

Министерство образования Республики Беларусь

Учебно-методическое объединение вузов Республики Беларусь
по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь


А.И. Жук

Регистрационный № ТД- Г.184 /тип.

ФИЗИКА РАСТВОРОВ

Типовая учебная программа
для высших учебных заведений по специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям)
(1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность);
1-31 04 01-02 Физика (производственная деятельность))

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения вузов Республики
Беларусь по естественнонаучному
образованию


В.В. Самохвал

24.10.2008

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования
Республики Беларусь


Ю.И. Миксюк

14.04.2009

Первый проректор Государственного
учреждения образования
«Республиканский институт высшей
школы»


И.В. Казакова

02.04.09

Эксперт-нормоконтролер


С.М. Артемьева

02.04.2009


А.К. Терашина

Минск 2008

СОСТАВИТЕЛЬ :

А.И. Хмельницкий - доцент кафедры биофизики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра общей физики Учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купаны»;

Ю.И.Бохан - декан физического факультета Учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой биофизики Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 3 марта 2008 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 27 марта 2008 г.);

Научно-методическим советом по физике учебно-методического объединения вузов Республики Беларусь по естественнонаучному образованию (протокол № 3 от 28 марта 2008 г.).

Ответственный за выпуск: **А.И. Хмельницкий**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Физика растворов» включает основные разделы физико-химических свойств растворов. В рамках данной дисциплины студенты изучают основные понятия термодинамики растворов, фазовые, адсорбционные и химические равновесия, основы химической кинетики и электрохимии. Дисциплина предназначена для студентов специальности 1-31 04 01 Физика (по направлениям). Программа дисциплины содержит перечень вопросов, которые наиболее необходимы физикам.

Задача дисциплины состоит в том, чтобы раскрыть смысл основных законов, научить студента видеть области применения этих законов, понимать их прикладные возможности при решении конкретных задач. Некоторые вопросы студенты должны изучить самостоятельно при работе с рекомендуемыми учебниками, учебными пособиями. На самостоятельную проработку выделены темы по физико-химическим методам исследования растворов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные положения кинетики химических реакций;
- основные свойства растворов и дисперсных систем;

уметь:

- объяснять физико-химические свойства растворов, дисперсных систем.

По разделам программы планируется проведение контрольных работ. Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Общее количество часов - 50. Из них аудиторных - 34 часа (в том числе: лекции - 28 часов; практические занятия - 6 часов).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название темы	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Всего
1.	Введение	2			2
2.	Общая характеристика состояния вещества	4			4
3.	Химическая кинетика	2	2		4
4.	Растворение веществ	4			4
5.	Растворы электролитов	6	2		8
6.	Адсорбционные равновесия	6			6
7.	Электрохимические свойства растворов	4	2		6
	Итого	28	6		34

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ВВЕДЕНИЕ. Классификация термодинамических систем по типу взаимодействия с окружающей средой. Состояния термодинамической системы. Уравнения состояния.

Постулаты термодинамики и вытекающие из них следствия. Функции состояния. Связь термодинамических потенциалов друг с другом. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Энтальпия. Закон Гесса. Стандартное состояние вещества и стандартные энтальпии (тепловые эффекты) реакций.

Принцип возрастания энтропии. Энтропия и термодинамическая вероятность. Формула Больцмана. Свободная энергия Гиббса. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

Многокомпонентные системы и системы с изменяющимся составом. Химический потенциал. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процессов в многокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА. Химическая связь. Электроотрицательность элементов. Ионная связь. Формула Борна. Ковалентная, донорно-акцепторная связи.

Межмолекулярные взаимодействия. Ориентационные, индукционные и дисперсионные взаимодействия. Потенциал Леннарда-Джонса. Межмолекулярная и внутримолекулярная водородная связь.

Твердое тело, жидкость, газ. Типы конденсированных сред: кластеры, жидкости, аморфные тела, жидкие кристаллы. Кристаллы. Жидкости. Структура жидкости. Функция радиального распределения. Жидкие кристаллы. Термотропные и лиотропные мезофазы.

Гетерогенные системы. Определение фазы, компонента, степени свободы. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Структура и свойства воды. Диаграмма состояния воды.

3. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА. Основные понятия химической кинетики. Скорость химической реакции. Основной постулат химической кинетики (закон действующих масс) и область его применимости. Константа скорости химической реакции. Порядок и молекулярность реакций. Уравнения необратимых (односторонних) реакций первого, второго, 0-ного порядков. Кинетическая кривая. Время полупревращения. Методы определения порядка реакции и константы скорости химической реакции.

Простые и сложные химические реакции. Принципы кинетического анализа сложных химических реакций. Обратимые реакции. Химическое равновесие. Константа равновесия.

Представление о цепных реакциях. Свободные радикалы. Методы их идентификации. Разветвленные и неразветвленные цепные реакции. Особенности кинетики разветвленных цепных реакций.

Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и методы ее экспериментального определения. Правило Вант-Гоффа.

Представление о теориях химической кинетики. Теория активных столкновений. Теория активированного комплекса (теория переходного состояния или теория абсолютных скоростей реакций). Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Координата реакции. Применение теории активированного комплекса к бимолекулярным реакциям.

4. РАСТВОРЕНИЕ ВЕЩЕСТВ. Определение понятия "раствор"¹. Виды растворов. Способы выражения состава. Концентрация раствора. Парциальные величины.

Растворение веществ. Сольватация. Идеальные растворы. Предельно разбавленные растворы. Растворимость газов в жидкостях. Зависимость растворимости газов в жидкостях от T , P . Закон Генри. Растворы твердых веществ в жидкостях. Молекулярные факторы неидеальности растворов. Фазовая диаграмма раствора. Твердые растворы. Диаграмма плавкости бинарного раствора. Графическое изображение состава и свойств трехкомпонентного твердого раствора. Треугольник Гиббса-Розебома. Вискозиметрия.

Коллигативные свойства растворов неэлектролитов (относительное понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором, понижение температуры замерзания раствора, повышение температуры кипения раствора, возникновение осмотического давления). Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля. Тонометрия. Температура кипения жидких растворов. Эбулиоскопия. Температуры кристаллизации жидких растворов. Криоскопия.

Осмоз. Термодинамическое описание осмотического равновесия. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Осмометрия. Значение осмотических явлений в биологии.

5. РАСТВОРЫ ЭЛЕКТРОЛИТОВ. Электролиты и неэлектролиты. Развитие представлений о строении растворов электролитов. Коллигативные свойства электролитов. Изотонический коэффициент. Диссоциация, сольватация, ассоциация. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Энергия сольватации. Модель Борна.

Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации электролитов. Константа диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда. Отклонение сильных электролитов от закона разведения. Современные представления о свойствах сильных электролитов. Активность и коэффициент активности электролита и иона. Теория Дебая-Гюккеля. Потенциал ионной атмосферы. Ионная сила раствора. Полиэлектролиты.

Кислотно-основное равновесие. Определение кислоты и основания. Электролитическая диссоциация воды. Понятие pH . Буферные растворы. Уравнение Гендерсона-Хассельбалха. Кривые титрования.

6. АДсорбЦИОННЫЕ РАВНОВЕСИЯ. Поверхностные явления. Поверхностное натяжение. Межфазная граница. Угол смачивания. Адсорбция. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные вещества. Ориентация молекул в поверхностном слое. " π -S"-изотермы. Механизм адсорбции молекул на поверхность твердого тела. Уравнение Лэнгмюра.

Полимолекулярная адсорбция. Полислои Лэнгмюра-Блоджетт. Физическая адсорбция и хемосорбция. Хроматография.

Дисперсные системы. Кинетическая и агрегативная устойчивость. Коагуляция коллоидных систем. Электрокинетический потенциал. Растворы высокомолекулярных соединений. Метод седиментации, центрифугирования, ультрацентрифугирования.

7. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ. Проводники 1-го и 2-го рода. Двойной электрический слой. Электродные процессы. Возникновение разности потенциалов на границе металл-раствор. Равновесный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Электроды сравнения (водородный электрод). Стандартные электродные потенциалы.

Электрохимическая цепь и ее компоненты. Обратимые электрохимические цепи. Гальванический элемент, электролизер. Мембранный потенциал. Доннановское равновесие. Ионселективные электроды (стеклянный электрод). Кондуктометрия. Полярография. Электрофорез.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемые формы контроля знаний

Контрольные работы по темам:

1. Общая характеристика состояния вещества. Химическая кинетика.
2. Растворы и их свойства. Растворы электролитов.
3. Адсорбционные равновесия. Электрохимические свойства растворов.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Балезин, С.А. Основы физической и коллоидной химии. / С.А.Балезин, Б.В.Ерофеев, Н.И. Подобаев. М.: Просвещение, 1975
2. Фридришберг, Д.А. Курс коллоидной химии. / Д.А. Фридришберг. С-Пет.: Химия, 1995
3. Горшков, В.И. Основы физической химии. / В.И. Горшков, И.А. Кузнецов. М.: Изд. МГУ, 1993
4. Физическая химия. / под ред. Б.П.Никольского. Л.: Химия, 1987
5. Краснов, К.С. Молекулы и химическая связь. / К.С. Краснов. М.: Высшая школа, 1984
6. Карапетьянц, М.Х. Строение вещества. / М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. М.: Высшая школа, 1970
7. Еремин, Е.Н. Основы химической кинетики. / Е.Н. Еремин. М.: Высшая школа, 1974
8. Смирнова, Н.А. Молекулярные теории растворов. / Н.А. Смирнова. Л.: Химия, 1987

9. Багоцкий, В.С. Основы электрохимии. / В.С. Багоцкий. М.: Химия, 1988
10. Лопатин, Б.А. Теоретические основы электрохимических методов анализа. / Б.А. Лопатин. М.: Высшая школа, 1975
11. Полторак, О.М. Термодинамика в физической химии. / О.М. Полторак. М.: Высшая школа, 1991
12. Смирнова, Н.А. Методы статистической термодинамики в физической химии. / Н.А. Смирнова. М.: Высшая школа, 1982
13. Герасимов, Я.И. Термодинамика растворов. / Я.И. Герасимов, В.А. Гейдерих. М.: Изд. МГУ, 1980
14. Дуров, В.А. Термодинамическая теория растворов. / В.А. Дуров, Е.П. Агеев. М.: УРСС, 2003

Дополнительная

1. Эткинс, С.П. Физическая химия. В 2 т. / С.П. Эткинс. М.: Мир, 1980.
2. Семиохин, И.А. Кинетика химических реакций. / И.А. Семиохин, Б.В. Страхов, А.И. Осипов. М.: Изд. МГУ, 1995
3. Кнорре, Д.Г. Физическая химия. / Д.Г. Кнорре, Л.Ф. Крылова, В.С. Музыкантов. М.: Высшая школа, 1990
4. Люпис, К. Химическая термодинамика материалов. / К. Люпис. М.: Металлургия, 1989
5. Глазов, В.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия. / В.М. Глазов, Л.М. Павлова. М.: Металлургия, 1988
6. Зацепина, Г.Н. Физические свойства и структура воды. / Г.Н. Зацепина. М.: Изд. МГУ, 1987
7. Эйринг, Г. Основы химической кинетики. / Г. Эйринг, С. Г. Лин, С. М. Лиин. М.: Мир, 1983