

Чагина Н.Б.

**ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ
ПО ФИЗИЧЕСКОЙ И КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ**

Государственное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Поморский государственный университет
им.М.В.Ломоносова»

Н.Б.Чагина

Практические занятия по физической и коллоидной химии
учебное пособие

Рекомендовано УМО по образованию в области подготовки педагогических кадров в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 050101.65 — Химия; направлению 050100.62 — Педагогическое образование (профиль «Химия»)

Архангельск
САФУ

2011

Печатается по решению редакционно-издательского совета Поморского университета

Автор: **Н.Б. Чагина**, кандидат технических наук, доцент кафедры химии ПГУ имени М.В. Ломоносова

Рецензенты: **Т.В. Левандовская**, кандидат химических наук, доцент кафедры химии ПГУ имени М.В. Ломоносова;
Л.Г. Таскаева, кандидат педагогических наук, доцент кафедры химии ПГУ имени М.В. Ломоносова;
О.С. Бровко, кандидат химических наук, старший научный сотрудник ИЭПС УрО РАН

Учебное пособие содержит краткое описание теоретических закономерностей, типовых задач, описание хода лабораторных работ, схемы устройств, рекомендаций по статистической обработке и представлению результатов измерений по основным разделам физической и коллоидной химии. Предназначено для подготовки бакалавров педагогического направления по профилю химии и биологии.

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое пособие представляет собой единый учебный модуль, предназначенный для формирования необходимых компетенций по физической и коллоидной химии, включающий в себя как теоретическую часть – семинарские занятия, так и практическую – лабораторные работы. Первая часть «Теоретические занятия» содержит необходимые сведения по основным направлениям физической и коллоидной химии, являющиеся наиболее значимыми в формировании физической картины химических процессов; перечень обсуждаемых вопросов в рамках каждого отдельного занятия, позволяющий сконцентрировать внимание на наиболее важных моментах в теоретическом материале; задачи разного содержания и уровня сложности, а так же задачи для самостоятельного решения, что позволяет учитывать уровень подготовки студентов различных специальностей по физике и математике. Часть вторая «Лабораторные работы» включает в себя экспериментальные работы по основным темам дидактических единиц физической и коллоидной химии: термохимии, равновесие в гетерогенных системах, растворам, химической кинетике, электрохимии, поверхностным явлениям и свойствам дисперсных систем. Описание лабораторных работ содержит краткую теоретическую основу проводимого опыта, перечень необходимого и имеющегося в наличии оборудования, список реактивов, ход работы. Тематика подобранных работ соответствует темам семинарских занятий, что позволяет на практике закрепить теоретические знания, а так же варьировать проведение эксперимента в зависимости численности студентов в учебной группе и их практических навыков. В третьей части представлены рекомендации по обработке и оформлению результатов эксперимента с примерами. Приложения содержат необходимый математический минимум, а также значения термодинамических потенциалов и констант неорганических и органических веществ, что позволит проводить необходимые расчеты без привлечения дополнительной литературы.

Пособие обобщает опыт преподавания автором физической и коллоидной химии на отделениях химии, биологии, экологии естественно-географического факультета ПГУ им. М.В.Ломоносова и написано в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта курсов «Физическая химия» и «Коллоидная химия» для педагогического направления «химия» высших учебных заведений.

Автор благодарит Матонину Н.А. преподавателя кафедры биомедицинской химии СГМУ за подбор лабораторных работ по коллоидной химии и за помощь в оформлении рисунков, Титову О.Е. – за работу над

3 частью пособия.

Часть 1. Теоретические занятия

1.1. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Химическая реакция заключается в разрыве одних связей и образовании других связей, поэтому она сопровождается выделением или поглощением энергии в виде теплоты, излучения, работы расширения идеальных газов. Энергией называется мера взаимодействия и движения материальных систем.

Системой называют тело или группу тел, отделенных от окружающей среды реальной или воображаемой поверхностью раздела. В зависимости от способности системы к обмену энергией и веществом с окружающей средой выделяют системы открытые, закрытые и изолированные. Полная энергия системы представляет собой сумму кинетической и потенциальной энергии системы как целого и её внутренней энергии. Внутренняя энергия (U) – это запас энергии системы, состоящий из кинетической энергии движения составляющих ее частиц (молекул, атомов, ионов, электронов и др.) и потенциальной энергии их взаимодействия. Можно с достаточной точностью определить изменение внутренней энергии системы при ее переходе из одного состояния в другое по количеству энергии, принимаемой системой или отдаваемой ею.

Переход системы из одного состояния в другое называется процессом. Различают следующие виды процессов: изотермический, изобарный, изохорный. Химические реакции обычно протекают при постоянном давлении или при постоянном объеме, т. е. являются изобарными или изохорными процессами. Из первого закона термодинамики ($\delta Q = dU + \delta A$) следует, что при этих условиях теплота процесса является функцией состояния. При постоянном объеме теплота равна изменению внутренней энергии ($\delta Q = dU$), а при постоянном давлении – изменению энтальпии ($\delta Q = dH$). Эти равенства в применении к химическим реакциям составляют суть закона Гесса:

Тепловой эффект химической реакции, протекающей при постоянном давлении или при постоянном объеме, не зависит от пути реакции, а определяется только состоянием реагентов и продуктов реакции.

Другими словами, тепловой эффект химической реакции равен изменению функции состояния.

В термохимии теплота считается положительной, если она выделяется в окружающую среду, т.е. когда теплосодержание системы уменьшается.

1.6.2. Молекулярно - кинетические свойства дисперсных систем.....	47
1.6.3. Коллоидное состояние вещества	48
ЧАСТЬ 2. Лабораторные работы.....	49
2.1. Калориметрия.....	49
2.1.1. Измерение интегральной теплоты растворения.....	53
2.1.2. Определение теплоты образования кристаллогидрата.....	54
2.1.3. Определение теплоты диссоциации слабой кислоты.....	56
2.2. Криометрия.....	58
2.2.1. Определение массы навески неэлектролита методом криометрии.....	61
2.2.2. Определение осмотической концентрации раствора методом криометрии.....	62
2.2.3. Определение изотонического коэффициента и степени диссоциации слабого электролита в водном растворе.....	63
2.3. Неограниченно смешивающиеся жидкости.....	64
2.3.1. Построение диаграммы температура кипения – состав системы (вода – уксусная кислота).....	64
2.3.2. Построение диаграммы температура кипения – состав системы с азеотропом (вода – азотная кислота).....	66
2.4. Ограниченно смешивающиеся жидкости.....	69
2.4.1. Построение диаграммы ограниченно смешивающихся жидкостей системы (вода – анилин).....	70
2.5. Экстракция.....	71
2.5.1. Распределение карбоновой кислоты между двумя несмешивающимися фазами.....	71
2.5.2. Определение коэффициента распределения дибазола экстракционно – фотометрическим методом.....	73
2.6. Термический анализ.....	74
2.6.1. Построение диаграммы состояния бинарной системы (фенол – нафталин).....	77
2.7. Трехкомпонентные системы с ограниченно смешивающимися жидкостями.....	78
2.7.1. Построение диаграммы системы (хлороформ – вода – уксусная кислота).....	78
2.8. Химическая кинетика.....	80
2.8.1. Изучение кинетики реакции гидролиза сахарозы.....	80
2.8.2. Изучение кинетики реакции окисления йодоводорода пероксидом водорода в присутствии молибдата аммония.....	83
2.9. Кондуктометрия. Метод ЭДС.....	85
2.9.1. Измерение электропроводности растворов.....	86
2.9.2. Определение константы диссоциации слабой кислоты по электропроводности раствора.....	87
2.9.3. Потенциометрическое определение рН растворов.....	89

2.9.4. Потенциометрическое титрование смеси сильной и слабой кислот.....	91
2.10. Поверхностные явления и дисперсные системы.....	93
2.10.1. Измерение поверхностного натяжения и исследование поверхностной активности в гомологическом ряду.....	93
2.10.2. Изучение адсорбции ПАВ на угле.....	95
2.10.3. Определение ККМ мицеллообразования по измерению электропроводности растворов ПАВ.....	96
2.10.4. Определение ККМ прометазина потенциометрическим методом.....	98
2.10.5. Определение ККМ ПАВ титрованием с цветным индикатором.....	98
2.10.6. Определение солюбилизирующей способности ПАВ рефрактометрическим методом.....	99
2.10.7. Получение лиофобных дисперсных систем.....	100
2.10.8. Определение размеров коллоидных частиц.....	106
2.10.9. Определение знака заряда золей гидроксида железа (III) и берлинской лазури методом капиллярного подъема.....	107
2.10.10. Взаимная коагуляция золей.....	108
2.10.11. Исследование коагуляции золей с помощью фотоэлектрокалориметра.....	109
2.10.12. Исследование коагуляции золей в зависимости от заряда иона-коагулянта.....	110
2.10.13. Исследование защитного действия ВМС на устойчивость золей.....	114
ЧАСТЬ 3. Обработка результатов измерений.....	117
3.1. Виды погрешностей измерений.....	117
3.2. Описание количественных переменных.....	119
3.3. Доверительный интервал и доверительная надежность измерения.....	120
3.4. Обработка результатов измерений.....	120
3.4.1. Обработка результатов прямых измерений.....	120
3.4.2. Обработка результатов косвенных измерений.....	121
3.5. Оформление результатов измерений.....	121
3.5.1. Составление таблиц.....	121
3.5.2. Построение графиков.....	122
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	124
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	128
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	133
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	134