

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 золь гидроксид железа (III) и берлинской лазури методом капиллярного подъема..... | 107 |
| 2.10.10. Взаимная коагуляция золь..... | 108 |
| 2.10.11. Исследование коагуляции золь с помощью фотоэлектрокалориметра..... | 109 |
| 2.10.12. Исследование коагуляции золь в зависимости от заряда иона-коагулянта..... | 110 |
| 2.10.13. Исследование защитного действия ВМС на устойчивость золь..... | 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 |