растворов.
44.	Классификация видов катализа. Основные положения в катализе.
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
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.

## **6. Рекомендуемая литература**

1. Аветисов А.К. Прикладной катализ [Электронный ресурс] : учебник / А.К. Аветисов, Л.Г. Брук ; под редакцией О.Н. Темкина. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 200 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Сибаров Д. А., Смирнова Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы [Электронный ресурс] : учеб. пособие. 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 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, 2022. - 600 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

## **7. Дополнительная литература**

1. Макарова Л.Л. Химическая кинетика и катализ [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие. Ижевск: Изд. центр «Удмуртский университет», 2019. -144с

2. Кузнецова И.М. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем [Электронный ресурс] : учебник для вузов / И. М. Кузнецова, Х.Э. Харлампики, В.Г. Иванов, Э.В. Чиркунов ; под ред. Х. Э. Харлампики. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 384 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

3. 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.