

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические указания
и контрольные задания по дисциплине
«Физическая и коллоидная химия»
для обучающихся заочного отделения**

Донецк
ДОННТУ
2020

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра общей, физической и органической химии

**Методические указания
и контрольные задания по курсу
«Физическая и коллоидная химия»
для обучающихся заочного отделения**

Рассмотрено:

на заседании кафедры общей, физической
и органической химии
протокол № 7 от 10 февраля 2020 г.

Утверждено:

на заседании учебно-издательского совета
ДОННТУ
протокол №3_ от 27 апреля 2020 г.

Донецк
ДОННТУ
2020

УДК 544+544.7(076)
ББК 24.5+24.6я73
М54

Рецензент :

Ганнова Юлия Николаевна - кандидат химических наук, доцент кафедры «Прикладная экология и охрана окружающей среды» ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет».

Составители :

Высоцкий Юрий Борисович – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой общей, физической и органической химии ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»;

Матвиенко Виктор Григорьевич – кандидат химических наук, профессор кафедры общей, физической и органической химии ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»;

Карташинская Елена Сергеевна – доктор химических наук, доцент кафедры общей, физической и органической химии ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет».

М54 Методические рекомендации и контрольные задания по дисциплине базовой части математического и естественно-научного цикла «Физическая и коллоидная химия» [Электронный ресурс]: для обучающихся заочного отделения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. общей, физич. и органич. химии; сост.: Ю.Б. Высоцкий, В.Г. Матвиенко, Е.С. Карташинская - Электрон. дан. (1 файл: 2,56 Мб).- Донецк: ДОННТУ, 2020.- Систем. Требования: ZIP-архиватор.

В методических указаниях рассмотрены вопросы фазовых равновесий; идеальные (разбавленные) жидкие растворы; отдельные положения теории электролитов; электродные процессы и гальванические элементы.

Предложены примеры решения типовых задач, даны вопросы для самопроверки, контрольные задания. Последние могут быть использованы в качестве раздаточного материала для самостоятельной работы студентов дневной формы обучения.

УДК 544+544.7(076)
ББК 24.5+24.6я73

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ..... | 5 |
| Программа и методические указания по разделам курса..... | 6 |
| Раздел 1. Фазовые равновесия..... | 6 |
| Раздел 2. Теория растворов..... | 9 |
| Раздел 3. Электрохимия..... | 10 |
| Примеры решения типовых задач..... | 13 |
| КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ «ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»..... | 17 |
| ВАРИАНТ 1..... | 17 |
| ВАРИАНТ 2..... | 18 |
| ВАРИАНТ 3..... | 19 |
| ВАРИАНТ 4..... | 20 |
| ВАРИАНТ 5..... | 21 |
| ВАРИАНТ 6..... | 22 |
| ВАРИАНТ 7..... | 23 |
| ВАРИАНТ 8..... | 24 |
| ВАРИАНТ 9..... | 25 |
| ВАРИАНТ 10..... | 26 |
| ВАРИАНТ 11..... | 27 |
| ВАРИАНТ 12..... | 28 |
| ВАРИАНТ 13..... | 29 |
| ВАРИАНТ 14..... | 30 |
| ВАРИАНТ 15..... | 31 |
| ВАРИАНТ 16..... | 32 |
| ВАРИАНТ 17..... | 33 |
| ВАРИАНТ 18..... | 34 |
| ВАРИАНТ 19..... | 35 |
| ВАРИАНТ 20..... | 36 |
| ВАРИАНТ 21..... | 37 |
| ВАРИАНТ 22..... | 38 |
| ВАРИАНТ 23..... | 39 |
| ВАРИАНТ 24..... | 40 |
| ВАРИАНТ 25..... | 41 |
| ДИАГРАММЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ..... | 42 |
| КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»..... | 43 |
| Использованная литература..... | 50 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 51 |

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Изучение курса «Физическая и коллоидная химия» для студентов-заочников начинается с установочной сессии, во время которой преподаватель знакомит слушателей с основными этапами работы в межсессионный период, читает лекции по избранным разделам курса.

Учебная работа для студентов заключается в следующем:

- ✓ прослушивание вводного курса лекций по наиболее сложным разделам курса химии в период установочной сессии;
- ✓ выполнение индивидуальной контрольной работы;
- ✓ выполнение лабораторного практикума;
- ✓ сдача зачета или экзамена в период экзаменационной сессии.

Контрольная работа

В соответствии с рабочим учебным планом студент должен выполнить домашнюю контрольную работу. Выбор варианта контрольной работы проводится по двум последним цифрам шифра студенческого билета и зачетной книжки (после чисел, кратных 25, номера вариантов повторяются).

Титульный лист контрольной работы оформляется следующим образом:

Контрольная работа по курсу «Физическая и коллоидная химия»

студента заочного факультета, гр.

Ф.И.О.

номер зачетной книжки

Контрольную работу необходимо оформлять аккуратно: писать четко и ясно, оставляя поля для пометок преподавателя; номера и условия задач переписывать в такой последовательности, в которой они указаны в задании. Решение задач и ответы на теоретические вопросы должны быть обоснованы.

В конце работы должна стоять дата ее выполнения и подпись студента.

Контрольные работы, выполненные не по своему варианту, не зачитываются. В случае, если контрольная работа не зачтена, студент выполняет ее повторно и предоставляет на кафедру вместе с непринятой работой. Если недоработки в работе незначительные, то новое решение задач можно выполнить в конце не зачтенной работы. В обоих случаях на титульном листе тетради нужно написать «направляется повторно».

Работа в межсессионный период

Основной вид учебной работы студентов заочной формы обучения — самостоятельная работа над учебным материалом. При этом стоит ориентироваться на содержание тем, указанных в перечне контрольных задач. Список рекомендуемой литературы приведен в конце методических указаний. Преподаватели кафедры в межсессионный период проводят консультации в каждую третью субботу месяца.

Лабораторные занятия

Для закрепления теоретического материала студент должен выполнить лабораторный практикум по наиболее важным разделам курса. Выполнение лабораторных работ проводится в период экзаменационной сессии.

К их выполнению допускаются только те студенты, которые успешно выполнили контрольную работу.

Зачет. Экзамен

В соответствие с учебным планом для каждой специальности и вида обучения изучение курса химии заканчивается зачетом или экзаменом. К ним студент может быть допущен после успешного выполнения контрольной и лабораторных работ.

Программа и методические указания по разделам курса

Раздел 1. Фазовые равновесия

Понятия «фаза», «компонент», «степень свободы», «параметр». Правило фаз Гиббса (без вывода). Применение правила фаз Гиббса к однокомпонентной системе. Диаграмма состояния воды. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса (вывод и интегрирование уравнения).

Двухкомпонентные конденсированные системы. Способ выражения состава двухкомпонентной системы. Особенность правила фаз для двухкомпонентной системы с конденсированными фазами.

Диаграммы двухкомпонентных конденсированных систем: компоненты неограниченно взаимно растворимы в жидком состоянии, а в твердом не образуют ни растворов, ни химических соединений; компоненты неограниченно растворимы друг в друге как в жидком, так и в твердом состояниях и не образуют между собой химических соединений; компоненты не полностью смешиваются в жидком состоянии. Правило рычага. Кривые охлаждения.

Понятие о диаграммах состояния трехкомпонентных систем. Два способа определения состава трехкомпонентной смеси по точке на треугольнике состава. Объемная диаграмма состояния трехкомпонентной системы, в которой компоненты неограниченно растворимы друг в друге в жидком состоянии и совсем нерастворимы в твердом.

Методические указания

Следует обратить внимание на то, что правило фаз Гиббса дает основное условие термодинамического равновесия в гетерогенных системах. Оно позволяет определить число степеней свободы, т.е. число параметров (температура, давление и концентрация компонентов), которые можно изменять в определенных пределах независимо друг от друга, не вызывая изменения числа и природы фаз. Так, например, если число степеней свободы равно единице ($C = 1$), то это означает, что можно изменять произвольно только один параметр, не вызывая изменения числа и природы фаз, величины же других параметров будут изменяться в зависимости от изменения первого параметра.

Равновесие в гетерогенных системах и фазовые превращения, происходящие в системе в зависимости от изменения параметров, удобно описывать в графической форме в виде диаграммы. Рассмотрите диаграмму для простейшей однокомпонентной системы – диаграмму состояния воды и примените правило фаз Гиббса к этой системе. Для этого выберите ряд характерных фигуративных точек (в областях пара, жидкости, льда, а также на линиях их пересечения) и определите число степеней свободы C по уравнению правила фаз Гиббса:

$$C = K + 2 - \Phi$$

Связь между параметрами (температура и давление) в однокомпонентной двухфазной системе выражается уравнением Клапейрона-Клаузиуса. Обратите внимание на те допущения, которые делаются при интегрировании уравнения Клапейрона-Клаузиуса для случая равновесия жидкость-пар.

Рассматривая равновесия только в конденсированных двухкомпонентных системах, учтите, что поскольку газообразной фазы в системе не будет, давление – один из параметров - практически не оказывает влияние на состояние системы, т.е. давление можно считать постоянным ($P = \text{const}$). Тогда правило фаз Гиббса для двухкомпонентной системы с конденсированными фазами при постоянном давлении выражается уравнением

$$C = K + 1 - \Phi$$

Рассмотрите рекомендуемые типы диаграммы двухкомпонентных систем с конденсированными фазами. Научитесь определять в любой точке на диаграмме числа компонентов, степеней свободы, фаз, состав и массовое (мольное) соотношение равновесных фаз, а также находить температуры начала и конца кристаллизации, плавления.

Необходимо усвоить правило рычага (используется также для решения задач), с помощью которого можно определить массовое (или мольное) соотношение между существующими в равновесии фазами системы данного состава при данной температуре.

При изучении трехкомпонентных систем обратите внимание на концентрационный треугольник и научитесь определять состав трехкомпонентной смеси. Необходимо усвоить, что точки, лежащие на прямой, параллельной стороне треугольника, соответствуют ряду смесей с одинаковой долей одного из компонентов. Точки, лежащие на линии, проведенной из любой вершины треугольника до пересечения с противоположной стороной, соответствуют ряду систем, в которых отношение между содержанием двух компонентов остается постоянным.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте термодинамическое условие фазового равновесия.
2. Что называется фазой? Приведите примеры.
3. Что называется компонентом? Приведите примеры.
4. Что такое число степеней свободы?
5. Какая точка на диаграмме состояния воды называется тройной?
6. Напишите правило фаз Гиббса для системы, на которую влияют такие параметры как давление и температура.
7. Путем анализа уравнения Клапейрона-Клаузиуса объясните, почему давление насыщенного пара над жидкой фазой растет с увеличением температуры.
8. Определите максимальное число фаз однокомпонентной системы, которые могут одновременно находиться в состоянии равновесия друг с другом.
9. Сформулируйте правило рычага.
10. Чему соответствует вершина концентрационного треугольника? Что представляет каждая из равных сторон треугольника?
11. Что отражает любая точка внутри треугольника?

Раздел 2. Теория растворов

Понятие о растворе. Разнообразии растворов по природе и характеру взаимодействия между частицами их компонентов. Способы выражения концентрации растворов. Свойства разбавленных растворов: давление пара растворенного вещества (закон Генри); давление пара растворителя (закон Рауля); температуры кипения и замерзания разбавленных растворов нелетучих веществ; закон распределения. Понятие о совершенных (идеальных) растворах. Реальные растворы.

Парциальные молярные величины. Химических потенциал. Термодинамическая активность. Коэффициент активности.

Растворимость твердых веществ в жидком растворителе. Уравнение Шредера.

Методические указания

Изучите общую характеристику растворов, обратив особое внимание на способы выражения концентрации растворов (молярность, моляльность, молярная доля, проценты по массе). Вспомните, например, что выражение «10-процентный раствор» означает, что в 100 г раствора содержится 10 г растворенного вещества (соответственно, 90 г растворителя).

Обратите внимание на уравнения, которые описывают свойства разбавленных растворов. Необходимо усвоить понятие «совершенный раствор» — это раствор, все компоненты которого подчиняются закону Рауля при любых концентрациях.

При изучении парциальных молярных величин исходите из определения, данного Г. Льюисом. Обратите внимание, что среди парциальных молярных величин особое значение имеет парциальная молярная энергия Гиббса, которая называется химическим потенциалом.

Обратите внимание на то, что в разбавленных растворах для растворителя выполняется закон Рауля:

$$P = P_0 \cdot X$$

А для растворенного вещества – закон Генри:

$$P = \Gamma \cdot C.$$

При более высоких концентрациях закон Рауля и закон Генри сохраняются, если заменить концентрацию на так называемую активность. Активностью (a) называется величина, подстановка которой вместо концентрации в термодинамические уравнения делает эти уравнения приемлемыми для описания свойств реальных (неидеальных) растворов. Тогда упомянутые выше законы можно записать:

$$P = P_0 \cdot a \text{ и } P = \Gamma \cdot a.$$

Коэффициент активности – величина, равная отношению активности к концентрации, обозначается буквой γ . Величина коэффициента активности зависит от способа выражения концентрации:

$$a_x = \gamma_x \cdot X; \quad a_m = \gamma_m \cdot m; \quad a_c = \gamma_c \cdot C$$

где X , m , C – концентрация растворенного вещества, выраженная в мольной доли, моляльности и молярности соответственно; a_x , a_m , a_c – активности; γ_x , γ_m , γ_c – коэффициенты активности.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте закон Рауля и дайте его математическое выражение.
2. Почему давление насыщенного пара растворителя над раствором всегда меньше, чем над чистым растворителем?
3. Объясните причину отклонений от закона Рауля.
4. Укажите, какими свойствами и какого компонента – растворителя или растворенного вещества – определяются криоскопическая и эбулиоскопическая постоянные.
5. Какой раствор называется совершенным (идеальным) раствором?
6. Сформулируйте закон Генри. Укажите область концентраций, в которой выполняется закон Генри.
7. Объясните смысл понятия активности компонента раствора. При каком условии закон Рауля для растворителя можно распространить на концентрированные растворы?
8. Приведите математическое выражение закона распределения.

Раздел 3. Электрохимия

Теория электролитической диссоциации. Особенности равновесий в растворах электролитов. Сольватация. Условность деления электролитов на сильные и слабые. Степень диссоциации. Влияние разбавления на степень диссоциации. Константа диссоциации электролита. Закон разбавления В.Оствальда. Современное представление о строении растворов сильных электролитов. Вычисление активности сильных электролитов. Ионная сила раствора. Вычисление коэффициента активности иона.

Скорость и подвижность ионов в электрическом поле, факторы, влияющие на них. Удельная электропроводность, ее зависимость от разбавления. Эквивалентная электропроводность, ее предельное значение.

Возникновение потенциала на границе электрод-раствор. Работа медь-цинкового гальванического элемента (элемент Б. С. Якоби).

Электродвижущая сила (ЭДС) гальванического элемента. Определение работы W , производимой гальваническим элементом, а также количества тепла, выделяющегося (или поглощающегося, когда элемент работает обратно). Определение ΔG , ΔH и ΔS реакции, протекающей в гальваническом элементе.

Вычисление потенциала электрода (уравнение Нернста).

Типы электродов. Электроды сравнения. Концентрационные гальванические элементы.

Методические указания

Начните изучение темы с рассмотрения современных взглядов на структуру растворов слабых и сильных электролитов. Обратите внимание на принципиальные различия между слабыми и сильными электролитами. Отметьте, что слабые электролиты диссоциируют в растворе только частично, т.е. в их растворах наряду с ионами есть и молекулы. Поэтому, в случае слабых электролитов свойства растворов в основном определяются равновесием диссоциации молекул. Слабые электролиты принято характеризовать величинами степени диссоциации и константы диссоциации.

Сильные электролиты диссоциируют в растворе на ионы практически полностью, т.е. в их растворах отсутствуют молекулы, а между разноименными ионами существует притяжение, тогда как между одноименными ионами – отталкивание. Поэтому свойства растворов сильных электролитов определяются электростатическими взаимодействиями ионов друг с другом.

Увеличение числа частиц за счет появления ионов в растворах электролитов и взаимодействия между ионами приводят к отклонениям в поведении растворов как слабых, так и сильных электролитов от законов идеальных растворов. Необходимо усвоить, что в растворах сильных электролитов (даже в разбавленных растворах) электростатические взаимодействия между ионами особенно велики по сравнению с таковыми в растворах слабых электролитов, ввиду чего и отклонения от идеальности растворов сильных электролитов более значительные, чем растворов слабых электролитов. Поэтому нужно рассматривать растворы сильных электролитов как неидеальные растворы и использовать для их характеристик функцию активности, которая описывает поведение реальных (неидеальных) растворов.

Рассмотрите понятия: «активность электролита a_2 »; «средняя геометрическая из активности двух ионов a_{\pm} »; «коэффициент активности электролита γ_2 »; «коэффициент активности ионов γ_+ и γ_- ».

Изучая электропроводность растворов, обратите внимание на уравнения, которые связывают между собой удельную и эквивалентную электропроводности, а также эквивалентную электропроводность слабых электролитов с определенной степенью диссоциации.

Ознакомьтесь с работой медно-цинкового гальванического элемента. Рассмотрите вычисление работы W , производимой элементов, а также величины Q , которая определяет количество тепла, выделяющегося при работе элемента (или поглощающегося, когда элемент работает обратно). Необходимо знать уравнения для вычисления ΔG , ΔH и ΔS протекающей в гальваническом элементе реакции.

Большое значение имеют: зависимость ЭДС от температуры и зависимость ЭДС от концентрации электролитов, участвующих в работе элемента. Обратите внимание на уравнение потенциала электрода (уравнение Нернста).

Вопросы для самопроверки

1. Что называется степенью электролитической диссоциации α ?
2. Объясните ход зависимости удельной электропроводности от разбавления.
3. Какие ионы обладают наибольшей подвижностью в водных растворах и почему?
4. При каких условиях вместо активности можно использовать концентрацию?
5. Чему равна ионная сила 0,1 н. водного раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$?
6. Что такое стандартный электродный потенциал?
7. Температурный коэффициент обратимого гальванического элемента меньше нуля. Определите, выделяется или поглощается тепло при работе этого элемента?
8. Что называется стандартной ЭДС?
9. Примените формулу Нернста для вычисления ЭДС элемента Якоби.
10. Какие гальванические элементы называются концентрационными? По какому уравнению вычисляется их ЭДС?

Примеры решения типовых задач

Задача 1

Определите теплоту испарения ртути, если давление пара при 320°C равно $0,601 \cdot 10^5$ Па и температура кипения ртути при атмосферном давлении равна $t_{357}^{\circ}\text{C}$. Считать теплоту испарения ртути независимой от T для данного интервала температур.

Решение

Используя уравнение Клапейрона-Клаузиуса для случая равновесия жидкость-пар в интегральной форме:

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

где P_1 и P_2 – давление пара, соответствующее температурам T_1 и T_2 ;

ΔH – молярная теплота испарения;

R – универсальная газовая постоянная, равная $8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$.

Пользуясь этим уравнением, получим:

$$\ln \frac{1,0133 \cdot 10^5}{0,601 \cdot 10^5} = \frac{\Delta H}{8,314} \left(\frac{630 - 593}{630 \cdot 593} \right)$$

отсюда $\Delta H = 43,85 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$.

Задача 2

Определите количество (в кг) сурьмы в жидкой фазе, если 10 кг жидкого сплава, содержащего 40% свинца, охладить до 425°C.

Решение

На рис.1 изображена диаграмма состояния системы Sb-Pb, на которой по оси абсцисс отложен состав, а по оси ординат – температура. Состав системы выражен в массовых долях (в процентах).

Если сплав, содержащий 40% Pb, охладить до 425°C, равновесно отнимая теплоту, о на диаграмме его состояние будет характеризоваться фигуративной точкой 1. Проведем через т.1 конноду 2-3. Тогда точки 2 и 3 – это фигуративные точки равновесных фаз – твердой (т.2) и жидкой (т.3). Запишем правило рычага

$$\frac{m_2}{m_3} = \frac{\text{длина отрезка } 1-3}{\text{длина отрезка } 2-3},$$

где m_2 и m_3 – масса (кг) твердой и жидкой фаз соответственно.

На рис.1 находим длину отрезков 1-3 и 1-2. Тогда

$$\frac{m_2}{m_3} = \frac{50-40}{40} = \frac{10}{40} = \frac{1}{4},$$

отсюда $m_3 = 4 \cdot m_2$, но по условию $m_2 + m_3 = 10$ кг.

Решая эти два уравнения, определим, что масса твердой фазы $m_2 = 2$ кг, масса жидкой фазы $m_3 = 8$ кг.

Из диаграммы следует, что жидкая фаза m_3 содержит 50% Pb и 50% Sb. Следовательно, масса сурьмы в жидкой фазе равна $8 \cdot 0,5 = 4$ кг.

Задача 3

Давление насыщенного пара воды при 25°C равно 3167,4 Па. Вычислите при той же температуре давление насыщенного пара раствора, содержащего 6,84 г сахара в 160 г воды. Раствор считать разбавленным.

Решение

Уравнение Рауля $\frac{P_0 - P}{P_0} = X_B$ запишем относительно P :

$$P = P_0 - P_0 \cdot X_B.$$

Молярную долю сахара X_B находим:

$$X_B = \frac{n_{\text{сах}}}{n_{\text{сах}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\frac{6,84}{342}}{\frac{6,84}{342} + \frac{160}{18}} = \frac{0,02}{0,02 + 8,9} = 0,0022$$

где $n_{\text{сах}}$ и $n_{\text{H}_2\text{O}}$ – число моль сахара и воды в растворе, молярные массы сахара и воды соответственно 342 г/моль и 18 г/моль.

Тогда $P = 3167,4 \cdot 0,0022 = 3167,4 - 6,97 = 3160,43$ Па.

Обратите внимание на то, что уравнение Рауля можно преобразовать еще таким образом, воспользовавшись тем, что $X_A + X_B = 1$:

$$P = P_0 - P_0 \cdot X_B = P_0(1 - X_B) = P_0 \cdot X_A.$$

Молярную долю воды X_A находим:

$$X_A = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{сах}} + n_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\frac{160}{18}}{\frac{6,84}{342} + \frac{160}{18}} = 0,9978$$

Тогда $P = 3167,4 \cdot 0,9978 = 3160,43$ Па.

Задача 4

Эквивалентная электропроводность 0,001 н. раствора CH_3COOH при 25°C равна $4,815 \text{ Ом}\cdot\text{м}^2/\text{кг}\cdot\text{экв}^{-1}$. Рассчитайте степень диссоциации уксусной кислоты.

Решение

Используем уравнения:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_\infty} \text{ и } \lambda_\infty = U_{\text{H}^+} + U_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$$

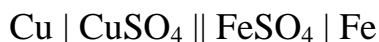
где α - степень диссоциации; λ - эквивалентная электропроводность при данной концентрации раствора; λ_∞ - эквивалентная электропроводность уксусной кислоты при бесконечном разбавлении; U_+ и U_- - соответственно подвижности катиона и аниона, на которые диссоциирует молекула уксусной кислоты при бесконечном разбавлении. Величины подвижностей ионов при 25°C даны в Приложении.

После подстановки числовых значений получаем:

$$\lambda_\infty = 34,98 + 4,09 = 39,07 \frac{\text{Ом}\cdot\text{м}^2}{\text{кг}\cdot\text{экв}^{-1}}; \quad \alpha = \frac{4,815}{39,07} = 0,12.$$

Задача 5

Определите при 18°C ЭДС гальванического элемента

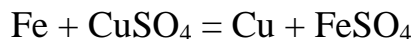


$$\alpha_1 = 1 \quad \alpha_2 = 1$$

и ΔG для реакции, протекающей в нем.

Решение

При работе гальванического элемента протекает реакция:



В уравнение для расчета ЭДС:

$$E = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$$

подставляем числовые данные: $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,34 \text{ В}$; $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 = -0,44 \text{ В}$; $n = 2$.

Получаем:

$$E = 0,34 + 0,44 + \frac{8,314 \cdot 291}{2 \cdot 96500} \cdot \ln 1 = 0,78 \text{ В.}$$

Определяем ΔG по уравнению:

$$\Delta G = -n \cdot F \cdot E = -2 \cdot 96500 \cdot 0,78 = -150,54 \text{ кДж}$$

Задача 6

Определите рН раствора соляной кислоты концентрации $m = 0,01$ с учетом коэффициента активности.

Решение

При условии, что соляная кислота полностью диссоциирована, концентрации ионов водорода и хлора одинаковы и равны концентрации кислоты, т.е.:

$$m_{H^+} = m_{Cl^-} = 0,01,$$

определим ионную силу раствора соляной кислоты:

$$I = \frac{1}{2} \sum (m_i z_i^2) = \frac{1}{2} (m_{H^+} \cdot z_{H^+}^2 + m_{Cl^-} \cdot z_{Cl^-}^2)$$

$$I = \frac{1}{2} (0,01 \cdot 1^2 + 0,01 \cdot 1^2) = 0,01$$

Вычислим коэффициент активности иона водорода, пользуясь соотношением:

$$\lg \gamma_i = -K \cdot z_i^2 \sqrt{I},$$

где $K_3 = 0,512$ при температуре 298 К.

$$\lg \gamma_{H^+} = -0,512 \cdot 1^2 \sqrt{0,01} = -0,0512$$

и $\gamma_{H^+} = 0,889$.

Определим активность иона водорода H^+ :

$$a_{H^+} = m_{H^+} \cdot \gamma_{H^+} = 0,01 \cdot 0,889 = 0,00889.$$

Отсюда $pH = -\lg 0,00889 = 2,06$.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ «ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

ВАРИАНТ 1

Задача 1

Определите, при какой температуре плавится висмут под давлением $10,133 \cdot 10^5$ Па, если плотности твердого и жидкого висмута при температуре его плавления 271°C при нормальном давлении соответственно равны 10005 и 9637 кг/м^3 . Теплота плавления $10878,4 \text{ кДж/моль}$.

Задача 2

Жидкий расплав, содержащий 60% компонента В (рис.2), охлаждается, начиная с 400°C . Кристаллы какого компонента начнут выпадать и при какой температуре это будет происходить? При какой температуре начнут выпадать кристаллы второго компонента и будет ли при этой температуре продолжаться кристаллизация второго компонента?

Задача 3

Давление насыщенного пара водного раствора, содержащего нелетучее растворенное вещество, на 2% ниже давления насыщенного пара чистой воды. Определите моляльность раствора.

Задача 4

Укажите, какими свойствами и какого компонента – растворителя или растворенного вещества – определяется величина криоскопической постоянной. Какой молярный процент примеси потребуется для того, чтобы понизить температуру замерзания бензола на $0,051^\circ\text{C}$, если криоскопическая постоянная бензола равна $5,12$?

Задача 5

Определите, насколько изменится рН раствора HClO_4 в воде при 298 K , если концентрацию изменить от $0,1$ до $0,5$ моля в 1000 г воды.

Задача 6

Удельное сопротивление раствора KNO_3 концентрации $0,01 \text{ н.}$ равно $8,46 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Определите величину удельной и эквивалентной электропроводностей раствора.

Задача 7

Вычислите активность $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ в растворе с моляльностью, равной $0,5$, и коэффициентом активности электролита $\gamma_2 = 0,14$.

Задача 8

Температурный коэффициент ЭДС обратимого гальванического элемента с одноэлектронным переходом равен $0,00004 \text{ В/град}$. Определите, выделяется или поглощается тепло при работе этого элемента и рассчитайте это количество теплоты при 300 K .

ВАРИАНТ 2

Задача 1

Определите температуру кипения воды при давлении $1,52 \cdot 10^5$ Па, если молярная теплота испарения воды равна 40585,68 кДж/моль.

Задача 2

Что называется фазой? Чему равно число степеней свободы однокомпонентной системы, содержащей жидкую и твердую фазу в состоянии равновесия? Что нужно сделать с количеством фаз (увеличить или уменьшить) в такой системе, чтобы число степеней свободы стало равным нулю?

Задача 3

Давление насыщенного пара воды при 40°C равно 7375,9 Па. Вычислите давление насыщенного пара воды над раствором, содержащим 10 г глицерина $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ в 400 г воды.

Задача 4

Удельная теплота испарения воды при нормальной температуре кипения равна 2255 кДж/кг. Определите повышение температуры кипения водного раствора, содержащего 0,005 моль растворенного нелетучего вещества в 0,2 кг воды.

Задача 5

Определите pH 0,1 н. раствора NH_4OH , если константа диссоциации гидроксида аммония равна $1,79 \cdot 10^{-5}$ при 298 К.

Задача 6

Удельная электропроводность 0,01 н. раствора CH_3COOH равна $0,001182 \text{ См} \cdot \text{м}^{-1}$ при 298 К. Определите величину эквивалентной электропроводности и степень диссоциации, если предельные эквивалентны электропроводности ионов H^+ и CH_3COO^- при этой температуре соответственно равны 34,98 и $4,09 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \text{ кг-экв}^{-1}$.

Задача 7

Сопоставьте ионные силы двух растворов при одинаковой концентрации: а) раствора AgNO_3 ; б) раствора $\text{Co}(\text{ClO}_4)_2$. Для какого раствора ионная сила больше и во сколько раз?

Задача 8

Из двух электродов: меди, погруженной в раствор CuSO_4 , и кадмия, погруженного в раствор CdSO_4 , составлен гальванический элемент. Какой из этих электродов будет отрицательным, если активность ионов меди и активность ионов кадмия в растворах равны 1 ($T = 298 \text{ К}$)? Вычислите ЭДС этого гальванического элемента. Табличные значения стандартных электродных потенциалов даны в Приложении.

ВАРИАНТ 3

Задача 1

Вычислите изменение температуры плавления бензола при увеличении давления до $10,133 \cdot 10^5$ Па, если температура плавления его при атмосферном давлении равна $5,5^\circ\text{C}$. Удельная теплота плавления бензола $128,031$ кДж/кг, разность удельных объемов в жидком и твердом состояниях соответствует $1,301 \cdot 10^5$ м³/кг.

Задача 2

Рассчитайте массу (кг) жидкости и кристаллов, находящихся в равновесии при 50°C , если система содержит 6 кг компонента А и 14 кг компонента В (рис.3).

Задача 3

Имеются два разбавленных раствора в летучем растворителе. В одном растворе растворенное вещество летучее, в другом – нелетучее. Различается ли и как давление насыщенного пара над этими растворами при одинаковой температуре? Мольные доли растворенных веществ в обоих растворах одинаковы.

Задача 4

Раствор, содержащий 0,4 г камфоры в 45,8 г бензола, кристаллизуется при температуре $5,254^\circ\text{C}$. Определите молярную массу камфоры, если температура замерзания чистого бензола равна $5,5^\circ\text{C}$, а криоскопическая постоянная бензола $5,12^\circ\text{C}$.

Задача 5

Вычислите степень диссоциации и рН $1,6 \cdot 10^{-4}$ раствора CH_3COOH при 298 К. Необходимые данные возьмите в Приложении.

Задача 6

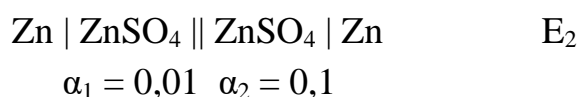
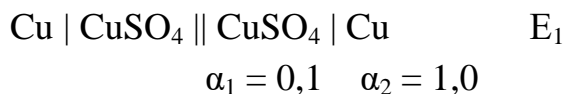
Что называется удельной и эквивалентной электропроводностями? Как зависит эквивалентная электропроводность от разбавления? Чем объяснить тот факт, что раствор соляной кислоты проводит электрический ток лучше, чем раствор хлорида натрия той же концентрации?

Задача 7

Вычислите активность CuSO_4 в растворе с моляльностью, равной 0,01, и коэффициентом активности электролита $\gamma_2 = 0,41$.

Задача 8

Пренебрегая диффузионным потенциалом, сделай вывод о том, у какого из двух гальванических элементов, взятых при одинаковой температуре, ЭДС больше:



ВАРИАНТ 4

Задача 1

Превращение ромбического NH_4NO_3 в ромбоэдрическую форму при 32°C сопровождается поглощением $21,004$ кДж/кг. Плотность при этом уменьшается с $1,72 \cdot 10^3$ до $1,66 \cdot 10^3$ кг/м³. Рассчитайте $\frac{dT}{dP}$ (в К/Па).

Задача 2

Определите, какой компонент выделится в твердом состоянии при охлаждении смеси, содержащей 80% компонента В (рис.2), от 400 до 250°C . Определите массу выделившегося компонента, если масса смеси составляет $0,5$ кг.

Задача 3

Вычислите давление насыщенного пара раствора, находящегося при температуре 40°C и содержащего $0,015$ моль нелетучего вещества в 300 г воды. Давление насыщенного пара воды при той же температуре равно 14223 Па.

Задача 4

Температура замерзания чистого бензола выше температуры замерзания раствора, содержащего $0,224 \cdot 10^{-3}$ кг камфоры и $30,55 \cdot 10^{-3}$ кг бензола, на $0,246^\circ\text{C}$. Теплота замерзания бензола при температуре замерзания $5,9^\circ\text{C}$ равна $9,8$ кДж/моль. Определите молярную массу камфоры.

Задача 5

Рассчитайте pH $0,01$ М раствора муравьиной кислоты НСООН . Необходимые данные возьмите в Приложении.

Задача 6

Определите эквивалентную электропроводность $0,1$ молярного раствора NaNO_3 , если удельное сопротивление раствора при 18°C равно $8,46$ Ом·м.

Задача 7

Определите коэффициент активности иона Cd^{2+} и иона I^- в $0,002$ моляльном растворе CdI_2 при 298 К.

Задача 8

Рассчитайте тепловой эффект ΔH химической реакции



Если эта реакция протекает в гальваническом элементе при 298 К, а ЭДС и ее производная по температуре соответственно равны $0,513$ В и $0,00067$ В/К.

ВАРИАНТ 5

Задача 1

Путем анализа уравнения Клапейрона-Клаузиуса объясните, почему давление насыщенного пара над жидкостью растет при увеличении температуры.

Задача 2

Укажите температуры начала и конца кристаллизации системы, содержащей 80% компонента В (рис.2). Каков состав последних капель жидкости в конце кристаллизации?

Задача 3

Сколько глицерина $C_3H_8O_3$ должно быть растворено в воде (в %), чтобы давление насыщенного пара раствора было на 2% ниже давления насыщенного пара чистой воды?

Задача 4

Понижение давления насыщенного пара над водным раствором сахара по сравнению с чистой водой при $35^\circ C$ равно 1,99 Па. Зная давление насыщенного пара воды при этой температуре (5,6267 кПа), рассчитайте температуру замерзания раствора, если он содержит 0,101 г сахара в 100 г воды, а теплота плавления льда при $0^\circ C$ равна 6,03 кДж/моль.

Задача 5

Константа диссоциации уксусной кислоты CH_3COOH при 298 К равна $1,8 \cdot 10^{-5}$. Чему будет равна концентрация ионов водорода и рН раствора, если к 1 л однонормального раствора уксусной кислоты добавить $8,2 \cdot 10^{-3}$ кг ацетата натрия CH_3COONa ? Считать раствор идеальным. Принять, что объем раствора при введении соли практически не изменяется.

Задача 6

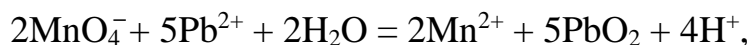
Раствор слабой кислоты НА при 298 К и разбавлении до 32 л имеет эквивалентную электропроводность $0,92 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$. Рассчитайте концентрацию ионов водорода в этом растворе и константу диссоциации кислоты.

Задача 7

Рассчитайте ионную силу раствора, содержащего 0,01 моль KCl в 1000 г воды.

Задача 8

Определите, воспользовавшись табличными значениями стандартных электродных потенциалов в Приложении, при 298 К стандартные изменения энергии Гиббса и энтропии реакции:



Если для гальванического элемента, в котором протекает эта реакция,

$$\frac{dE^0}{dT} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ В/К}.$$

ВАРИАНТ 6**Задача 1**

Вычислите температуру кипения воды при давлении $6,2 \cdot 10^5$ Па, если известно, что удельная теплота испарения воды равна 2254 кДж/моль.

Задача 2

Вычислите температуру начала плавления смеси, содержащей 172 г компонента А и 216 г компонента В (рис.3). При какой температуре закончится плавление этой смеси?

Задача 3

Вычислите давление насыщенного пара воды над 5%-ным раствором сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$ в воде при $100^\circ C$.

Задача 4

При $15^\circ C$ водный раствор йода, содержащий 0,0468 г/л йода, находится в равновесии с раствором йода в CCl_4 , содержащим 4 г/л йода. Вычислите коэффициент распределения йода между CCl_4 и водой.

Задача 5

При какой концентрации раствора степень диссоциации азотистой кислоты HNO_2 будет равна 20%, если константа диссоциации ее равна $5 \cdot 10^{-4}$.

Задача 6

Эквивалентная электропроводность раствора монохлоруксусной кислоты с разведением 5/2 л/моль при 298 К равна $21,94 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$. Определите степень диссоциации кислоты в этих условиях, если эквивалентная электропроводность монохлоруксуснокислого натрия при 298 К и бесконечном разведении равна $8,98 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$. Предельные подвижности ионов натрия и водорода соответственно равны 5,01 и $34,98 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$.

Задача 7

Определите ионную силу раствора I , содержащего 0,1 моль $BaCl_2$ и 0,2 моль $AlCl_3$ в 1000 г воды.

Задача 8

Как изменяются электродные потенциалы водородного и хлорного электродов при увеличении давления соответственно водорода и хлора? Ответ мотивируйте.

ВАРИАНТ 7**Задача 1**

Возрастание давления пара воды при увеличении температуры на 1° равно $0,0058 \cdot 10^5$ Па. Рассчитайте теплоту возгонки йода при температуре плавления, равной 114°C , если давление пара твердого йода при этой температуре равно $0,11849 \cdot 10^5$ Па.

Задача 2

Что называется компонентом системы? Запишите правило фаз Гиббса для двухкомпонентной конденсированной системы. Ответ мотивируйте.

Задача 3

Давление насыщенного пара раствора, содержащего 13 г нелетучего растворенного вещества в 100 г воды, при 28°C равно $0,0365 \cdot 10^5$ Па. Рассчитайте молярную массу растворенного вещества, предполагая, что раствор идеальный. Давление насыщенного пара воды при 28°C равно $0,0374 \cdot 10^5$ Па.

Задача 4

Найдите концентрацию эфирного раствора янтарной кислоты, находящегося в равновесии с водным раствором, содержащим 2,4 г/л кислоты при 15°C , если известно, что при этой температуре водный раствор янтарной кислоты, содержащий 7 г/л кислоты, находится в равновесии с эфирным раствором, содержащим 1,3 г/л кислоты.

Задача 5

Рассчитайте pH 0,01 молярного раствора муравьиной кислоты HCOOH при 298 К. Константа диссоциации кислоты равна $1,77 \cdot 10^{-4}$.

Задача 6

Эквивалентная электропроводность циануксусной кислоты в воде при 298 К при разных концентрациях равна:

| | | | | |
|---|----------|----------|----------|-------|
| С, моль/л | 0,007335 | 0,001856 | 0,000466 | 0 |
| λ , См·м ² ·кг-экв ⁻¹ | 19,39 | 28,26 | 34,70 | 38,61 |

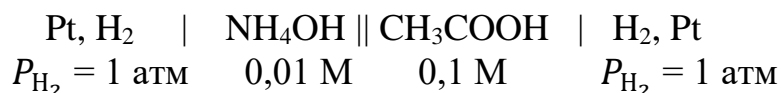
Рассчитайте среднее значение константы диссоциации циануксусной кислоты.

Задача 7

Определите ионную силу раствора I , содержащего 0,2 моль $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ и 0,1 моль Na_2SO_4 в 1000 г воды.

Задача 8

Рассчитайте при 298 К ЭДС гальванического элемента без учета диффузионного потенциала:



ВАРИАНТ 8

Задача 1

Давление насыщенного пара метилового спирта при 20°C равно 12554 Па., а при 40°C соответственно 34551 Па. Определите молярную теплоту испарения метилового спирта.

Задача 2

Нагрето до 35°C 15 г смеси, содержащей 60% воды (диаграмма на рис.4). Определите, сколько (кг) анилина $C_6H_5NH_2$ будет находится в насыщенном анилином слое при этой температуре.

Задача 3

В 1000 г воды растворено 68,4 г сахарозы $C_{12}H_{22}O_{11}$. Давление насыщенного пара чистой воды при 20°C равно $0,0231 \cdot 10^5$ Па. Определите давление насыщенного пара воды над раствором.

Задача 4

При 25°C коэффициент распределения анилина между бензолом и водой равен 10,1. Найдено, что 10 мл бензольного слоя содержат 0,05835 г анилина. Определите концентрацию анилина (в моль/л) в водном слое.

Задача 5

Определите, насколько сильно изменится рН раствора $HClO_4$ в воде при 298 К, если концентрацию изменить от 0,1 до 0,5 моль в 1000 г воды.

Задача 6

Какой объем 0,15 н. раствора нужно залить в сосуд с электродами, расположенными на расстоянии 1 см, чтобы измеренная электропроводность была эквивалентной электропроводностью этого раствора?

Задача 7

Вычислить активность HCl в растворе, моляльность которого равна 0,006 при 298 К.

Задача 8

При 298 К электродный потенциал медного электрода Cu^{2+}/Cu ($a = 0,005$) равен 0,27 В. Определите стандартный потенциал медного электрода.

ВАРИАНТ 9

Задача 1

При 40°C давление насыщенного пара хлороформа равно 49200 Па, а при 50°C – 71330 Па. Вычислите молярную теплоту испарения и температуру кипения хлороформа при нормальном давлении.

Задача 2

Укажите температуры начала и конца плавления системы, содержащей 60% компонента А (рис.2). Каков состав первых капель жидкости в начале плавления?

Задача 3

При 25°C давление насыщенного пара воды $0,0316 \cdot 10^5$ Па. Чему равно давление насыщенного пара воды над раствором, содержащим 10 г мочевины $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ в 200 г воды?

Задача 4

При распределении уксусной кислоты между CCl_4 и водой получены следующие данные: концентрация уксусной кислоты в CCl_4 $C_1 = 0,363$ моль/л; концентрация ее в воде $C_2 = 5,42$ моль/л. Вычислите коэффициент распределения уксусной кислоты между водой и CCl_4 .

Задача 5

Каковы причины диссоциации электролита в растворе? Какие ионы обладают наибольшей подвижностью в водных растворах и почему?

Задача 6

Эквивалентная электропроводность при бесконечном разведении раствора уксусной кислоты в 1,5 раза больше такой же электропроводности гидроксида аммония. Растворы 0,1 н. CH_3COOH и 0,05 н. NH_4OH имеют одинаковую эквивалентную электропроводность. Каково соотношение степеней диссоциации этих электролитов в данных растворах? Что больше: α_1 – степень диссоциации кислоты или α_2 – степень диссоциации гидроксида?

Задача 7

Вычислите активность Na_2SO_4 в 0,005 моляльном растворе при 298 К.

Задача 8

Из двух электродов: никеля, погруженного в раствор сульфата никеля, и кадмия, погруженного в раствор сульфата кадмия, составлен гальванический элемент. Какой из этих электродов будет отрицательным, если активность ионов никеля и ионов кадмия в растворах равна 1? Ответ мотивируйте, воспользовавшись данными Приложения.

ВАРИАНТ 10**Задача 1**

Определите давление насыщенного пара бензола при 25°C. Нормальная температура кипения бензола 80,2°C. Теплота испарения бензола равна 393,29 кДж/кг.

Задача 2

Какие фазы и какого состава находятся в равновесии, если система, состоящая из 2 кг анилина $C_6H_5NH_2$ и 2 кг H_2O , нагрета до 40°C (рис.4).

Задача 3

Определите молярность и моляльность 55%-го раствора H_3PO_4 , плотность которого равна 1380 кг/м³.

Задача 4

Раствор, содержащий 0,3363 г камфоры в 45,825 г бензола, закристаллизовался при температуре 5,254°C. Определите молярную массу камфоры, если температура кристаллизации чистого бензола равна 5,500°C, а криоскопическая постоянная бензола 5,1.

Задача 5

Вычислите концентрацию ионов водорода и pH водного раствора уксусной кислоты концентрация которого 0,1 кмоль/м³ при 25°C. Необходимые данные возьмите в Приложении.

Задача 6

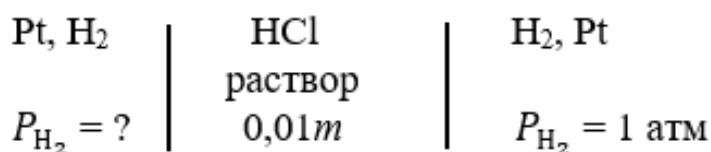
Эквивалентная электропроводность 0,002 н. раствора йодида калия в воде при 298 К равна 14,67 См·м²·кг-экв⁻¹. Чему будет равна удельная электропроводность раствора йодида калия?

Задача 7

Вычислите активность $CuSO_4$ в 0,005 моляльном растворе при 298 К.

Задача 8

Под каким давлением поступает водород в левый электрод (отрицательный), если ЭДС гальванического элемента



при 298 К равна 0,0059 В?

ВАРИАНТ 11

Задача 1

Путем анализа уравнения Клапейрона-Клаузиуса объясните, почему давление насыщенного пара над твердой фазой всегда растет при увеличении температуры.

Задача 2

Сколько степеней свободы имеет система, содержащая 100% компонента В при 40°C и постоянном давлении? Какие параметры состояния можно менять, не изменяя числа и природы фаз в этой системе (рис.3)?

Задача 3

Плотность 28%-го по массе водного раствора NH_4OH равна 898 кг/м³. Определите молярность и моляльность раствора.

Задача 4

Вычислите концентрацию (в массовых процентах) водного раствора сахарозы, если он начинает кристаллизоваться при -0,8°C. Криоскопическая постоянная воды равна 1,86.

Задача 5

Константа диссоциации гидроксида аммония при 298 К равна $1,79 \cdot 10^{-5}$. Вычислите, при какой концентрации степень диссоциации NH_4OH равна 2%. Какова концентрация ионов OH^- в этом растворе?

Задача 6

Удельная электропроводность 1%-го (по массе) водного раствора пропионовой кислоты $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ при 298 К составляет $4,79 \cdot 10^{-2}$ См·м⁻¹. Считая, что плотность раствора равна 1000 кг/м³, определите рН этого раствора. Данные о предельных подвижностях ионов возьмите в Приложении.

Задача 7

Ионная сила раствора KCl равна 0,2. Вычислите моляльность этого раствора.

Задача 8

ЭДС гальванического элемента, составленного из насыщенного каломельного (справа) и водородного электродов в исследуемом растворе, равна 0,274 В при 25°C. Рассчитайте рН исследуемого раствора. Диффузионным потенциалом пренебречь. Значения насыщенного каломельного и стандартного водородного электродов возьмите в Приложении.

ВАРИАНТ 12**Задача 1**

Определите молярную теплоту испарения этилового спирта, если давление насыщенного пара этилового спирта при 70°C равно $0,721 \cdot 10^{-5}$ Па, а при 80°C соответственно $1,081 \cdot 10^{-5}$ Па.

Задача 2

Определите массу кристаллов и массу жидкости, если 1 кг жидкости, содержащей 40% компонента А, охладить до 250°C (рис.2).

Задача 3

Давление насыщенного пара CCl_4 при 20°C равно $0,121 \cdot 10^5$ Па. Давление насыщенного пара над раствором фенола в CCl_4 , содержащим 4,7 г фенола в 100 г CCl_4 , при той же температуре равно $0,112 \cdot 10^5$ Па. Вычислите молярную массу фенола.

Задача 4

Водный раствор этилового спирта, содержащий 6,55 г спирта в 500 г воды, начинает кристаллизоваться при -0,53°C. Вычислите молярную массу спирта. Криоскопическая постоянная воды 1,86.

Задача 5

К некоторому объему 0,1 М раствора NH_4OH добавляется вода, после чего степень диссоциации NH_4OH удвоилась/ Вычислите концентрацию разбавленного раствора гидроксида аммония.

Задача 6

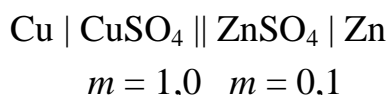
Эквивалентная электропроводность 0,00102 н. раствора CH_3COOH при 298 К равна $4,815 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$. Рассчитайте степень диссоциации уксусной кислоты при этой концентрации и константу диссоциации. Величину эквивалентной электропроводности при бесконечном разбавлении найдите в Приложении.

Задача 7

Ионная сила раствора AlCl_3 равна 0,4. Определите его моляльность.

Задача 8

Рассчитайте ЭДС гальванического элемента при 298 К:



Диффузионным потенциалом пренебречь. Воспользуйтесь табличными значениями стандартных потенциалов медного и цинкового электродов (Приложение).

ВАРИАНТ 13

Задача 1

Определите теплоту испарения ртути, если давление насыщенного пара при 330°C равно $0,613 \cdot 10^5$ Па и температура кипения ртути при атмосферном давлении равна 357°C . Теплоту принять независимой от температуры.

Задача 2

Определите число степеней свободы системы в фигуративных точках 1,2,3 и 4 на диаграмме рис.2. При какой температуре начнется и при какой закончится плавление системы, содержащей 60% компонента В? Каков состав первых капель жидкости?

Задача 3

Давление насыщенного пара этилового эфира при 15°C равно $0,481 \cdot 10^5$ Па, а давление насыщенного пара раствора, содержащего 10 г бензальдегида в 100 г эфира, равно $0,447 \cdot 10^5$ Па. Вычислите молярную массу бензальдегида.

Задача 4

Раствор, содержащий 0,753 г ацетона $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ в 100 г ледяной уксусной кислоты, обнаруживает понижение температуры замерзания на $0,508^{\circ}\text{C}$. Вычислите криоскопическую постоянную уксусной кислоты.

Задача 5

Константа диссоциации бензойной кислоты $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ равна $6,3 \cdot 10^{-5}$, а константа диссоциации уксусной кислоты CH_3COOH равна $1,76 \cdot 10^{-5}$. Определите отношение концентрации H^+ ионов в эквимольных растворах бензойной и уксусной кислот (вследствие слабой диссоциации обеих кислот их равновесную концентрацию можно считать равной общей концентрации кислоты).

Задача 6

Вычислите эквивалентную электропроводность 0,06 н. раствора уксусной кислоты CH_3COOH при 25°C . Величину константы диссоциации кислоты, а также величину эквивалентной электропроводности при бесконечном разбавлении найдите с помощью справочных данных (Приложение).

Задача 7

Определите коэффициенты активности иона Fe^{3+} и иона Cl^- в растворе, содержащем 0,002 моля FeCl_3 и 0,008 моля SrCl_2 в 1000 г воды при 298 К/

Задача 8

Напишите уравнение химической реакции (указав ее направление), протекающей в гальваническом элементе в стандартных условиях при 298 К:



ВАРИАНТ 14

Задача 1

Температура плавления кадмия при 10^5 Па равна $320,9^\circ\text{C}$. Определите температуру плавления кадмия при давлении $50 \cdot 10^5$ Па, если известно, что удельная теплота плавления кадмия $57,32$ кДж/кг. Плотность твердого кадмия $8,366$ кг/м³, плотность жидкого кадмия 7989 кг/м³.

Задача 2

Какие фазы находятся в равновесии в условиях, обозначенных фигуративными точками 1,2,3,4 на диаграмме рис.2? Укажите их состав.

Задача 3

При 20°C давление насыщенного пара воды равно 2338 Па. Вычислите давление насыщенного пара над раствором, содержащий 9 г глюкозы в 180 г воды при той же температуре.

Задача 4

Раствор, содержащий $0,4896$ г камфоры в $21,38$ г ацетона, кипит при температуре $66,55^\circ\text{C}$. Температура кипения чистого ацетона равна $56,30^\circ\text{C}$, а молярная масса камфоры равна 152 . Определите эбулиоскопическую постоянную и молярную теплоту испарения ацетона.

Задача 5

Вычислите, при какой концентрации уксусной кислоты степень диссоциации ее при 298 К равна 1% и чему равна в этом растворе концентрация H^+ - ионов. Величину константы диссоциации уксусной кислоты возьмите из Приложения.

Задача 6

При 18°C удельная электропроводность раствора муравьиной кислоты НСООН концентрацией $0,406 \cdot 10^{-3}$ моль/м³ равна $13,32 \cdot 10^{-4}$ См·м⁻¹. Вычислите степень диссоциации муравьиной кислоты. Величину эквивалентной электропроводности при бесконечном разбавлении найдите с помощью Приложения.

Задача 7

Как изменится ионная сила раствора, содержащего $0,5$ моля CuSO_4 в 1000 г воды, если к этому раствору добавить $0,2$ моля H_2SO_4 и 3 моля KCl ?

Задача 8

Для гальванического элемента, работающего в обратимых условиях, ЭДС при 298 К больше, чем при 273 К. Работает этот элемент с выделением или поглощением тепла? Ответ мотивируйте.

ВАРИАНТ 15

Задача 1

При -2°C давление насыщенного пара ацетона равно 7990 Па, а при $-20,8^{\circ}\text{C}$ равно 2670 Па. Определите давление насыщенного пара ацетона при -5°C , считая теплоту испарения ацетона независимой от температуры.

Задача 2

При какой температуре начнется кристаллизация системы, содержащей 60: компонента А (рис.3). Каков при этом будет состав кристаллов и жидкости?

Задача 3

Опытным путем найдено, что раствор, содержащий 1,5 г гликокола в 100 г воды, имеет такое же давление насыщенного водяного пара, как 6,35%-й раствор сахара. Молярная масса сахара равна 342. Определите молярную массу гликокола.

Задача 4

Определите температуру кипения раствора, содержащего 0,623 г нафталина в 20 г хлороформа, если температура кипения чистого хлороформа равна $61,2^{\circ}\text{C}$, а эбулиоскопическая постоянная его равна 3,68. Молярная масса нафталина равна 128.

Задача 5

Сколько нужно добавить воды к 100 мл 0,5 М раствора уксусной кислоты, чтобы степень диссоциации увеличилась в три раза?

Задача 6

Эквивалентная электропроводность при бесконечном разведении пикрата калия при 25°C равна $10,397 \cdot 10^{-3} \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$, подвижность иона K^+ $7,358 \cdot 10^{-3} \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$. Вычислите подвижность пикрат-иона.

Задача 7

Определите коэффициенты активности ионов алюминия и хлора в растворе, содержащем 0,01 моля AlCl_3 и 0,002 моля KNO_3 в 1000 г воды при 298 К.

Задача 8

Обратимо работающий гальванический элемент выделяет теплоту в окружающую среду. Зависит ли и как ЭДС этого элемента от температуры? Ответ мотивируйте.

ВАРИАНТ 16

Задача 1

Определите понижение температуры плавления кадмия, вызванное повышением давления от стандартного до давления $100 \cdot 10^5$ Па. Удельная теплота плавления кадмия $57,32$ кДж/кг, а температура плавления при 10^5 Па равна 321°C . Плотности твердого и жидкого кадмия соответственно равны 8366 кг/м³ и 7989 кг/м³.

Задача 2

При какой температуре полностью исчезнет жидкая фаза в процессе равновесного отнятия тепла от системы, содержащей 80% компонента А (рис.2)? Определите состав последних капель жидкой фазы.

Задача 3

Рассчитайте растворимость CO_2 в воде при 25°C и $5 \cdot 10^5$ Па, если константа Генри равна $0,76$ л·Па/ г .

Задача 4

Раствор, содержащий $0,2014$ г дифениламина в $20,1$ г бензола, кипит при температуре $80,255^\circ\text{C}$. Вычислите молярную массу дифениламина, если температура кипения чистого бензола равна $80,100^\circ\text{C}$, f удельная теплота испарения бензола равна $397,061$ кДж/кг .

Задача 5

Определите степень диссоциации $0,5$ М раствора NH_4OH при 298 К, если к 1 л последнего добавить $0,1$ моля твердого NH_4Cl . Константа диссоциации гидроксида аммония равна $1,79 \cdot 10^{-5}$ (принять, что NH_4Cl в растворе полностью диссоциирован).

Задача 6

Водный раствор LiCl концентрацией $0,1$ кмоль/м³ имеет удельную электропроводность $0,9$ См·м⁻¹ при 25°C . Определите эквивалентную электропроводность.

Задача 7

Определите активность FeCl_3 в растворе, содержащем $0,002$ моля FeCl_3 и $0,01$ моля H_2SO_4 в 1000 г воды при 298 К.

Задача 8

Температурный коэффициент ЭДС гальванического элемента с одноэлектронным переходом равен 0 . Чему равно изменение энтальпии ΔH реакции, протекающей в этом элементе, если ЭДС равна $1,1$ В?

ВАРИАНТ 17

Задача 1

Определите изменение температуры плавления льда при изменении давления на 10^5 Па, если при 0°C лед и вода находятся в равновесии при $1,013 \cdot 10^5$ Па. Удельные объемы составляют: для воды $1,0001 \cdot 10^{-3}$ м³/кг и для льда $1,0908 \cdot 10^{-3}$ м³/кг при 0°C . Теплота плавления льда $332,21$ кДж/кг.

Задача 2

В каком фазовом состоянии находится система, содержащая 40% компонента А при 50°C (рис.3). Чему равно число степеней свободы и каковы состав системы и составы ее равновесных фаз?

Задача 3

Растворимость кислорода в воде при давлении $0,395 \cdot 10^5$ Па и 298 К равна $0,016$ г/л. Определите константу Генри, выраженную в Па·л/г.

Задача 4

Раствор, содержащий $2,3$ г глицерина в 100 г ацетона, кипит при температуре $56,93^\circ\text{C}$. Чистый ацетон закипает при температуре $56,500^\circ\text{C}$. Вычислите эбулиоскопическую постоянную ацетона.

Задача 5

Определите концентрацию ионов OH^- в $0,1$ молярном растворе NH_4OH , если константа диссоциации NH_4OH равна $1,79 \cdot 10^{-5}$ (при 298 К).

Задача 6

Удельная электропроводность $0,05$ н. раствора CH_3COOH равна $0,0324$ См·м⁻¹. Определите эквивалентную электропроводность и степень диссоциации уксусной кислоты, если предельная эквивалентная электропроводность данного электролита $34,78$ См·м²·кг-экв⁻¹.

Задача 7

Определите коэффициенты активности иона водорода и иона SO_4^{2-} если в 100 г воды содержится $0,001$ моля H_2SO_4 , $0,2$ моля CuSO_4 и $0,01$ моля Na_2SO_4 при 298 К .

Задача 8

Существуют ли гальванические элементы, для которых величина ЭДС не зависит от величин стандартных электродных потенциалов? Если существуют, то укажите тип этих элементов, приведите пример и формулу для расчета ЭДС.

ВАРИАНТ 18

Задача 1

Давление насыщенного пара воды при 95°C равно $0,84 \cdot 10^5$ Па. Вычислите теплоту испарения воды (в Дж/моль), считая ее независимой от температуры.

Задача 2

Система, содержащая 20% компонента В, нагревается, начиная с 100°C (рис.2). Укажите температуру начала и конца плавления, а также состав первых капель жидкости. При каком содержании компонента А (%) система имеет наиболее низкую температуру начала плавления?

Задача 3

При 22°C и давлении $0,519 \cdot 10^5$ Па растворимость сероводорода в анилине равна 10,6 г/л, а при $1,547 \cdot 10^5$ Па и той же температуре растворимость равна 31,6 г/л. Выполняется ли закон Генри в рассматриваемом случае?

Задача 4

При какой температуре при постоянном давлении будет кипеть раствор, содержащий 4,5 г глюкозы в 100 г воды. Эбулиоскопическая постоянная воды равна 0,512 .

Задача 5

Определите, как будет изменяться степень диссоциации уксусной кислоты при 296 К, если концентрации растворов соответственно равны: 1,0 М, 0,1 М; 0,01 М. Величину константы диссоциации кислоты возьмите из Приложения.

Задача 6

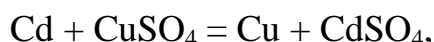
Определите степень диссоциации уксусной кислоты в 0,01 молярном растворе при 298 К, если эквивалентная электропроводность этого раствора равна $1,216 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{экв}^{-1}$. Величину эквивалентной электропроводности при бесконечном разбавлении найдите в Приложении.

Задача 7

Вычислите коэффициенты активности ионов H^+ и SO_4^{2-} в растворе, содержащем 0,001 моль H_2SO_4 и 0,5 моль CuSO_4 в 1000 г воды при 298 К .

Задача 8

Рассчитайте изменение термодинамических функций ΔG , ΔH и ΔS для реакции



которая протекает в гальваническом элементе, если температурный коэффициент ЭДС при 25°C равен $4,8 \cdot 10^{-4}$ В/К и ЭДС равна 1,015 В.

ВАРИАНТ 19

Задача 1

Определите теплоту перехода ромбической серы в моноклиническую при $95,5^{\circ}\text{C}$ (точка перехода), если изменение удельного объема при переходе составляет $0,014 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$, значение $\frac{dP}{dT}$ равно $25,5 \cdot 10^5 \text{ Па/К}$.

Задача 2

Какие фазы находятся в равновесии в условиях, обозначенных точками 1,2,3,4 и 5 на диаграмме рис.3? Укажите состав этих фаз. Определите число степеней свободы в этих точках.

Задача 3

Давление насыщенного пара этилового эфира при 20°C равно $0,589 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Вычислите давление насыщенного пара эфира над раствором, содержащим 15 г бензальдегида (молярная масса 106,05) в 100 г эфира (молярная масса 74) при той же температуре.

Задача 4

Вычислите температуру кипения при нормальном давлении раствора, содержащего 21,546 г сахара в 100 г воды. Эбулиоскопическая постоянная воды равна 0,512

Задача 5

К 1 л одномолярного раствора уксусной кислоты добавлено 5 г безводного уксуснокислого натрия. Определите pH полученного раствора при 298 К. Величину константы диссоциации уксусной кислоты возьмите в Приложении.

Задача 6

Раствор серной кислоты концентрацией $23,046 \text{ кг-экв/м}^3$ имеет удельную электропроводность $21,57 \text{ См}\cdot\text{м}^{-1}$. Рассчитайте эквивалентную электропроводность раствора.

Задача 7

Определите активность BaCl_2 в 0,1 моляльном растворе, если коэффициент активности BaCl_2 $\gamma_2 = 0,509$.

Задача 8

Стандартная ЭДС медно-цинкового гальванического элемента (элемент Якоби) равна 1,1 В. Вычислите ЭДС цепи, в которой активность иона меди равна 0,0005, а иона цинка 0,05.

ВАРИАНТ 20**Задача 1**

Нормальная температура кипения бензола составляет $80,2^{\circ}\text{C}$, удельная теплота испарения его равна $393,29$ кДж/кг. Определите давление насыщенного пара бензола при 0°C .

Задача 2

Система, содержащая 10 кг анилина $\text{C}_6\text{H}_6\text{NH}_2$ и вода, задана на диаграмме рис.4 фигуративной точкой 1. Рассчитайте, сколько килограммов анилина содержится в насыщенной анилином фазе.

Задача 3

При 20°C давление насыщенного водяного пара равно $2333,25$ Па. Сколько граммов глицерина $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ надо растворить в 180 г воды, чтобы понизить давление насыщенного пара на $133,3$ Па?

Задача 4

Раствор, содержащий $0,781$ г салициловой кислоты в 20 г этилового спирта, кипит при температуре на $0,337^{\circ}\text{C}$ выше, чем чистый спирт. Определите эбулиоскопическую постоянную этилового спирта. Молярная масса салициловой кислоты равна 138 г/моль.

Задача 5

Плотность 15% -го водного раствора HNO_3 равна 1080 кг/м³. Выразите состав раствора в мольных долях и в молярности.

Задача 6

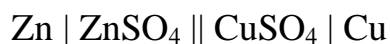
Вычислите эквивалентную электропроводность 1 н, раствора KNO_3 , если удельное сопротивление раствора при 18°C равно $0,124$ Ом·м.

Задача 7

Вычислите коэффициент активности иона железа в растворе, содержащем $0,002$ моль FeCl_3 и $0,05$ моль Na_2SO_4 в 1000 г воды при $T = 298$ К.

Задача 8

Вычислите изменение энергии Гиббса ΔG (Дж) обратимой реакции, протекающей в гальваническом элементе



1 н. 1 н.

если ЭДС равна $1,1$ В.

ВАРИАНТ 21**Задача 1**

Определите давление насыщенного пара ацетона при -10°C , если известно, что при -2°C оно равно $0,0799 \cdot 10^5$ Па, а при $-20,8^{\circ}\text{C}$ равно $0,0267 \cdot 10^5$ Па. Зависимостью теплоты испарения ацетона от температуры пренебречь.

Задача 2

Укажите число компонентов K , фаз Φ , степеней свободы S для системы, содержащей 30% $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ при 40°C . Какие фазы находятся при этом в равновесии? Укажите их состав. Воспользуйтесь диаграммой на рис. 4.

Задача 3

Определите молярную массу анилина, зная, что при 30°C давление насыщенного пара раствора, содержащего 3,09 г анилина в 370 г эфира $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ равно $0,868 \cdot 10^5$ Па, а давление насыщенного пара чистого эфира при той же температуре равно $0,864 \cdot 10^5$ Па.

Задача 4

Для приготовления антифриза (жидкости с пониженной температурой замерзания) было взято на 100 г воды 35 г глицерина $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$. Вычислите температуру начала замерзания антифриза. Криоскопическая постоянная воды равна 1,86.

Задача 5

Вычислите концентрацию ионов H^+ и pH в 0,1 М растворе кислоты HCN, константа диссоциации которой равна $7 \cdot 10^{-10}$.

Задача 6

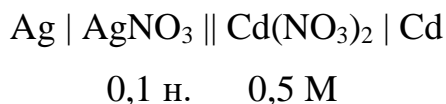
Удельное сопротивление 0,1 н. раствора азотнокислого калия при 18°C равно 0,954 Ом·м. Определите эквивалентную электропроводность этого раствора.

Задача 7

Определите активность FeCl_3 в растворе, содержащем 0,3 моль FeCl_3 в 000 г воды при 298 К .

Задача 8

Стандартный потенциал кадмия равен $-0,4$ В, а стандартный потенциал серебра $+0,808$ В. Пренебрегая диффузионным потенциалом, вычислите при стандартной температуре ЭДС цепи:



ВАРИАНТ 22

Задача 1

Определите, при какой температуре плавится висмут под давлением $20,2 \cdot 10^5$ Па, если плотности жидкого и твердого висмута при температуре его плавления 271°C и нормальном давлении соответственно равны 10005 и 9637 кг/м^3 . Теплота плавления висмута равна $10878,4 \text{ кДж/моль}$ (зависимостью теплоты от температуры пренебречь).

Задача 2

Рассчитайте массу жидкой фазы (кг), которая получится при охлаждении 10 кг смеси, содержащей 40% компонента А, до температуры 240°C (рис.2). Каков при этом состав твердой фазы?

Задача 3

Растворимость кислорода в воде при давлении $0,4 \cdot 10^5$ Па и 298 К равна $0,017 \text{ г/л}$. Определите константу Генри в Па·л/г.

Задача 4

Раствор, содержащий $0,345 \text{ г}$ ацетанилида $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONHC}_2\text{H}_3$ в 25 г фенола, начинает кристаллизоваться при $40,24^\circ\text{C}$. Определите криоскопическую постоянную и теплоту плавления фенола, если температура плавления его равна $41,00^\circ\text{C}$.

Задача 5

Вычислите степень диссоциации пропионовой кислоты $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ и рН $0,5$ молярного ее раствора, если константа диссоциации кислоты равна $1,34 \cdot 10^{-5}$.

Задача 6

Эквивалентная электропроводность $0,014 \text{ н.}$ раствора монохлоруксусной кислоты при 298 К равна $10,9 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$. Известно, что предельная эквивалентная электропроводность этой кислоты равна $38,95 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$. Определите степень и константу диссоциации монохлоруксусной кислоты.

Задача 7

Определите ионную силу I раствора, содержащего $0,001$ моля HCl и $0,002$ моля $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ в 1000 г воды.

Задача 8

Вычислите при 25°C ЭДС медно-цинкового гальванического элемента, если известно, что концентрация раствора CuSO_4 равна $0,001 \text{ М}$, а раствора ZnSO_4 - $0,01 \text{ М}$. Воспользуйтесь табличными значениями стандартных электродных потенциалов в Приложении.

ВАРИАНТ 23**Задача 1**

Давление насыщенного пара кристаллического CO_2 при $-100,2^\circ\text{C}$ равно $0,133 \cdot 10^5$ Па, а при -93°C равно $0,266 \cdot 10^5$ Па. Рассчитайте теплоту сублимации CO_2 и давление насыщенного пара его при -95°C .

Задача 2

Какой компонент и в каком количестве (в г) выкристаллизуется из системы массой 900 г, содержащей 80% (масс.) компонента В, если ее охладить до 300°C ? Воспользуйтесь диаграммой, изображенной на рис.2.

Задача 3

При 25°C давление насыщенного пара воды равно 3167,88 Па. Чему равно давление насыщенного пара воды над раствором, содержащим 6 г мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ в 180 г воды при той же температуре?

Задача 4

Вычислите массу этиленгликоля $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$, которую необходимо прибавить на каждый килограмм воды для приготовления антифриза (жидкости с пониженной температурой замерзания) с температурой начала замерзания -13°C .

Задача 5

Степень диссоциации угольной кислоты по первой ступени в 0,1 н. растворе равна 0,2%. Вычислите константу диссоциации угольной кислоты для этого случая.

Задача 6

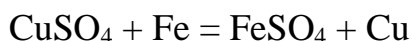
Эквивалентная электропроводность раствора уксусной кислоты концентрации 0,000159 М равна $1,277 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$ при 298 К. Вычислите константу диссоциации уксусной кислоты и рН раствора. Величину эквивалентной электропроводности при бесконечном разбавлении найдите с помощью справочных данных в Приложении.

Задача 7

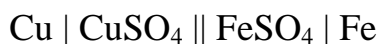
Вычислите коэффициенты активности иона натрия и иона хлора соответственно в 0,01 и 0,001 м водных растворах NaCl при 298 К.

Задача 8

Вычислите изменение энергии Гиббса ΔG реакции, протекающей в гальваническом элементе



если ЭДС гальванического элемента



при 25°C равна 0,78 В.

ВАРИАНТ 24**Задача 1**

При какой температуре закипит этиловый эфир под давлением $0,67 \cdot 10^5$ Па, если под давлением $0,976 \cdot 10^5$ Па он кипит при температуре 22°C ? Теплота испарения эфира равна $27,84$ кДж/моль.

Задача 2

Какой компонент и какую его массу (кг) нужно добавить к 1 кг системы, содержащей 80% $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ при температуре 45°C (рис.4), чтобы началось расслоение этой системы?

Задача 3

При 25°C давление насыщенного пара воды равно $3167,88$ Па. Чему равно давление насыщенного пара воды при той же температуре над раствором, содержащим 3 г мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ в 250 г воды?

Задача 4

Определите молекулярное понижение температуры кристаллизации нитробензола, если удельная теплота плавления его равна $96,232$ кДж/кг, а температура начала кристаллизации $6,7^\circ\text{C}$.

Задача 5

Концентрация раствора одноосновной органической кислоты равна $6,67 \cdot 10^{-6}$ моль/л; pH раствора 5. Чему равна константа диссоциации этой кислоты?

Задача 6

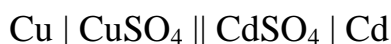
70%-ный (по массе) раствор H_2SO_4 имеет при 18°C плотность $1614,6$ кг/м³ и удельную электропроводность $21,57$ См/м¹. Вычислите величину эквивалентной электропроводности раствора.

Задача 7

Определите, во сколько раз изменится активность HCl в воде при 298 К, если моляльная концентрация хлористого водорода возрастет от $0,01$ до $1,0$.

Задача 8

Вычислите при 25°C ЭДС гальванического элемента



0,1 М 0,05 М

Воспользуйтесь табличными данными (Приложение) величин стандартных потенциалов. Диффузионным потенциалом пренебречь.

ВАРИАНТ 25**Задача 1**

Определите, при какой температуре плавится висмут под давлением $40,532 \cdot 10^5$ Па, если плотности жидкого и твердого висмута при температуре его плавления $271,00^\circ\text{C}$ соответственно равны 10005 и 9637 кг/м³. Теплота плавления висмута равна $10878,4$ кДж/моль.

Задача 2

Какой компонент и какую его массу (кг) нужно добавить к смеси, содержащей 2 кг компонента В и 8 кг компонента А, чтобы получить эвтектическую смесь (рис.2)?

Задача 3

При 15°C водный раствор янтарной кислоты, содержащий $0,7$ г/л кислоты, находится в равновесии с эфирным раствором, содержащим $0,13$ г/л кислоты. Вычислите коэффициент распределения янтарной кислоты между водой и эфиром.

Задача 4

Сколько граммов глицерина $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ надо прибавить к $0,6$ л воды, чтобы понизить температуру замерзания ее до -3°C ? Криоскопическая постоянная воды $1,86$.

Задача 5

Сколько граммов HCN содержится в 200 мл раствора этой кислоты, имеющего рН $5,07$? Константа диссоциации кислоты равна $7,2 \cdot 10^{-10}$.

Задача 6

Удельная электропроводность $0,14$ М водного раствора пропионовой кислоты при 298 К составляет $4,79 \cdot 10^{-2}$ См·м⁻¹. Определите рН этого раствора, если известно, что предельная эквивалентная электропроводность пропионовой кислоты равна $38,56$ См·м²·кг-экв⁻¹.

Задача 7

Сопоставьте ионные силы двух растворов при одинаковой концентрации: а) раствора AgNO_3 ; б) раствора $\text{Co}(\text{ClO}_4)_2$. Для какого раствора ионная сила больше, во сколько раз?

Задача 8

ЭДС цепи, составленной из насыщенного каломельного электрода, потенциал которого $0,242$ В, и водородного электрода, заполненного исследуемым раствором, при 25°C равна $0,562$ В. Вычислите рН исследуемого раствора.

ДИАГРАММЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

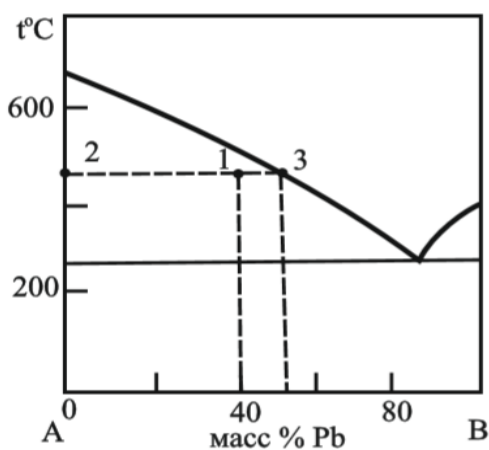


Рис. 1

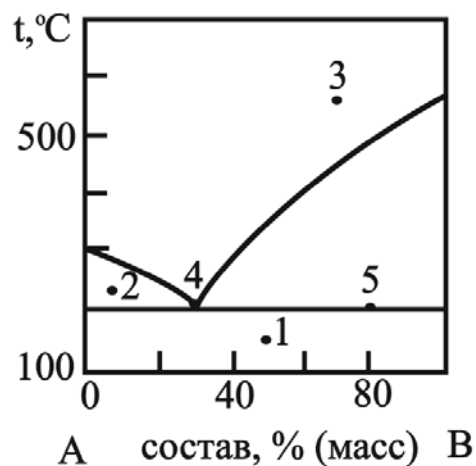


Рис.2

Диаграммы системы, когда компоненты неограниченно взаимно растворимы в жидком состоянии, а в твердом не образуют ни растворов, ни химических соединений

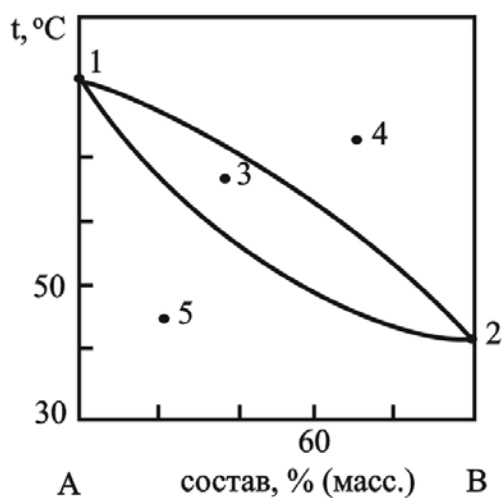


Рис. 3

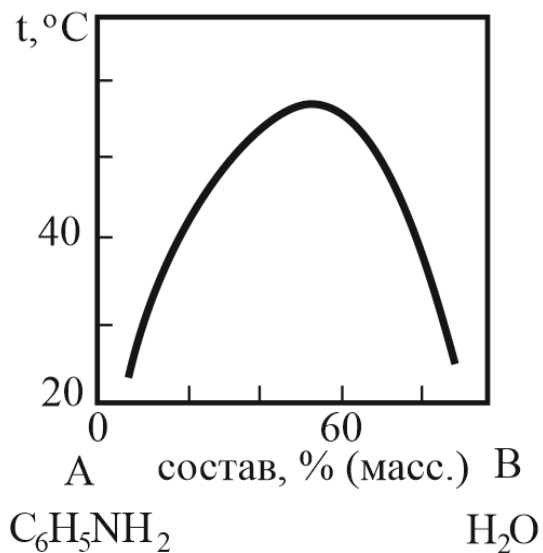


Рис. 4

Диаграмма системы, компоненты которой неограниченно растворимы друг в друге как в жидком, так и в твердом состояниях и не образуют между собой химических соединений

Диаграмма системы, компоненты которой не полностью смешиваются в жидком состоянии

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»

Вариант №1

1. Определить общую площадь и избыточную поверхностную энергию Гиббса сферических частиц тумана. Диаметр капель жидкости d и плотность ρ . Туман был получен распылением жидкости массы m . Поверхностное натяжение жидкости σ .

| Жидкость | Масса, г | Диаметр, $d \cdot 10^8$, м | Плотность, ρ , г/см ³ | Поверхностное натяжение, $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ² |
|----------|-------------|--------------------------------|--|--|
| Вода | 10 | 25 | 0,997 | 72,0 |

2. При изучении адсорбции вещества Д на адсорбенте Е получены следующие данные.

| | | | | | | | |
|--|---------------------------|------|------|-------|-------|-------|---------------------------------|
| Д- диоксид углерода Е-актив. уголь | $P \cdot 10^{-2}$, Па | 49,7 | 99,8 | 200,0 | 297,0 | 398,5 | P_1 $2,5 \cdot 10^4$ Па |
| | $A \cdot 10^3$, кг/кг | 70,0 | 91,0 | 102,0 | 107,3 | 108,0 | m_1 8 кг |

P – равновесное давление. A – величина адсорбции.

Графически определить константы уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра. Используя оба уравнения, рассчитать величину адсорбции при давлении P_1 и массу адсорбата на m_1 кг адсорбента.

3. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов веществ А и В разных концентраций. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения. Определить, какой из двух приведенных электролитов имеет меньший порог коагуляции по отношению к полученному золю.

| Раствор А | Раствор В | Электролиты |
|---|------------|---|
| 0,001 М Рb(NO ₃) ₂ | 0,003 М КJ | BaCl ₂ , Na ₂ SO ₄ |

Вариант №2

1. Определить общую площадь и избыточную поверхностную энергию Гиббса сферических частиц тумана. Диаметр капель жидкости d и плотность ρ . Туман был получен распылением жидкости массы m . Поверхностное натяжение жидкости σ .

| Жидкость | Масса, г | Диаметр, $d \cdot 10^8$, м | Плотность, ρ , г/см ³ | Поверхностное натяжение, $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ² |
|----------|-------------|--------------------------------|--|--|
| Ртуть | 25 | 15 | 13,5 | 471 |

2. При изучении адсорбции вещества Д на адсорбенте Е получены следующие данные.

| | | | | | | | |
|----------|---|------|------|------|------|------|------------------|
| Д- аргон | $P, \text{ Па}$ | 373 | 680 | 1266 | 1733 | 4532 | P_1 5000 Па |
| Е- слюда | $A \cdot 10^6,$ $\text{ м}^3/\text{ кг}$ | 11,8 | 17,3 | 23,0 | 26,0 | 32,7 | m_1 300 кг |

P – равновесное давление. A – величина адсорбции.

Графически определить константы уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра. Используя оба уравнения, рассчитать величину адсорбции при давлении P_1 и объем адсорбата на m_1 кг адсорбента.

3. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов веществ А и В разных концентраций. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения. Определить, какой из двух приведенных электролитов имеет меньший порог коагуляции по отношению к полученному золю.

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------|---|
| Раствор А | Раствор В | Электролиты |
| 0,002н H_2S | 0,001н $\text{Vi}(\text{OH})_3$ | $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2, \text{K}_2\text{SO}_4$ |

Вариант №3

1. Определить общую площадь и избыточную поверхностную энергию Гиббса сферических частиц тумана. Диаметр капель жидкости d и плотность ρ . Туман был получен распылением жидкости массы m . Поверхностное натяжение жидкости σ .

| | | | | |
|-------------|-------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Жидкость | Масса, г | Диаметр, $d \cdot 10^8, \text{ м}$ | Плотность, $\rho, \text{ г/см}^3$ | Поверхностное натяжение, $\sigma \cdot 10^3, \text{ Дж/м}^2$ |
| Нитробензол | 50 | 20 | 1,200 | 43,3 |

2. При изучении адсорбции вещества Д на адсорбенте Е получены следующие данные.

| | | | | | | |
|--|--------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------|
| Д- оксид азота (1), Е- древесный уголь | $P \cdot 10^{-5},$ Па | 1,61 | 3,55 | 7,40 | 12,06 | P_1 $5,5 \cdot 10^5$ Па |
| | $A \cdot 10^3,$ кг/кг | 0,150 | 0,183 | 0,191 | 0,199 | m_1 70 кг |

P – равновесное давление. A – величина адсорбции.

Графически определить константы уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра. Используя оба уравнения, рассчитать величину адсорбции при давлении P_1 и массу адсорбата на m_1 кг адсорбента.

3. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов веществ А и В разных концентраций. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения. Определить, какой из двух приведенных электролитов имеет меньший порог коагуляции по отношению к полученному золю.

| | | |
|--------------------------|-------------|---|
| Раствор А | Раствор В | Электролиты |
| 0,004н FeCl ₃ | 0,001н NaOH | Al(NO ₃) ₃ , NiSO ₄ |

Вариант №4

1. Определить общую площадь и избыточную поверхностную энергию Гиббса сферических частиц тумана. Диаметр капель жидкости d и плотность ρ . Туман был получен распылением жидкости массы m . Поверхностное натяжение жидкости σ .

| Жидкость | Масса, г | Диаметр, $d \cdot 10^8$, м | Плотность, ρ , г/см ³ | Поверхностное натяжение, $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ² |
|----------|----------|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| Анилин | 150 | 16 | 1,028 | 42,8 |

2. При изучении адсорбции вещества Д на адсорбенте Е получены следующие данные.

| | | | | | | | |
|--|------------------------|------|------|------|-------|-------|---------------|
| Д- оксид азота(1), Е- древесный уголь | $P \cdot 10^{-2}$, Па | 9,9 | 49,7 | 99,8 | 200,0 | 297,0 | P_1 1500 Па |
| | $A \cdot 10^3$, кг/кг | 32,0 | 70,0 | 91,0 | 102,0 | 107,3 | m_1 2,5 кг |

P – равновесное давление. A – величина адсорбции.

Графически определить константы уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра. Используя оба уравнения, рассчитать величину адсорбции при давлении P_1 и массу адсорбата на m_1 кг адсорбента.

3. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов веществ А и В разных концентраций. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения. Определить, какой из двух приведенных электролитов имеет меньший порог коагуляции по отношению к полученному золю.

| | | |
|---------------------------|-------------|---|
| Раствор А | Раствор В | Электролиты |
| 0,008 н AgNO ₃ | 0,004 н HBr | Na ₂ SO ₄ , AlCl ₃ |

Вариант №5

1. Определить общую площадь и избыточную поверхностную энергию Гиббса сферических частиц тумана. Диаметр капель жидкости d и плотность

ρ . Туман был получен распылением жидкости массы m . Поверхностное натяжение жидкости σ .

| Жидкость | Масса, г | Диаметр, $d \cdot 10^8$, м | Плотность, ρ , г/см ³ | Поверхностное натяжение, $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ² |
|----------|-------------|--------------------------------|--|--|
| О-ксилол | 8,0 | 10 | 0,7070 | 28,1 |

2. При изучении адсорбции вещества Д на адсорбенте Е получены следующие данные.

| | | | | | | | |
|--|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-----------------|
| Д- аргон, Е - активированный уголь | $P \cdot 10^3$, Па | 2,5 | 3,43 | 7,42 | 13,10 | 17,20 | P_1 100 Па |
| | $A \cdot 10^4$, кг/кг | 1,68 | 2,27 | 4,47 | 6,97 | 8,19 | m_1 250 кг |

P – равновесное давление. A – величина адсорбции.

Графически определить константы уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра. Используя оба уравнения, рассчитать величину адсорбции при давлении P_1 и массу адсорбата на m_1 кг адсорбента.

3. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов веществ А и В разных концентраций. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения. Определить, какой из двух приведенных электролитов имеет меньший порог коагуляции по отношению к полученному золю.

| Раствор А | Раствор В | Электролиты |
|--|-----------------------------|-------------------------|
| 0,005 М H ₂ SO ₄ | 0,003 М Ва(ОН) ₂ | AlCl ₃ , KCl |

Вариант №6

1. Определить общую площадь и избыточную поверхностную энергию Гиббса сферических частиц тумана. Диаметр капель жидкости d и плотность ρ . Туман был получен распылением жидкости массы m . Поверхностное натяжение жидкости σ .

| Жидкость | Масса, г | Диаметр, $d \cdot 10^8$, м | Плотность, ρ , г/см ³ | Поверхностное натяжение, $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ² |
|----------|-------------|--------------------------------|--|--|
| Вода | 70 | 30 | 0,997 | 72,0 |

2. При изучении адсорбции вещества Д на адсорбенте Е получены следующие данные.

| | | | | | | |
|--|---------------------------|------|------|-------|-------|------------------|
| Д- этанол(г), Е - активированный уголь | $P \cdot 10^{-2}$, Па | 1,0 | 5,0 | 30,0 | 200,0 | P_1 6500 Па |
| | $A \cdot 10^3$, кг/кг | 35,0 | 86,0 | 152,0 | 178,0 | m_1 12 кг |

P – равновесное давление, A – величина адсорбции.

Графически определить константы уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра. Используя оба уравнения, рассчитать величину адсорбции при давлении P_1 и массу адсорбата на m_1 кг адсорбента.

3. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов веществ А и В разных концентраций. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения. Определить, какой из двух приведенных электролитов имеет меньший порог коагуляции по отношению к полученному золю.

| Раствор А | Раствор В | Электролиты |
|----------------------|------------|-----------------------|
| 0,002 М $Pb(NO_3)_2$ | 0,003 М КJ | $BaCl_2$, Na_2SO_4 |

Вариант №7

1. Определить общую площадь и избыточную поверхностную энергию Гиббса сферических частиц тумана. Диаметр капель жидкости d и плотность ρ . Туман был получен распылением жидкости массы m . Поверхностное натяжение жидкости σ .

| Жидкость | Масса, г | Диаметр, $d \cdot 10^8$, м | Плотность, ρ , г/см ³ | Поверхностное натяжение, $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ² |
|----------|----------|-----------------------------|---------------------------------------|--|
| Ртуть | 5,2 | 8,0 | 13,5 | 471 |

2. При изучении адсорбции вещества Д на адсорбенте Е получены следующие данные.

| | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|-----------------|
| Д- бензол, Е- сажа | P , Па | 1,03 | 1,29 | 1,74 | 2,50 | 6,67 | P_1 70 Па |
| | $A \cdot 10^2$, моль/кг | 1,57 | 1,94 | 2,55 | 3,51 | 4,58 | m_1 1,2 кг |

P – равновесное давление, A – величина адсорбции.

Графически определить константы уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра. Используя оба уравнения, рассчитать величину адсорбции при давлении P_1 и массу адсорбата на m_1 кг адсорбента.

3. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов веществ А и В разных концентраций. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения. Определить, какой из двух приведенных электролитов имеет меньший порог коагуляции по отношению к полученному золю.

| Раствор А | Раствор В | Электролиты |
|----------------------|-------------|----------------------|
| 0,005 М $Fe(NO_3)_2$ | 0,008 М КОН | K_2SO_4 , $MgCl_2$ |

Вариант №8

1. Определить общую площадь и избыточную поверхностную энергию Гиббса сферических частиц тумана. Диаметр капель жидкости d и плотность ρ . Туман был получен распылением жидкости массы m . Поверхностное натяжение жидкости σ .

| Жидкость | Масса, г | Диаметр, $d \cdot 10^8$, м | Плотность, ρ , г/см ³ | Поверхностное натяжение, $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ² |
|-------------|-------------|--------------------------------|--|--|
| Нитробензол | 13 | 12 | 1,200 | 43,3 |

2. При изучении адсорбции вещества Д на адсорбенте Е получены следующие данные.

| | | | | | | |
|--|---------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|
| Д- этилен, Е -активированный уголь | $P \cdot 10^{-5}$, Па | 1,62 | 3,44 | 6,70 | 10,13 | P_1 $8 \cdot 10^5$ Па |
| | $A \cdot 10^3$, кг/кг | 0,130 | 0,154 | 0,169 | 0,172 | m_1 6,5 кг |

P – равновесное давление, A – величина адсорбции.

Графически определить константы уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра. Используя оба уравнения, рассчитать величину адсорбции при давлении P_1 и массу адсорбата на m_1 кг адсорбента.

3. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов веществ А и В разных концентраций. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения. Определить, какой из двух приведенных электролитов имеет меньший порог коагуляции по отношению к полученному золю.

| Раствор А | Раствор В | Электролиты |
|--|-----------------------------|-------------------------|
| 0,001 М H ₂ SO ₄ | 0,002 М Ba(OH) ₂ | AlCl ₃ , KCl |

Вариант №9

1. Определить общую площадь и избыточную поверхностную энергию Гиббса сферических частиц тумана. Диаметр капель жидкости d и плотность ρ . Туман был получен распылением жидкости массы m . Поверхностное натяжение жидкости σ .

| Жидкость | Масса, г | Диаметр, $d \cdot 10^8$, м | Плотность, ρ , г/см ³ | Поверхностное натяжение, $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ² |
|----------|-------------|--------------------------------|--|--|
| Анилин | 12 | 25 | 1,028 | 42,8 |

2. При изучении адсорбции вещества Д на адсорбенте Е получены следующие данные.

| | | | | | | |
|---|---------------------------|------|-------|-------|-------|----------------------------|
| Д- диоксид углерода, Е - активированный уголь | $P \cdot 10^{-2}$, Па | 10,0 | 100,0 | 250,0 | 452,0 | P_1 $3 \cdot 10^4$ Па |
| | $A \cdot 10^3$, кг/кг | 32,3 | 96,2 | 145,0 | 177,0 | m_1 25 кг |

P – равновесное давление, A – величина адсорбции.

Графически определить константы уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра. Используя оба уравнения, рассчитать величину адсорбции при давлении P_1 и массу адсорбата на m_1 кг адсорбента.

2. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов веществ А и В разных концентраций. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения. Определить, какой из двух приведенных электролитов имеет меньший порог коагуляции по отношению к полученному золю.

| | | |
|-------------------------|---------------------|--|
| Раствор А | Раствор В | Электролиты |
| 0,003 н AgNO_3 | 0,004 н KJ | Na_2SO_4 , AlCl_3 |

Вариант №10

1. Определить общую площадь и избыточную поверхностную энергию Гиббса сферических частиц тумана. Диаметр капель жидкости d и плотность ρ . Туман был получен распылением жидкости массы m . Поверхностное натяжение жидкости σ .

| | | | | |
|----------|-------------|--------------------------------|--|--|
| Жидкость | Масса, г | Диаметр, $d \cdot 10^8$, м | Плотность, ρ , г/см ³ | Поверхностное натяжение, $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ² |
| О-ксилол | 28,0 | 25 | 0,7070 | 28,1 |

2. При изучении адсорбции вещества Д на адсорбенте Е получены следующие данные.

| | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|------|------|-------|-------|-------|------------------|
| Д- пары воды, Е- силикагель | $P \cdot 10^{-2}$, Па | 3,04 | 7,22 | 11,69 | 14,93 | 17,77 | P_1 1500 Па |
| | $A \cdot 10^3$, моль/кг | 4,44 | 9,22 | 11,67 | 13,22 | 14,89 | m_1 5 кг |

3. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов веществ А и В разных концентраций. Написать и объяснить формулу мицеллы золя и схему ее строения. Определить, какой из двух приведенных электролитов имеет меньший порог коагуляции по отношению к полученному золю.

| | | |
|-------------------------|-----------------------|--|
| Раствор А | Раствор В | Электролиты |
| 0,003 н AgNO_3 | 0,004 н NaCl | Na_2SO_4 , AlCl_3 |

Использованная литература

1. Афанасьев, Б.Н. Физическая химия : Учебное пособие/ Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова.- СПб. : Издательство «Лань», 2012. – 464 с .: ил
<http://ed.donntu.org/books/19/cd9217.pdf>
2. Клындюк, А. И. Физическая химия : учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей / А. И. Клындюк, Г. С. Петров, Е. А. Чижова. – Минск : БГТУ, 2013. – 300 с.
<http://ed.donntu.org/books/19/cd9207.pdf>
3. Дерябин, В.А. Физическая химия дисперсных систем :учебное пособие/ В.А. Дерябин, Е.П. Фарафонтова .- Екатеринбург: Изд-во Урал.унив-та , 2015. – 88 с. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9216.pdf>
4. Бажин, Н.М. Начала физической химии: Учебное пособие/ Н.М. Бажин, В.И. Пармон – М.: ИНФРА-М, 2015. – 332 с..
<http://ed.donntu.org/books/19/cd9355.pdf>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Тривиальные названия некоторых веществ

| Название | Химическая формула |
|--------------------------------|--|
| Бертолетова соль | KClO_3 |
| Гипосульфит | $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ |
| Глауберова соль | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ |
| Глинозем | Al_2O_3 |
| Едкий барит | $\text{Ba}(\text{OH})_2$ |
| Едкий натр (каустическая сода) | NaOH |
| Едкое кали | KOH |
| Жженая магнезия | MgO |
| Известь | |
| негашеная | CaO |
| гашеная | $\text{Ca}(\text{OH})_2$ |
| Кальцинированная сода | Na_2CO_3 |
| Карборунд | SiC |
| Квасцы | |
| алюмокалиевые | $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ |
| железоаммонийные | $(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ |
| хромокалиевые | $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ |
| Купорос | |
| железный | $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ |
| медный | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ |
| Нашатырный спирт | Концентрированный раствор NH_3 в воде |
| Нашатырь | NH_4Cl |
| Питьевая сода | NaHCO_3 |
| Поташ | K_2CO_3 |
| Селитра | |
| аммонийная | NH_4NO_3 |
| известковая (норвежская) | $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ |
| индийская | KNO_3 |
| чилийская | NaNO_3 |
| Синильная кислота | HCN |
| Соляная кислота | HCl |
| Сулема | HgCl_2 |
| Сухой лед | CO_2 (тв.) |
| Угарный газ | CO |
| Цементит | Fe_3C |

Приложение 2

Названия важнейших кислот и их солей

| Формула кислоты | Название | |
|-----------------------------------|------------------|--------------|
| | кислоты | соли |
| HAlO_2 | Метаалюминиевая | Метаалюминат |
| H_3AlO_3 | Ортоалюминиевая | Ортоалюминат |
| HBO_2 | Метаборная | Метаборат |
| H_3BO_3 | Ортоборная | Ортоборат |
| $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ | Тетраборная | Тетраборат |
| HBr | Бромоводородная | Бромид |
| HCOOH | Муравьиная | Формиат |
| CH_3COOH | Уксусная | Ацетат |
| HCN | Циановодородная | Цианид |
| H_2CO_3 | Угльная | Карбонат |
| $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ | Щавелевая | Оксалат |
| HCl | Хлороводородная | Хлорид |
| HClO | Хлорноватистая | Гипохлорит |
| HClO_2 | Хлористая | Хлорит |
| HClO_3 | Хлорноватая | Хлорат |
| HClO_4 | Хлорная | Перхлорат |
| H_2CrO_4 | Хромовая | Хромат |
| $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | Дихромовая | Дихромат |
| HI | Йодоводородная | Йодид |
| HMnO_4 | Марганцовая | Перманганат |
| H_2MnO_4 | Марганцовистая | Манганат |
| HNO_2 | Азотистая | Нитрит |
| HNO_3 | Азотная | Нитрат |
| HPO_3 | Метафосфорная | Метафосфат |
| H_3PO_4 | Ортофосфорная | Ортофосфат |
| H_3PO_3 | Фосфористая | Фосфит |
| H_2S | Сероводородная | Сульфид |
| HSCN | Родановодородная | Роданид |
| H_2SO_3 | Сернистая | Сульфит |
| H_2SO_4 | Серная | Сульфат |
| $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ | Тиосерная | Тиосульфат |
| H_2SiO_3 | Метакремниевая | Метасиликат |
| H_4SiO_4 | Ортокремниевая | Ортосиликат |

Приложение 3

Константы диссоциации некоторых слабых электролитов

| Электролит | Константа диссоциации | Электролит | Константа диссоциации |
|---|--------------------------|---|--------------------------|
| <i>Кислоты</i> | | H ₂ CO ₃ , I ступень | 4,31 · 10 ⁻⁷ |
| HNO ₂ | 4 · 10 ⁻⁴ | II ступень | 5,61 · 10 ⁻¹¹ |
| H ₃ BO ₃ , I ступень | 5,70 · 10 ⁻¹⁰ | H ₂ CrO ₄ , I ступень | 1,8 · 10 ⁻¹ |
| H ₂ O | 1,8 · 10 ⁻¹⁶ | II ступень | 3,2 · 10 ⁻⁷ |
| H ₂ SiO ₃ , I ступень | 1,0 · 10 ⁻¹⁰ | HCOOH | 1,77 · 10 ⁻⁴ |
| II ступень | 1,0 · 10 ⁻¹² | CH ₃ COOH | 1,86 · 10 ⁻⁵ |
| H ₃ AsO ₄ , I ступень | 3,62 · 10 ⁻³ | HClO | 3,0 · 10 ⁻⁸ |
| II ступень | 1,70 · 10 ⁻⁷ | <i>Основания</i> | |
| III ступень | 2,95 · 10 ⁻¹² | Al(OH) ₃ , I ступень | 4,0 · 10 ⁻¹³ |
| H ₃ AsO ₃ , I ступень | 5,8 · 10 ⁻¹⁰ | NH ₄ OH | 1,79 · 10 ⁻⁵ |
| II ступень | 3 · 10 ⁻¹⁴ | Ba(OH) ₂ , II ступень | 2,3 · 10 ⁻¹ |
| H ₃ PO ₄ , I ступень | 7,51 · 10 ⁻³ | Be(OH) ₂ , II ступень | 3,3 · 10 ⁻⁸ |
| II ступень | 6,23 · 10 ⁻⁸ | H ₂ O | 1,8 · 10 ⁻¹⁶ |
| III ступень | 2,2 · 10 ⁻¹³ | Ca(OH) ₂ , II ступень | 5,0 · 10 ⁻² |
| HF | 7,4 · 10 ⁻³ | Cu(OH) ₂ , II ступень | 3,4 · 10 ⁻⁷ |
| H ₂ SO ₃ , I ступень | 1,3 · 10 ⁻² | Sn(OH) ₂ , II ступень | 5,0 · 10 ⁻¹³ |
| II ступень | 5 · 10 ⁻⁶ | Pb(OH) ₂ , I ступень | 9,6 · 10 ⁻⁴ |
| H ₂ S, I ступень | 5,7 · 10 ⁻⁸ | II ступень | 6,0 · 10 ⁻⁷ |
| II ступень | 1,2 · 10 ⁻¹⁵ | AgOH | 1,1 · 10 ⁻⁴ |
| HCN | 7,2 · 10 ⁻¹⁰ | Zn(OH) ₂ , II ступень | 4,0 · 10 ⁻⁵ |

Приложение 4

Криоскопическая (K_K) и эбуллиоскопическая (K_3) константы растворителей

| Растворитель | K_K | K_3 | $t_{пл}, ^\circ\text{C}$ | $t_{кип}, ^\circ\text{C}$ |
|--|-------|-------|--------------------------|---------------------------|
| Ацетон - $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ | 2,4 | 1,48 | -94,6 | 56,0 |
| Бензол - C_6H_6 | 5,1 | 2,57 | 5,4 | 80,2 |
| Вода - H_2O | 1,86 | 0,516 | 0 | 100 |
| Диэтиловый эфир - $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$ | 1,73 | 2,02 | - | 34,5 |
| Хлороформ - CHCl_3 | 4,9 | 3,88 | -63,2 | 61,2 |
| Четыреххлористый углерод - CCl_4 | 2,90 | 5,3 | -23 | 76,7 |
| Этиловый спирт - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | - | 1,16 | -114,15 | 78,39 |

Приложение 2

Давление h насыщенного водяного пара в равновесии с водой при различных температурах, мм рт. ст.

| Десятки градусов | Единицы градусов, $^\circ\text{C}$ | | | | | | | | | |
|---------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 4,58 | 4,93 | 5,29 | 5,69 | 6,10 | 6,54 | 7,01 | 7,51 | 8,05 | 8,61 |
| 10 | 9,20 | 9,84 | 10,52 | 11,23 | 11,99 | 12,79 | 13,63 | 14,53 | 15,48 | 16,48 |
| 20 | 17,54 | 18,65 | 19,83 | 21,07 | 22,38 | 23,76 | 25,21 | 26,74 | 28,35 | 30,09 |
| 30 | 31,82 | 33,70 | 35,68 | 37,73 | 39,90 | 42,18 | 44,56 | 47,07 | 49,69 | 52,44 |
| 40 | 55,32 | 58,34 | 61,50 | 64,80 | 68,26 | 71,88 | 75,65 | 79,60 | 83,71 | 88,02 |

Приложение 5

**Стандартные электродные потенциалы металлов
в водных растворах (φ° , В)**

| Me^{n+}/Me^0 | φ° , В | Me^{n+}/Me^0 | φ° , В |
|----------------------|---------------------|---|---------------------|
| Li ⁺ /Li | -3,045 | Ni ²⁺ /Ni | -0,250 |
| Rb ⁺ /Rb | -2,925 | Mo ³⁺ /Mo | -0,200 |
| K ⁺ /K | -2,930 | Sn ²⁺ /Sn | -0,136 |
| Ba ²⁺ /Ba | -2,905 | Pb ²⁺ /Pb | -0,130 |
| Sr ²⁺ /Sr | -2,888 | Fe ³⁺ /Fe | -0,037 |
| Ca ²⁺ /Ca | -2,864 | 2H⁺/H₂ | 0,000 |
| Na ⁺ /Na | -2,714 | Sn ⁴⁺ /Sn | +0,130 |
| La ³⁺ /La | -2,522 | Sb ³⁺ /Sb | +0,200 |
| Mg ²⁺ /Mg | -2,363 | Каломельный электрод Pt Hg Hg ₂ Cl ₂ Cl ⁻ | +0,243 |
| Th ⁴⁺ /Th | -1,899 | Re ³⁺ /Re | +0,300 |
| Be ²⁺ /Be | -1,847 | Bi ³⁺ /Bi | +0,125 |
| U ³⁺ /U | -1,798 | Co ³⁺ /Co | +0,330 |
| Hf ⁴⁺ /Hf | -1,700 | Cu ²⁺ /Cu | +0,340 |
| Al ³⁺ /Al | -1,663 | Tc ²⁺ /Tc | +0,400 |
| Ti ²⁺ /Ti | -1,630 | Ru ²⁺ /Ru | +0,450 |
| Ti ³⁺ /Ti | -1,208 | Cu ⁺ /Cu | +0,520 |
| Mn ²⁺ /Mn | -1,180 | Hg ₂ ²⁺ /2Hg | +0,790 |
| V ²⁺ /V | -1,180 | Ag ⁺ /Ag | +0,799 |
| Nb ³⁺ /Nb | -1,100 | Rh ³⁺ /Rh | +0,800 |
| V ³⁺ /V | -0,868 | Pb ⁴⁺ /Pb | +0,840 |
| Cr ²⁺ /Cr | -0,913 | Os ²⁺ /Os | +0,850 |
| Zn ²⁺ /Zn | -0,763 | Hg ²⁺ /Hg | +0,852 |
| Cr ³⁺ /Cr | -0,744 | Pd ²⁺ /Pd | +0,915 |
| Ga ³⁺ /Ga | -0,560 | Ir ³⁺ /Ir | +1,150 |
| Fe ²⁺ /Fe | -0,440 | Pt ²⁺ /Pt | +1,190 |
| Cd ²⁺ /Cd | -0,403 | Au ³⁺ /Au | +1,498 |
| In ³⁺ /In | -0,338 | Au ⁺ /Au | +1,691 |
| Ti ³⁺ /Ti | -0,368 | | |
| Tl ⁺ /Tl | -0,336 | | |
| Co ²⁺ /Co | -0,277 | | |

Приложение 6

**Предельная эквивалентная электропроводность (подвижность) ионов
(λ°) в водных растворах при 25 °С**

| Катион | λ° | Анион | λ° |
|------------------------------|-----------------|--|-----------------|
| H ⁺ | 349,8 | OH ⁻ | 198,3 |
| NH ₄ ⁺ | 73,6 | 1/4 [Fe(CN) ₆] ⁻ | 110,5 |
| K ⁺ | 73,5 | 1/3 [Fe(CN) ₆] ⁻⁻⁻ | 100,9 |
| 1/2 Pb ⁺⁺ | 70 | 1/2 CrO ₄ ⁻ | 85 |
| 1/3 Fe ⁺⁺⁺ | 68 | 1/2 SO ₄ ⁻ | 80,0 |
| 1/2 Ba ⁺⁺ | 63,6 | I ⁻ | 78,8 |
| 1/3 Al ⁺⁺⁺ | 63 | Br ⁻ | 78,1 |
| Ag ⁺ | 61,9 | Cl ⁻ | 76,4 |
| 1/2 Ca ⁺⁺ | 59,5 | 1/2 C ₂ O ₄ ⁻ | 74,0 |
| 1/2 Sr ⁺⁺ | 59,5 | NO ₃ ⁻ | 71,5 |
| 1/2 Cu ⁺⁺ | 56,6 | 1/2 CO ₃ ⁻ | 69,3 |
| 1/2 Cd ⁺⁺ | 54 | HS ⁻ | 65 |
| 1/2 Fe ⁺⁺ | 53,5 | ClO ₄ ⁻ | 64,5 |
| 1/2 Mn ⁺⁺ | 53,5 | F ⁻ | 55,4 |
| 1/2 Mg ⁺⁺ | 53,1 | HCO ₃ ⁻ | 44,5 |
| Na ⁺ | 50,1 | CH ₃ COO ⁻ | 40,9 |
| Li ⁺ | 38,7 | C ₆ H ₅ COO ⁻ | 32,3 |

**Методические указания
и контрольные задания по курсу
«Физическая и коллоидная химия»
для обучающихся заочного отделения**

Составители: Высоцкий Юрий Борисович, д.х.н., профессор
Матвиенко Виктор Григорьевич, к.х.н., профессор
Карташинская Елена Сергеевна, д.х.н., доцент