**ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине для учреждений высшего образования (обучение на базе среднего специального образования)**

*1 пояснительная записка*

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» относится к циклу естественнонаучных дисциплин, обязательных для изучения студентами специальностей:

1-49 01 01 Технология хранения и переработки пищевого растительного сырья; 1-49 01 02 Технология хранения и переработки животного сырья; 1-91 01 01 Производство продукции организация общественного питания дневной и заочной форм получения высшего образования.

*Целью*изучения данной учебной дисциплины является углубленное рассмотрение химических явлений и процессов с применением законов физики и необходимого математического аппарата, выявление основных закономерностей протекания химических реакций. Физическая и коллоидная химия углубляет и конкретизирует фундаментальные знания в области основных законов естествознания, она является теоретической основой для рассмотрения всех пищевых технологий с их сложными физико-химическими и коллоидно-химическими процессами.

Теоретические основы, необходимые для освоения дисциплины«Физическая и коллоидная химия», рассматриваются при изучении таких дисциплин, как «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Физика» и «Высшая математика». После изучения курса физической и коллоидной химии студенты могут использовать полученные теоретические и практические знания при изучении таких специальных дисциплин как «Стандартизация и сертификация в отрасли», «Оптимизация технологических процессов», «Производственный контроль, управление качеством», а также в дисциплинах, излагающих основы технологии пищевых производств.

Эффективное усвоение студентами учебного материала, входящего в примерную учебную программу дисциплины «Физическая и коллоидная химия», позволяет реализовать требования образовательных стандартов высшего образования и обеспечить выполнение учебных целей и задач на всех этапах образовательного процесса по данной дисциплине.

Освоение учебной дисциплины «Физическая и коллоидная химия» обеспечивает формирование следующих компетенций:

* Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
* Владеть системным и сравнительным анализом.
* Владеть исследовательскими навыками.
* Уметь работать самостоятельно.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

*знать:*

* основные понятия и законы физической и коллоидной химии;
* влияние различных факторов на степень химического превращения и выход продуктов химических реакций;
* особенности физических и химических свойств дисперсных и коллоидных систем.

*уметь:*

* использовать теоретические положения физической и коллоидной химии для объяснения превращений веществ в химических процессах;
* применять основные уравнения физической и коллоидной химии для математического описания равновесия и кинетики процессов;

*владеть:*

* методами физико-химического описания химических систем и процессов;
* методами расчета химического состава и выхода продуктов в обратимых реакциях;
* методами физико-химической обработки результатов химических исследований.

На изучение учебной дисциплины «Физическая и коллоидная химия» отводится 300 часов, из них 116 часов аудиторных занятий (52 часа лекционных занятий, 60 часов лабораторных занятий). Трудоемкость учебной нагрузки студента составляет 7,5 зачетных единиц.

*2 ПРИМЕРНЫЙ тематический план*

|  |  |
| --- | --- |
| *Наименование разделов и тем* | *Количество аудиторных часов* |
| *Лекции* | *Лабораторные**занятия* | *Всего* |
| 1. Введение. Основные разделы дисциплины «Физическая и коллоидная химия».  | 1 | – | 1 |
| 2. Химическое равновесие в растворах электролитов. | 9 | 12 | 21 |
| 3. Основы электрохимии. | 4 | – | 4 |
| 4. Основы химической термодинамики.  | 2 | 8 | 10 |
| 5. Термодинамическая теория химического и фазового равновесия. | 2 | 8 | 10 |
| 6. Диаграммы состояния. | 10 | 8 | 18 |
| 7. Кинетика химических реакций.  | 8 | 8 | 16 |
| 8. Поверхностные явления, адсорбция | 8 | 8 | 16 |
| 9. Дисперсные и коллоидные системы. | 8 | 8 | 16 |
| *Всего:* | *52* | *60* | *116* |

*3 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА*

*Тема 1. Введение. Основные разделы дисциплины физической и коллоидной химии*

*Тема 2. Химическое равновесие в растворах электролитов*

Сложные равновесия в системах, включающих сильные и слабые электролиты, мало растворимые электролиты. Влияние различных факторов на равновесие в таких системах, на константу равновесия и степень превращения участвующих веществ, на рН растворов и на концентрации ионов в растворах.

*Тема 3. Основы электрохимии*

Удельная и эквивалентная электропроводность раствора, их физический смысл. Зависимость удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации и природы электролита. Подвижности ионов, аномальная подвижность ионов Н+ и ОН–. Возникновение диффузионного потенциала на границе раздела двух растворов. Активность, ее взаимосвязь с концентрацией раствора. Коэффициент активности сильных электролитов.

Использование кондуктометрического метода анализа для определения константы диссоциации слабого электролита, для определения ПР.

Возникновение электрического потенциала на границе двух фаз, зависимость электродного потенциала от природы и концентрации электролита. Обобщенное уравнение Нернста.

Типы электродов: окислительно-восстановительные, газовые, I и II рода, амальгамные. Стеклянный электрод.

Типы гальванических элементов – химические и концентрационные. Процессы, происходящие на электродах и в элементе в целом. ЭДС гальванического элемента и ее измерение. Использование потенциометрического метода анализа для определения константы диссоциации слабого электролита, для определения ПР.

*Тема 4. Основы химической термодинамики*

Первое начало термодинамики. Теплота и работа, их знаки. Функции состояния системы. Внутренняя энергия, энтальпия. Теплоемкость Ср, Cv и их взаимосвязь для идеального газа. Расчет количества тепла, необходимого для нагревания вещества.

Тепловые эффекты при постоянном давлении Qp или объеме Qv, их взаимосвязь. Зависимость тепловых эффектов от температуры. Закон Гесса и его использование для расчета тепловых эффектов различных процессов. Стандартная энтальпия образования веществ из простых тел, теплота сгорания, энтальпия растворения, образования ионов в растворе и их использование в термохимических расчетах. Экспериментальное определение тепловых эффектов.

Второе начало термодинамики, энтропия. Обратимые и необратимые процессы. Критерии равновесия и направленности процессов в изолированной системе. Изменение энтропии в изотермических процессах, при фазовых переходах. Зависимость энтропии от температуры, расчет энтропии вещества при нагревании. Зависимость энтропии от давления и объема, стандартная энтропия. Изменение энтропии в химических реакциях.

Объединенное уравнение I и II начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Критерии направленности процессов в неизолированной системе. Термодинамические потенциалы. Характеристические функции. Применение стандартного изобарно-изотермического потенциала в качестве критерия и направленности процессов, его зависимость от температуры и давления.

Основные понятия и принципы статистической термодинамики.Макроскопическое и микроскопическое описание состояние системы. Термодинамическая вероятность и энтропия. Статистический смысл энтропии и II начала термодинамики. Закон распределения молекул по энергиям (закон Максвелла-Больцмана). Связь термодинамических функций с суммой по состояниям. Молекулярные спектры и их использование для вычисления термодинамических свойств веществ.

*Тема 5. Термодинамическая теория химического и фазового равновесия*

Химическое равновесие. Химический потенциал. Зависимость химического потенциала от температуры и давления. Химический потенциал идеального газа. Химический потенциал компонента в идеальном растворе. Химический потенциал компонента в неидеальных системах.

Изотерма химической реакции и свойства константы химического равновесия. Влияние давления и температуры на химическое равновесие, принцип Ле Шателье. Типы химических реакций с участием газов, их константы равновесия. Основы термодинамического расчета равновесия химических реакций. Определение энтальпии и энтропии реакции по значениям константы равновесия при различных температурах. Расчет равновесных парциальных давлений и степени превращения.

Условия фазового равновесия и направленности процессов в гетерогенной системе. Правило фаз Гиббса. Определение числа компонентов в системе. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.

Давление насыщенного пара чистых веществ. Давление и состав насыщенного пара над растворами. Идеальные растворы, закон Рауля. Реальные растворы. Закон Генри. Состав насыщенного пара над растворами.

Коллигативные свойства растворов. Понижение давления насыщенного пара над раствором, барометрия. Повышение температуры кипения раствора, эбулиометрия. Понижение температуры кристаллизации растворителя из раствора, криометрия. Осмотическое давление, осмометрия. Обратный осмос и его использование для очистки воды. Способы определения молярной массы растворенного вещества.

*Тема 6. Диаграммы состояния*

Графическое изображение состава двухкомпонентных систем. Правило рычага. Диаграммы состояния жидкость – пар (без азеотропа и с азеотропом). Первый и второй законы Коновалова. Разделение компонентов путем ректификации.

Диаграммы состояния двухкомпонентных систем в конденсированной фазе. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с расслаиванием в жидкой фазе. Диаграммы состояния с ограниченной взаимной растворимостью твердых компонентов друг в друге. Растворимость твердых веществ в жидкостях. Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем: с простой эвтектикой, с конгруэнтно или инконгруэнтно плавящимся химическим соединением. Понятие о физико-химическом анализе. Термический анализ, кривые нагревания и охлаждения.

Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Треугольник Гиббса-Розебома, его свойства. Диаграммы с ограниченной взаимной растворимостью двух компонентов. Диаграммы плавкости и растворимости без химических соединений, с химическим соединением, с кристаллогидратом.

*Тема 7. Кинетика химических реакций*

Общие закономерности скорости химических реакций. Необратимые химические реакции. Скорость химических реакций, ее физический смысл. Графики зависимости концентрации исходных и конечных веществ от времени, понятие скорости на этих графиках. Константа скорости – ее физический смысл, свойства, размерность

Молекулярность и порядок реакции, их сходство и различие. Зависимость скорости реакции от концентрации. Период полупревращения. Необратимые химические реакции I, II и n-порядка, интегрирование дифференциальных уравнений скорости этих реакций. Получение прямолинейной зависимости концентрации или степени превращения от времени. Определение порядка и константы скорости этих реакций по экспериментальным данным.

Сложные химические реакции (параллельные, обратимые, последовательные), дифференциальные уравнения скорости этих реакций.

Зависимость скорости химической реакции от температуры. Температурный коэффициент скорости химической реакции. Уравнение Аррениуса в дифференциальной и интегральной форме. Энергия активации и ее определение по экспериментальным данным.

Активные молекулы. Метод стационарных концентраций Боденштейна для описания кинетики сложных процессов. Использование этого метода для описания особенностей кинетики мономолекулярных газофазовых реакций.

Понятие о лимитирующей стадии процесса. Гетерогенные химические процессы, их кинетическая и диффузионная области. Влияние температуры и перемешивания на скорость гетерогенного процесса.

Понятие о каталитических химических процессах (гомогенный и гетерогенный катализ). Влияние катализаторов на энергию активации.

Понятие о цепных химических реакциях, простые и разветвленные цепи. Роль радикалов и возбужденных молекул в цепных реакциях. Возникновение и обрыв цепей. Понятие о фотохимических реакциях.

*Тема 8. Поверхностные явления, адсорбция*

Поверхностное натяжение, избыточная поверхностная энергия. Поверхностные явления (когезия, адгезия, смачивание).

Капиллярное давление, уравнение Лапласа. Влияние капиллярного давления на химический потенциал вещества в конденсированной фазе, на давление насыщенного пара и растворимость вещества.

Давление насыщенного пара над жидкой фазой с выпуклой поверхностью. Уравнение Кельвина. Пересыщение пара, изотермическая перегонка. Давление насыщенного пара над жидкой фазой с вогнутым мениском. Капиллярная конденсация.

Адсорбция молекул из газа и растворов. Физическая и химическая адсорбция. Уравнение Френкеля. Промышленные сорбенты. Равновесие адсорбции, теория адсорбции Лэнгмюра. Физический смысл констант уравнения Лэнгмюра, их зависимость от температуры, расчет по экспериментальным данным. Определение удельной поверхности адсорбента. Основы теории БЭТ.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Изотерма поверхностного натяжения ПАВ. Поверхностно-активные, инактивные, индифферентные вещества. Адсорбционное уравнение Гиббса. Уравнение Шишковского и его взаимосвязь с уравнением Лэнгмюра. Ориентация дифильных молекул в адсорбционном слое (ж/г, ж/тв). Поверхностная активность и ее изменение в гомологических рядах (правило Траубе). Изотерма гиббсовской адсорбции ПАВ в гомологическом ряду. Правило уравнивания полярностей Ребиндера.

*Тема 9. Дисперсные и коллоидные системы*

Классификация дисперсных систем. Размеры частиц дисперсных систем, область коллоидной химии. Способы получения коллоидных систем (диспергационные, конденсационные). Седиментация, основы седиментационного анализа. Ультрацентрифугирование. Броуновское движение и седиментационное равновесие. Общие свойства дисперсных систем: диффузия, диализ, коллигативные свойства, оптические свойства коллоидных систем, ультрамикроскоп.

Устойчивость лиофильных и лиофобных коллоидных систем. Изменение свободной энергии в процессе диспергирования. Энергетический барьер – адсорбционно-сольватный, электрический. Стабилизаторы коллоидных систем.

Образование двойного электрического слоя при адсорбции электролитов. Индифферентные электролиты, потенциалопределяющие ионы. Электрический потенциал поверхности (термодинамический потенциал). Правило Фаянса-Панета.

Противоионы, коионы. Двойной электрический слой (ДЭС) и его строение. Плотная и диффузная часть ДЭС. Потенциал плотной части ДЭС, его зависимость от концентрации индифферентного электролита. Граница скольжения, электрокинетический потенциал, его зависимость от концентрации индифферентного электролита. Явление перезарядки. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос).

Коагуляция коллоидных растворов электролитами. Порог коагуляции, влияние величины заряда ионов (правило Шульце-Гарди) на коагуляцию коллоидной системы. Зоны коагуляции. Старение осадка, пептизация.

Ионный обмен, ионообменная емкость, иониты, ионообменные смолы и хроматография. Умягчение, опреснение воды.

Основные представления о структурно-механических свойствах дисперсных систем. Свободнодисперсные и связнодисперсные системы. Тиксотропия. Коллоидные ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Солюбилизация.

*4 информационно-методическая часть*

*4.1 Перечень основной и дополнительной литературы*

*Основная литература*

1. Поляченок, О.Г. Физическая и коллоидная химия: конспект лекций для студентов технологических специальностей / О.Г. Поляченок, Л.Д. Поляченок. – Могилев: УО МГУП, 2008.– 380с.
2. Поляченок, О.Г. Физическая и коллоидная химия. Практикум: учеб. пособие для студентов химических и технологических специальностей / О.Г. Поляченок,
Л.Д. Поляченок. – Минск: БГТУ, 2006 – 196с.
3. Киреев, В.А. Курс физической химии / В.А. Киреев. 3-е изд. – М.: Химия, 1975. – 776 с.
4. Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий. 2-е изд. – М.: Химия, 1975. – 512 с.

*Дополнительная литература*

1. Курс физической химии. / Под ред. Л.И. Герасимова. М.: Химия, 1973 – Т.1, 2 – 624 с.
2. Физическая химия. В 2 кн. Кн.1. Строение вещества. Термодинамика. Кн.2. Химическая кинетика и катализ: учебн. для вузов / Под ред. К.С. Краснова. – 3-е изд., испр. М.: Высш. школа, 2001.
3. Стромберг, А.Г. Физическая химия: учеб. для хим. спец. вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. – 3-е изд., испр. и доп. М.: Высш. школа, 1999.

*Учебно-методическая литература*

1. Волкова, Э.С. Фазовые равновесия. Методические указания к лабораторным занятиям / Э.С. Волкова, А.В. Оботуров, Т.А. Полякова. – Могилев: МГУП, 2003. – 24 с.
2. Поляченок, О.Г. Потенциометрическое изучении е равновесия диссоциации слабых электролитов. Методические указания для выполнения лабораторной работы на ЭВМ в практикуме по физической и коллоидной химии для студентов технологических и химико-технологических специальностей и специальности «Учитель химии и биологии» /
О.Г. Поляченок, Л.Д. Поляченок. – Могилев: МГУП, 2004. – 12 с.
3. Поляченок, О.Г. Давление насыщенного пара. Термическое разложение гидратов солей металлов. Методические указания для выполнения лабораторной работы на ЭВМ в практикуме по физической и коллоидной химии для студентов технологических и химико-технологических специальностей и специальности «Учитель химии и биологии» /
О.Г. Поляченок, Л.Д. Поляченок. – Могилев: МГУП, 2004. –24 с.
4. Поляченок, О.Г. Методические указания для выполнения лабораторных работ на ЭВМ: «Кинетика химических реакций. Адсорбция». Для студентов технологических, химико-технологических и химических специальностей вузов / О.Г. Поляченок, Л.Д. Поляченок. – Могилев: МГУП, 2005. – 40 с.
5. Поляченок, О.Г. Адсорбция поверхностно-активных веществ на границе раздела жидкость-газ. Методические указания для выполнения лабораторных работ на ЭВМ в практикуме по физической и коллоидной химии и самостоятельной работы для студентов химических и технологических специальностей вузов / О.Г. Поляченок, Л.Д. Поляченок. – Могилев: МГУП, 2006. – 24 с.
6. Поляченок, О.Г. Физическая и коллоидная химия. Контрольные задания для студентов технологических специальностей. Часть 1 / О.Г. Поляченок, Л.Д. Поляченок. – Могилев: МГУП, 2007. – 80 с.
7. Поляченок, О.Г. Физическая и коллоидная химия. Контрольные задания для студентов технологических специальностей. Часть 2 / О.Г. Поляченок, Л.Д. Поляченок. – Могилев: МГУП, 2007. – 36 с.
8. Поляченок, О.Г. Определение константы калориметра. Методические указания для выполнения лабораторных работ в практикуме по физической и коллоидной химии для студентов технологических специальностей вузов / О.Г. Поляченок, Л.Д. Поляченок. – Могилев: МГУП, 2007. – 12 с.
9. Поляченок, О.Г. Физическая и коллоидная химия. Методические указания и контрольные задания для студентов технологических специальностей заочной формы обучения. Часть 1 / О.Г. Поляченок, Е.Н. Дудкина, Л.Д. Поляченок. – Могилев:
МГУП, 2010. – 44 с.
10. Оботуров, А.В. Методические указания для выполнения лабораторных работ «Получение золя гидроксида железа (III) и его коагуляция» и «Получение золя берлинской лазури и его коагуляция» для студентов технологических и химико-технологических специальностей вузов / А.В. Оботуров. – Могилев: МГУП, 2010. – 10 с.
11. Поляченок, О.Г. Физическая и коллоидная химия. Методические указания и контрольные задания для студентов технологических специальностей заочной формы обучения. Часть 2 / О.Г. Поляченок, Е.Н. Дудкина, Л.Д. Поляченок. – Могилев:
МГУП, 2011. – 36 с.

*4.2 Примерный перечень лабораторных занятий*

1. Потенциометрическое изучение равновесия диссоциации слабых электролитов.
2. Давление насыщенного пара.
3. Термическое разложение гидратов солей металлов.
4. Фазовое равновесие. Диаграмма состояния фенол–вода.
5. Кинетика химических реакций. Определение порядка химической реакции.
6. Кинетика химических реакций. Последовательные реакции.
7. Адсорбция вещества из газа на твердом адсорбенте.
8. Получение золей и определение их порога коагуляции.

*4.3 Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины*

В преподавании учебной дисциплины «Физическая и коллоидная химия» используются технологии поддерживающего обучения (традиционного обучения) и инновационные образовательные технологии, в том числе технологии: разноуровневого обучения, модульного обучения, развивающего обучения, проблемного обучения, а также технологии учебно-исследовательских работ.

*4.4 Рекомендации по контролю качества усвоения знаний*

Для диагностики компетенций обучающихся используются следующие формы:

1. Устная форма.
2. Письменная форма.
3. Устно-письменная форма.

К устной форме диагностики компетенций относятся:

1. Коллоквиумы.
2. Доклады на конференциях.
3. Устные экзамены.
4. Другие.

К письменной форме диагностики компетенций относятся:

1. Контрольные работы.
2. Письменные отчеты по лабораторным работам.
3. Отчеты по научно-исследовательской работе.
4. Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.
5. Другие.

К устно-письменной форме диагностики компетенций относятся:

1. Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
2. Оценивание на основе модульно-рейтинговой системы.
3. Другие.