

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

|                                            |                                                            |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Б1.О.21</b>                             | Физическая химия                                           |
| Учебный план:                              | ФГОС3++b180301.19-23_23-14.plx                             |
| Кафедра:                                   | 2 Физической и коллоидной химии                            |
| Направление подготовки:<br>(специальность) | 18.03.01 Химическая технология                             |
| Профиль подготовки:<br>(специализация)     | Химическая и биотехнология переработки растительного сырья |
| Уровень образования:                       | бакалавриат                                                |
| Форма обучения:                            | очная                                                      |

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа обучающихся |                   |                 | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоё<br>мкость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
|                           |     | Лекции                        | Практ.<br>занятия | Лаб.<br>занятия |                |                   |                          |                                      |
| 4                         | УП  | 34                            |                   | 34              | 111,75         | 0,25              | 5                        | Зачет                                |
|                           | РПД | 34                            |                   | 34              | 111,75         | 0,25              | 5                        |                                      |
| 5                         | УП  | 34                            | 17                | 34              | 59             | 36                | 5                        | Экзамен, Курсовая<br>работа          |
|                           | РПД | 34                            | 17                | 34              | 59             | 36                | 5                        |                                      |
| Итого                     | УП  | 68                            | 17                | 68              | 170,75         | 36,25             | 10                       |                                      |
|                           | РПД | 68                            | 17                | 68              | 170,75         | 36,25             | 10                       |                                      |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

Доктор технических наук, заведующий кафедрой

Кандидат химических наук, доцент

старший преподаватель

ассистент

Липин В.А.

Смирнова А.И.

Пошвина Т.А.

Петрова Ю.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой физической и коллоидной химии

Липин В.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Смирнова Е.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области физической химии, в умении определять принципиальную возможность осуществления и сознательно управлять химическими и технологическими процессами, целостного представления о процессах и явлениях в живой и неживой природе, овладение основами физической химии для использования в профессиональной и познавательной деятельности.

Формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов и методов проведения физико-химических исследований, с последующей обработкой и анализом результатов исследований.

Формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных физико-химических исследований.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть и объяснить закономерности, определяющие направленность химических процессов, скорость их протекания, влияние на них среды, а также условия получения максимального выхода продукта и получения новых материалов с необходимыми свойствами;

Раскрыть принципы теоретических и экспериментальных физико-химических методов (термодинамических, кинетических, электрохимических) для решения практических задач профессиональной направленности.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Общая и неорганическая химия

Физика

Материаловедение в технологии переработки полимеров

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-1: Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</b>                                                                                                                                          |
| <b>Знать:</b> основные законы и соотношения физической химии (химической термодинамики, электрохимии, химической кинетики, основы фазовых равновесий и переходов), способы их применения для решения теоретических и прикладных задач, роль физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии.                                                                                                          |
| <b>Уметь:</b> прогнозировать влияние различных факторов на химическое равновесие, на фазовое равновесие, на равновесие в растворах электролитов, на потенциал электродов и ЭДС гальванических элементов, на направление и скорость химических реакций; составлять кинетические уравнения для кинетически простых реакций, классифицировать электроды и электрохимические цепи, пользоваться справочной литературой по физической химии.                  |
| <b>Владеть:</b> навыками проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики.                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Знать:</b> законы физической химии, закономерности протекания и равновесия отдельных классов химических реакций и связь этих закономерностей с особенностями внутреннего строения молекул отдельных групп химических соединений.                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Уметь:</b> использовать законы физической химии, термодинамические справочные данные и результаты физико-химического эксперимента для определения направления химических реакций, для вычисления равновесного выхода продуктов, определения тепловых эффектов реакций; определения констант скоростей химических реакций различных порядков и энергии активации и использовать полученные результаты для решения задач профессиональной деятельности. |
| <b>Владеть:</b> навыками анализа и расчета термодинамических параметров физико-химических процессов, методикой и техникой лабораторного эксперимента.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Семестр<br>(курс для<br>ЗАО) | Контактная работа |               |                | СР<br>(часы) | Инновац.<br>формы<br>занятий | Форма<br>текущего<br>контроля |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                              | Лек.<br>(часы)    | Пр.<br>(часы) | Лаб.<br>(часы) |              |                              |                               |
| Раздел 1. Термодинамика и кинетика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4                            |                   |               |                |              |                              | Л,Ко                          |
| Тема 1. Основы химической термодинамики. Первое начало термодинамики. Термодинамические системы и термодинамические параметры. Тепловой эффект, закон Гесса. Уравнение Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Энтропия как критерий направления самопроизвольных процессов в изолированных системах. Термодинамические потенциалы как критерий направления и предела протекания процессов в закрытых системах.<br>Лабораторная работа: Определение интегральной теплоты растворения соли. Определение теплоты нейтрализации сильной щёлочи сильной кислотой. Определение концентрации кислоты<br>Лабораторная работа: Определение удельной теплоёмкости растворов<br>Лабораторная работа: Определение удельной теплоты испарения жидкостей |                              | 10                |               | 16             | 30           |                              |                               |
| Тема 2. Химическая кинетика. Определение понятия скорости химической реакции в связи с кинетической классификацией химических процессов. Стадии протекания сложных реакций.<br>Лабораторная работа: Поляриметрическое определение константы скорости реакции инверсии тростникового сахара                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                              | 6                 |               | 6              | 20           |                              |                               |
| Тема 3. Химическое равновесие. Система переменного состава. Термодинамические условия равновесия в системах переменного состава. Способы выражения термодинамических констант для гомогенных и гетерогенных реакций. Вычисление состава равновесной смеси, выхода продукта, степени превращения, степени диссоциации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                              | 6                 |               |                | 21,75        |                              |                               |
| Раздел 2. Свойства растворов и фазовые равновесия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                              |                   |               |                |              |                              | Л                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |      |   |    |        |    |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|---|----|--------|----|---|
| Тема 4. Общие свойства растворов. Уравнение состояния идеального и реального газов. Термодинамическая классификация растворов (растворы идеальные, реальные, предельно разбавленные растворы неэлектролитов и электролитов).<br>Лабораторная работа: Построение диаграммы температура кипения – состав для неограниченно смешивающихся жидкостей                                                                                                                                                                                                                                                          |   | 6    |   | 6  | 20     |    |   |
| Тема 5. Термодинамика растворов. Аддитивные (энтальпия, объем, теплоемкость) и неаддитивные свойства (энергия Гиббса, энтропия) идеальных растворов. Закон Рауля. Химический потенциал компонента идеального и реального раствора. Эбуллиоскопия, криоскопия, осмотическое давление.<br>Лабораторная работа: Криоскопическое определение молекулярной массы вещества                                                                                                                                                                                                                                      |   | 6    |   | 6  | 20     |    |   |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   | 34   |   | 34 | 111,75 |    |   |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   | 0,25 |   |    |        |    |   |
| Раздел 3. Теория растворов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5 |      |   |    |        |    |   |
| Тема 6. Фазовые равновесия. Многокомпонентные системы. Гетерогенные равновесия. Фазовые равновесия. Условия термодинамического равновесия в многофазных многокомпонентных системах. Правило фаз Гиббса. Азеотропные смеси. Расчет с использованием правила рычага. Типы диаграмм в зависимости от характера взаимодействия в твердом и жидком состоянии. Простейшие типы диаграмм состояния.<br>Лабораторная работа: Построение диаграммы температура гомогенизации-гетерогенизации – состав для ограниченно смешивающихся компонентов<br>Лабораторная работа: Определение молярной рефракции и парахора. |   | 12   | 4 | 12 | 15     | ГД | Л |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |   |    |    |  |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|----|--|---|
| <p>Тема 7. Растворы электролитов. Равновесия и явления переноса в растворах электролитов. Электрическая проводимость растворов. Числа переноса, способы их определения. Зависимость степени диссоциации слабых электролитов от концентрации, закон разведения Оствальда. Стандартное состояние в растворах электролитов. Основные положения теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Ионные равновесия: ионное произведение воды, pH, особенности pH в неводных средах, гидролиз, сольволиз, растворимость малорастворимых солей. Ионные равновесия расплавов электролитов. Твердые электролиты. Лабораторная работа: Определение удельной электропроводности растворов электролитов и расчёт характеристик этих растворов. Расчёт произведения растворимости. Кондуктометрическое титрование с целью определения количества кислоты</p> <p>Лабораторная работа: Потенциометрическое титрование. Определение количества кислоты. Определение pH буферного раствора</p> | 10 | 4 | 10 | 16 |  |   |
| Раздел 4. Электрохимические процессы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |   |    |    |  |   |
| <p>Тема 8. Термодинамическая теория ЭДС. Гальванический элемент. Электродвижущие силы и электродных потенциалы. Механизм возникновения электродного потенциала. Двойной электрический слой. Зависимость ЭДС гальванического элемента от активности потенциалопределяющих ионов и температуры. Электроды первого и второго рода. Амальгамные, окислительно-восстановительные, мембранные электроды, стеклянный и ионоселективный электроды. Гальванические цепи – химические и концентрационные. Электроды сравнения. Лабораторная работа: Определение ЭДС и электродных потенциалов. Расчёт произведения растворимости солей и гидроксидов</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6  | 4 | 6  | 16 |  | Л |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |        |    |    |        |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------|----|----|--------|--|--|
| Тема 9. Электролиз. Коррозия металлов. Законы электролиза. Особенности неравновесных процессов на электродах. Стадии электродных реакций: транспорт ионов, химическая, перенос заряда (разряд), образование новой фазы и связанные с ним явления поляризации электродов. Зависимость скорости электродных процессов от потенциала электроды в случае замедленных стадий диффузии и переноса заряда. Полярография. Коррозия. Лабораторная работа: Определения чисел переноса ионов |  | 6      | 5  | 6  | 12     |  |  |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | 34     | 17 | 34 | 59     |  |  |
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | 2,5    |    |    | 33,5   |  |  |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  | 155,75 |    |    | 204,25 |  |  |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Цель курсовой работы – закрепление полученных теоретических знаний по дисциплине.

Основные задачи выполнения работы:

- углубить теоретические знания, полученные в процессе изучения данной дисциплины;
- выработать практические навыки в проведении 3 этапов научного исследования: сборе, обработке и анализе информации;
- выработать умение логически грамотно проиллюстрировать собранную и обобщенную информацию;
- научиться оценивать, анализировать полученную информацию, делать выводы, а также научиться обнаруживать закономерности и тенденции развития явлений и процессов;
- применять на практике полученные данные.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** 1. Определение ЭДС гальванического элемента

2. Константы ионизации слабых кислот и слабых оснований

3. Определение констант кислотности методом потенциометрического титрования

4. Определение коэффициентов активности различных веществ

5. Идентификация веществ рефрактометрическим методом

**4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):**

Курсовая работа выполняется самостоятельно под руководством преподавателя кафедры в виде исследовательско-аналитического обзора, с использованием учебно-методических пособий по выполнению курсовых работ и научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования

Результаты представляются в виде отчета по курсовому проекту, объемом 20-25 стр., содержащего следующие обязательные элементы:

- задание на курсовую работу,
- график выполнения курсовой работы, цели и задачи,
- перечень разделов необходимых для разработки:

- введение
- обзор литературы по теме
- экспериментальная часть
- обсуждение результатов
- выводы
- библиографический список

- курсовая работа должна быть иллюстрирована таблицами, графиками, схемами и т.п.

Студент представляет курсовую работу в сброшюрованном виде, преподавателю – руководителю курсовой работы Срок сдачи – за 15 дней до зачетной недели.

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

### 5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Наименование оценочного средства                                                                    |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1           | <p>1. Имеет представление об основных законах и соотношениях физической химии, способах их применения для решения теоретических и прикладных задач, роли физической химии как теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии.</p> <p>2. Прогнозирует влияние различных факторов на химическое равновесие, на фазовое равновесие, на равновесие в растворах электролитов, на потенциал электродов и ЭДС гальванических элементов, на направление и скорость химических реакций; составлять кинетические уравнения для кинетически простых реакций, классифицировать электроды и электрохимические цепи, пользоваться справочной литературой по физической химии.</p> <p>3. Демонстрирует навыки проведения типовых физико-химических исследований и навыками решения типовых задач в области химической термодинамики, фазовых равновесий и фазовых переходов, электрохимии, химической кинетики.</p> | <p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p> <p>Курсовая работа</p> |
| ОПК-2           | <p>1. Имеет представление о законах физической химии, закономерностях протекания и равновесия отдельных классов химических реакций и связь этих закономерностей с особенностями внутреннего строения молекул отдельных групп химических соединений.</p> <p>2. Использует законы физической химии, термодинамические справочные данные и результаты физико-химического эксперимента для определения направления химических реакций, для вычисления равновесного выхода продуктов, определения тепловых эффектов реакций; определения констант скоростей химических реакций различных порядков и энергии активации и использовать полученные результаты для решения задач профессиональной деятельности.</p> <p>3. Демонстрирует навыки анализа и расчета термодинамических параметров физико-химических процессов, методикой и техникой лабораторного эксперимента.</p>                                                              | <p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p> <p>Курсовая работа</p> |

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания      | Критерии оценивания сформированности компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | Устное собеседование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Письменная работа                                                                                                                                                                                                                       |
| 5 (отлично)           | Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов физической химии, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физико-химических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала. | Критическое и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем требованиям. Задание выполнено верно |
| 4 (хорошо)            | Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных законов физической химии, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.                                                                                                                                                      | Проект выполнен в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы. Задание выполнено с незначительными замечаниями                                                         |
| 3 (удовлетворительно) | Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать законы физической химии, понятия и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками. При этом нарушены правила оформления или сроки представления                                                                                                  |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.                                                                                                                                                                                                                                 | работы.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2<br>(неудовлетворительно) | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы физической химии; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека. | Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы.<br>Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.<br>Задание выполнено неверно |
| Зачтено                    | Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных физических законов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Не зачтено                 | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п     | Формулировки вопросов                                                                                                                            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Семестр 4 |                                                                                                                                                  |
| 1         | Что такое физическая химия, что изучает физическая химия? Значение физической химии. Вещество и его свойства.                                    |
| 2         | Что такое химическая термодинамика и что она изучает? Что такое термодинамическая система? Какие бывают термодинамические системы?               |
| 3         | Работа, теплота, фаза, термодинамический процесс, виды термодинамических процессов? Условия проведения процессов? Что такое параметры состояния? |
| 4         | Термодинамический цикл? Уравнение состояния системы. Что такое внутренняя энергия системы? Какие бывают формы передачи энергии?                  |
| 5         | Термодинамическое равновесие. Метастабильное равновесие. Признаки термодинамического равновесия.                                                 |
| 6         | Первое начало (закон) термодинамики. Формулировки и математическое выражение первого начала термодинамики.                                       |
| 7         | Теплоемкость при постоянстве различных параметров и способы ее расчета.                                                                          |
| 8         | Приложение первого начала (закона) термодинамики к процессам идеального газа при постоянстве одного из параметров.                               |

|           |                                                                                                                                                                                                         |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9         | Приложение первого начала (закона) термодинамики к процессам нагревания (охлаждения) в реальных системах.                                                                                               |
| 10        | Приложение первого начала (закона) термодинамики к процессам изменения агрегатного состояния вещества.                                                                                                  |
| 11        | Приложение первого начала (закона) термодинамики к химическим реакциям. Закон Гесса и следствие из него. Использование закона Гесса применительно к расчету тепловых эффектов.                          |
| 12        | Энтальпия. Расчет теплового эффекта при стандартных условиях.                                                                                                                                           |
| 13        | Расчет теплового эффекта и энтропии реакции при любой температуре. Закон Кирхгофа.                                                                                                                      |
| 14        | Последовательность вычисления теплового эффекта реакции при любой температуре.                                                                                                                          |
| 15        | Экспериментальное определение тепловых эффектов.                                                                                                                                                        |
| 16        | Второе начало термодинамики. Формулировка. Его математическое выражение.                                                                                                                                |
| 17        | Вечный двигатель второго рода. Схема работы реальной тепловой машины.                                                                                                                                   |
| 18        | Идеальная машина Карно (цикл Карно) и ее КПД. Теорема Карно.                                                                                                                                            |
| 19        | Второе начало термодинамики. Самопроизвольные процессы. Энтропия и ее свойства. Приведенное тепло.                                                                                                      |
| 20        | Расчет энтропии для реальных процессов. Расчет энтропии изобарного нагревания (охлаждения) вещества.                                                                                                    |
| 21        | Расчет энтропии для реальных процессов. Расчет энтропии фазовых превращений и изменения агрегатного состояния.                                                                                          |
| 22        | Расчет энтропии для реальных процессов. Химические реакции. Постулат Планка. Третий закон термодинамики.                                                                                                |
| 23        | Термодинамические признаки самопроизвольности протекания процессов и равновесия в системах при постоянстве отдельных параметров. Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца.                                   |
| 24        | Химический потенциал. Вычисление химического потенциала.                                                                                                                                                |
| 25        | Равновесные соотношения при фазовых переходах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Способы решения уравнения Клаузиуса-Клапейрона.                                                                          |
| 26        | Сродство химической реакции и его расчет.                                                                                                                                                               |
| 27        | Константа равновесия и ее связь изменением энергии Гиббса. Уравнение изотермы Вант-Гоффа.                                                                                                               |
| 28        | Константа равновесия и ее зависимость от температуры. Уравнение изобары Вант-Гоффа. Закон Лапласа.                                                                                                      |
| 29        | Последовательность расчета химического сродства (изменения энергии Гиббса) реакции.                                                                                                                     |
| 30        | Химическое равновесие. Константа равновесия для газов, растворов.                                                                                                                                       |
| 31        | Порядок расчета теоретического выхода продуктов обратимых реакций, исходя из численных значений констант равновесия.                                                                                    |
| 32        | Связь между $K_p$ , $K_c$ , $K_a$ , $K_n$ . Определение констант равновесия для гомогенных и гетерогенных реакций.                                                                                      |
| 33        | Условия равновесия в гетерогенных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона для процессов испарения и сублимации.                                                                                        |
| 34        | Разбавленные растворы. Температура кристаллизации разбавленных растворов. Диаграмма состояния однокомпонентных систем.                                                                                  |
| 35        | Химическая кинетика. Скорость гомогенной химической реакции и ее зависимость от различных факторов? Константа скорости реакции. Уравнение Аррениуса. Способы регулирования скорости гомогенной реакции. |
| 36        | Скорость гетерогенной химической реакции. Законы Фика. Способы регулирования скорости гетерогенной реакции.                                                                                             |
| 37        | Давление пара над раствором. Относительное понижение давления насыщенного пара в зависимости от концентрации растворенного вещества.                                                                    |
| 38        | Определение молекулярного веса растворенного вещества. Криоскопия. Эбуллиоскопия.                                                                                                                       |
| 39        | Закон Рауля, его практическое применение.                                                                                                                                                               |
| 40        | Закон Генри, его практическое применение.                                                                                                                                                               |
| 41        | Зависимость температуры кипения и температуры замерзания растворов от концентрации.                                                                                                                     |
| 42        | Термодинамическая классификация растворов. Использование модели регулярных растворов.                                                                                                                   |
| 43        | Химический потенциал компонента раствора для идеального и реального раствора.                                                                                                                           |
| 44        | Активность компонентов растворов (расплавов), расчеты коэффициентов активности.                                                                                                                         |
| 45        | Активность компонентов растворов (расплавов), расчеты коэффициентов активности.                                                                                                                         |
| Семестр 5 |                                                                                                                                                                                                         |
| 46        | Основные понятия и определения (термодинамическая система, гомогенная и гетерогенная системы, фаза, компонент, число степеней свободы, вещество, раствор). Правило фаз Гиббса.                          |
| 47        | Однокомпонентные системы и их использование.                                                                                                                                                            |
| 48        | Двухкомпонентные неконденсированные системы и их использование.                                                                                                                                         |

|    |                                                                                                                                                                                       |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 49 | Двухкомпонентные конденсированные системы и их использование.                                                                                                                         |
| 50 | Построение диаграмм состояния двухкомпонентных конденсированных систем по данным термографического анализа.                                                                           |
| 51 | Трехкомпонентные системы и их использование.                                                                                                                                          |
| 52 | Водно-солевые системы и их особенности.                                                                                                                                               |
| 53 | Электрохимия электрохимические процессы. Особенности электрохимических процессов.                                                                                                     |
| 54 | Проводники первого и второго рода.                                                                                                                                                    |
| 55 | Электролиты. Растворы электролитов. Диссоциация и сольватация.                                                                                                                        |
| 56 | Особенности диссоциации сильных и слабых электролитов. Константа диссоциации.                                                                                                         |
| 57 | Закон разбавления Оствальда. Термические эффекты в растворах электролитов.                                                                                                            |
| 58 | Химическое равновесие при диссоциации воды. pH раствора. Ионное произведение воды.                                                                                                    |
| 59 | Активность. Коэффициент активности. Зависимость коэффициента активности от концентрации.                                                                                              |
| 60 | Ионная сила раствора. Уравнение Дебая-Хюккеля.                                                                                                                                        |
| 61 | Равновесие при гидролизе солей.                                                                                                                                                       |
| 62 | Равновесие в буферных растворах. Буферная емкость. Значение буферных растворов.                                                                                                       |
| 63 | Равновесие в насыщенных растворах. Произведение растворимости.                                                                                                                        |
| 64 | Прохождение тока через растворы. Схема движения ионов и электронов при электролизе.                                                                                                   |
| 65 | Равновесие буферных растворов и насыщенных растворов.                                                                                                                                 |
| 66 | Неравновесные явления в растворах электролитов при прохождении тока через раствор.                                                                                                    |
| 67 | Эстафетный механизм передачи ионов протонов в воде.                                                                                                                                   |
| 68 | Числа переноса. Относительные скорости движения ионов.                                                                                                                                |
| 69 | Электропроводность электролита. Зависимость электропроводности от различных факторов.                                                                                                 |
| 70 | Измерение экспериментальных методов электропроводности.                                                                                                                               |
| 71 | Удельная электропроводность.                                                                                                                                                          |
| 72 | Эквивалентная электропроводность.                                                                                                                                                     |
| 73 | Зависимость эквивалентной электрической проводимости от концентрации для сильных и слабых электролитов.                                                                               |
| 74 | Измерение электропроводности и ее прикладное значение.                                                                                                                                |
| 75 | Равновесные электродные процессы. Электрохимический потенциал.                                                                                                                        |
| 76 | Электрод. Электрохимическая цепь. Электрохимическая реакция.                                                                                                                          |
| 77 | Строение двойного электрического слоя. Возникновение электрохимического потенциала.                                                                                                   |
| 78 | Гальванический элемент. Схема и принцип работы гальванического элемента.                                                                                                              |
| 79 | Полуэлемент. Электрод сравнения.                                                                                                                                                      |
| 80 | Зависимость электродного потенциала от активности соответствующих ионов в растворе. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал. Система знаков для стандартных потенциалов. |
| 81 | Термодинамика обратимых электрохимических систем.                                                                                                                                     |
| 82 | Электроды 1-ого и 2-ого рода, газовые электроды.                                                                                                                                      |
| 83 | Водородный электрод и его использование.                                                                                                                                              |
| 84 | Окислительно-восстановительные, ионообменные электроды.                                                                                                                               |
| 85 | Химические цепи первого и второго рода, их практическое значение.                                                                                                                     |
| 86 | Топливный элемент. Схема и принцип его работы.                                                                                                                                        |
| 87 | Аккумуляторы. Схема и принцип их работы.                                                                                                                                              |
| 88 | Концентрационные цепи.                                                                                                                                                                |
| 89 | Потенциометрия и ее практическое применение. Неравновесные электродные процессы.                                                                                                      |
| 90 | Количественные показатели электролиза. Законы Фарадея.                                                                                                                                |
| 91 | Электрохимическая коррозия металлов.                                                                                                                                                  |
| 92 | Электрокинетические методы защиты металлов от коррозии.                                                                                                                               |
| 93 | Расчетные формулы в электрохимических процессах.                                                                                                                                      |

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Стандартные энтальпии сгорания графита и алмаза в кислороде соответственно равны: -94,05 и -94,5 ккал/моль. Чему равна теплота превращения графита в алмаз?
2. При 200 град. Цельсия для реакции  $\text{BaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$  барит витезит нормальное химическое сродство равно -1400 ккал. Чему равна константа равновесия реакции?
3. Скрытая теплота испарения воды равна 9,7 ккал/моль. Вода кипит при температуре 120 град. Цельсия под давлением...

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;  
Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

| Автор                                          | Заглавие                                                                                                                                          | Издательство                                                                                                                                                  | Год издания | Ссылка                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6.1.1 Основная учебная литература</b>       |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                       |
| Еремин В. В. (и др.)                           | Основы физической химии (Электронный ресурс) : учебник : в 2 ч. Ч. 1 : Теория. — 5-е издание, перераб. и доп. (эл.). — (Учебник для высшей школы) | Москва: Лаборатория знаний                                                                                                                                    | 2019        | <a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=373279">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=373279</a>                                   |
| Еремин В. В. (и др.)                           | Основы физической химии (Электронный ресурс) : учебник : в 2 ч. Ч. 2 : Теория. — 5-е издание, перераб. и доп. (эл.). — (Учебник для высшей школы) | Москва: Лаборатория знаний                                                                                                                                    | 2019        | <a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=373280">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=373280</a>                                   |
| <b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b> |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                       |
| В.А. Липин, А.И. Смирнова, Т.А. Суставова      | Физическая химия. Электрохимия: учеб. пособие                                                                                                     | М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД | 2020        | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1598558238.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1598558238.pdf</a>                                   |
| В.А. Липин [и др.]                             | Химическая термодинамика [Текст]: учебное пособие                                                                                                 | М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД                                                                                             | 2017        | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/Khimicheskaya_termodynamika.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/Khimicheskaya_termodynamika.pdf</a> |
| В.А. Липин [и др.]                             | Задачи по химической термодинамике [Текст]: учебно-практическое пособие                                                                           | М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД                                                                                             | 2017        | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/Zadachi_po_Khim_t-d.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/Zadachi_po_Khim_t-d.pdf</a>                 |
| Слободов, А. А., Липин, В. А., Липин, А. Б.    | Примеры и задачи по химической термодинамике                                                                                                      | Санкт-Петербург: Университет ИТМО                                                                                                                             | 2015        | <a href="http://www.iprbooks.hop.ru/67584.html">http://www.iprbooks.hop.ru/67584.html</a>                                                                             |
| А.И. Смирнова, Т.А. Суставова, В.А. Липин      | Физическая химия [Текст] Ч.1 : учеб. пособие                                                                                                      | М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД                                                                                    | 2019        | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1575930938.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1575930938.pdf</a>                                   |
| А.Б. Липин, В.А. Липин                         | Фазовые диаграммы [Текст]: учебное пособие                                                                                                        | М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП                                                                                                       | 2015        | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/7.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/7.pdf</a>                                                     |

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория            | Оснащение                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Б-229                | Электрическая мешалка, вытяжной шкаф, аналитические весы, криостат, нагревательные плитки, калориметры, кондуктометр, установка для измерения электропроводности, электролизер. магнитные мешалки, колба нагреватели, рефрактометр, поляриметр |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска                                                                                                                                                                                  |