

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет Энергетический

Кафедра Химии

УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

для студентов заочной формы обучения

по дисциплине «**Коллоидная химия**»
наименование дисциплины (модуля)

для направления подготовки (специальности) 18.03.02 «**Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**»

код и наименование направления подготовки (специальности)

наименование профиля подготовки **Энерго- и ресурсосберегающие химические процессы**

Общая трудоемкость дисциплины 144 часов (4 зачетных единиц)

| Виды занятий | Распределение по семестрам в часах | Всего часов |
|--|------------------------------------|-------------|
| | 6 семестр | |
| Общая трудоемкость | 144 | 144 |
| Аудиторные занятия, в т.ч.: | 18 | 18 |
| лекционные (ЛК) | 8 | 8 |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ) | 0 | 0 |
| лабораторные (ЛР) | 10 | 10 |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) | 126 контрольная работа | 126 |
| Форма промежуточного контроля в семестре | зачёт | 0 |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) | 0 | 0 |

Краткое содержание курса

Условия возникновения, свойства и устойчивость дисперсионных систем. Основные понятия, направления развития коллоидной химии. Классификация дисперсионных систем. Очистка коллоидных систем: диализ, электродиализ, ультрафильтрация, мембранные технологии. Получение лиофильных и лиофобных дисперсионных систем. Седиментация в дисперсионных системах. Седиментационно-диффузионное равновесие. Оптические свойства дисперсионных систем. Окрашенные коллоиды в природе и технике. Основы термодинамики поверхностных явлений. Смачивание и растекание. Капиллярные явления, их роль в промышленности и агротехнике. Адсорбция и концентрирование вещества на поверхности раздела фаз. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества, их строение и классификация. Гидрофильно-гидрофобный баланс. Понятие о физической адсорбции и хемосорбции. Изотермы и теории адсорбции. Электрические свойства дисперсных систем. Возникновение и строение двойного электрического слоя. Методы исследования электрокинетических явлений (и определение электрокинетического потенциала. Агрегативная и седиментационная устойчивость дисперсионных систем. Кинетика быстрой коагуляции по Смолуховскому. Защита коллоидных растворов от коагуляции с точки зрения теории ДЛФО. Критическая концентрация мицеллообразования и методы её определени. Пены, эмульсии, студни. Их строение, устойчивость, методы получения.

Форма текущего контроля

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Контрольная работы выполняется в виде конспекта ответов на четыре теоретических вопроса и пять практических заданий и предоставляется ведущему дисциплину преподавателю во время сессии.

Для выбора теоретических вопросов и задач по основным разделам дисциплины необходимо руководствоваться данными таблицы 1.

Таблица 1

Номера контрольных вопросов и задач

| Задания | Последняя цифра номера зачетной книжки | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Номера теоретических вопросов | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Номера практических заданий (задач) | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 1.10 |
| | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.6 | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 2.10 |
| | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 3.10 |
| | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 4.9 | 4.10 |
| | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 5.6 | 5.7 | 5.8 | 5.9 | 5.10 |
| | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 6.5 | 6.6 | 6.7 | 6.8 | 6.9 | 6.10 |
| | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 | 7.5 | 7.6 | 7.7 | 7.8 | 7.9 | 7.10 |
| | 8.1 | 8.2 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.6 | 8.7 | 8.8 | 8.9 | 8.10 |

Контрольная работа оформляется в тетради 18 листов, на титульный лист наклеивается типовая этикетка с указанием ФИО, группы, номера варианта. Допускается оформление контрольной работы в печатном виде. В этом случае, необходимо придерживаться требований, изложенных в методической инструкции **МИ 01-02-2018** Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации¹.

При написании полных ответов на контрольные вопросы следует давать определения терминов, приводить схемы химических реакций. Решение практических заданий должно обязательно содержать формулы соединений и уравнения реакций. Нумерация формул, таблиц и рисунков в работе - сквозная. Список использованных источников (литературы) необходимо оформить в соответствии с ГОСТ 7.80-2000.

Контрольную работу необходимо сдать преподавателю кафедры химии ЗабГУ (ауд. 03-417), ведущему дисциплину «Коллоидная химия» в начале сессии.

¹ [https://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Prikladnaya_geologiya/Instrukciya_MI_01-02-2018\(4\).pdf](https://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Prikladnaya_geologiya/Instrukciya_MI_01-02-2018(4).pdf)

ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ С РЕШЕНИЕМ

Задача 1. Рассчитать удельную поверхность частиц золя золота, полученного в результате дробления 0,5 г золота на частицы шарообразной формы диаметром 7 нм и плотностью 19,32 г/мл.

Решение:

Если раздробленные частицы имеют шарообразную форму, то удельную поверхность частиц определяем по формуле (1).

$$S_{\text{уд,сф}} = \frac{3}{r}, \quad (1)$$

Рассчитываем радиус частицы золя золота:

$$r = \frac{d}{2} = \frac{7 \cdot 10^{-9}}{2} = 3,5 \cdot 10^{-9} \text{ м.}$$

Определяем объем, занимаемый 0,5 г золота:

$$V = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{19320} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{1,932 \cdot 10^4} = 2,58 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3.$$

Удельная поверхность раздробленных шарообразных частиц золота равна:

$$S_{\text{уд}} = \frac{3}{3,5 \cdot 10^{-9}} = 0,86 \cdot 10^9 \text{ м}^{-1}.$$

Находим общую площадь поверхности S частиц золя золота:

$$S = S_{\text{уд}} V = 0,86 \cdot 10^9 \cdot 2,58 \cdot 10^{-8} = 2,22 \text{ м}^2.$$

Ответ: 2,22 м².

Задача 2. Вычислите радиус частиц золя AgI, если коэффициент диффузии частиц при температуре 298 К равен $1,2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$, а вязкость дисперсионной среды равна 1,0 мПа·с.

Решение: коэффициент диффузии связан с размерами диффундирующих частиц уравнением:

$$D = \frac{RT}{6\pi\eta r N_A} \quad (2)$$

Из этого уравнения найдем радиус частиц золя:

$$r = \frac{kT}{6\pi\eta D} = \frac{8,314 \cdot 298}{6 \cdot 10^{-6} \cdot 3,14 \cdot 1,2 \cdot 10^{-13} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 1,819 \cdot 10^{-8} \text{ м.}$$

Ответ: 18 нм.

Задача 3. Как изменится интенсивность прошедшего света, если увеличить длину волны падающего на золь света в 2 раза при остальных равных условиях?

Решение:

Согласно закону Рэлея интенсивность рассеянного света I зависит от интенсивности I_0 и длины волны λ падающего света, объема частицы V и их концентрации c :

$$I = I_0 K \frac{cV}{\lambda^4} \quad (3)$$

где K – константа, зависящая от соотношения коэффициентов преломления дисперсионной среды и дисперсной фазы.

Запишем уравнение Рэлея для 1 и 2 случаев:

$$I_1 = I_0 K \frac{cV}{\lambda^4}; \quad I_2 = I_0 K \frac{cV}{(2\lambda)^4}; \quad (4)$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\lambda^4}{(2\lambda)^4} = \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}.$$

Ответ: интенсивность прошедшего света уменьшается в 16 раз.

Звдача 4. Каково строение мицеллы золя иодида серебра, полученного добавлением 40 мл раствора нитрата серебра калия с концентрацией 0,004 моль/л к 30 мл раствора иодида калия с концентрацией 0,006 моль/л?

Решение:

Золь получен конденсационным методом по реакции обмена:



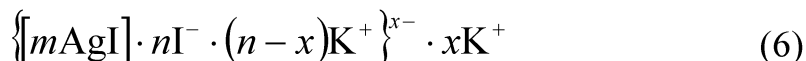
Для того, чтобы вместо осадка AgI образовался золь, необходимо условие: один из реагентов должен быть в избытке.

Рассчитаем количество ионов серебра и иода:

$$n(\text{Ag}^+) = cV = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,004 = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ моль};$$

$$n(\text{I}^-) = cV = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 0,006 = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ моль},$$

следовательно, KI находится в избытке. В этом случае мицелла имеет следующее строение:



Задача 5. Вычислить ζ – потенциал и электрофоретическую подвижность коллоидных частиц, если при электроосмосе золя гидроксида железа получают следующие экспериментальные данные: удельная электропроводность $\chi = 0,042 \text{ См} \cdot \text{м}^{-1}$, объем перенесенной жидкости $V = 10^{-7} \text{ м}^3$, коэффициент вязкости $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$, сила тока $I = 0,2 \text{ А}$, $\varepsilon = 80,1$.

Решение:

По уравнению Эйнштейна – Смолуховского () можно рассчитать ζ – потенциал по данным электроосмоса:

$$\xi = \frac{4\pi\eta\chi V}{\varepsilon\varepsilon_0 I} \quad (7)$$

$$\xi = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,042 \cdot 10^{-7}}{708 \cdot 10^{-12} \cdot 0,2} = 0,0037 \cdot 10^2 = 0,37 \text{ В}.$$

По данным электрофореза ζ – потенциал рассчитывается по формуле:

$$u_{\text{эф}} = \frac{2\varepsilon\varepsilon_0\xi}{3\eta} = \frac{2 \cdot 708 \cdot 10^{-12} \cdot 0,37}{3 \cdot 10^{-3}} = 1,76 \cdot 10^{-7} \text{ В}^{-1}.$$

Ответ: 0,37 В; $1,76 \cdot 10^{-7} \text{ В}^{-1}$.

Задача 6. Коагуляция 10 см^3 золя AgI наблюдается при добавлении к нему 5 см^3 электролита $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ с концентрацией 0,01 М. На основании теории ДЛФО определите концентрацию электролита.

Решение:

Порог коагуляции рассчитываем по формуле:

$$c_{ПК} = \frac{c_{эл} V_{эл}}{V_{кр} + V_{эл}} \quad (8)$$

где $c_{эл}$ – исходная концентрация раствора электролита;

$V_{эл}$ – объем раствора электролита, добавленного к золю;

$V_{кр}$ – объем исходного золя.

$$c_{ПК} = \frac{0,01 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{(5+10) \cdot 10^{-3}} = 0,0033 \text{ моль/л.}$$

По теории ДЛФО порог коагуляции можно рассчитать по уравнению:

$$c_{ПК} = \frac{const}{z^6} = \frac{0,0033}{3^6} = \frac{0,0033}{729} = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л;}$$

$$c_{ПК}(Al(NO_3)_3) = \frac{4,62 \cdot 10^{-8}}{1 \cdot 10^{-3}} = \frac{c(Al((NO_3)_3))}{(1+10) \cdot 10^{-3}},$$

$$c(Al(NO_3)_3) = \frac{4,62 \cdot 10^{-8}}{1 \cdot 10^{-3}} = 4,62 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л.}$$

Задача 7. Определите средний квадратичный сдвиг за 3 секунды и коэффициент диффузии для капель эмульсии масло/вода, если радиус капли равен 15 нм, вязкость дисперсионной среды $1,792 \cdot 10^{-3}$ Па·с при 273 К.

Решение:

Используя уравнение Эйнштейна – Смолуховского

$$\overline{\Delta x^2} = \frac{RT}{3\pi\eta r N_A} t \quad (9)$$

где $R = 8,314$ Дж/моль·К – универсальная газовая постоянная;

T – абсолютная температура, К;

η – вязкость среды, Па·с;

r – радиус взвешенных частиц, м;

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ – постоянная Авогадро;

t – время, с.

рассчитываем величину среднего значения квадрата смещения:

$$\overline{\Delta x^2} = \frac{8,314 \cdot 273}{3 \cdot 3,14 \cdot 1,792 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 10^{-9} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 3 = 0,0447 \text{ нм.}$$

Для одномерного броуновского движения

$$\overline{\Delta x^2} = 2Dt, \quad (10)$$

отсюда коэффициент диффузии:

$$D = \frac{\overline{\Delta x^2}}{2t} = \frac{4,47 \cdot 10^{-11}}{2 \cdot 3} = 0,7445 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/\text{с}$$

Ответ: $0,74 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/\text{с}$.

Задача 8.

Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ) додецилсульфата натрия при 20, 40 и 60°C составляет соответственно $1,51 \cdot 10^{-3}$; $1,62 \cdot 10^{-3}$ и $1,87 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Рассчитайте стандартную теплоту, энергию Гиббса и энтропию мицеллообразования при 20°C.

Решение:

Теплоту мицеллообразования q определяем по уравнению (11)

Энтальпия мицеллообразования q определяем по температурной зависимости ККМ:

$$\ln \text{ККМ} = \frac{\Delta H_m^0}{RT} + \text{const} = -\frac{q}{RT} + \text{const} \quad (11)$$

где $\frac{q}{R} = \text{tg}\alpha$ - угол наклона прямой.

Рассчитываем значения $\ln \text{ККМ}$ и $1/T$ (табл. 2):

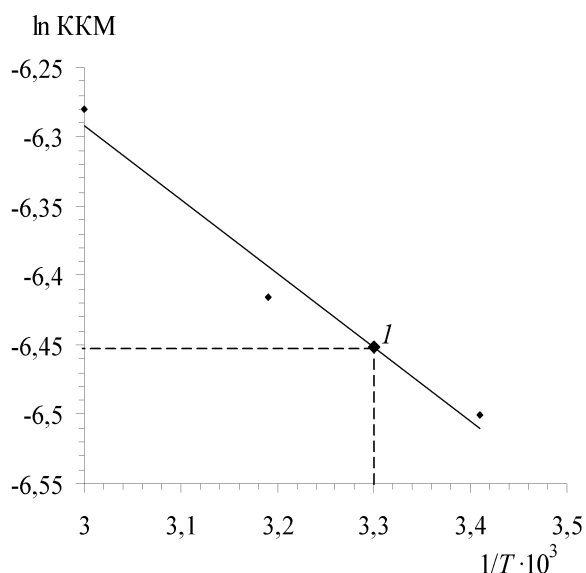
Таблица 2

Экспериментальные данные для построения графической зависимости

| | | | |
|------------------|--------|--------|--------|
| $\ln \text{ККМ}$ | - 6,50 | - 6,42 | - 6,28 |
| $1/T$ | 3,41 | 3,19 | 3,00 |

Строим график зависимости $\ln \text{ККМ}$ от $1/T$ (рис. 1).

Рис. 1. Зависимость \ln ККМ от $1/T$



Определяем теплоту мицеллообразования, используя координаты любой точки на прямой:

$$-\frac{q}{R} = \frac{-6,29 - (-6,45)}{(3 - 3,3) \cdot 10^{-3}} = -533,$$

отсюда $q = 8,314 \cdot 533 = 4,43$ кДж/моль.

Энергию Гиббса рассчитываем по уравнению:

$$\Delta G_M^0 = RT \ln \text{ККМ} \quad (12)$$

$$\Delta G_M^0 = 8,314 \cdot 293 \cdot \ln 1,51 \cdot 10^{-3} = -15,83 \text{ кДж/моль.}$$

Энтропию мицеллообразования находим, пользуясь термодинамическим уравнением:

$$\Delta G_M^0 = \Delta H_M^0 - T\Delta S_M^0 \quad (13)$$

$$\Delta S_M^0 = \frac{\Delta H_M^0 - \Delta G_M^0}{T} = \frac{-4,43 - (-15,83)}{293} = 0,039 \text{ кДж/(моль} \cdot \text{К).}$$

ПОДРОБНЕЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ И КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ МОЖНО РАЗОБРАТЬ В УЧЕБНОМ ПОСОБИИ:

Коллоидная химия : примеры и задачи : [учеб. пособие] / [В. Ф. Марков, Т. А. Алексеева, Л. А. Брусницына, Л. Н. Маскаева ; науч. ред. В. Ф. Марков] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 188 с.

ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задача 1.

1.1. Массовая концентрация мучной пыли в воздухе рабочих зон помещения мукомольных предприятий составляет $4,2 \text{ мг/м}^3$. Определить численную концентрацию мучной пыли, если средний диаметр частиц составляет $3,7 \text{ мкм}$, а их плотность равна $1,1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

1.2. Суспензия кварца содержит сферические частицы, причем 30 % объема приходится на частицы, имеющие радиус $1 \cdot 10^{-5} \text{ м}$, а объем остальных – на частицы радиуса $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$. Какова удельная поверхность кварца?

1.3. Приняв, что в золе серебра каждая частица представляет собой куб с длиной ребра $l = 4 \cdot 10^{-8} \text{ м}$, определите, сколько коллоидных частиц может получиться из $1 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$ серебра. Вычислите суммарную поверхность полученных частиц и рассчитайте поверхность одного кубика серебра с массой $1 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$. Плотность серебра равна $10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

1.4. Золь ртути состоит из шариков диаметром $1 \cdot 10^{-8} \text{ м}$. Чему равна суммарная поверхность частиц золя, образующихся из 1 г ртути? Плотность ртути равна $13,56 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

1.5. Вычислите удельную поверхность гидрозоля сульфида мышьяка As_2S_3 , средний диаметр частиц которого равен $1,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}$, а плотность равна $3,43 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Ответ дайте в м^{-1} и в $\text{м}^2/\text{кг}$.

1.6. Определите величину удельной поверхности суспензии каолина плотностью $2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, состоящей из шарообразных частиц со средним диаметром $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$. Суспензию считайте монодисперсной. Ответ дайте в м^{-1} и в $\text{м}^2/\text{кг}$.

1.7. Найдите удельную поверхность угля, применяемого в современных топках для пылевидного топлива, если известно, что угольная пыль

предварительно просеивается через сито с отверстиями $7,5 \cdot 10^{-5}$ м. Плотность угля равна $1,8 \cdot 10^3$ кг/м³. Систему считайте монодисперсной. Ответ дайте в м⁻¹ и в м²/кг.

1.8. Удельная поверхность суспензии селена составляет $5 \cdot 10^5$ м⁻¹. Найдите общую поверхность частиц 3 г суспензии. Плотность селена равна $4,28 \cdot 10^3$ кг/м³.

1.9. Вычислите удельную поверхность 1 кг угольной пыли с диаметром частиц, равным $8 \cdot 10^{-5}$ м. Плотность угля равна $1,8 \cdot 10^3$ кг/м³.

1.10. Вычислите суммарную площадь поверхности 2 г платины, раздробленной на правильные кубики с длиной ребра $1 \cdot 10^{-8}$ м. Плотность платины равна $21,4 \cdot 10^3$ кг/м³.

ЗАДАЧА 2.

2.1. Во влажном воздухе образуется туман при температуре 271 К и коэффициенте пересыщения 4,22. Рассчитайте критический размер ядер конденсации и число молекул, содержащихся в них. Поверхностное натяжение воды составляет 74 мДж/м², мольный объем воды равен $18 \cdot 10^{-6}$ м³/моль.

2.2. Рассчитайте избыточное давление в капле воды (за счет кривизны) с удельной поверхностью $3 \cdot 10^6$ м⁻¹ при температуре 313 К, если поверхностное натяжение воды при 298 К составляет $71,96$ мДж/м², а температурный коэффициент поверхностного натяжения воды $d\sigma/dT = -0,16$ мДж/(м² · К).

2.3. Рассчитайте давление насыщенных паров над каплями четыреххлористого углерода с дисперсностью $0,1$ нм⁻¹ при температуре 293 К. Давление насыщенных паров четыреххлористого углерода над плоской поверхностью при этой температуре равно 13000 Па, плотность $1,593$ г/см³, поверхностное натяжение $25,68$ мДж/м².

2.4. Определите, насколько давление паров над каплями воды диаметром 0,2 мкм больше, чем давление паров над плоской поверхностью при температуре 298 К. Поверхностное натяжение воды 71,96 мДж/м², мольный объем 18,05 см³/моль.

2.5. По зависимости поверхностного натяжения (σ) от температуры определить температурный коэффициент поверхностного натяжения для ртути

| | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Температура, К | 313 | 363 | 413 | 443 |
| Поверхностное натяжение σ, Н/м | 0,4797 | 0,4680 | 0,4564 | 0,4494 |

2.6. По зависимости поверхностного натяжения (σ) от температуры определить температурный коэффициент поверхностного натяжения для метанола и полную поверхностную энергию:

| | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| Температура, К | 273 | 283 | 293 | 303 | 313 |
| Поверхностное натяжение $\sigma \cdot 10^3$, Н/м | 24,5 | 23,5 | 22,6 | 21,8 | 20,9 |

2.7. По зависимости поверхностного натяжения от температуры определить графически температурный коэффициент поверхностного натяжения (σ) для бензола и полную поверхностную энергию:

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Температура, К | 353 | 363 | 373 | 383 | 393 |
| Поверхностное натяжение $\sigma \cdot 10^3$, Н/м | 20,28 | 19,16 | 18,02 | 16,85 | 15,71 |

2.8. Образование изморози наблюдается во влажном воздухе при температуре 273 К и коэффициенте пересыщения 4,37. Рассчитайте минимальный размер капель при конденсации и число молекул их составляющих. Поверхностное натяжение воды 73,8 мДж/м², мольный объем воды $18 \cdot 10^{-6}$ м³/моль.

2.9. Аэрозоль ртути сконденсировался в виде большой капли объемом 3,5 см³. Определите свободную поверхностную энергию аэрозоля, если дисперсность составляла 10 мкм⁻¹. Поверхностное натяжение ртути равно 0,475 Дж/м².

2.10. Сколько нужно затратить энергии, чтобы диспергировать $1 \cdot 10^{-5}$ м³ масла в виде тумана с дисперсностью частиц $1 \cdot 10^5$ м⁻¹? Поверхностное натяжение масла $40,5 \cdot 10^{-3}$ Н/м

Задача 3.

3.1. Определите радиус частиц гидрозоля золота, если после установления диффузионно-седиментационного равновесия при 293 К на высоте $h = 8,56$ см концентрация частиц изменяется в e раз. Плотность золота $\rho = 19,3$ г/см³, плотность воды $\rho_0 = 1,0$ г/см³.

3.2. Рассчитайте и сравните время оседания частиц в гравитационном и центробежном полях при следующих условиях: радиус частиц $r = 10^{-7}$ м; плотность дисперсионной фазы $\rho = 3 \cdot 10^3$ кг/м³; плотность дисперсионной среды $\rho_0 = 1 \cdot 10^3$ кг/м³; вязкость $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с; высота оседания $H = 0,1$ м; центробежное ускорение $\omega^2 h = 200g$.

3.3. Рассчитайте радиус частиц золя AgCl в воде, если время их оседания в центрифуге составило 10 мин при следующих условиях: исходный уровень $h_1 = 0,09$ м; конечный уровень $h_2 = 0,14$ м; плотность дисперсионной фазы $\rho = 5,6 \cdot 10^3$ кг/м³; плотность дисперсионной среды $\rho_0 = 1 \cdot 10^3$ кг/м³; частота вращения центрифуги $n = 1000$ об/мин; вязкость $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с.

3.4. Определите высоту, на которой после установления диффузионно-седиментационного равновесия концентрация частиц гидрозоля SiO₂ уменьшится вдвое. Частицы золя сферические, дисперсность частиц: а) $0,2$ нм⁻¹; б) $0,1$ нм⁻¹; в) $0,01$ нм⁻¹. Плотность SiO₂ $2,7$ г/см³, плотность воды 1 г/см³, температура 298 К.

3.5. Для гидрозоля Al₂O₃ рассчитайте высоту, на которой концентрация частиц уменьшается в $2,7$ раза. Форма частиц сферическая, удельная поверхность дисперсионной фазы гидрозоля: а) 10^9 м⁻¹; б) $0,5 \cdot 10^9$ м⁻¹; в) 10^8 м⁻¹.

Плотность Al_2O_3 4 г/см^3 , плотность дисперсионной среды 1 г/см^3 , температура 293 К .

3.6. Частицы бентонита дисперсностью $D = 0,8 \text{ мкм}^{-1}$ оседают в водной среде под действием силы тяжести. Определите время оседания τ_1 на расстояние $h = 0,1 \text{ м}$, если плотность бентонита $\rho = 2,1 \text{ г/см}^3$, плотность среды $\rho_0 = 1,1 \text{ г/см}^3$, вязкость среды $\eta = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$. Во сколько раз быстрее осядут частицы на то же расстояние в центробежном поле, если начальное расстояние от оси вращения $h_0 = 0,15 \text{ м}$, а скорость вращения центрифуги $n = 600 \text{ об/с}$?

3.7. Определите радиус частиц гидрозоля золота, если после установления диффузионно-седиментационного равновесия при 293 К на высоте $H = 8,56 \text{ см}$ концентрация частиц изменяется в e раз. Плотность золота $\rho = 19,3 \text{ г/см}^3$, плотность воды $\rho_0 = 1,0 \text{ г/см}^3$.

3.8. В опытах Вестгрена было получено следующее установившееся под действием силы тяжести распределение частиц гидрозоля золота по высоте:

| h, мкм | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 |
|-------------------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Число частиц в единице объема | 1431 | 1053 | 779 | 408 | 254 | 148 | 93 |

Определите средний размер частиц гидрозоля, если плотность дисперсной фазы равна $19,6 \text{ г/см}^3$, температура 292 К .

3.9. Рассчитайте, за какое время сферические частицы Al_2O_3 , распределенные в среде с вязкостью $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$, оседают на высоту 1 см , если удельная поверхность частиц составляет: а) 10^4 м^{-1} ; б) 10^5 м^{-1} ; в) 10^6 м^{-1} . Плотности дисперсной фазы и дисперсионной среды равны соответственно 4 и 1 г/см^3 .

3.10. Определите удельную поверхность порошка сульфата бария (в расчете на единицу массы), если частицы его оседают в водной среде на высоту $0,226 \text{ м}$ за 1350 с (предполагая, что частицы имеют сферическую форму). Плотность сульфата бария и воды соответственно $4,5$ и 1 г/см^3 , вязкость воды $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

Задача 4.

4.1. Как изменится реакционная способность и растворимость порошкообразного сульфида серебра, если средний размер частиц составит 1 мкм, 10 нм при температуре 298 К? Поверхностное натяжение составляет 2,21 Дж/м².

4.2. Как повлияет на реакционную способность диспергирование частиц ртути до размера 100; 50; 30 и 20 нм? Поверхностное натяжение составляет 0,4753 Дж/м².

4.3. Как изменится при температуре 298 К реакционная способность порошкообразного оксида магния MgO, если средний размер частиц составит 10 и 100 нм? Поверхностное натяжение составляет 1,0 Дж/м².

4.4. Во сколько раз изменится реакционная способность порошкообразного вольфрама и температура его плавления, если средний размер частиц составит 1 и 100 нм? Поверхностное натяжение составляет 6,814 Дж/м². Температура плавления вольфрама 3380 °С. Удельная теплота плавления 191 кДж/кг.

4.5. Имеются два наноматериала одного и того же химического состава, состоящие из частиц сферической формы. Средний радиус частиц первого материала 20 нм, а второго 100 нм. Какой из двух материалов имеет большую удельную поверхность и во сколько раз?

4.6. Наночастицы золота известны своими каталитическими свойствами. Сколько наночастиц состава Au₈ можно получить из 2,5 см³ металла? Плотность золота составляет 19,3 г/см³.

4.7. Наночастица, содержащая 55 атомов золота, имеет диаметр 1,4 нм. Оцените радиус атома золота, считая, что атомы в наночастице занимают 70 % ее объема.

4.8. Чему будет равна температура плавления порошка железа дисперсностью 10⁷ м⁻¹, если справочная температура плавления железа 1806

К, величина поверхностного натяжения $2,3 \text{ Дж/м}^2$, а теплота плавления $13,8 \text{ кДж/моль}$?

4.9. Чему будет размер частиц меди, если температура плавления медного порошка снизилась на 100 градусов по сравнению со справочной? Принять поверхностное натяжения меди $1,43 \text{ Дж/м}^2$, а теплоту плавления $13,05 \text{ кДж/моль}$.

4.10. Насколько снизится температура плавления натрия по сравнению со справочной ($370,3 \text{ К}$), если после диспергирования средний размер частиц составил $5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$? Принять поверхностное натяжение равным $0,25 \text{ Дж/м}^2$, а теплоту плавления $2,6 \text{ кДж/моль}$.

Задача 5.

5.1. Покажите, что адсорбция окиси углерода на кокосовом угле подчиняется уравнению Фрейндлиха, и найдите графически константы этого уравнения по следующим данным:

| | | | | | | |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Давление, см рт. ст. | 10,1 | 18,8 | 32,0 | 43,0 | 54,0 | 67,0 |
| Адсорбированное количество, $\text{см}^3/\text{г}$ | 8,54 | 13,10 | 18,20 | 21,00 | 23,80 | 26,30 |

5.2. Покажите, что адсорбция окиси углерода на кокосовом угле подчиняется уравнению Фрейндлиха, и найдите графически константы этого уравнения по следующим данным:

| | | | | | |
|--|------|------|------|-------|-------|
| Давление, см рт. ст. | 7,3 | 18,0 | 30,4 | 54,0 | 88,2 |
| Адсорбированное количество, $\text{см}^3/\text{г}$ | 2,34 | 5,17 | 7,84 | 11,90 | 16,50 |

5.3. Покажите, что адсорбция аргона на кокосовом угле подчиняется уравнению Фрейндлиха, и найдите графически константы этого уравнения по следующим данным:

| | | | | | | |
|--|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Давление, см рт. ст. | 5,42 | 9,84 | 12,90 | 21,80 | 29,50 | 56,40 |
| Адсорбированное количество, $\text{см}^3/\text{г}$ | 9,9 | 15,4 | 18,6 | 24,0 | 28,8 | 39,4 |

5.4. Определите константы эмпирического уравнения Фрейндлиха, используя следующие данные об адсорбции диоксида углерода на активном угле при 293 К:

| | | | | | | |
|-------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $P \cdot 10^{-3}, \text{ Па}$ | 1,00 | 4,48 | 10,00 | 14,40 | 25,00 | 45,20 |
| $A \cdot 10^2, \text{ кг/кг}$ | 3,23 | 6,67 | 9,67 | 11,72 | 14,50 | 17,70 |

5.5. Пользуясь константами уравнения Фрейндлиха $k = 4,17 \cdot 10^{-3}$, $1/n = 0,4$, рассчитайте и постройте изотерму адсорбции углекислого газа на угле для следующих интервалов давления: $100 \cdot 10^2$, $200 \cdot 10^2$, $400 \cdot 10^2$, $500 \cdot 10^2$ Н/м².

5.6. По данным сорбции углекислого газа на угле постройте изотерму адсорбции и определите константы изотермы адсорбции Фрейндлиха:

| | | | | | | |
|----------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|
| $P \cdot 10^{-2}, \text{ Н/м}^2$ | 5 | 10 | 30 | 50 | 75 | 100 |
| $A \cdot 10^3, \text{ кг/кг}$ | 3,0 | 5,5 | 16,0 | 23,0 | 31,0 | 35,0 |

5.7. Определите константы эмпирического уравнения Фрейндлиха K и $1/n$, используя следующие данные об адсорбции бензойной кислоты на активном угле при 298 К:

| | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| $C, \text{ ммоль/см}^3$ | 0,006 | 0,025 | 0,053 | 0,118 |
| $x/m, \text{ ммоль/г}$ | 0,44 | 0,78 | 1,04 | 1,44 |

5.8. При исследовании адсорбции уксусной кислоты на древесном угле из водных растворов объемом 200 мл получены результаты:

| | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|------|------|------|
| Масса угля, г | 3,96 | 3,94 | 4,00 | 4,12 | 4,04 | 4,00 |
| Концентрация кислоты до введения угля, ммоль/л | 503,0 | 252,2 | 126,0 | 62,8 | 31,4 | 15,7 |
| равновесная концентрация кислоты в растворе, ммоль/л | 434,0 | 202,0 | 89,9 | 34,7 | 11,3 | 3,33 |

Покажите, что эти данные удовлетворяют изотерме адсорбции Фрейндлиха. Рассчитайте константы этого уравнения.

5.9. Определите постоянные эмпирического уравнения Фрейндлиха, используя следующие данные для адсорбции при 231 К углекислого газа на угле из коксовой скорлупы:

| | | | | | | |
|---|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Равновесное давление, Па · 10 ⁻³ | 1,00 | 4,48 | 10,00 | 14,40 | 25,00 | 45,20 |
| Адсорбция, кг/кг · 10 ² | 3,23 | 6,67 | 9,62 | 11,72 | 14,5 | 17,7 |

5.10. Построить график изотермы адсорбции в координатах x/m - C , используя опытные данные, полученные при изучении адсорбции уксусной кислоты кровяным углем при 25⁰С . Определите константы по Фрейндлиху.

| | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C , моль/см ³ | 0,018 | 0,031 | 0,062 | 0,126 | 0,268 | 0,471 |
| x/m | 0,467 | 0,624 | 0,801 | 1,110 | 1,550 | 2,040 |

Задача 6.

6.1. Рассчитайте работу адгезии W_A ртути к стеклу при 293 К, если известен краевой угол смачивания $\theta = 130^\circ$. Поверхностное натяжение ртути $\sigma = 475$ мДж/м². Найдите коэффициент растекания f ртути по стеклу

6.2. Рассчитайте работу адгезии в системе «вода – графит», зная, что краевой угол равен 90°, а поверхностное натяжение воды составляет 71,96 мДж/м². Определите коэффициент растекания воды на графите.

6.3. Рассчитайте работу адгезии W_A ртути к стеклу при 283 К, если известен краевой угол $\theta = 150^\circ$. Поверхностное натяжение ртути $\sigma = 465$ мДж/м². Найдите коэффициент растекания f ртути по поверхности стекла.

6.4. Вычислите коэффициент растекания и определите, будет ли растекаться нормальный гексан по воде, если работа когезии для гексана 0,0368 Дж/м², а работа адгезии гексана к воде 0,0401 Дж/м².

6.5. Вода взболтана с бензольным раствором амилового спирта. Найдите поверхностное натяжение на границе раздела фаз, если поверхностное натяжение бензольного раствора спирта и воды на границе с воздухом соответственно равны 0,0414 и 0,0727 Дж/м².

6.6. По коэффициенту растекания определите, будет ли растекаться сероуглерод CS₂ по воде, если работа когезии для сероуглерода равна 0,0628 Дж/м², а работа адгезии сероуглерода к воде равна 0,0558 Дж/м².

6.7. Вычислите коэффициент растекания по воде для бензола и анилина, если работа когезии для бензола равна $0,0577 \text{ Дж/м}^2$, для анилина равна $0,0832 \text{ Дж/м}^2$, а работы адгезии соответственно равны $0,0666$ и $0,1096 \text{ Дж/м}^2$.

6.8. Вычислите коэффициент растекания олеиновой кислоты по поверхности воды при $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Поверхностное натяжение воды, кислоты и межфазное натяжение соответственно равны: $0,0728$, $0,0323$ и $0,0160 \text{ Дж/м}^2$. Будет ли кислота растекаться по поверхности воды?

6.9. Взяты вещества гептан и гептиловая кислота. Какое из них будет лучше растекаться по воде, если работы когезии соответственно равны $0,0402$ и $0,0556 \text{ Дж/м}^2$, а работы адгезии равны $0,0419$ и $0,0948 \text{ Дж/м}^2$?

6.10. Будет ли растекаться йодбензол по поверхности воды при $16,8 \text{ }^\circ\text{C}$, если поверхностное натяжение воды, йодбензола и межфазное натяжение соответственно равны $0,0733$, $0,0403$, $0,0457 \text{ Дж/м}^2$?

Задача 7.

7.1. Построить график зависимости потенциала течения от давления для кварцевой диафрагмы в растворе хлорида калия по следующим данным: давление P (Па) равно а) $5 \cdot 10^3$; б) $10 \cdot 10^3$; в) $15 \cdot 10^3$; г) $20 \cdot 10^3$; д) $25 \cdot 10^3$; $\xi = 8 \cdot 10^{-2} \text{ В}$; $\varepsilon = 81$; $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$; $\alpha_v = 2,1 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$; $\alpha = 1,2$.

7.2. Рассчитайте скорость электрофореза частиц оксида алюминия в воде с учетом электрофоретического торможения по следующим данным: $\xi = 2 \cdot 10^{-2} \text{ В}$; $E = 5 \cdot 10^2 \text{ В/м}$; $\varepsilon = 81$; $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$; $a = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$; $\chi = 1 \cdot 10^{-7} \cdot \text{м}^{-1}$

7.3. Рассчитайте скорость электрофореза частиц оксида алюминия в метаноле с учетом электрофоретического торможения по следующим данным: $\xi = 3 \cdot 10^{-2} \text{ В}$; $E = 3 \cdot 10^2 \text{ В/м}$; $\varepsilon = 33$; $\eta = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$; $a = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}$; $\xi = 2 \cdot 10^9 \text{ м}^{-1}$.

7.4. Рассчитайте потенциал течения через корундовую диафрагму в растворе хлорида калия, если известно, что скорость электрофореза частиц корунда, образующих диафрагму, в том же растворе без учета 10^{-6} м/с; $E = 4 \cdot 10^2$ В/м; $\varepsilon = 81$; $\eta = 0,8 \cdot 10^{-3}$ Па · с; $\alpha = 1,5$; $\chi = 2 \cdot 10^9$ м⁻¹; $a = 5 \cdot 10^{-8}$ м; $p = 4 \cdot 10^3$ Па; $\kappa_v = 1,5 \cdot 10^{-2}$ Ом⁻¹ · м⁻¹ .

7.5. Рассчитайте потенциал течения через диафрагму из частиц карбоната кальция в водном растворе хлорида натрия, если известно, что скорость электрофореза частиц карбоната в том же растворе без учета электрофоретического торможения равна $10 \cdot 10^{-6}$ м/с; $E = 4 \cdot 10^2$ В/м; $\varepsilon = 81$; $\eta = 0,8 \cdot 10^{-3}$ Па · с; $\chi = 1,5 \cdot 10^7$ м⁻¹; $a = 3 \cdot 10^{-7}$ м; $p = 5 \cdot 10^3$ Па; $\kappa_v = 2,5 \cdot 10^{-2}$ Ом⁻¹ · м⁻¹; $\alpha = 1,2$.

7.6. Рассчитайте электрофоретическую подвижность частиц карбоната стронция в воде, если ξ , рассчитанный по скорости электрофореза без учета электрофоретического торможения, равен $50 \cdot 10^{-3}$ В; $E = 4 \cdot 10^2$ В/м; $\varepsilon = 81$; $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с; $\chi = 1,5 \cdot 10^8$ м⁻¹; $a = 2 \cdot 10^{-8}$ м.

7.7. Рассчитайте скорость электроосмоса раствора хлорида калия через корундовую диафрагму, если известно, что ξ , рассчитанный по скорости электрофореза частиц корунда в том же растворе без учета электрофоретического торможения, равен $50 \cdot 10^{-3}$ В; $E = 2 \cdot 10^2$ В/м; $\varepsilon = 81$; $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с; $\kappa_v = 2 \cdot 10^{-2}$ Ом⁻¹ · м⁻¹, $\kappa \cdot a = 3$; $a = 1,1$; $I = 2 \cdot 10^{-2}$ А.

7.8. Вычислите ξ , если известно, что потенциал течения, определенный при продавливании раствора хлорида калия через корундовую диафрагму под давлением $20 \cdot 10^3$ Па, равен $22,5 \cdot 10^{-3}$ В. Удельная проводимость раствора $\kappa_v = 1,37 \cdot 10^{-2}$ Ом⁻¹ · м⁻¹, коэффициент эффективности диафрагмы $\alpha = 1,8$; $\varepsilon = 81$; $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с.

7.9. Рассчитайте электрофоретическую подвижность частиц оксида железа по следующим данным: скорость электроосмоса через диафрагму из таких же частиц в том же растворе $v = 2 \cdot 10^{-9}$ м³ /с; $\varepsilon = 81$; $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с; $\kappa_v = 1,2 \cdot 10^{-2}$ Ом⁻¹ · м⁻¹; $\kappa_v = 2 \cdot 10^{-2}$ Ом⁻¹ · м⁻¹; $I = 1,6 \cdot 10^{-2}$ А.

7.10. Рассчитайте массу осадка, полученного на цилиндрическом электроде при электрофорезе водной суспензии оксида железа. Длина электрода $l = 2 \cdot 10^{-2}$ м; радиус внутреннего электрода $r_2 = 1 \cdot 10^{-3}$ м; радиус наружного $r_1 = 28 \cdot 10^{-3}$ м; напряжение на электродах $U = 20$ В; $\varepsilon = 81$; $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с; $\xi = 20 \cdot 10^{-3}$ В; $\tau = 15$ с; $c_0 = 0,5 \cdot 10^3$ кг/м³, $c_m = 1 \cdot 10^3$ кг/м³.

Задача 8.

8.1. По экспериментальным данным, время половинной коагуляции гидрозоля составляет 340 с при исходной частичной концентрации $v_0 = 5,3 \cdot 10^{14}$ част/м³, вязкости дисперсионной среды 1 мПа · с и температуре 293 К. Как изменится скорость коагуляции, если вязкость среды увеличится в 3 раза?

8.2. Рассчитайте время половинной коагуляции аэрозоля с дисперсностью $0,25 \text{ нм}^{-1}$ и концентрацией $m_V = 1,5 \cdot 10^{-3}$ кг/м³, если константа быстрой коагуляции равна $3 \cdot 10^{-16}$ м³/с. Плотность частиц аэрозоля примите равной $2,2 \text{ г/см}^3$.

8.3. Во сколько раз уменьшится суммарное число частиц дыма через 5, 25 и 100 с после начала коагуляции? Средний радиус частиц составляет 15 нм, концентрация $m_V = 10^{-3}$ кг/м³, плотность частиц $2,4 \text{ г/см}^3$. Константа быстрой коагуляции равна $3 \cdot 10^{-16}$ м³/с.

8.4. По опытным данным проверьте теорию быстрой коагуляции гидрозоля золота с исходной концентрацией $v_0 = 2,7 \cdot 10^{14}$ част/м³ при температуре 290,4 К, вязкости дисперсионной среды $\eta = 1,073 \cdot 10^{-3}$ Па · с; определите время половинной коагуляции и константы коагуляции

| $\tau, \text{ с}$ | 0 | 60 | 120 | 420 | 600 | 900 |
|---|------|------|------|------|------|------|
| $\Sigma v_i \cdot 10^{-14}, \text{ част/м}^3$ | 2,70 | 2,34 | 2,25 | 1,69 | 1,47 | 1,36 |

8.5. По опытным данным проверьте теорию быстрой коагуляции водная суспензия каолина при температуре 287 К, вязкости дисперсионной

среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с. Определите время половинной коагуляции и константы коагуляции.

| | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| $\tau, \text{с}$ | 0 | 90 | 150 | 210 | 270 | 330 |
| $\Sigma \nu_i \cdot 10^{-14}$, част/м ³ | 8,90 | 6,51 | 5,12 | 4,40 | 3,65 | 3,24 |

8.6. По опытным данным проверьте теорию быстрой коагуляции водной суспензии каолина при температуре 287 К, вязкости дисперсионной среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с. Определите время половинной коагуляции и константы коагуляции.

| | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| $\tau, \text{с}$ | 0 | 90 | 150 | 210 | 270 | 330 |
| $\Sigma \nu_i \cdot 10^{-14}$, част/м ³ | 5,00 | 3,92 | 3,54 | 3,30 | 2,80 | 2,70 |

8.7. По опытным данным проверьте теорию быстрой коагуляции гидрозоля селена при температуре 293 К, вязкости дисперсионной среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с. Определите время половинной коагуляции и константы коагуляции.

| | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| $\tau, \text{с}$ | 0 | 38,5 | 61,0 | 89,6 | 185 | 303 |
| $\Sigma \nu_i \cdot 10^{-14}$, част/м ³ | 33,5 | 11,1 | 8,51 | 4,98 | 3,75 | 1,90 |

8.8. По опытным данным проверьте теорию быстрой коагуляции гидрозоля золота при температуре 290 К, вязкости дисперсионной среды $\eta = 1,07 \cdot 10^{-3}$ Па · с. Определите время половинной коагуляции и константы коагуляции.

| | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| $\tau, \text{с}$ | 0 | 60 | 120 | 240 | 420 | 600 |
| $\Sigma \nu_i \cdot 10^{-14}$, част/м ³ | 2,69 | 2,34 | 2,25 | 2,02 | 1,69 | 1,47 |

8.9. По опытным данным проверьте теорию быстрой коагуляции гидрозоля золота при температуре 290 К, вязкости дисперсионной среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с. Определите время половинной коагуляции и константы коагуляции.

| | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|------|------|------|
| $\tau, \text{с}$ | 0 | 30 | 60 | 120 | 240 | 480 |
| $\Sigma \nu_i \cdot 10^{-14}$, част/м ³ | 20,20 | 14,17 | 10,80 | 8,25 | 4,89 | 3,03 |

8.10. По опытным данным проверьте теорию быстрой коагуляции гидрозоля золота с исходной концентрацией $v_0 = 2,7 \cdot 10^{14}$ част/м³ при температуре 292 К, вязкости дисперсионной среды $\eta = 1 \cdot 10^{-3}$ Па · с.

Определите время половинной коагуляции и константы коагуляции.

| | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| $\tau, \text{с}$ | 0 | 60 | 120 | 600 | 900 | 1320 |
| $\Sigma v_i \cdot 10^{-14}$, част/м ³ | 2,70 | 2,34 | 2,25 | 1,47 | 1,36 | 1,20 |

Форма промежуточного контроля

Дифференцированный зачет

К сдаче экзамена допускаются студенты, которые отработали лекционный материал и практические занятия, а также выполнили контрольную работу.

Перечень примерных вопросов для подготовки к зачету (Теоретические вопросы для контрольной работы).

1. Современная коллоидная химия как наука о дисперсных системах и поверхностных явлениях. Предмет и объекты изучения коллоидной химии. Особенности и универсальность дисперсного состояния вещества. Значение коллоидной химии.
2. Дисперсные системы: классификация, количественные характеристики.
3. Особенности дисперсных систем: площадь поверхности раздела фаз, избыток поверхностной энергии, дополнительный избыток поверхностной энергии на выпуклой поверхности частиц дисперсной фазы.
4. Поверхностные явления. Классификация поверхностных явлений. Термодинамические основы поверхностных явлений.
5. Энергетический и силовой аспекты поверхностного натяжения. Методы практического измерения поверхностного натяжения.
6. Капиллярные явления. Капиллярное давление. Закон Лапласа.

7. Основные представления об адгезии. Когезия. Количественные характеристики когезии и адгезии.

8. Смачивание и краевой угол. Закон Юнга. Иммерсионное и контактное смачивание. Инверсия смачивания.

9. Поверхностно-активные (ПАВ) и инактивные вещества. Классификация, применение ПАВ.

10. Свойства ПАВ: поверхностная активность, гидрофильно-липофильный баланс. Мицеллообразование в растворах МПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Солюбилизация.

11. Адсорбция как поверхностное явление. Причины и механизм адсорбции. Физическая и химическая (хемосорбция) адсорбция. Количественные характеристики.

12. Особенности адсорбции на границе "жидкость-газ" и "жидкость-жидкость".

13. Адсорбция на поверхности раздела "твердое тело-газ". Мономолекулярная адсорбция. Изотерма мономолекулярной адсорбции. Уравнения Генри, Ленгмюра, Фрейндлиха.

14. Адсорбция на поверхности раздела "твердое тело-газ". Теории полимолекулярной адсорбции и теория БЭТ.

15. Адсорбция на поверхности раздела "твердое тело-жидкость". Молекулярная адсорбция. Правило уравнивания полярностей Ребиндера.

16. Адсорбция на поверхности раздела "твердое тело-жидкость". Ионная адсорбция. Правило Панета-Фаянса. Ионнообменная адсорбция. Иониты.

17. Практическое использование процесса адсорбции. Понятие о хроматографическом анализе.

18. Получение дисперсных систем методом диспергирования. Пептизация.

19. Конденсационные методы получения дисперсных систем. Физическая конденсация. Метод замены растворителя.

20. Конденсационные процессы получения дисперсных систем. Методы химической конденсации.
21. Мицеллярная теория строения коллоидных частиц.
22. Методы очистки дисперсных систем.
23. Поверхностная энергия и заряд поверхности. Двойной электрический слой.
24. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос. Потенциал течения. Потенциал седиментации. Практическое значение электрокинетических явлений.
25. Устойчивость дисперсных систем. Агрегативная устойчивость дисперсных систем.
26. Седиментация. Седиментационно-диффузное равновесие.
27. Коагуляции гидрофобных коллоидов электролитами. Теории коагуляции. Теория ДЛФО. Взаимная коагуляция.
28. Методы стабилизации дисперсных систем.
29. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение. Диффузия в коллоидных системах. Осмотическое давление.
30. Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние света, закон Рэлея. Поглощение света и окраска золей. Эффект Тиндаля.
31. Системы с твердой дисперсной фазой и жидкой дисперсионной средой – суспензии: классификация, свойства, методы получения, устойчивость, применение.
32. Высококонцентрированные суспензии – пасты. Свойства и применение.
33. Эмульсии: классификация, образование и свойства эмульсий, применение.
34. Эмульсии. Типы эмульгаторов. Определение типа эмульсии. Способы разрушения.

35. Пены: особенности строения, устойчивость и свойства, получение, применение. Пенообразователи.

36. Дисперсные системы с твердой дисперсионной средой. Применение.

37. Порошки: классификация, устойчивость и свойства, методы получения, применение.

38. Аэрозоли – дисперсные системы с газовой дисперсионной средой: классификация, методы получения, применение. Циркуляция атмосферных аэрозолей.

39. Высокомолекулярные соединения: структура, свойства. Набухание, вязкость растворов ВМС.

40. Студни и студнеобразование. Высаживание, застудневание.

Перечень типовых задач (для оценки умений):

1. Мыло образует в воде мицеллы, радиус которых равен 12,5 нм. Определите коэффициент диффузии мицелл при 313 К, если коэффициент вязкости раствора равен $6,5 \cdot 10^{-4}$ Па·с. (*Ответ:* $2,8 \cdot 10^{-11}$ м²/с)

2. Во сколько раз осмотическое давление раствора сока сахарной свеклы, молекулы которого имеют диаметр 0,8 нм, превышает осмотическое давление коллоидного раствора свекловичного сока с диаметром частиц 80 нм? Считать, что концентрации коллоидного и молекулярного растворов равны, а также равны их плотности.

3. Для получения коллоидного раствора $\text{Cu}(\text{OH})_2$ к раствору KOH с концентрацией $0,005$ моль/дм³ и объемом 5 см³ добавили CuSO_4 с концентрацией $0,025$ моль/дм³ и объемом 10 см³. Укажите: 1) метод и способ получения коллоидного раствора; 2) формулу мицеллы, назовите её составные части; 3) к какому электроду будет перемещаться дисперсная фаза при электрофорезе; 4) какой ион соли NaCl вызывает снижение ξ - потенциала.

4. Вычислите электрофоретическую скорость частиц глины, если ξ -потенциал частиц равен 48,8 мВ. Разность потенциалов между электродами 220 В, а расстояние между ними 0,44 м. Вязкость $0,001 \text{ Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$, а диэлектрическая проницаемость $\varepsilon = 81 (1/9 \cdot 10^9) \text{ Ф}/\text{м}$. Принять, что частицы имеют сферическую форму.

5. Рассчитайте работу адгезии в системе вода-графит, зная, что краевой угол равен 90° , а поверхностное натяжение воды составляет $71,96 \text{ мДж}/\text{м}^2$. Определите коэффициент растекания воды на графите.

6. Используя константы эмпирического уравнения Фрейндлиха $K = 1,5 \cdot 10^{-4}$ и $1/n = 0,32$, постройте изотерму адсорбции пропионовой кислоты на угле при 290 К в интервале концентраций от 0 до $0,03 \cdot 10^{-3} \text{ моль}/\text{дм}^3$.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

Печатные издания

1. Колямшин, О.А. Коллоидная химия : учеб. пособие / О. А. Колямшин, О. А. Александрова, В. А. Петрухина. - Чебоксары : ЧГУ, 2013. - 162 с.

2. Салогуб, Елена Викторовна. Коллоидная химия : учеб. пособие / Салогуб Елена Викторовна, Карасев Константин Иванович. - Чита : ЗабГУ, 2013. - 136 с.

3. Гельфман, Марк Иосифович. Коллоидная химия / Гельфман Марк Иосифович, Ковалевич Ольга Викторовна, Юстратов Владимир Петрович. - 4-е изд., стер. - СанктПетербург : Лань, 2008. - 336 с.

4. Щукин, Евгений Дмитриевич. Коллоидная химия : учебник / Щукин Евгений Дмитриевич. - 5-е изд., испр. - Москва : Высшая школа, 2007. - 443 с.

Издания из ЭБС

5. Яковлева, Ариадна Алексеевна. Коллоидная химия : Учебное пособие / Яковлева Ариадна Алексеевна; Яковлева А.А. - 2-е изд. - Москва: Издательство Юрайт, 2017. - 209.

6. Марков, Вячеслав Филиппович. Коллоидная химия. Примеры и задачи : Учебное пособие / Марков Вячеслав Филиппович; Марков В.Ф., Алексеева Т.А., Брусницына Л.А., Маскаева Л.Н. - Москва : Издательство Юрайт, 2017. - 186.

7. Щукин, Евгений Дмитриевич. Коллоидная химия : Учебник / Щукин Евгений Дмитриевич; Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. - 7-е изд. - Москва : Издательство Юрайт, 2017.- 444.

Дополнительная литература

Печатные издания

8. Воюцкий, Сергей Сергеевич. Курс коллоидной химии : учебник / Воюцкий Сергей Сергеевич. - 2-е изд., доп. и перераб. - Москва : Химия, 1975. - 512 с.

9. Шершавина, А.А. Индивидуальные задания по коллоидной химии : учеб. пособие / А. А. Шершавина. - Минск : Новое знание, 2008. - 272 с.

Издания из ЭБС

10. Кудряшева, Надежда Степановна. Физическая и коллоидная химия : Учебник и практикум / Кудряшева Надежда Степановна; Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г. - 2-е изд. М. : Издательство Юрайт, 2017. - 379.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

11. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>.

12. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nigma.ru>.

13. Электронная справочно-информационная система «Химический ускоритель». Иркутский государственный университет. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.chem.isu.ru/leos/>.

14. Поисковая система по химии CWM Global Search. Химико-технологический факультет СамГТУ . [Электронный ресурс]. – URL: <http://chem.samgtu.ru/node/79>.

15. Химик.ру – сайт о химии. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>.

16. Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.alhimik.ru/>.

17. Электронная библиотека рунета. Поиск книг и журналов без регистрации, бесплатно со ссылками для скачивания. - [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bookfi.org/s/?q=химия+и+физика+высокомолекулярных+соединений&t=0>.

Доцент кафедры химии _____ Дабижа Ольга Николаевна
подпись

Заведующий кафедрой _____ Салогуб Елена Викторовна
подпись