

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧЕРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

250404 «Технология переработка древесины»
240308 « Аналитический контроль качества химических
соединений»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Для выполнения контрольной работы по дисциплине
«Физическая и коллоидная химия»

Братск 2013

Составила (разработала) Колгина М.Г., преподаватель кафедры ХТД

Рассмотрено на заседании кафедры ХТД

« _____ » _____ 20__ г.

(Подпись зав. кафедрой)

Одобрено и утверждено редакционным советом

(Подпись председателя РС)

« _____ » _____ 20__ г.

№ _____

Содержание

Введение	4
Тема 1 Молекулярно-кинетическая теория	5
Тема 2 Основы химической термодинамики	9
Тема 3 Химическая кинетика, катализ	11
Тема 4 Химическое равновесие	15
Тема 5 Растворы	16
Тема 6 Электрохимия	18
Тема 7 Дисперсные системы	21
Тема 8 Растворы ВМС	23
Тема 9 Грубодисперсные системы	24
Контрольная работа 1	25
Заключение	29
Список использованных источников	30

Введение

Программой предмета "Физическая и коллоидная химия" предусматривается изучение основных законов физической химии, а так же применение их в практике различных химических производств, в том числе и в целлюлозно-бумажной промышленности.

Основной формой работы учащегося-заочника над курсом физической химии является самостоятельное изучение материала по рекомендованным учебникам. Кроме рекомендованных учебников можно использовать любые для среднего специального и высшего образования.

Работа предназначена для самостоятельной подготовки студентов к выполнению заданной контрольной работы, выполнению самой работы и подготовки к экзамену. Согласно плану предлагается выполнить одну, контрольную работу, охватывающую весь учебный материал.

Тема 1 Молекулярно-кинетическая теория агрегатных состояний вещества

Идеальные газы. Простейшие газовые законы: Бойля-Мариотта, Шарля, Гей-Люссака, Авогадро. Уравнение состояния идеального газа, газовая постоянная, газовые смеси, закон Дальтона, выражение состава газовой смеси.

Реальные газы, уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа, критическое состояние газа. Общая характеристика жидкого состояния. Поверхностное состояние жидкостей, его измерение. Вязкость жидкостей, методы определения вязкости. Испарение и кипение жидкостей. Плавление и отвердевание. Основные типы кристаллических решеток.

Методические указания

При обычных условиях все вещества могут находиться в одном из трех агрегатных состояний, а при определенных условиях во всех одновременно.

Газообразное состояние вещества характеризуется тремя основными параметрами: объемом (V), давлением (P) и температурой (T). Необходимо усвоить понятие "идеальный газ" т.е. не имеющий собственного объема молекул и сил взаимодействия между ними, в отличие от реального газа.

Основным уравнением состояния идеального газа является уравнение Менделеева-Клайперона, которое объединяет законы идеальных газов, Бойля-Мариотта, Шарля и Гей-Люссака и может быть применено к реальному в условиях малого давления и высоких температур. Обратите внимание на понятия "нормальные условия" и запомните значение параметров, а также универсальной газовой постоянной. Уделите внимание уравнениям, характеризующим реальный газ в области средних давлений - уравнение Ван-дер-Ваальса и высоких давлений - уравнение состояния с поправочным коэффициентом, который находится по критическим температурам и давлению, являющимися индивидуальными для каждого: газа. Большое значение для химических производств имеют газовые смеси состав которых может быть выражен в массовых, объемных, мольных долях и процентах.

Усвойте понятие парциального давления и объема, а так же закон Дальтона, которому подчиняются идеальные газовые смеси.

При изучении жидкого состояния веществ необходимо усвоить основные свойства жидкостей, отличие жидкостей от твердых и газообразных веществ. Обратите внимание на поверхностное натяжение жидкостей, изучите методы определения поверхностного натяжения жидкостей.

- а) по капиллярному поднятию;
- б) по массе капли (сталагмометр).

Особое внимание следует уделить понятию вязкости жидкости её зависимости от температуры, и методы определения вязкости

- а) по скорости падения шарика;
- б) по скорости истечения жидкости через капилляр (вискозиметр).

Уясните, что жидкость может испаряться при любой температуре, что давление пара над жидкостью повышается с повышением температуры, кипение же жидкости связано с давлением пара над жидкостью и атмосферным.

При изучении твердого состояния вещества обратите внимание на

возможность существования в двух состояниях: кристаллическом и аморфном. Кристаллические тела в отличие от аморфных имеют строго определенное расположение частиц в пространства (кристаллическую решетку) и ярко выраженные температуры плавления. Аморфные тела рассматриваются, как переохлажденные жидкости с огромной вязкостью. Изучите так же вопрос о стеклообразном состоянии.

Приводим примеры решения задач:

Пример :1 Газ под давлением $1,2 \cdot 10^5$ Па занимает объем 4,5 л. Каково будет давление, если не изменяя температуры, увеличить объём до $0,0055 \text{ м}^3$.

Дано:

$$P_1 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_1 = 4,5 \text{ л} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$V_2 = 0,0055 \text{ м}^3$$

$$T = \text{const}$$

Решение: Используем

уравнение Бойля-Мариотта

$$P_1 / P_2 = V_2 / V_1 \quad ,$$

следовательно

$$P_2 = P_1 \cdot V_1 / V_2 =$$

$$1,2 \cdot 10^5 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3} / 0,0055 = 9,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

Пример 2: Давление газа в закрытом сосуде при 31°C равно $1,12 \cdot 10^5$ Па. До какой температуры нужно охладить газ, чтобы давление его стало нормальным, т.е. 10^5 Па?

Дано:

$$T_1 = 31 + 273 = 304^\circ\text{C}$$

$$P_1 = 1,12 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$P_2 = 10^5 \text{ Па}$$

T_2 - ?

Решение: Используем уравнение

$$P_1 / P_2 = T_1 / T_2$$

$$T_2 = P_2 \cdot T_1 / P_1$$

$$T_2 = 10^5 \cdot 304 / 1,12 \cdot 10^5 = 271,4^\circ\text{C}$$

Пример 3: При 37°C объем газа равен $0,5 \text{ м}^3$. Какой объем займет газ при 100°C , если давление его останется неизменным?

$$T_1 = 37 + 273^\circ\text{C} = 310\text{K}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ м}^3$$

$$T_2 = 100 + 273 = 373^\circ\text{C}$$

V_2 - ?

Решение

$$T_1 / T_2 = V_1 / V_2$$

$$V_2 = V_1 \cdot T_2 / T_1$$

$$V_2 = 0,5 \cdot 373 / 310 = 0,6 \text{ м}^3$$

Пример 4 Сколько м^3 водорода образуется при взаимодействии 200кг железа с водяным паром при температуре 25°C и давлении $9,57 \cdot 10^4 \text{ Па}$?

Дано:

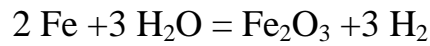
Запишем уравнение реакции

$$T = 25^{\circ} + 273 = 298\text{K}$$

$$P = 9,57 \cdot 10^4 \text{Па}$$

$$R = 8314 \text{ Дж/кмоль} \cdot \text{К}$$

$$M_{\text{Fe}} = 200 \text{кг}$$



Вычислим массу получаемого водорода

$$m_{\text{H}_2} = 2m_{\text{Fe}} \cdot 3M_{\text{H}_2} / 2M_{\text{Fe}}$$

$$m_{\text{H}_2} = 2 \cdot 200 \cdot 3 \cdot 2 / 2 \cdot 56 = 21,43 \text{кг}$$

Используем уравнение состояния

$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T / M$$

$$V = m \cdot R \cdot T / P \cdot M$$

$$V = 21,43 \cdot 8,314 \cdot 10^3 \cdot 298 / 9,57 \cdot 10^4 \cdot 2 = 173, \text{м}^3$$

V - ?

Пример 5: При 27°C и 106600 Па масса $0,38 \text{ л}$ газа равна $0,455 \text{ г}$. Определить молекулярную массу (в кг) газа.

Дано:

$$T = 27 + 273 = 300\text{K}$$

$$P = 106600 \text{Па}$$

$$V = 0,38 \cdot 10^{-3} \text{м}^3$$

$$M = 0,455 \cdot 10^{-3} \text{кг}$$

$$R = 8,314 \cdot 10^3 \text{ Дж/Моль} \cdot \text{К}$$

Решение:

Используем уравнение состояния

$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T / M$$

$$M = m \cdot R \cdot T / P \cdot V$$

$$M = 0,455 \cdot 10^{-3} \cdot 8,314 \cdot 10^3 \cdot 300 / 106600 \cdot 0,38 \cdot 10^{-3}$$

M - ?

Пример 7: Сухой воздух имеет примерно следующий состав (%): $\text{N}_2 = 78,09$; $\text{O}_2 = 20,95$; $\text{Ar} = 0,93$; $\text{CO}_2 = 0,03$. Определить массу 40 м^3 сухого воздуха при 22°C и нормальном давлении (давление нормальное 10^5 Па)

Дано: Решение:

$$T = 22^{\circ} + 273^{\circ} = 295\text{K}$$

$$P_{\text{об}} = 10^5 \text{Па}$$

$$V_{\text{об}} = 40 \text{ м}^3$$

$$R = 8,314 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$$

m - ?

По следствию из закона
Дальтона.

$$M_{\text{ср}} = M_{\text{N}_2} \cdot r_{\text{N}_2} + M_{\text{O}_2} \cdot r_{\text{O}_2} + M_{\text{Ar}} \cdot r_{\text{Ar}} + M_{\text{CO}_2} \cdot r_{\text{CO}_2}$$

$$M_{\text{ср}} = 28 \cdot 0,7809 + 32 \cdot 0,2095 + 40 \cdot 0,0093 + 44 \cdot 0,0003 = 29 \text{кг}$$

массу вычисляем по уравнению

состояния газовой смеси:

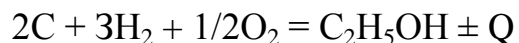
$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T / M$$

$$m = P \cdot V \cdot M / R \cdot T$$

$$m = 10^5 \cdot 40 \cdot 29 / 8,314 \cdot 10^3 \cdot 295 = 47,3 \text{кг}$$

Вопросы для самопроверки

1. Какими основными законами можно охарактеризовать идеальный газ?
2. В чем отличие реального газа от идеального, и какими уравнениями его охарактеризовать?
3. В чем выражается состав газовой смеси, какая смесь будет идеальной?
4. Сравнить изотермы идеального и реального газов?
5. Что такое поверхностное натяжение и как его измерить?
6. Как определить вязкость жидкостей и каково ее значение в технологических процессах?
7. Как объяснить с точки зрения молекулярно-кинетической теории испарение и кипение жидкостей?
8. Как отличить кристаллическое состояние тела от аморфного состояния?



Если теплоты сгорания углерода, водорода и этилового спирта соответственно равны (кДж/моль): 395; 296; 1368.

Решение: используем второе следствие из закона Гесса:

$$Q_{\text{реак}} = \sum Q_{\text{сгор.исход}} - \sum Q_{\text{сгор.прод}}$$

$$Q_{\text{реакц}} = 2 * 395 + 3 * 296 - 1368 = 310 \text{ кДж/моль}$$

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие уравнения называются термохимическими?
- 2 Сформулируйте закон Гесса.
- 3 Почему при нейтрализации 1 моля сильной кислоты 1 молем щелочи всегда выделяется одно и то же количество тепла?
- 4 Как определяют теплотворную способность топлива?
- 5 Дайте понятие энтальпии веществ, внутренней энергии химической системы.
- 6 Следствием чего является тепловой эффект?
- 7 Как различают реакции по тепловому эффекту?
- 8 Что представляют собой основные термодинамические функции: энтальпия, энтропия, изобарно-изотермический потенциал Гиббса, изохорно-изотермический потенциал Гельмгольца?

Тема 3 Химическая кинетика. Катализ

Понятие о скорости химических реакций. Влияние концентраций реагирующих веществ на скорость реакции. Закон действующих масс. Константа скорости химических реакций. Кинетическая классификация химических реакций. Влияние температуры и других факторов на скорость реакции. Энергия активации. Сложные реакции: параллельные, последовательные, обратимые.

Кинетика гетерогенных реакций.

Понятие о катализе. Катализ гомогенный и гетерогенный. Положительный и отрицательный катализ. Автокатализ. Теория гомогенного и гетерогенного катализа. Каталитические яды. Промоторы. Промышленное применение катализаторов. Особенности фотохимических реакций. Фотосинтез.

Вопросы для самопроверки

1. Что называется скоростью химической реакции?
2. Какие факторы влияют на скорость химической реакции?
3. Какие реакции относятся к моно, бимолекулярным и тримолекулярным реакциям?
4. Что такое кинетическое уравнение и его вид для реакций разного порядка?
5. Как рассматривает теория активации ход реакции?
6. Что такое адсорбция, какие виды поглощения еще знаете?
7. Что такое катализ, катализатор, ингибитор?
8. Виды катализа.

Методические указания

Химической кинетикой называется учение о скорости химических реакций о зависимости скорости от различных факторов.

Изучение химической кинетики следует начинать с гомогенных реакций, т.е. с реакций, протекающих в однородных системах (газах или растворах).

Скорость химической реакции определяется изменением концентрации веществ в единицу времени. Согласно закону действия масс, скорость химической реакции прямо пропорциональна концентрации реагирующих веществ в степени, равной коэффициенту перед формулой данного вещества.

Необходимым условием протекания реакции является столкновение между молекулами реагирующих веществ. Частота столкновений молекул зависит от числа молекул в единице объема, т.е. от концентрации. Однако не каждое столкновение молекул приводит к химической реакции. Кинетическая теория объясняет это тем, что среди общего числа молекул существуют активные. Химическая реакция происходит только при столкновении активных молекул.

Следует ознакомиться с кинетической классификацией химических реакций по числу молекул, принимающих участие в химической реакции, и по порядку реакций.

Многие сложные реакции протекают как несколько простых реакций. К ним относятся параллельные реакции, протекающие одновременно в нескольких направлениях, ν последовательные реакции, которые протекают с образованием промежуточных продуктов.

Реакции, состоящие как бы из цепи последовательных протекающих процессов, называются цепными.

Цепные реакции имеют большое значение во многих химических процессах, в частности, в процессах горения.

Очень важным фактором, влияющим на скорость реакции, является температура. Повышение температуры на 10°C вызывает ускорение процесса в 2-4 раза, (правило Вант-Гоффа).

Гетерогенными называются системы, состоящие из нескольких частей различающихся по физическим и химическим свойствам, и отделенные друг друга поверхностями раздела. Отдельные однородные части системы называются фазами. Лед - вода - пар - это гетерогенная система, состоящая трех фаз.

Скорость гетерогенной реакции зависит не только от концентрации реагирующих веществ и температуры, но и от величины поверхности соприкосновения между реагирующими фазами.

Важным фактором ускорения гетерогенной реакции является диффузия. Поэтому для ускорения процесса, протекающего по диффузионной кинетике, применяют перемешивание.

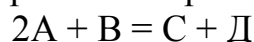
На скорость реакции в значительной степени влияют катализаторы. Необходимо изучить, действие положительных и отрицательных катализаторов в гомогенной и гетерогенной среде.

Главную роль в гетерогенном катализе играет адсорбция, т.е. поглощение молекул реагирующих веществ поверхностью катализатора. Следует обратить внимание на специфичность действия катализаторов и на их способность отравляться незначительными примесями посторонних веществ.

Обратите внимание на широкое применение катализаторов промышленности.

Необходимо научиться решать задачи.

Пример 1: Как изменяется скорость прямой и обратной реакции.



если увеличить давление в 3 раза.

Решение: Если увеличить давление в 3 раза, то и мольные концентрации вещества увеличатся во столько же раз. Используем закон действия масс.

$$V_{\text{реак}} = k \cdot c_A^{n1} \cdot c_B^{n2}$$

$$V_{\text{пр.реакц}} = k \cdot C_A^2 \cdot C_B = k \cdot (3C_A)^2 \cdot 3C_B = 27k \cdot C_A^2 \cdot C_B$$

$$V_{\text{обр. реакц}} = k \cdot C_C \cdot C_D = k \cdot 3C_C \cdot 3C_D = 9k \cdot C_C \cdot C_D$$

т.е. скорость прямой реакции возросла в 27 раз, а обратной в 9 раз.

Вопросы для самопроверки

- 1 Что называется скоростью химической реакции?
- 2 Какие факторы влияют на скорость реакции?
- 3 Какое уравнение называется кинетическим и его вид для реакций разного порядка.
- 4 Как рассматривает теория активации ход реакции?

- 5 Особенности протекания параллельных и последовательных реакций.
- 6 Что такое катализ, катализатор, ингибитор?
- 7 Виды катализа?
- 8 Особенности гетерогенного катализа.
- 9 Какие существуют виды сорбции?
- 10 От каких факторов зависит адсорбция?
- 11 Где применяется адсорбция?

Тема 4 Химическое равновесие

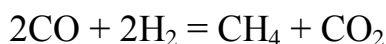
Обратимые и необратимые процессы. Химическое равновесие. Вывод константы равновесия. Факторы, влияющие на равновесие, принцип Ле-Шателье. Методы управления химическими процессами.

Методические указания

При изучении данной темы обратите особое внимание на то, что при наступлении равновесия химические процессы не прекращаются, но скорости прямого и обратного процессов равны.

Необходимо усвоить основные признаки, характеризующие истинное химическое равновесие. Необходимо понять и уметь вывести закон действия масс для обратимых систем, а также соотношение между константами выраженные через концентрации и давление. Нужно продумать принцип Ле-Шателье и уметь его использовать для определения смещения равновесия при изменении внешних условий, концентрации, температуры, давления.

Пример 1: Константа равновесия реакции K_p при 350°C равна $2,32 \cdot 10^{-3}$



Вычислить K_c реакции при этой температуре

Дано:

$$K_p = 2,32 \cdot 10^{-3}$$

Используем соотношение между

константами

$$T = 350 + 273 = 623\text{K}$$

$$R = 8314 \text{ Дж/кмоль} \cdot \text{K}$$

K_c - ?

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\sum n}$$

$$K_c = K_p / (R \cdot T)^{\sum n}$$

$$\sum n = \sum n_{\text{прод}} - \sum n_{\text{исх}}$$

$$\sum n = 1 + 1 - (2 + 2) = -2$$

$$K_c = K_p / (R \cdot T)^{-2} = K_p \cdot (R \cdot T)^2$$

$$K_c = 2,32 \cdot 10^{-3} \cdot (8314 \cdot 623)^2 = 6,22 \cdot 10^{10}$$

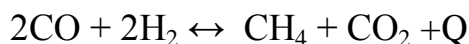
Пример 2: В какую сторону смещается равновесие реакции



при повышении давления и температуры.

Решение:

Согласно принципу Ле - Шателье увеличение температуры смещает равновесие в сторону эндотермической реакции, а увеличение давления - в сторону меньшего числа молей



← увеличение температуры; → увеличение давления.

Тема 5 Растворы

Растворы - физико-химические системы. Концентрация раствора. Сольватная теория растворов. Осмотическое давление растворов не электролитов и электролитов. Давление пара над раствором, закон Рауля. Замерзание и кипение растворов. Давление пара над смесью неограниченно растворимых жидкостей. Перегонка жидких смесей. Ректификация системы с положительным и отрицательным отклонением от закона Рауля. Азеотропные смеси. Закон распределения и закон экстракции. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри.

Методические указания

При изучении данной темы вспомните, что называется растворами, в чем выражается основная характеристика раствора - концентрация. Обратите , что давление пара над раствором всегда ниже чем над чистым растворителем и понижение зависит от концентрации.

Для чистых веществ характерны определенные температуры замерзания и кипения. Присутствие постороннего вещества понижает температуру замерзания и повышает температуру кипения раствора. Для раствора характерно так же осмотическое давление пропорциональное молярной концентрации и абсолютной температуре. Жидкости по-разному растворяются друг в друге, и давление пара над смесью будет зависеть от состава жидкой смеси. На практике часто необходимо разделить жидкую смесь на составные компоненты, для чего пользуются перегонкой. Обратите внимание на виды перегонки и что в промышленности в основном используют ректификацию. Если смесь имеет тот же состав, что и пар над ней, то разделить перегонкой ее нельзя, такие смеси называются азеотропными. Большое значение в химической промышленности имеет растворимость газа в жидкостях. Обратите внимание на такие факторы, как температура, давление, особенности растворимости смеси газов.

Приводим примеры решения задач.

Пример 1: В 300г воды растворили 20г соли. Определить процентную концентрацию полученного раствора

Дано:

$$G=300\text{г};$$

$$m = 20\text{г}$$

Решение :

Расчет ведем по формуле:

$$C_{\%} = m \cdot 100 / (m + G)$$

$$C_{\%} = 20 \cdot 100 / (20 + 300) = 6,25\%$$

Пример 2 Вычислить молярность 20% раствора серной кислоты.

Плотность раствора $1,25\text{г}/\text{см}^3$

Дано:

Решение

$$C\% = 20\%$$

$$\rho = 1,25 \text{ г/см}^3$$

$$M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98 \text{ г}$$

$$C_M - ?$$

$$C_M = C\% \cdot \rho \cdot 10 / M$$

$$C_M = 20 \cdot 1,25 \cdot 10 / 98 = 2,55 \text{ М}$$

Пример 3: При какой температуре будет замерзать 40% раствор этилового спирта в воде?

Дано:

$$C\% = 40\%$$

$$m = 40 \text{ г}$$

$$G = 60 \text{ г}$$

$$E_z = 1,86 \text{ (табл)}$$

$$M_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 46 \text{ г}$$

$$T_{z \text{ p-ра}} - ?$$

Решение

используем формулу для неэлектролитов

$$\Delta T_z = E_z \cdot m \cdot 1000 / G \cdot M$$

$$\Delta T_z = 1,86 \cdot 40 \cdot 1000 / 60 \cdot 46 = 26,95^\circ \text{C}$$

$$\Delta T_z = T_{z \text{ p-ля}} - T_{z \text{ p-ра}}$$

$$T_{z \text{ p-ра}} = T_{z \text{ p-ля}} - \Delta T$$

$$T_{z \text{ p-ра}} = 0^\circ - 26,95^\circ = -26,95^\circ \text{C}$$

Пример 4: Определить температуру кипения 10% раствора NaCl, если степень диссоциации соли 65%

Дано:

$$C\% = 10\%$$

$$m = 10 \text{ г}$$

$$G = 90 \text{ г}$$

$$a = 65\%$$

$$E_k = 0,516 \text{ (табл)}$$

$$M_{\text{NaCl}} = 58,5 \text{ г}$$

$$T_{k \text{ p-ра}} - ?$$

Решение

Используем формулу для электролитов:

$$\Delta T_k = i \cdot E_k \cdot m \cdot 1000 / G \cdot M$$

$$i = 1 + (k-1) \cdot a$$

$$i = 1 + (2-1) \cdot 0,65 = 1,65$$

$$\Delta T_k = 1,65 \cdot 0,516 \cdot 10 \cdot 1000 / 58,5 \cdot 90 = 1,65^\circ$$

$$\Delta T_k = T_{k \text{ p-ра}} - T_{k \text{ p-ля}}$$

$$\Delta T_{k \text{ p-ра}} = 100^\circ + 1,65^\circ = 101,65^\circ \text{C}$$

Тема 6 Электрохимия

Проводники первого и второго рода. Удельная и эквивалентная электропроводность. Скорость и подвижность ионов, закон Кольрауша. Константа диссоциации, закон разведения Оствальда.

Теория получения электрического тока в гальванических элементах. Гальванические элементы Якоби-Даниэля, Вестона. Электродные потенциалы и их измерение. Электроды сравнения водородный, каломельный. Индикаторные электроды. Методы определения ЭДС и рН раствора. Электролиз, законы Фарадея.

Методические указания

В процессе изучения темы нужно усвоить различие между механизмом прохождения тока через проводники первого рода (электронная) и второго рода (ионная). Электропроводность растворов определяется скоростью или подвижностью ионов. Знакомясь с методами определения удельной и эквивалентной электропроводностью, обратите внимание -на их зависимость от концентрации ионов и от степени диссоциации данного иона электролита, а степень диссоциации показывает долю молекул распавшихся на ионы по отношению к общему числу молекул, выраженную в процентах. Степень диссоциации зависит от природы растворенного вещества и растворителя, а также от степени разбавления и температуры. Очень важное значение для технологических процессов имеет рН среды, которое определяется концентрацией водородных ионов. При необходимости иметь раствора с постоянной концентрацией водородных ионов пользуются буферными растворами, рН которых почти не изменяется от прибавления сильных кислот или щелочей в небольших количествах.

При изучении гальванических элементов следует обратить внимание на системы, состоящие из металла, погруженного в раствор его соли (электроды первого рода) и из металла, покрытого нерастворимой солью этого металла и погруженного в легкорастворимую соль с тем же анионом (электроды второго рода), а также на системы, состоящие из двух электродов (гальванические элементы).

Следует усвоить, что в гальванических элементах электрическая энергия добывается путем химической реакции, в основе которой лежат окислительно-восстановительные процессы. Окисление и восстановление происходит раздельно, в результате чего возникает разность потенциалов между полюсами, которая и является электродвижущей силой данного элемента ЭДС.

Гальванический элемент может быть построен из двух разных металлов разной активности, погруженных в раствор солей этих металлов, причем более активный металл всегда будет заряжаться отрицательно , а

менее активный - положительно. Гальванический элемент имеет определенную форму записи, например:



Применение гальванических элементов для аналитических целей основано на измерении ЭДС гальванических цепей. Такие измерения называются потенциометрическими. При помощи потенциометров определяют рН среды, особенно в тех случаях, когда приходится иметь дело с окрашенными непрозрачными растворами. Ознакомьтесь также с основными законами электролиза, который лежит в основе многих электрохимических производств.

Приводим примеры решения задач:

Пример 1. Вычислить при 25°C потенциал электрода цинка, погруженного в раствор с концентрацией ионов цинка 0,25 г-ион/л.

Дано:

$$T = 25^{\circ}\text{C}$$

$$E_{\text{Zn}}^0 = -0,763\text{В (табл)}$$

$$C_{\text{Zn}^{+2}} = 0,25\text{г-ион/л}$$

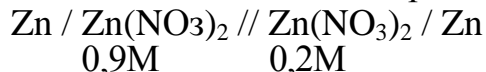
$$n = 2$$

Решение:

$$E_{\text{Zn}} = E_{\text{Zn}}^0 + 0,059 \cdot \lg C_{\text{Zn}^{+2}}/n$$

$$E_{\text{Zn}} = -0,763 + 0,059 \cdot \lg 0,25/2 = -0,68\text{В}$$

Пример 2. Вычислить ЭДС гальванического элемента при 25°C



если соли полностью диссоциированы

т.к. оба электролита одного металла - элемент концентрированный

Дано:

$$C_1 = 0,9\text{М}$$

$$C_2 = 0,2\text{М}$$

E - ?

Решение:

$$E_{\text{конц}} = 0,059/n \cdot \lg C_1/C_2$$

$$E_{\text{конц}} = 0,059/2 \cdot \lg 0,9/0,2 = 0,019\text{В}$$

Пример 3. При электролизе раствора нитрата хрома в течении 12 минут на катоде выделится 0,29г хрома. Вычислить силу тока.

Дано:

$$\tau = 12\text{мин} = 720\text{с}$$

$$m = 0,29\text{г}$$

I - ?

Решение:

$$m = k \cdot I \cdot \tau$$

$$I = m / k \cdot \tau$$

$$K = \mathcal{E} / 96500$$

$$I = m \cdot 96500 / \mathcal{E} \cdot \tau$$

$$\mathcal{E} = M / n = 60 / 3 = 20$$

$$I = 0,29 * 96500 / 20 * 720 = 1,94 \text{ A}$$

Вопросы для самопроверки

1. Какова зависимость удельной и эквивалентной электропроводности?
2. Чем объясняются и от чего зависит электропроводность растворов электролитов?
3. Для каких электролитов установлен закон разведения?
4. Каково действие буферного раствора?
5. Как устроены электроды первого и второго рода?
6. Для чего применяют гальванические элементы в химии?
7. Как можно измерить э.д.с. гальванического элемента и рН раствора?
8. Что такое электролиз?

Тема 7 Дисперсные системы

Классификация дисперсных систем по степени дисперсности и характеру дисперсной фазы и дисперсной среды. Получение и очистка коллоидных растворов. Молекулярно-кинетические свойства золей. Поверхностное явление, адсорбция. Адсорбция жидкостями и твердыми телами. Смачивание. Ионная и ионообменная адсорбция.

Электрокинетические явления, электроосмос и электрофорез. Электрокинетический потенциал. Строение коллоидных частиц. Явление коагуляции пептизация. Структурно - механические свойства дисперсных систем. Коллоидные поверхностно - активные вещества.

Методические указания

Приступая к изучению коллоидной химии, следует ознакомиться с теми понятиями, как степень дисперсности, дисперсная фаза, дисперсная среда. Следует понять, что одно и то же вещество в зависимости от условий может находиться в коллоидном состоянии или в виде кристаллоида. Изучение коллоидного состояния вещества имеет большое значение для более глубокого понимания технологических процессов самых разнообразных отраслей промышленности.

Получение коллоидных систем основано на применении дисперсных конденсационных методов. Различают методы механического, электрического и химического диспергирования. Методы конденсации весьма разнообразны и чаще всего применяются на практике, подразделяются на физические и химические. В основе химических методов конденсации лежат химические реакции, в результате которых образуются труднодоступные вещества. Наиболее характерными свойствами являются молекулярно-кинетические, к которым относятся броуновское движение, диффузия и осмотическое давление. Коллоидные частицы имеют больший размер чем в молекулярных растворах и этим объясняются особенности молекулярно-кинетических и оптических свойств. Оптические свойства золей объясняются явлением дифракции. К ним относятся эффект Фарадея - Тиндаля, опалесценция и окраска золей. Дисперсные системы имеют большой запас свободной энергии, за счет неуравновешенных сил притяжения молекул поверхностного слоя и большой поверхности всех дисперсных частиц. Вещества, имеющие большую поверхность, способны поглощать часть газообразных или растворенных в жидкости веществ. Поглощение вещества из внешней среды называется сорбцией. Наибольшее значение из всех видов поглощения имеет адсорбция. Особенности адсорбции поверхностью кристалла и различная способность ионов к адсорбции лежит в основе строения коллоидных частиц, основными элементами которых является ядро, потенциалопределяющее и противоионы.

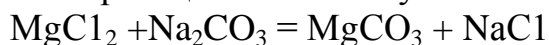
Отличительной особенностью золей является их относительная устойчивость. Под влиянием различных факторов: температуры, света, добавлении электролита, происходит укрупнение частиц, т.е. коагуляция, которая объясняется уменьшением сил отталкивания, т.е. электрокинетического потенциала. Процесс обратный коагуляции называется пептизацией.

При пропускании постоянного электрического тока через коллоидную систему происходит перемещение частиц в одних случаях к катоду, а в других - к аноду. Это явление получило название электрофореза.

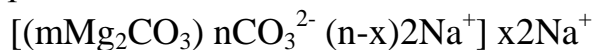
Следует обратить внимание на структурно-механические свойства дисперсных систем и свойства и практическое значение коллоидных ПАВ.

Пример 1. Какова формула и строение мицеллы карбоната магния, полученного при взаимодействии хлорида магния и соды в избытке соды⁹

Решение: Составляем реакцию согласно условию:



если в избытке сода, то строение мицеллы:



ядро потенциал- противо-ионы
определяющие

Вопросы для самопроверки

1. Какую систему называют коллоидной?
2. Что называется степенью дисперсности?
3. Как получают золи?
4. Какие существуют виды сорбции?
5. От каких факторов зависит адсорбция?
6. Где применяется адсорбция?
7. От чего зависит устойчивость коллоидных систем?
8. Что вызывает коагуляцию золя?
9. Как происходит пептизация и почему?
10. Что называется электрофорезом?

Тема 8 Растворы высокомолекулярных соединений

Особенности растворов высокомолекулярных соединений. Набухание полимеров. Вязкость растворов ВМС. Высаливание и застудневание полимеров. Явление защиты, флокуляция.

Методические указания

При изучении этой темы обратите внимание на сходство и различие высокомолекулярных соединений с типичным коллоидным раствором, на ограниченное и неограниченное набухание ВМС и зависимость набухания от различных факторов. Изучите вопрос о застудневании растворов ВМС, способность к высаливанию и защите.

Вопросы для самопроверки

- 1 Каковы методы получения высокомолекулярных соединений?
- 2 Что такое набухание и от чего зависит?
- 3 Что такое студни, и их свойства?
- 4 В чем заключаются "защитные действия" ВМС?

Тема 9 Грубодисперсные системы

Суспензии, их отличие от зелей. Седиментация в суспензиях. Стабилизация суспензии. Концентрация суспензии. Эмульсии и их типы. Стабилизация эмульсий, обращение фаз эмульсий. Пены, их сходство и отличие от эмульсий. Аэрозоли. Дымы и туманы. Устойчивость аэрозолей, их разрушение. Методы борьбы с дымами. Порошки.

Методические указания

К грубодисперсным системам относятся суспензии, эмульсии, пены, аэрозоли. Рассмотрите вопросы о том, как получают грубодисперсные системы, какое значение имеют в промышленности, каковы их свойства. Обратите внимание на разрушение грубодисперсных систем, на очистку сточных вод и дымовых газов.

Вопросы для самопроверки

- 1 Что такое суспензии, эмульсии, пены, дымы, туманы?
- 2 Каковы методы разрушения аэрозолей?
- 3 Что такое обращение фаз эмульсий?
- 4 Значение суспензий, эмульсий и пен?

Контрольная работа

Вариант 1

1. Дать характеристику идеальному и реальному газам.
2. Теория активации молекул.
3. Гетерогенный катализ.
4. Азеотропные смеси.
5. Какие процессы протекают на катоде и аноде при прохождении тока через электролит, второй закон Фарадея?
6. Какой процесс называется коагуляцией, его сущность?
7. Получение и свойства суспензий.
8. Вычислить тепловой эффект реакции. $C_2H_6 + H_2 = 2CH_4 \pm Q$, если теплоты сгорания этана, метана и водорода соответственно равны (кДж/моль): 1523; 891,2; 286
9. Какова формула и строение мицеллы серноокислого бария, полученного при взаимодействии хлористого бария и серной кислоты, в избытке серной кислоты.

Вариант 2

1. Законы идеальных газов и молекулярно-кинетическая теория.
2. Классификация химических реакций по молекулярности и сложности.
3. Перегонка идеальных смесей.
4. Для чего применяются индикаторные электроды, как работают?
5. Как получают коллоидные растворы конденсационными методами.
6. Электрокинетические явления, электроосмос и электрофорез.
7. Получение и применение эмульсий.
8. При какой температуре будет замерзать 8% раствор NaCl в воде, если степень диссоциации соли 76%?
9. Составить гальванический элемент из материалов: серебро, никель, азотноокислое серебро, азотноокислый никель. Записать реакции на электродах.

Вариант 3

1. Плавление и затвердевание веществ.
2. Факторы, влияющие на скорость реакции.
3. Гетерогенный катализ.
4. Давление пара над смесью неограниченно растворимых жидкостей..
5. Удельная и эквивалентная электропроводность растворов.
6. Какие гальванические элементы применяют для определения рН растворов, как работают.
7. Как получают золи дисперсными методами, очистка золей.
8. Определить тепловой эффект реакции: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 \pm Q$, если теплоты образования окиси кальция, двуокиси углерода и углекислого кальция и простых веществ соответственно равны (кДж/моль): -636,9; -394; -1208,6
9. Какова формула и строение мицеллы сульфата кальция, полученного при взаимодействии хлорида кальция и сернокислого натрия, в избытке хлорида кальция?

Вариант 4

1. Испарение и кипение жидкостей.
2. Влияние температуры на скорость реакции.
3. Константа химического равновесия.
4. Закон распределения, экстракция.
5. Какие гальванические элементы называются концентрационными, особенности их работы.
6. Строение коллоидных частиц.
7. Что представляют собой порошки и твердые пены, их свойства и применение.
8. Определить тепловой эффект реакции: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 \pm Q$, если теплоты образования окиси кальция, воды и гидроокиси кальция соответственно равны (кДж/моль): -636,9; -285; -988.
9. При электролизе раствора CuCl_2 в течении 42 мин на катоде выделилось 2,28г меди. Вычислить силу тока.

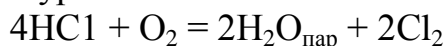
Вариант 5

1. Газовые смеси, закон парциальных давлений.
2. Первый закон термодинамики.
3. Скорость химических реакций, факторы, влияющие на скорость.
4. Как и почему кипят растворы.
5. Каким образом возникает электрический ток в гальванических элементах.
6. Ионная и ионообменная адсорбция.
7. Высаливание и явление защиты ВМС.
9. Константа равновесия K_p реакции: $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2 + 2\text{Cl}_2$ при 386°C и 101325 Па равна $8,01 \cdot 10^4$. Вычислить K_c реакции при указанной температуре.

10. Ток 2,2А проходит через раствор медного купороса в течении 2 часов. Какова масса выделившейся меди?

Вариант 6

1. Выражение состава газовой смеси.
2. Теплоты образования и сгорания веществ, их вычисление.
3. Смещение химического равновесия. Принцип Ле-Шателье.
4. Кипение растворов по сравнению с чистыми растворителями.
5. Растворы газов в жидкостях.
6. Устройство и работа гальванического элемента Якоби-Даниэля.
7. Высаливание и явление защиты.
8. Как изменится скорость прямой и обратной реакции при увеличении давления в 2 раза и постоянной температуре.



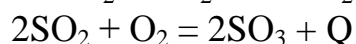
9. Какова формула и строение мицеллы карбоната кальция полученного взаимодействием азотнокислого кальция и соды, в избытке соды.

Вариант 7

1. Поверхностное натяжение жидкостей.
2. Тепловые эффекты реакций, термохимические уравнения.
3. Как и почему замерзают растворы.
4. Системы с положительным и отрицательным отклонением от закона Рауля.
5. Гальванический элемент Вестона и его использование.
6. Как происходит адсорбция жидкостями.
7. Оптические свойства золей.
8. Определить давление кислорода, если 40кг его находится в газгольдере объемом 20м при -13°C
9. Вычислить потенциал электрода кальция погруженного в раствор с концентрацией ионов кальция 0,07 г-ион/л при температуре 25°C .

Вариант 8

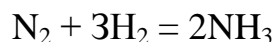
1. Измерение поверхностного натяжения.
2. Закон Гесса, следствия.
3. Классификация химических реакций по порядку реакции.
4. Электродные процессы и электродный потенциал.
5. Поверхностные явления, адсорбция.
6. Набухание ВМС и студнеобразование.
7. Давление газа, занимающего объём $2,6 \text{ м}^3$, равно $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Каким станет давление, если, не изменяя температуры, сжать газ до 500л?
8. В какую сторону сместится равновесие при повышении температуры и давления у реакций:



9. При какой приблизительно температуре будет кипеть 50% раствор сахара $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ в воде.

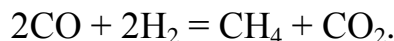
Вариант 9

1. Вязкость жидкостей.
2. Экзотермические и эндотермические реакции, термохимические уравнения.
3. Смещение равновесия под влиянием температуры и давления.
4. Растворы – Физико-химические системы. Выражение состава раствора.
5. Как устроен и работает каломельный электрод?
6. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности
7. Что такое пены? Каково их значение в промышленности?
8. При 17°C газ занимает объём 680 м^3 . Какой объём займет этот же газ при 160°C , если давление его окажется неизменным?
9. Как изменится скорость прямой и обратной реакции при увеличении давления в 4 раза:

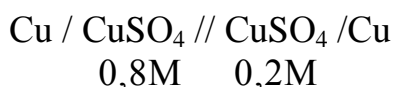


Вариант 10

1. Измерение вязкости жидкостей.
2. Основные термодинамические функции, энтальпия, энтропия.
3. Константа химического равновесия.
4. Общая характеристика растворов.
5. Электролиз, первый закон Фарадея.
6. Как устроен и работает водородный электрод?
7. Электрокинетические явления, электроосмос и электрофорез.
8. Как изменится скорость прямой и обратной реакции при увеличении давления в 2 раза:



9. Вычислить ЭДС гальванического элемента при 25°C



если считать, что соли полностью диссоциированы

Заключение

В работе даны основные опорные материалы для самостоятельной подготовки теоретического курса и выполнения контрольной работы. Рассмотрены типовые задачи, имеющиеся в контрольной работе и экзаменационных билетах. Подробно рассмотрены наиболее важные темы с учетом выполнения лабораторных работ, даны варианты контрольной работы.

Список используемых источников

- 1 Ахметов Б.В. «Физическая и коллоидная химия», - Л.: Химия. 1986. - 320с.
- 2 Белик В.В. «Физическая и коллоидная химия», - М, «Академия», 2007, 288с
- 3 Гамеева О.С. «Физическая и коллоидная химия», - М, Высш. Шк.,1977, 328с.
- 4 Киреев В.А. « Краткий курс физической химии», - М, : Высш. Шк.,1980, 350 с.
- 5 Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А.Равделя, А.М. Пономаревой. – СПб. 2003, 200с.
- 6 Карапетьянц М.Х. «Введение в теорию химических процессов», - М: Высш.Шк.,1982,250с.