

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Тверской государственный университет»**

Рассмотрено и рекомендовано  
на заседании Ученого совета  
химико-технологического процесса  
протокол № 6 от 11 января 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП:

Виноградова М.Г.

  
«11» 01 2021 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**  
**ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

для поступающих по направлению подготовки  
научно-педагогических кадров в  
аспирантуре 04.06.01 Химические науки

Направленность - Физическая химия

Подготовка кадров высшей квалификации

Тверь, 2021

## **I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Настоящая программа определяет необходимый уровень подготовленности по физической химии для соискателей, поступающих в аспирантуру по направлению 04.06.01 Химические науки.

Программа сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и магистратуры.

Программа вступительных испытаний по физической химии включает в себя информацию по структуре и проведению экзамена, организационно-методические рекомендации, критерии оценки вступительного испытания, требования к ответам поступающих, темы для подготовки по физической химии, на основе которых построен экзаменационный материал, список учебно-методической литературы.

## **II. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Вступительные испытания по физической химии проводятся согласно правилам приёма на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в Тверском государственном университете.

Вступительное испытание по физической химии оценивается по столбальной шкале (100 баллов). Минимальное количество баллов – 51.

Язык проведения вступительных испытаний – русский.

Вступительное испытание проводится в письменной форме. Оно включает в себя письменный ответ на тест и решение задач.

## **III. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СОИСКАТЕЛЯМ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВСТУПИТЕЛЬНЫМ ИСПЫТАНИЯМ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Сроки проведения и сдача вступительного испытания проводится в

соответствии с графиком проведения вступительных испытаний в ТвГУ.

Вступительное испытание проводится в письменной форме с использованием экзаменационных билетов. ТвГУ может проводить вступительные испытания дистанционно.

Билет содержит тестовые задания и задачи из каждого блока.

В начале испытания поступающий получает экзаменационный билет, длительность подготовки на ответы заданий билета не должна превышать одного часа.

Во время проведения вступительного испытания запрещается использовать средства связи и справочные материалы.

Результаты вступительного испытания объявляются на официальном сайте не позднее трех дней со дня проведения вступительного испытания.

После объявления результатов письменного испытания поступающий имеет право ознакомиться со своей работой в день объявления результатов письменного вступительного испытания или в течении следующего рабочего дня (в соответствии с расписанием).

### **Критерии оценки результатов сдачи вступительного испытания по физической химии в аспирантуру по направлению**

#### **04.06.01 Химические науки**

##### **направленность – Физическая химия**

Вступительное испытание по химии оценивается по 100 бальной шкале. Оно включает в себя письменный ответ на тест и решение 4-х задач. Каждый вопрос теста с одним правильным ответом (задания 1-10) оценивается на 2 балла (всего 20 баллов). Каждый вопрос теста с двумя правильными ответами (задания 11-20) оценивается на 4 балла (всего 40 баллов). Решение задачи (задания 21-24) оценивается на 10 баллов (40 баллов).

**86-100 баллов** – абитуриент даёт полное верное решение материала, вынесенного на экзамен, включающее правильный ответ на задачи, но

допускает несущественные фактические ошибки.

**69-85 балла** – абитуриент даёт верное решение тестового материала, вынесенного на экзамен, но допускает несущественные фактические ошибки и ошибки в решении задач.

**51- 68 балла** - абитуриент приводит верное решение большей части материала, вынесенного на экзамен, допускает ошибки в решении задач.

**Менее 50 баллов** – абитуриент приводит верное решение только части задания, ответ на задачи отсутствует или имеются грубые ошибки в решении.

### **Образец экзаменационного билета**

#### **Билет №1**

1. Выполните тестовое задание
2. Решите задачи.

### **Тематический материал для подготовки к вступительному испытанию по физической химии**

#### **I. Химическая термодинамика**

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и энтальпия. Закон Гесса и его следствия. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия и ее изменение в различных процессах.

Характеристические функции. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов, выраженные через характеристические функции.

Закон действия масс. Изотерма Вант-Гоффа. Понятие о стандартном химическом сродстве. Расчет констант равновесия по таблицам стандартных значений различных термодинамических функций. Уравнения изобары и изохоры реакции. Термодинамика фазовых равновесий. Правило фаз Гиббса. Двухкомпонентные конденсированные системы. Закон Рауля и отклонения от него. Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах. Равновесные составы пара и жидкости. Законы Коновалова и разделение растворов путем перегонки.

#### **II. Химическая кинетика и катализ**

Основные понятия химической кинетики: скорость реакции, кинетическое уравнение, молекулярность и порядок реакции. Современные методы установления механизма реакции. Типы односторонних химических реакций (параллельные, последовательные, автокаталитические и т. д.).

Составление кинетических уравнений и их решение.

Метод стационарных концентраций Боденштейна: его применение, преимущества и недостатки. Особенности кинетики фотохимических реакций. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Пределы воспламенения. Основные понятия теории активных соударений и нахождение константы скорости для различных типов реакций (А - Б - продукты), (2А -продукты); расчет константы равновесия по теории активированного комплекса. Определение энтропии и объема активации. Теории гомогенного и гетерогенного катализа. Метода изучения глубокого механизма гетерогенно- и гомогеннокатализируемых реакций.

### **III Электрохимия**

Электролитическая диссоциация. Степень и константа диссоциации. Слабые и сильные электролиты. Ионные равновесия в растворах: водородный показатель, его колориметрическое и потенциометрическое определение; буферные системы; произведение растворимости; гидролиз солей. Активность и коэффициенты активности электролитов.

Расчет коэффициентов активности (теория Дебая-Гюккеля). Электропроводность растворов сильных и слабых электролитов. Кондуктометрические определения. Гидратация и сольватация ионов в растворах, энтальпия и энергия сольватации. Электрохимические системы. Возникновение скачка потенциала на межфазных границах. Строение двойного электрического слоя. Электрокапиллярные явления. Электрохимический потенциал. Электродвижущая сила как термодинамическая величина. Электродные потенциалы. Измерение э. д. с. электродных потенциалов. Стандартные электродные потенциалы, их использование для расчета электрохимических равновесий. Уравнение Нернста. Потенциометрические методы исследования ионных равновесий, потенциометрическое титрование. Законы Фарадея, кулонометрия. Химические процессы в электрохимических системах при прохождении тока (электролиз, работа гальванического элемента). Скорость электрохимических процессов. Поляризация электродов, ее причина. Лимитирующие стадии, электродных реакций. Перенапряжение диффузии, перехода электродов (разряда -ионизации). Полярографический метод. Напряжение разложения. Электрохимические производства. Химические источники тока. Анодное окисление, пассивность и коррозия металлов.

### **IV. Строение молекул**

Химическое и стереохимическое строение. Геометрическая классификация изомеров. Структурная изомерия. Стереоизомерия (поворотная, геометрическая, оптическая).

Химическая топология. Координация атомов в молекулах и кристаллах. Внутреннее вращение молекул. Конформация. Барьеры внутреннего вращения. Потенциальные кривые внутреннего вращения. Разности энергий поворотных изомеров. Конформационный анализ

ациклических соединений и циклов Конформеры алканов. Невалентные взаимодействия. Конформационные характеристики алканов.

Моноциклы. Энергия напряжения. Бициклы. Химия твердого состояния. Аморфные и кристаллические тела.

Симметрия молекулярных и кристаллических структур. Элементы и операции симметрии конечных фигур. Хиральность. Асимметричный атом углерода. Оптическая активность и ее значение в биологических системах. Группы симметрии (точечные группы). Элементы теории групп. Представления групп и характеры. Систематика квантовых состояний молекул. Симметрия АО и МО. Кристаллографические системы (сингонии). Решетки Бравэ. Классы симметрии. Координационные числа и координационные полиэдры. Структурные типы. Ионные кристаллы. Атомные кристаллы. Молекулярные кристаллы. Металлы.

#### **IV. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

##### **Основная литература:**

1. Эткинс П., де Паула Дж. Физическая химия. -М.: Мир. 2007.
2. В.В.Еремин, С.И. Каргов, И.А.Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. Основы физической химии. Теория и задачи. - М.: Экзамен. 2005.
3. Б.Б.Дамаскин, О.А.Петрий, Г.А.Цирлина. Теоретическая электрохимия. -М.: Химия; Колосс, 2006. - 672 с.
4. Папулов Ю.Г. Строение молекул: Учеб. пособие (с грифом УМО университетов РФ по химии). 3-е изд. -Тверь: ТвГУ, 2008. -232 с.
5. Папулов Ю.Г., Папулова Д.Р. Строение молекул и физические свойства: Монография. -Тверь: ТвГУ, 2010. -280 с.

##### **Дополнительная литература:**

1. Физическая химия./ Под ред. Б.Н.Никольского.- Л.: Химия, 1987.
2. Полторак О.М. Термодинамика в физической химии: Учеб.- М.: Высш.шк., 1991.
3. Эмануэль Н.М., Кнорре Д. Г. Курс химической кинетики: Учеб. -М.: Высш.шк., 1984.
4. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Электрохимия: Учеб.пособие. -М.: Высш.шк., 1983.
5. Дуров В.А., Агеев Е.П. Термодинамическая теория растворов неэлектролитов. -М.: Изд-во Моск.ун-та, 1987.
6. Кондратьев В.Н. и др. Термические бимолекулярные реакции в газах. - М.: Наука, 1976.
7. Смирнова Н.А. Методы статистической термодинамики и физической химии: Учеб.пособие. 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Высш.шк., 1982.
8. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику: Учеб.пособие. -М.: Высш.шк., 1983.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной  
сети «Интернет» для подготовки к вступительному испытанию  
по физической химии**

1. <http://www.xumuk.ru/>
2. <http://nehudlit.ru/books/subcat283.html>
3. [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html)
4. <http://elibrary.ru/>
5. <http://www.medbook.net.ru/23.shtml>
6. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/kolman/index.htm>