

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНЗДРАВА РОССИИ
(ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России)

Кафедра фундаментальной и клинической биохимии



УЧЕБНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ ФИЗИЧЕСКОЙ И КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

Методические указания для самостоятельной аудиторной и
внеаудиторной работы студентов I и II курсов
фармацевтического факультета КубГМУ

КРАСНОДАР
2019

УДК 544:541.18:615.15:378.661

ББК 24.5/24.6

У 91

Составитель:

Доцент кафедры фундаментальной и клинической биохимии
ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, к.пед.н.

О.В. Балачевская

Под редакцией профессора кафедры фундаментальной и клинической биохимии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, д.пед.н., профессора **Т.Н. Литвиновой**

Рецензенты:

Профессор кафедры физической химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», д.х.н. **Н.В. Шельдешов**

Доцент кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», к.х.н. **Т.П. Стороженко**

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с требованиями ФГОС ВО для специальности 33.05.01 Фармация, а также рабочей программой по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» (2017).

Рекомендованы к изданию ЦМС ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России протокол № 6 от 21 февраля 2019 года.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	7
Введение	8
Требования к знаниям и умениям.....	9
Взаимосвязь физической и коллоидной химии с другими химическими дисциплинами.....	10
Модульная структура курса физической и коллоидной химии для студентов - фармацевтов.....	11
Правила техники безопасности и работы студентов в химической лаборатории.....	12
ВВОДНЫЙ БЛОК	14
Основы математической обработки экспериментальных данных.....	14
Занятие № 1 Тема: Введение в практикум. Основы математической обработки экспериментальных данных ...	14
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	16
МОДУЛЬ 1.	16
Термодинамика. Термохимия	16
Занятие № 2 Тема: Первое начало термодинамики. Основные понятия: теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия. Термохимия. Зависимость энтальпии химической реакции от температуры.....	17
Занятие № 3 Тема: Второе начало термодинамики. Энтропия. Третье начало термодинамики. Термодинамические потенциалы.....	19
Занятие № 4 Тема: Термодинамика химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Константа химического равновесия. Изобара и изохора химической реакции. Расчет констант равновесия	20
Занятие № 5	21
Защита модуля.....	21
Контрольная работа №1 «Термодинамика. Термохимия»..	21
МОДУЛЬ 2.	23

Химическое равновесие.....	23
Фазовые равновесия.....	23
Занятие № 6 Тема: Химическое равновесие. Изотерма химической реакции. Зависимость констант равновесия реакций от температуры. Расчет констант реакций. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах	24
Занятие № 7 Тема: Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах, перегонка	26
Занятие № 8 Тема: Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах, экстракция	27
Занятие № 9	28
Защита модуля.....	28
Контрольная работа №2 «Химическое равновесие. Фазовые равновесия»	28
МОДУЛЬ 3	29
Растворы электролитов. Электрохимия	29
Занятие № 10 Тема: Коллигативные свойства растворов. Криометрический, эбулиометрический и осмометрический методы определения молекулярных масс. Термодинамика растворов электролитов. Теория растворов сильных электролитов	31
Занятие № 11 Тема: Буферные системы и растворы.....	32
Занятие № 12 Тема: Электрохимия. Электрическая проводимость. Электродвижущая сила и электродные потенциалы.....	33
Занятие № 13	35
Защита модуля.....	35
Контрольная работа № 3 «Растворы. Электрохимия»	35
МОДУЛЬ 4	36
Кинетика химических реакций	36
Занятие № 14 Тема: Формальная кинетика реакций 0, 1, 2 порядков.	37
Занятие № 15 Тема: Расчет порядка реакции и констант скорости реакций по экспериментальным данным.	40

Занятие № 16 Тема: Расчет энергии активации. Кинетика сложных химических реакций. Каталитические процессы	41
Занятие № 17	43
Защита модуля.....	43
Контрольная работа № 4 «Химическая кинетика и катализ»	43
КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ	45
МОДУЛЬ 5	45
Введение в коллоидную химию. Поверхностные явления и адсорбция.....	45
Занятие № 18 Тема: Введение в коллоидную химию. Термодинамика поверхностного слоя.	46
Занятие № 19 Тема: Термодинамика многокомпонентных систем с учетом поверхностных явлений	47
Занятие № 20 Тема: Термодинамический анализ адсорбции.	49
Занятие №21	51
Защита модуля.....	51
Контрольная работа №5 «Поверхностные явления и адсорбция».....	51
МОДУЛЬ 6	52
Дисперсные системы	52
Занятие № 22 Тема: Дисперсные системы. Молекулярно – кинетические и оптические свойства коллоидных систем. Строение и электрический заряд коллоидных частиц. Электрокинетические явления	54
Занятие № 23 Тема: Устойчивость и коагуляция коллоидных систем	55
Занятие № 24 Тема: Микрогетерогенные системы и их применение в фармации	57
Занятие № 25 Тема: Мицеллярные (образованные ПАВ) коллоидные системы. Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их растворы	58
Занятие № 26	60
Защита модуля.....	60

Контрольная работа № 6 «Строение и свойства дисперсных систем».....	60
Экзаменационные вопросы	63
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	68
1. Основные единицы измерения физических величин	68
2. Основные физические постоянные.....	68
3. Стандартные энтальпии плавления и испарения при температуре фазового перехода.....	69
4. Термодинамические свойства простых веществ, ионов и соединений	70
5. Теплота сгорания питательных веществ в живом организме и в калориметре.....	82
6. Криоскопические и эбуллиоскопические константы.....	82
7. Удельная электрическая проводимость растворов KCl ..	82
8. Предельные молярные подвижности ионов в водном растворе при 25°C	83
9. Молярная электропроводность разбавленных водных растворов электролитов при 25°C	83
10. Константы диссоциации слабых кислот при 25°C	84
11. Константы диссоциации слабых оснований при 25°C ..	84
12. Стандартные электродные потенциалы при 25°C	85
13. Основные физические постоянные.....	86
14. Плотность ПАВ в жидком состоянии.....	86
15. Зависимость поверхностного натяжения воды от температуры	86
ЛИТЕРАТУРА.....	87
РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ.....	88

Предисловие

Учебные задания и методические указания нацелены на формирование у студентов фармацевтического факультета системного представления о курсе физической и коллоидной химии, его содержании, структуре и значимости для образования будущего провизора.

Учебные задания по курсу физической и коллоидной химии составлены в соответствии с разработанной нами интегративно-модульной структурой курса. Каждый модуль является относительно самостоятельным компонентом и включает перечень занятий, цели и программу обучения, задания для самостоятельной аудиторной и внеаудиторной деятельности, список основной и дополнительной учебной литературы.

Модуль состоит из нескольких тем и завершается промежуточным контролем знаний. К каждому занятию сформулированы его цели, вопросы подобраны задачи для самостоятельной подготовки. Методические указания также включают в себя перечень теоретических вопросов к итоговому контролю и экзамену, расчетные формулы к каждому модулю.

Учебные задания по курсу физической и коллоидной химии выполняют функцию «путеводителя» и помогают студентам фармацевтического факультета осознать требования к результатам освоения дисциплины, а также ее значимость для будущей учебной и профессиональной деятельности.

Введение

В современном мире образование – один из важнейших факторов, обеспечивающих экономический рост, социальную стабильность, развитие институтов гражданского общества. Решение экономических проблем выдвигает на первый план задачу непрерывного профессионального образования.

Физическая и коллоидная химия (ФКХ) является связующим звеном различных дисциплин, изучаемых студентами-фармацевтами на протяжении всего периода обучения, что дает возможность утверждать о большой значимости предмета. Данный курс необходим для дальнейшего изучения таких дисциплин, как органическая химия, основы экологии и охраны природы, биологическая, фармацевтическая и токсикологическая химия, технология лекарственных средств и других. Физическая и коллоидная химия также необходима для формирования естественнонаучного мышления студентов, приобретения ими знаний, необходимых для понимания физико-химической сущности процессов, протекающих при метаболизме лекарств, а также при приготовлении и анализе химических препаратов.

Важной особенностью нашей методики обучения студентов фармацевтического факультета физической и коллоидной химии является реализация принципов профессиональной направленности, интегративности, фундаментальности, мотивационная установка на осознанное освоение комплекса химических дисциплин с фундаментальной основой – курсом ФКХ.

Цель изучения дисциплины студентами фармацевтического факультета – получение фундаментальных знаний, необходимых для понимания:

- закономерностей протекания реакций синтеза лекарственных препаратов и процессов их метаболизма в организме;
- основ процессов выделения лекарственных препаратов из смесей, их очистки;
- основ электрохимических методов анализа лекарственных препаратов;
- явлений и процессов на межфазных границах и в высокодисперсных (коллоидных) системах, широко применяемых в фармации;
- основ связи "состав – свойство" гетерогенных систем и растворов, применяемых в медицине и фармации;

Основными *задачами* обучения являются: стимулирование и развитие системного, осознанного и действенного усвоения основных физико-химических понятий и процессов; реализация развивающих возможностей межпредметных связей; управление учебно-исследовательской деятельностью студентов на принципе профессиональной направленности.

Требования к знаниям и умениям

Студент должен знать:

- основы термодинамики и термохимии;
- термодинамические методы описания химического равновесия;
- термодинамические методы описания фазового равновесия в одно-, двух- и трехкомпонентных системах;
- основы термодинамики разбавленных растворов электролитов и неэлектролитов;
- физико-химические основы равновесий и явлений переноса в электрохимических системах;
- основы формальной кинетики, катализа, основные теоретические представления химической кинетики;
- основы термодинамики поверхностных явлений;
- строение и свойства ПАВ и ПИВ;
- основные молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем;
- строение коллоидных частиц, основные электрокинетические явления;
- закономерности стабилизации дисперсных систем и процессов коагуляции в них;
- строение и свойства основных классов коллоидных систем;
- особенности свойств высокомолекулярных соединений.

Студент должен приобрести и развить умения:

Интеллектуальные:

- интерпретировать диаграммы состояния ("состав – свойство") многокомпонентных систем;
- указывать направление смещения химического равновесия в зависимости от изменения температуры и давления;
- предсказывать строение границы дисперсная частица – дисперсионная среда на основе знания состава обеих фаз;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты наблюдений и измерений;
- знать области применения полученных знаний в будущей практической деятельности.

Расчетные:

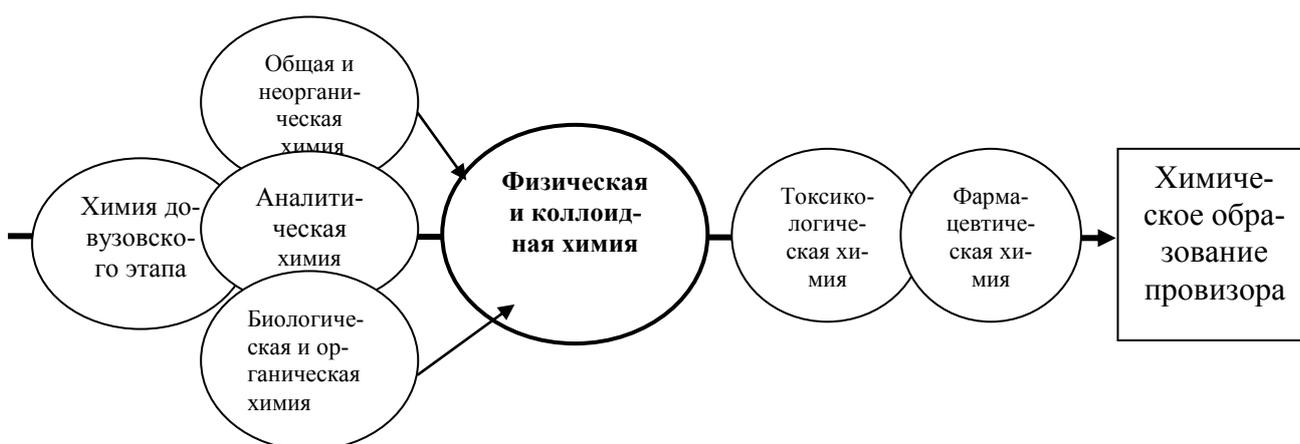
- рассчитывать энтальпию и константы химических реакций по справочным данным;
- определять направление самопроизвольного протекания химических реакций по известным исходным концентрациям реагентов, продуктов и справочным данным;
- рассчитывать равновесный выход продуктов химических реакций;
- рассчитывать константу химического равновесия в зависимости от изменения температуры и давления;

- рассчитывать коэффициент активности и активность ионов в растворах, рН буферных растворов;
- применять уравнения химической кинетики для расчета зависимости от времени концентраций реагентов и продуктов реакции;
- пользоваться необходимыми справочными данными для решения экспериментальных и теоретических задач;
- проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных.

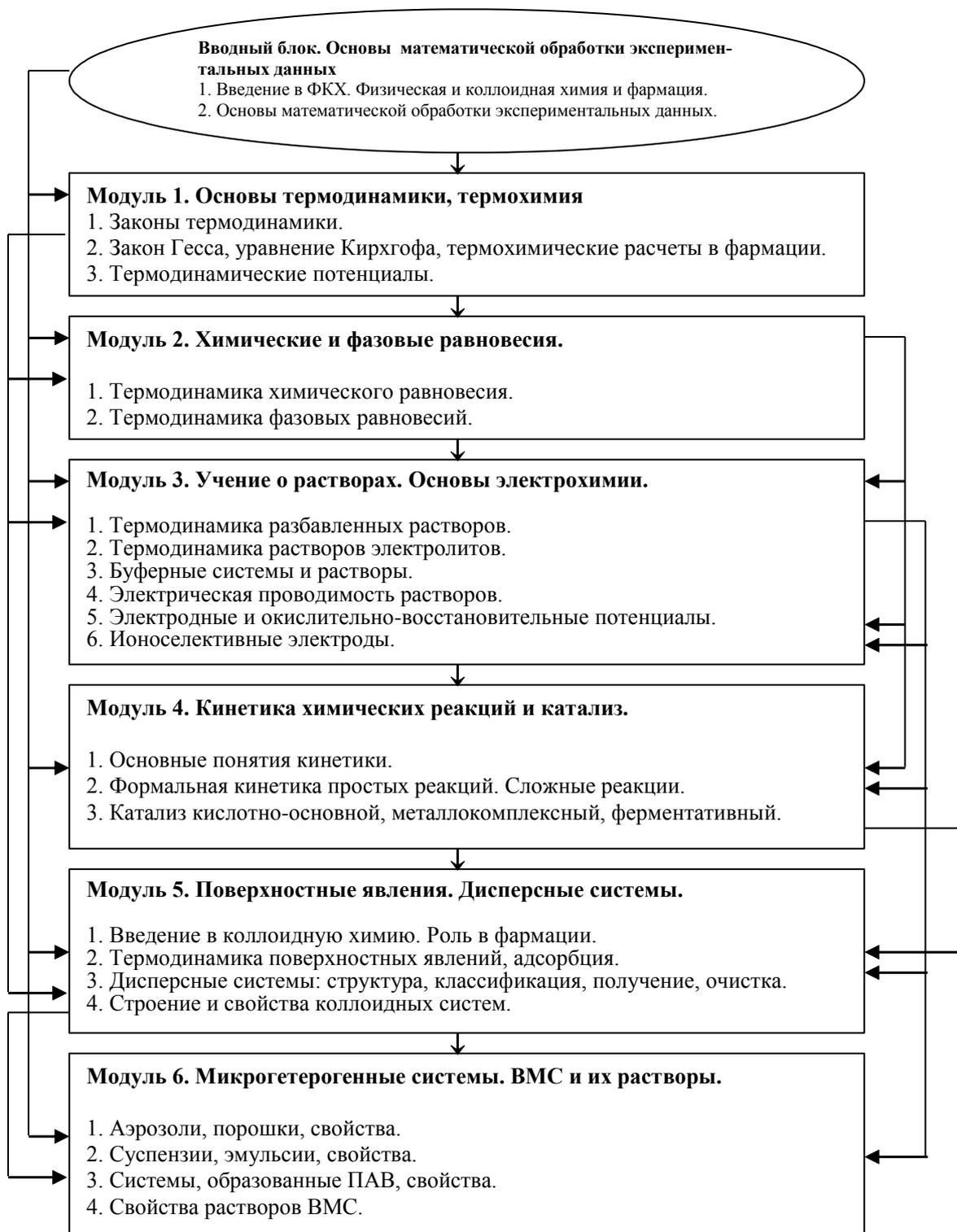
Исследовательские:

- определять ионометрическим методом концентрации и активности ионов, константы равновесия химических реакций в растворах;
- определять окислительно-восстановительный потенциал раствора;
- применять адсорбционные методы для выделения и очистки лекарственных веществ;
- получать и очищать коллоидные системы;
- фракционировать дисперсные системы;
- использовать электрокинетические явления для исследования состояния поверхности коллоидных частиц;
- стабилизировать дисперсные системы, а также вызывать их коагуляцию;
- пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет.

Взаимосвязь физической и коллоидной химии с другими химическими дисциплинами



Модульная структура курса физической и коллоидной химии для студентов - фармацевтов



Правила техники безопасности и работы студентов в химической лаборатории

1. Запрещается находиться в помещении кафедры в верхней одежде.
2. К началу занятий студенты должны находиться на рабочих местах в застегнутых белых халатах и с бэджами.
3. Пропущенные лабораторные работы отрабатываются старшему лаборанту или своему преподавателю.
4. Студенты, пропустившие теоретические занятия или получившие неудовлетворительные оценки по итоговым контрольным работам, отрабатывают теорию своему преподавателю (1 раз в неделю по индивидуальному графику преподавателя).
5. Результаты лабораторных работ оформляются в рабочую тетрадь (графики выполняются на миллиметровой бумаге или на компьютере в программе Microsoft Excel и распечатываются) и проверяются преподавателем.
6. При выполнении лабораторных работ студенты должны соблюдать требования техники безопасности.
7. Для подготовки к занятиям студенты должны пользоваться методическими указаниями, основной и дополнительной литературой.
8. Во время занятий дежурные студенты следят за порядком и чистотой в учебной комнате, по окончании занятий сдают ее преподавателю.
9. При выставлении оценки на экзамене учитываются оценки по контрольным работам, текущий контроль.
10. На занятиях необходимо иметь простые и цветные карандаши, линейки, миллиметровую бумагу, инженерные калькуляторы.
11. Перед выполнением любого эксперимента внимательно ознакомьтесь с его описанием.
12. Пользуясь реактивами общего пользования, поддерживайте на столе порядок, возвращайте склянки с растворами на место, ставьте на столе так, чтобы надпись на склянке была хорошо видна всем работающим за столом. Склянки с летучими веществами после использования немедленно закрывайте пробками. Не переставляйте пробки из одних склянок в другие.
13. Пользуясь концентрированными кислотами и щелочами, не допускайте попадания их на руки, одежду и лицо. Во всех несчастных случаях пользуйтесь аптечкой в лаборантской комнате.
14. В учебной комнате студенты работают самостоятельно, пользуясь методическими указаниями к лабораторным занятиям, в случае необходимости обращаются за консультацией к преподавателю.
15. При выполнении лабораторной работы точно соблюдайте порядок и последовательность операций, указанных в методических указаниях.

16. К выполнению следующего эксперимента приступают только после того, как в рабочей тетради будут оформлены результаты предыдущего эксперимента и подписаны преподавателем.
17. По окончании работы уберите рабочее место и приведите в порядок склянки общего пользования. Вымойте химическую посуду. Качество уборки рабочих мест проверяет дежурный, который уходит из учебной комнаты последним.

СОБЛЮДАЙТЕ ЧИСТОТУ!

БЕРЕГИТЕ ИМУЩЕСТВО!

НЕ НАРУШАЙТЕ ПРАВИЛ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ!

ВВОДНЫЙ БЛОК	Основы математической обработки экспериментальных данных
---------------------	---

Занятие № 1

Тема: Введение в практикум. Основы математической обработки экспериментальных данных

Цели занятия: ознакомиться со структурой курса физической и коллоидной химии, правилами техники безопасности и работы на кафедре, установить связи между физической и коллоидной химией и другими дисциплинами в системе фармацевтического образования.

Актуализировать знания основных методов математической и графической обработки результатов измерений, правил построения графиков и выполнения расчетов, приобрести умения элементарной статистической обработки экспериментальных данных, закрепить навыки использования справочного материала и инженерных калькуляторов; осознать необходимость математических умений для дальнейшего изучения курса физической и коллоидной химии и других дисциплин.

Литература

Основная:

1. Задачи по физической и коллоидной химии, ч.1. Физическая химия / Балачевская О.В., Шельдешов Н.В., Хосроева Д.А. // Под ред. Литвиновой Т.Н. – Краснодар: КГМУ, 2009. – 350 с.
2. Математическая обработка результатов химического анализа / Чарыков А.К. – Л.: «Химия», 1984. – 168 с.
3. Математические методы в химии / Скатецкий В.Г., Свиридов Д.В., Яшкин В.И. – Минск: «Тетра Системс», 2006. – 368 с.

Дополнительная:

4. Аналитическая химия / Харитонов Ю.Я. – М.: Высшая школа, 2003. — 559 с.
5. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. Равделя А.А. и Пономаревой А.М. – Л.: Химия, 2003. – 240 с.
6. Медико-биологическая статистика / Гланц С. – М.: 1999. – 460 с.

📖 Опорные знания и умения. Изучение данного блока опирается на знание основ школьного курса математики, общей и аналитической химии, высшей математики:

- правил построения графиков;
- методов дифференцирования, интегрирования, нахождения производных;

$$\frac{(1,145 - 1,140) \cdot 14,81}{18,2}$$

- в) ;
 г) $1 \cdot 10^{-2} : 0,015 \cdot 10^{-5}$;
 д) $5,18 \cdot 10^{-2} + 8,00 \cdot 10^{-3} + 7,269 \cdot 10^{-5}$.

6. Постройте график зависимости поверхностного натяжения раствора изоамилового спирта в воде от его концентрации по следующим данным ($T = 298 \text{ K}$):

c , ммоль/л	0	7,8	15,6	125	250
σ , мДж/м ²	71,9	70,0	69,1	55,1	47,9

Определите методом интерполяции поверхностное натяжение раствора при концентрации изоамилового спирта 25 ммоль/л.

(Ответ: 67,8 мДж/м²)

7. Определите методом интерполяции вязкость воды при температуре 42°C по справочным данным:

t , °C	15	20	25	30	35	40	45	50
η_0 , мПа·с	1,138	1,002	0,890	0,797	0,719	0,653	0,596	0,547

(Ответ: 0,63 мПа·с)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

МОДУЛЬ 1.

Термодинамика. Термохимия

Цели изучения модуля: усвоить содержание основных понятий и законов химической термодинамики и термохимии; сформировать системные знания о химической термодинамике, как теоретической основе биоэнергетики; применить знания методов математической обработки экспериментальных данных; закрепить навыки работы с учебной и справочной литературой; осознать медико-биологическое значение модуля.

Литература

Основная

1. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия / Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. – М.:ГЭОТАР – Медиа, 2014. – 704 с.
2. Мушкамбаров Н.И. Физическая и коллоидная химия: Курс лекций / Мушкамбаров Н.И. – М.: ГЭОТАР – МЕД, 2001. – 383 с.

3. Задачи по физической и коллоидной химии, ч. I. Физическая химия / Балачевская О.В., Шельдешов Н.В., Хосроева Д.А. // Под ред. Литвиновой Т.Н. – Краснодар: КГМУ, 2009. – 350 с.

Дополнительная:

4. Гельфман М.И. Практикум по физической химии / Гельфман М.И. – СПб.: Издательство «Лань», 2004. – 256 с.
5. Литвинова Т.Н. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью / Литвинова Т.Н. – Краснодар, КГМУ, 2014. – 319 с.
6. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого / Слесарев В.И. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2017. – 784 с.

📖 Опорные знания и умения. Изучение данного модуля опирается на знание курса общей химии, физики и основ высшей математики:

- основных понятий и законов химии;
- энтальпий химических реакций; сохранение и превращение энергии при химических реакциях;
- основных математических формул дифференцирования и интегрирования;
- основных единиц измерения физических величин.

Темы занятий модуля

1. Предмет и метод термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Термохимия. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры, уравнение Кирхгофа.
2. Второе начало термодинамики. Энтропия. Третье начало термодинамики. Стандартные значения энтропии. Термодинамические потенциалы. Функции Гиббса, Гельмгольца.
3. Термодинамика химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Константа химического равновесия. Изобара и изохора химической реакции. Расчет констант равновесия.
4. **Защита модуля.**

Занятие № 2

Тема: Первое начало термодинамики. Основные понятия: теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия. Термохимия. Зависимость энтальпии химической реакции от температуры

Цели занятия: усвоить основные понятия химической термодинамики и, термохимии, сущность первого закона термодинамики и закона Гесса, научиться на их основе выполнять термодинамические расчеты, используя математические знания; продолжить приобретение навыков работы с учебной и справочной литературой; интерпретировать зависимость эн-

тальпии химической реакции от температуры (уравнение Кирхгоффа), научиться экспериментально определять энтальпию растворения безводной соли. Осознать значимость изучаемого материала для дальнейшего изучения курса физической и коллоидной химии.

Учебно-целевые вопросы

1. Основные понятия химической термодинамики: системы (их классификация), параметры системы, виды процессов, теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия.
2. Уравнение состояния идеального газа (Уравнение Менделеева – Клапейрона) и его частные законы (Бойля – Мариотта, Гей – Люссака, Шарля, Авогадро).
3. Первый закон (начало) термодинамики.
4. Применение первого начала термодинамики для изотермических, изохорных и изобарных процессов.
5. Основные понятия термохимии: теплоемкость, энтальпия образования, сгорания, нейтрализации, растворения, гидратации веществ.
6. Закон Гесса и следствия из него. Применение закона в медико-биологических исследованиях.
7. Расчет стандартной энтальпии химических реакций по стандартным энтальпиям образования и сгорания веществ.
8. Зависимость энтальпии химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа, его значение для фармации.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Какой объем занимают при н.у.: а) 5 г O_2 ; б) 0,3 моль SO_2 ; в) смесь 0,3 моль N_2 и 11 г CO_2 ?
(*Ответ:* 3,5 л; 6,72 л; 12,3 л)
2. Рассчитать работу, совершаемую при растворении 50 г железа в хлороводородной кислоте при $25^\circ C$ в: а) открытом стакане; б) запаянном сосуде.
(*Ответ:* 2212 Дж; 0 Дж)
3. Как изменяется наша внутренняя энергия, когда мы съедаем 100 г белого хлеба (50 г углеводов, 8 г белков, 2 г жиров, 40 г воды)? Необходимые для расчета справочные данные взять в приложении 5.
(*Ответ:* 255,45 ккал)
4. Рассчитайте, пользуясь справочными данными, сколько энергии надо затратить для разложения 9 г H_2O на простые вещества в стандартных условиях?
(*Ответ:* 142,9 кДж)
5. Рассчитайте, пользуясь справочными данными, на сколько увеличится энтальпия человека, потребившего продукт, содержащий 80 г углево-

дов, 25 г белков, 32 г жиров и какое количество теплоты выделится при сжигании таких же количеств указанных питательных веществ в калориметре?

(*Ответ:* 728,1 ккал; 768,1 ккал)

Занятие № 3

Тема: Второе начало термодинамики. Энтропия. Третье начало термодинамики. Термодинамические потенциалы

Цели занятия: научиться выполнять термохимические расчеты на основе второго и третьего начал термодинамики, используя основные правила интегрирования. Установить связь между процессами фазовых переходов и значением термодинамических потенциалов; научиться делать вывод о самопроизвольности протекания реакции. Осознать значимость темы для изучения других дисциплин. Продолжить приобретение навыков работы с учебной, справочной литературой и инженерными калькуляторами.

Учебно-целевые вопросы

1. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы, их биологическое значение.
2. Максимальная работа процесса. Полезная работа.
3. Второй закон термодинамики, его значение для медико-биологических исследований.
4. Энтропия как функция состояния системы. Факторы, влияющие на ее величину.
5. Абсолютная и стандартная энтропия
6. Изменение энтропии в изолированных системах, при изотермических процессах и изменении температуры.
7. Статистический характер второго начала термодинамики.
8. Третий закон термодинамики и его биологическое значение.
9. Основные понятия: энергия Гельмгольца и энергия Гиббса.
10. Энергия Гельмгольца (изохорно-изотермический потенциал).
11. Энергия Гиббса (изобарно-изотермический потенциал).
12. Изменение энергии Гельмгольца и энергии Гиббса в самопроизвольных процессах.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Рассчитайте, пользуясь таблицами термодинамических величин, изменение энтропии при нагревании 5 моль водяного пара от 110°C до 170°C.

(*Ответ:* 25,46 Дж/К)

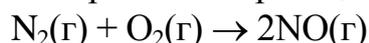
2. Найти изменение энтропии при испарении 2 моль жидкого C_2H_5Cl (температура кипения равна $12,3^\circ C$), если энтальпия испарения равна 3762 Дж/г .

(Ответ: 1701 Дж/К)

3. Рассчитать, пользуясь таблицами термодинамических величин, ΔF и ΔG при изотермическом расширении 2 моль идеального газа в 3 раза при температуре $100^\circ C$.

(Ответ: $-6813,9 \text{ Дж}$; $-6813,9 \text{ Дж}$)

4. Определить, пользуясь таблицами термодинамических величин, направление самопроизвольного протекания реакции



в стандартных условиях.

(Ответ: $\Delta G = 175,16 \text{ кДж}$; справа налево)

5. Рассчитать ΔG при конденсации 1 кмоль пара воды при температуре 373 К и давлении $1,0133 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

(Ответ: $\Delta G = 0$)

Занятие № 4

Тема: Термодинамика химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Константа химического равновесия. Изобара и изохора химической реакции. Расчет констант равновесия

Цели занятия: усвоить содержание основных понятий, научиться проводить термодинамические расчеты, опираясь на математические знания.

Учебно-целевые вопросы

1. Изотерма химической реакции.
2. Константа химического равновесия.
3. Уравнения изобары и изохоры химической реакции Вант-Гоффа.
4. Расчет констант равновесия химической реакции по термодинамическим таблицам.
5. Зависимость констант равновесия реакций от температуры.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Для реакции $H_3PO_4 + \text{аденозин} \rightleftharpoons \text{АМФ} + H_2O$ $\Delta G_{r,310}^0 = 14 \text{ кДж/моль}$.

В каком направлении реакция идет самопроизвольно при этих условиях. Рассчитайте константу равновесия.

(Ответ: справа налево; $K_p = 4,37 \cdot 10^{-3}$)

2. Рассчитать константу равновесия K_p реакции $1/2 N_2O_4 \rightleftharpoons NO_2$,

если степень диссоциации равна 0,533, а давление $5,49 \cdot 10^4$ Па при температуре 323 К.

(Ответ: $K_p = 295,2 \text{ Па}^{0,5}$)

3. Определите направление самопроизвольного протекания реакции



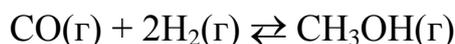
при стандартных условиях, пользуясь таблицами термодинамических данных.

(Ответ: $\Delta G = 52,44$ кДж/моль; справа налево)

4. Константа равновесия реакции $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6$ при температуре 298 равна 10 кПа^{-1} . В каком направлении в изобарных условиях будет протекать эта реакция при этой температуре и следующих начальных парциальных давлениях веществ: этилен – 1 кПа, водород – 2 кПа, этан – 3 кПа?

(Ответ: $\Delta G = -4,7$ кДж/моль; слева направо)

5. Рассчитать константу равновесия реакции образования метанола



при стандартных условиях, пользуясь таблицами термодинамических величин.

(Ответ: $K_p = 26,5 \cdot 10^3$)

6. Для реакции $\text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{I}$ приводятся константы равновесия при нескольких температурах:

7. T, K	8. 950	9. 1050	10. 1150	11. 1250
12. $K_p \cdot 10^3$	13. 1,134	14. 7,316	15. 33,83	16. 127,1

Постройте график зависимости $\ln K_p$ от $1/T$ и определите ΔH_r^0 реакции.

(Ответ: 150,0 кДж)

6. Для реакции $\text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$ константа равновесия K_p при 900 К равна $0,043 \cdot 10^{-2}$, а при 950 К – $1,062 \cdot 10^{-2}$. Определите K_p при 930 К. Примите, что тепловой эффект в температурном диапазоне 900 – 950 К постоянен.

(Ответ: $K_p = 3,1 \cdot 10^{-3}$)

Занятие № 5

Защита модуля

Контрольная работа №1 «Термодинамика. Термохимия»

Цели занятия: закрепить, проверить и скорректировать химические и математические знания содержания изученного модуля: основные понятия и законы термодинамики; основные правила интегрирования, дифференцирования; умения пользоваться справочной литературой, инженерным калькулятором; осуществление перевода единиц измерения физических вели-

чин в СИ, интерпретация графических зависимостей, формулирование вывода о самопроизвольности протекания химических реакций. Актуализировать значимость полученных знаний и умений для медико-биологических исследований.

Повторите учебный материал занятий модуля

Содержание контрольной работы

(теоретическая часть)

1. Предмет и методы термодинамики.
2. Основные понятия и определения. Изолированная, открытая и закрытая системы. Процессы: изобарные, изотермические, изохорные и адиабатические.
3. Внутренняя энергия системы. Работа. Теплота. Функции состояния. Интенсивные и экстенсивные свойства.
4. Работа в равновесных и неравновесных процессах. Энтальпия и внутренняя энергия.
5. Первое начало термодинамики и его биологическое значение.
6. Закон Гесса. Термохимические уравнения. Стандартные теплоты образования и сгорания веществ.
7. Расчет стандартной энтальпии химических реакций по стандартным энтальпиям образования и сгорания веществ.
8. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа в интегральной и дифференциальной форме. Значение уравнения Кирхгофа для фармации.
9. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы. Его биологическое значение.
10. Обобщенное уравнение первого и второго начала термодинамики, его биологическое значение.
11. Вычисление энтропии для равновесных процессов. Значение энтропии для медико-биологических исследований.
12. Статистический смысл энтропии. Уравнение Больцмана.
13. Третье начало термодинамики и его значение для медицины и фармации. Постулат Планка. Тепловая теорема Нернста. Абсолютная энтропия. Стандартная энтропия.
14. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца, их изменение в самопроизвольных процессах. Медико-биологическое значение термодинамических потенциалов.

МОДУЛЬ 2.	Химическое равновесие. Фазовые равновесия
------------------	--

Цели изучения модуля: усвоить содержание модуля; сформировать системные знания о химическом и фазовом равновесиях и использовать их для прогнозирования состояния индивидуальных лекарственных веществ и их смесей на основе диаграмм состояния веществ и выявления случаев физико-химической несовместимости фармацевтических препаратов. Освоить принципы процессов промышленного получения настоек лекарственных растений. Оценить важность данного модуля для изучения методов разделения и очистки многокомпонентных смесей курса технологии лекарственных средств. Закрепить знания и умения математической обработки экспериментальных данных; продолжить освоение справочного материала.

Литература

Основная

1. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия / Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2014. – 704 с.
2. Мушкамбаров Н.И. Физическая и коллоидная химия: Курс лекций / Мушкамбаров Н.И. – М.: ГЭОТАР – МЕД, 2001. – 383 с.
3. Задачи по физической и коллоидной химии, ч.1. Физическая химия / Балачевская О.В., Шельдешов Н.В., Хосроева Д.А. // Под ред. Литвиновой Т.Н. – Краснодар: КГМУ, 2009. – 350 с.

Дополнительная:

4. Литвинова Т.Н. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью / Литвинова Т.Н. – Краснодар, КГМУ, 2014. – 319 с.
5. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого / Слесарев В.И. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2017. – 784 с.

📖Опорные знания и умения. Изучение данного блока опирается на знание основ высшей математики, общей и аналитической химии:

- основных понятий и законов;
- принципа Ле - Шателье и условий смещения химического равновесия;
- способов выражения концентрации вещества в растворах;
- правил построения графиков; методов дифференцирования, интегрирования, нахождения производных;
- элементов математической статистики и обработки результатов измерений;

- применение инженерных калькуляторов и справочного материала.

Темы занятий модуля

1. Химическое равновесие. Изотерма химической реакции. Зависимость констант равновесия реакций от температуры. Расчет констант реакций. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах.
2. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах, перегонка.
3. Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах, экстракция.
4. **Защита модуля.**

Занятие № 6

Тема: Химическое равновесие. Изотерма химической реакции. Зависимость констант равновесия реакций от температуры. Расчет констант реакций. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах

Цели занятия: закрепить знание принципа Ле - Шателье и сущность химического равновесия; научиться рассчитывать выход реакции на основе уравнения изотермы химической реакции Вант-Гоффа и предсказывать влияние изменения температуры на константу равновесия химической реакции; преимущественно изучить закон действующих масс для гомогенных и гетерогенных систем. Усвоить сущность основных понятий (фаза, компонент, составляющие вещества, число степеней свободы) и процессов (испарение, сублимация, плавление, изменение аллотропной модификации); научиться интерпретировать диаграммы состояния однокомпонентных систем и использовать уравнения Клапейрона и Клаузиуса – Клапейрона в термодинамических расчетах. Осознать значимость данной темы для изучения других дисциплин.

Учебно-целевые вопросы

1. Уравнение изотермы химической реакции, ее универсальный характер.
2. Вывод закона действующих масс для химического равновесия гомогенных и гетерогенных систем.
3. Константа химического равновесия и способы ее выражения.
4. Уравнение изобары и изохоры химической реакции, следствия, вытекающие из этих уравнений.
5. Принцип Ле - Шателье, факторы, влияющие на его смещение.
6. Основные понятия: фаза, компонент, составляющие вещества, число степеней свободы, гомогенная и гетерогенная системы.

7. Фазовые превращения и равновесия: испарение, сублимация, плавление, изменение аллотропной модификации. Условия фазового равновесия.
8. Число компонентов и число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Его значимость для фармации.
9. Связь между основными термодинамическими параметрами однокомпонентной двухфазной системы. Однокомпонентные гетерогенные системы.
10. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (вода, углекислый газ, сера). Их применение в фармации.
11. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Связь с принципом Ле - Шателье.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Энтальпия испарения воды при температуре кипения при нормальном атмосферном давлении равна 2258,4 Дж/г. Определить изменение давления пара воды при изменении температуры на 1°C вблизи температуры кипения.

(Ответ: 3561 Па/К)

2. Температура кипения ртути при нормальном атмосферном давлении равна 357°C. Изменение давления пара ртути при изменении температуры на 1°C вблизи температуры кипения при нормальном атмосферном давлении равно $1,744 \cdot 10^3$ Па. Вычислить энтальпию испарения ртути в Дж/г.

(Ответ: 283 Дж/г)

3. Давление паров воды при 95° и 97°C соответственно равно 84513 и 90920 Па. Вычислить энтальпию испарения воды (Дж/моль) и количество теплоты, необходимое для испарения 100 кг воды.

(Ответ: 41,36 кДж/моль; 229,8 МДж)

4. Давление паров иода при 90°C равно 3572,4 Па, а при 100°C – 6065,15 Па. Определить давление паров иода при температуре 115°C.

(Ответ: 12748 Па)

5. Температура плавления (°C) нафталина в зависимости от давления (Па) выражается уравнением

$$t = 79,8 + 0,0276 \cdot 10^{-5} p + 1,04 \cdot 10^{-16} p^2$$

Разность удельных объемов в жидком и твердом состоянии равна $0,146 \cdot 10^{-3}$ м³/кг. Рассчитать энтальпию плавления при давлении $50,66 \cdot 10^5$ Па.

(Ответ: 187,4 кДж/кг)

6. Зависимость давления p пара никотина $C_{10}H_{14}N_2$ от температуры t имеет вид (1 атм = 760 мм рт. ст.)

$t, ^\circ\text{C}$	170	185	190	200	209	221	228
$p, \text{мм рт. ст.}$	100	160	180	240	300	400	500

По графику зависимости $\ln p$ от $1/T$ рассчитайте энтальпию испарения в указанном интервале температур.

(Ответ: 41,29 Дж/моль)

Занятие № 7

Тема: Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах, перегонка

Цели занятия: изучить диаграммы плавления бинарных систем, научиться прогнозировать состояния индивидуальных лекарственных веществ и их смесей на основе диаграмм состояния веществ; научиться выявлять случаи физико-химической несовместимости фармацевтических препаратов; освоить принцип процессов разделения и очистки многокомпонентных смесей; научиться проводить расчеты на основе закона Рауля. Осознать профессиональную направленность изучения данной темы.

Учебно-целевые вопросы

1. Понятие о физико-химическом анализе, его применение для изучения твердых лекарственных форм.
2. Термический анализ и его значение для фармации.
3. Диаграммы плавления бинарных систем и их применение для прогнозирования состояния индивидуальных лекарственных веществ.
4. Закон Рауля для идеальных и реальных растворов.
5. Типы диаграмм «состав – давление пара», «состав – температура кипения». Азеотропы.
6. Дробная и непрерывная перегонка (ректификация). Применение этого процесса для разделения и очистки многокомпонентных смесей.
7. Влияние температуры на взаимную растворимость. Верхняя и нижняя критические температуры растворения.
8. Роль отечественных ученых в разработке методов физико-химического анализа (Н.С. Курнаков, В.Ф. Алексеев)

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Мольная теплота испарения воды равна 43,09 кДж/моль. давление насыщенного водяного пара при температуре 40°C равно 55,3 мм рт.ст. Чему равно давление насыщенного пара при температуре 50°C?

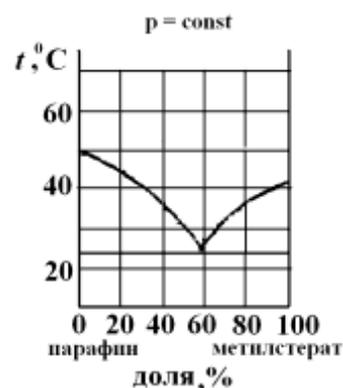
(*Ответ:* 92,51 мм рт.ст.)

2. Молярная энтальпия плавления льда равна 6,01 кДж/моль, а энтальпия испарения воды 41,09 кДж/моль. Чему равна молярная энтальпия возгонки льда?

(*Ответ:* 47,1 мм рт.ст.)

5. Начертите приближенную диаграмму состав – температура кипения для двухкомпонентной смеси жидкостей А и В, неограниченно смешивающихся. $T_{\text{кип}}$ (°C): А – 70, В – 50, азеотропной смеси – 83. Состав азеотропной смеси 70% А. Каков состав пара над смесью из 10 молей А и 40 молей В? Каким веществом обогащается пар при кипения этой смеси?

6. Охарактеризуйте систему, полученную при нагревании до 303 К смеси из 160 г метилстеарата и 40 г парафина: фазовое состояние, состав равновесных фаз в % и граммах компонентов, соотношение масс равновесно соответствующих фаз, число степеней свободы. Укажите температуру начала кристаллизации исходной смеси и состав жидкой фазы в конце кристаллизации. Какого состава систему можно использовать в качестве основы для суппозиторий? Почему?



7. Камфора (компонент А) и тимол (компонент В) неограниченно взаимно растворимы в жидком и нерастворимы в твердом состоянии. Постройте диаграмму состояния системы камфора – тимол по следующим данным:

Содержание А, масс. доли, %	100	80	60	40	20	0
Температура начала кристаллизации, °С	170	100	20	35	45	50

Занятие № 8

Тема: Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах, экстракция

Цели: изучить закон распределения веществ между двумя несмешивающимися жидкостями, осознать его значение для изучения других дисциплин и применение в фармации; освоить принцип процесса экстракции и научиться экспериментально определять коэффициент распределения.

Учебно-целевые вопросы

1. Закон распределения веществ между двумя несмешивающимися жидкостями.
2. Коэффициент распределения.
3. Принципы получения настоек, отваров.
4. Применение экстракции в фармации.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. 5 г синтезированного органического вещества оказалось растворенным в 1,00 л воды. Вычислите массу этого соединения, экстрагируемую 50 мл эфира за один раз, и за два раза, но по 25 мл. Коэффициент распределения вещества между эфиром и водой при комнатной температуре равен 40,0.

(Ответ: 3,33 г)

2. Коэффициент распределения вещества S между эфиром и водой равен 5,0. Раствор, содержащий 10,0 г S в 500 мл воды, обрабатывают 100 мл эфира. Рассчитайте массу вещества S, экстрагированного из воды.
(Ответ: 5 г).

3. Сколько иода остается в 1 л водного раствора, который был насыщен при 291 К, после взбалтывания его с 0,1 л сероуглерода? Растворимость иода в воде при 291 К составляет 1 г на 3,616 л. Коэффициент распределения иода между сероуглеродом и водой равен 590. Молекулярная масса иода в обоих растворителях одинакова.
(Ответ: 4,6 мг)

4. Фенол имеет нормальную молекулярную массу и в воде и в амиловом спирте. При 298 К раствор, содержащий 10,53 г/л фенола в амиловом спирте, находится в равновесии с водным раствором, содержащим 0,658 г/л фенола. Определите массу фенола, полученную из 0,5 л водного раствора с концентрацией фенола 37,6 г/л двукратным экстрагированием амиловым спиртом. Для каждого экстрагирования берется 0,1 л амилового спирта.
(Ответ: 17,7 г)

Занятие № 9

Защита модуля

Контрольная работа №2 «Химическое равновесие. Фазовые равновесия»

Цели занятия: закрепить, проверить и скорректировать химические и математические знания по изученному модулю: знание основных понятий и законов термодинамики; основных правил интегрирования, дифференцирования; уметь пользоваться справочной литературой, инженерным калькулятором; осуществлять перевод единиц измерения физических величин в СИ, интерпретировать диаграммы плавкости систем, делать вывод о состоянии индивидуальных лекарственных веществ, уметь выявлять случаи физико-химической несовместимости фармацевтических препаратов. Актуализировать профессиональную значимость полученных знаний и умений.

Повторите учебный материал занятий модуля

Содержание контрольной работы

(теоретическая часть)

1. Уравнение изотермы химической реакции. Константа химического равновесия и способы ее выражения. Примеры использования констант равновесия химических реакций в фармацевтической практике.
2. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Связь с принципом Ле-Шателье. Расчет константы химического равновесия с помощью таблиц термодинамических величин.
3. Гомогенная и гетерогенная системы. Фаза. Составляющие вещества. Компоненты. Число компонентов и число степеней свободы. Правило фаз Гиббса.
4. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (вода).
5. Уравнение Клапейрона, уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Связь с принципом Ле-Шателье.
6. Прогнозирование фазовых переходов при изменении условий.
7. Диаграмма плавления (с эвтектикой) двухкомпонентной систем.
8. Термический анализ (кривые охлаждения).
9. Закон Рауля. Идеальные и реальные растворы.
10. Типы диаграмм "состав – давление пара", "состав – температура кипения". Азеотропы.
11. Дробная и непрерывная перегонка (ректификация).
12. Растворимость жидкостей в жидкостях. Влияние температуры на взаимную растворимость.
13. Верхняя и нижняя критические температуры растворения.
14. Взаимонерастворимые жидкости.
15. Теоретические основы перегонки с водяным паром.
16. Трехкомпонентные системы.
17. Закон распределения веществ между двумя несмешивающимися жидкостями. Коэффициент распределения.
18. Принципы получения настоек, отваров. Экстракция.

МОДУЛЬ 3	Растворы электролитов. Электрохимия
-----------------	--

Цели изучения модуля: усвоить содержание модуля; сформировать системные знания о растворах электролитов и неэлектролитов, их свойствах, биологической роли, использовании в медицине и фармации. Изучить буферные системы, механизм их действия, буферную емкость и их значение для поддержания состояния гомеостаза. Освоить принцип работы электро-

дов, научиться применять их на практике. Осознать важность изучаемого модуля для изучения других дисциплин.

Литература

Основная

1. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия / Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2014. – 704 с.
2. Мушкамбаров Н.И. Физическая и коллоидная химия: Курс лекций / Мушкамбаров Н.И. – М.: ГЭОТАР – МЕД, 2001. – 383 с.
3. Задачи по физической и коллоидной химии, ч.1. Физическая химия / Балачевская О.В., Шельдешов Н.В., Хосроева Д.А. // Под ред. Литвиновой Т.Н. – Краснодар: КГМУ, 2009. – 350 с.

Дополнительная:

4. Гельфман М.И. Практикум по физической химии / Гельфман М.И. – СПб.: Издательство «Лань», 2004. – 256 с.
5. Литвинова Т.Н. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью / Литвинова Т.Н. – Краснодар, КГМУ, 2014. – 319 с.
6. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого / Слесарев В.И. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2017. – 784 с.

📖 Опорные знания. Изучение данного блока опирается на знание основ высшей математики, общей и аналитической химии:

- основных понятий и законов;
- коллигативных свойств растворов электролитов и неэлектролитов; понятия изотонический коэффициент;
- теории растворов сильных электролитов Дебая и Хюккеля;
- потенциметрического и кондуктометрического титрования;
- схем электродов;
- способов выражения концентрации вещества в растворах;
- методов дифференцирования, интегрирования, нахождения производных;
- элементов математической статистики и обработки экспериментальных данных;
- умение пользоваться инженерными калькуляторами и справочным материалом.

Темы занятий модуля

1. Коллигативные свойства растворов. Термодинамика растворов неэлектролитов и электролитов. Теория растворов сильных электролитов. Буферные системы и растворы.
2. Буферные системы и растворы в фармации и медицине.
3. Электрохимия. Электрическая проводимость. Электродвижущая сила и электродные потенциалы. Гальванические элементы и ЭДС.
4. **Защита модуля.**

Занятие № 10

Тема: Коллигативные свойства растворов. Криометрический, эбулиометрический и осмометрический методы определения молекулярных масс. Термодинамика растворов электролитов. Теория растворов сильных электролитов

Цели занятия: изучить коллигативные свойства растворов, понять их роль в процессах жизнедеятельности организма, изучить методы определения молекулярных масс и изотонического коэффициента, повторить законы Рауля и Вант-Гоффа для растворов электролитов и неэлектролитов. Осознать значимость методов криоскопии и эбуллиоскопии для медико-биологических и фармацевтических исследований, повторить сущность теории растворов сильных электролитов Дебая и Хюккеля.

Учебно-целевые вопросы

1. Термодинамика разбавленных растворов, взаимосвязь между коллигативными свойствами: относительным понижением давления пара, понижением температуры кристаллизации растворителя, повышением температуры кипения растворителя и осмотическим давлением разбавленных растворов нелетучих неэлектролитов.
2. Криоскопическая и эбуллиоскопическая константы и их связь с тепловой температурой кипения и плавления растворителя.
3. Осмотические свойства растворов электролитов. Их значение для медицины и фармации. Изотонический коэффициент. Изо-, гипер- и гипотонические растворы, их применение в медицине и фармации.
4. Криометрический, эбулиометрический и осмометрический методы определения молекулярных масс и изотонического коэффициента.
5. Применение криоскопии и эбуллиоскопии в медико-биологических и фармацевтических исследованиях.
6. Термодинамика растворов электролитов. Теория растворов сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Понятие ионной атмосферы.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Давление пара диэтилового эфира над раствором, содержащим 155 г анилина $C_6H_5NH_2$ в 121 г диэтилового эфира, при некоторой температуре равно 42900 Па. Давление пара эфира над чистым эфиром при этой температуре равно 86380 Па. Рассчитать молярную массу диэтилового эфира.

(Ответ: 74 г/моль)

2. Давление паров воды над чистой водой при $28,0^\circ C$ равно 28,065 мм рт. ст. Давление паров воды над раствором, приготовленным из 100 г воды и 13 г нелетучего растворенного вещества, равно 27,371 мм рт. ст. Рассчитайте молярную массу этого вещества, считая раствор идеальным.

(Ответ: 92,3 г/моль).

3. Давление водяного пара над раствором, содержащем 66,6 г $CaCl_2$ в 90,0 г H_2O , при $90^\circ C$ равно 56690 Па. Чему равен изотонический коэффициент, если давление паров воды при этой же температуре равно 70101 Па?

(Ответ: 1,78).

4. Молярная масса неэлектролита равна 123,11 г/моль. Какая масса неэлектролита должна содержаться в 1 л раствора, чтобы раствор при $20^\circ C$ имел осмотическое давление, равное $4,56 \cdot 10^5$ Па?

(Ответ: 23,04 г).

5. Изотонический коэффициент 0,200 М NaOH равен 1,80. Вычислите осмотическое давление этого раствора при $10^\circ C$.

(Ответ: 847 кПа).

6. При какой температуре будет замерзать раствор, содержащий 500 г этиленгликоля $C_2H_4(OH)_2$ в 4 л H_2O ?

(Ответ: $-3,73^\circ C$)

7. Вычислите активность сульфата меди и сульфата калия в растворе, содержащем 1,59 г $CuSO_4$ и 0,44 г K_2SO_4 в 250 г воды.

(Ответ: $5,2 \cdot 10^{-3}$; $3,59 \cdot 10^{-3}$ моль/л).

Занятие № 11

Тема: Буферные системы и растворы

Цели занятия: изучить буферные системы и растворы, сформировать представление о механизме действия буферных систем, научиться экспериментально определять значение pH буферных растворов и буферную емкость. Осознать значимость данной темы для изучения других дисциплин.

Учебно-целевые вопросы

1. Буферные системы и растворы: кислотно-основные, концентрационные, окислительно-восстановительные, биологическая роль. Их медико-биологическое значение.

2. Механизм действия буферных систем. Особенности ацетатной, фосфатной, гидрокарбонатной, гемоглобиновой буферных систем.
3. Буферная емкость и влияющие на нее факторы. Ее медико-биологическое значение.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Рассчитать pH буферного раствора, приготовленного смешиванием 20 мл 0,2 М раствора Na_2HPO_4 и 50 мл 0,5 М раствора NaH_2PO_4 . $\text{p}K_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 6,8$.

(Ответ: 6,00).

2. Рассчитать pH раствора, полученного при смешивании 1,2 л 1,2 М раствора NH_4OH и 0,6 л 0,6 М раствора NH_4Cl . $K_b(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
(Ответ: 9,67).

3. Как изменится pH ацетатного буферного раствора (объем равен 1 л), содержащего 0,1 моль CH_3COOH и 0,02 моль CH_3COONa , при добавлении 0,01 моль HCl ? $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$.

(Ответ: уменьшится на 0,342).

4. Рассчитать буферную емкость раствора по HCl , если при добавлении к 50 мл этого раствора 2 мл соляной кислоты с концентрацией 0,8 моль/л значение pH раствора изменяется от 7,36 до 7,00.

(Ответ: 0,085 моль/(л·ед. pH))

Занятие № 12

Тема: Электрохимия. Электрическая проводимость.

Электродвижущая сила и электродные потенциалы

Цели занятия: изучить основные понятия и положения теории электрической проводимости растворов электролитов; научиться на основе закона Кольрауша, проводить расчеты по экспериментальным данным кондуктометрических измерений. Осознать значение данной темы для дальнейшего изучения курса физической и коллоидной химии и других дисциплин. Усвоить основные положения теории возникновения электродных потенциалов, изучить схемы и принцип работы электродов, научиться экспериментально определять и рассчитывать электродвижущую силу. Оценить значение методов определения электродвижущей силы для медицины и фармации.

Учебно-целевые вопросы

1. Удельная и молярная электрические проводимости и их изменение с разведением раствора. Нормативные показатели электрической проводимости в организме человека, результаты отклонений от нормы.

2. Молярная электрическая проводимость при бесконечном разведении. Закон Кольрауша.
3. Скорость движения и подвижность ионов. Значение для медицины и фармации.
4. Подвижность и гидратация (сольватация) ионов.
5. Механизм возникновения электродного потенциала. Биоэлектрические потенциалы, их значение в медицине и фармации.
6. Стандартные электродные потенциалы. Их применение.
7. Классификация электродов. Применение электродов для медико-биологических исследований, использовании в фармации.
8. Концентрационные гальванические элементы. Химические источники тока.
9. Схема и принцип работы элементов Даниэля – Якоби и Вестона. Применение данных элементов в медицине и фармации.
10. Определение стандартной энергии Гиббса реакции и константы химического равновесия. Медико-биологическое значение.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Удельная электропроводность 0,135 моль/л раствора пропионовой кислоты равна $4,8 \cdot 10^{-2}$ См/м. Рассчитать молярную электропроводность пропионовой кислоты, константу диссоциации кислоты и рН раствора, если предельные подвижности ионов составляют при 298 К: $\lambda^0(\text{H}^+) = 349,8$ См·см²/моль; $\lambda^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-) = 37,2$ См·см²/моль.

(Ответ: $\lambda = 3,55$ См·см²/моль; $K = 1,15 \cdot 10^{-5}$ моль/л; рН = 2,91)

2. Найти степень и константу диссоциации масляной кислоты, если удельная электрическая проводимость ее раствора с концентрацией 0,0156 моль/л равна $1,81 \cdot 10^{-4}$ Ом⁻¹см⁻¹.

(Ответ: $\alpha = 0,0303$; $K_a = 1,48 \cdot 10^{-5}$ моль/л)

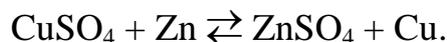
3. Рассчитайте величину окислительно-восстановительного потенциала редокс-пары $\text{Fe}^{3+} | \text{Fe}^{2+}$ при отношении активностей $a(\text{Fe}^{3+})/a(\text{Fe}^{2+})=10$.

(Ответ: 0,830 В)

4. Вычислить тепловой эффект реакции $\text{Zn} + 2\text{AgCl} \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2 + 2\text{Ag}$, протекающей в гальваническом элементе при 273 К, если ЭДС элемента равна 1,015 В, а ее температурный коэффициент $4,02 \cdot 10^{-4}$ В/К.

(Ответ: 174,7 кДж/моль).

5. В гальваническом элементе обратимо протекает реакция



Рассчитать ΔH и ΔS реакции, если ЭДС элемента равна 1,0960 В при 273 К и 1,0964 В при 276 К.

(Ответ: $\Delta H = -209,7$ кДж/моль, $\Delta S = 6,4$ Дж/(моль·К)).

6. Медный электрод погружен в 0,01 М CuSO_4 , а таллиевый – в 0,01М Tl_2SO_4 . Вычислить ЭДС гальванического элемента, составленного из указанных электродов, при 25°C. Учесть коэффициенты активности γ_{\pm} электролитов при заданных температуре и концентрациях солей в растворах.

(Ответ: 0,9057 В).

Занятие № 13

Защита модуля

Контрольная работа № 3 «Растворы. Электрохимия»

Цели занятия: закрепить знания, а также проверить и скорректировать усвоение изученных разделов; проверить умение применять математические знания по изученному модулю. Актуализировать профессиональную значимость полученных знаний и умений.

Повторите учебный материал занятий модуля

Содержание контрольной работы

(теоретическая часть)

1. Взаимосвязь между коллигативными свойствами: относительным понижением давления пара, понижением температуры кристаллизации растворителя, повышением температуры кипения растворителя и осмотическим давлением разбавленных растворов нелетучих неэлектролитов.
2. Криоскопическая и эбуллиоскопическая константы и их связь с теплотой кипения и плавления растворителя.
3. Осмотические свойства растворов электролитов. Изотонический коэффициент.
4. Криометрический, эбулиометрический и осмометрический методы определения молярных масс, изотонического коэффициента.
5. Теория растворов сильных электролитов Дебая – Хюккеля. Ионная атмосфера. Активность ионов и ее связь с концентрацией. Ионная сила раствора. Коэффициент активности и зависимость его величины от ионной силы в растворе.
6. Буферные растворы; механизм их действия. Ацетатный, фосфатный, водородкарбонатный, гемоглобиновый буферы.
7. Буферная емкость и влияющие на нее факторы. Значение буферных систем для химии и биологии.
8. Удельная и молярная электрическая проводимости, их зависимость от концентрации раствора. Молярная электрическая проводимость при бесконечном разведении. Законы Кольрауша. Подвижность и гидратация (сольватация) ионов.

9. Механизм возникновения электродных потенциалов. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы.
10. Классификация электродов. Стандартный водородный электрод. Хлорсеребряный электрод.
11. Измерение электродных потенциалов. Концентрационные гальванические элементы. Химические источники тока.
12. Окислительно-восстановительные потенциалы. Механизм возникновения. Окислительно-восстановительные электроды. Стандартный окислительно-восстановительный потенциал.
13. Ионоселективные электроды. Стекланный электрод. Другие виды ионоселективных электродов. Применение в биологии, медицине, фармации.
14. Потенциометрический метод измерения рН. Потенциометрическое титрование. Значение этих методов в фармацевтической практике.

МОДУЛЬ 4	Кинетика химических реакций
-----------------	------------------------------------

Цели изучения модуля: усвоить содержание модуля; сформировать системные знания о химической кинетике, как основе кинетики биохимических реакций и фармакокинетики, научиться определять срок годности лекарственных препаратов при их хранении для обеспечения соответствия качества продукции требованиям нормативной документации. Понимать механизм действия катализаторов и ингибиторов и осознать биологическую роль ферментов. Оценить профессиональную направленность изучаемого модуля.

Литература

Основная

1. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия / Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. – М.:ГЭОТАР – Медиа, 2014. – 704 с.
2. Мушкамбаров Н.И. Физическая и коллоидная химия: Курс лекций / Мушкамбаров Н.И. – М.: ГЭОТАР – МЕД, 2001. – 383 с.
3. Задачи по физической и коллоидной химии, ч.1. Физическая химия / Балачевская О.В., Шельдешов Н.В., Хосроева Д.А. // Под ред. Литвиновой Т.Н. – Краснодар: КГМУ, 2009. – 350 с.

Дополнительная:

4. Литвинова Т.Н. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью / Литвинова Т.Н – Краснодар, КГМУ, 2014. – 319 с.
5. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого / Слесарев В.И. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2017. – 784 с.

Опорные знания. Изучение данного блока опирается на знание химии довузовского этапа, основ высшей математики и общей химии:

- основных понятий и законов;
- факторов, влияющие на изменение скорости химической реакции;
- энергии активации;
- методов дифференцирования, интегрирования, нахождения производных;
- элементов математической статистики и обработки экспериментальных данных;
- умение пользоваться инженерными калькуляторами и справочным материалом.

Темы занятий модуля

1. Формальная кинетика реакций 0, 1, 2 порядков.
2. Расчет порядка реакции и констант скорости реакций по экспериментальным данным.
3. Расчет энергии активации. Кинетика сложных химических реакций. Каталитические процессы.
4. **Защита модуля.**

Занятие № 14

Тема: Формальная кинетика реакций 0, 1, 2 порядков.

Цели занятия: усвоить основные понятия химической кинетики, изучить зависимость скорости реакции от различных факторов, научиться определять порядок и молекулярность химических реакций, рассчитывать период полураспада веществ (лекарственных препаратов), выход продуктов реакции и константу скорости. Преимущественно изучить закон действующих масс для химической кинетики. Осознать значимость изучаемой темы для дальнейшего изучения курса физической и коллоидной химии и других дисциплин.

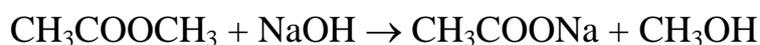
Учебно-целевые вопросы

1. Предмет и методы химической кинетики. Основные понятия: реакции простые (одностадийные) и сложные (многостадийные), гомогенные и гетерогенные.

2. Скорость химической реакции и методы ее измерения. Геометрический смысл понятия скорости химической реакции.
3. Зависимость скорости реакции от различных факторов.
4. Закон действующих масс для кинетики. Константа скорости реакции.
5. Молекулярность и порядок реакции (общий порядок реакции и порядок реакции по веществу). Причины несовпадения порядка и молекулярности реакций.
6. Формальная кинетика реакции нулевого, первого и второго порядка. Дифференциальная и интегральная формы кинетического уравнения.
7. Период полупревращения. Его значение для фармации.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Реакция омыления метилацетата гидроксидом натрия при 298 К протекает по уравнению



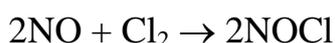
Для этой реакции при 298 К получена зависимость концентрации гидроксида натрия от времени

№	t , мин	c_{NaOH} , моль/л
1	0	0,01000
2	3,00	0,00740
3	5,00	0,00634
4	7,00	0,00550
5	10,0	0,00464
6	15,0	0,00363
7	25,0	0,00254

Рассчитать, пользуясь таблицей, зависимость средней скорости этой химической реакции от времени.

2. Построить, пользуясь таблицей, приведенной в предыдущей задаче, график зависимости концентрации гидроксида натрия от времени. Рассчитать графическим методом зависимость скорости этой химической реакции от времени и построить соответствующий график.

3. Как изменится скорость прямой реакции



при уменьшении концентрации NO в 4,00 раза, и увеличении концентрации Cl₂ в 2,00 раза?

(*Ответ:* уменьшится в 8 раз)

4. Определить методом подстановки порядок и константу скорости реакции $A \rightarrow \dots$ по зависимости концентрации реагента от времени, прошедшего с момента начала реакции. Температура 298 К.

№	t, c	c_A, M
1	0	0,180
2	100	0,0876
3	200	0,0567
4	300	0,0422
5	400	0,0338

№	t, c	c_A, M
6	500	0,0291
7	600	0,0228
8	700	0,0217
9	800	0,0190
10	900	0,0164

(Ответ: второй порядок; 0,0598 л/(моль·с))

5. Определить графическим методом порядок и константу скорости реакции $A \rightarrow \dots$ по зависимости концентрации реагента от времени, прошедшего с момента начала реакции. Температура 298 К.

№	t, c	c_A, M
1	0	0,180
2	100	0,129
3	200	0,0932
4	300	0,0661
5	400	0,0460

№	t, c	c_A, M
6	500	0,0344
7	600	0,0260
8	700	0,0186
9	800	0,0124
10	900	0,0089

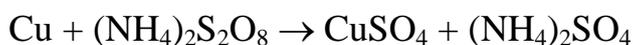
(Ответ: первый порядок; 0,00334 с⁻¹)

6. Определить порядок и константу скорости реакции $A \rightarrow \dots$ по времени полупревращения, используя экспериментальные данные, полученные при 298 К

c_{0A}, M	$t_{1/2}, c$
0,0080	2242
0,0113	1459
0,0186	907
0,0355	491
0,0471	361
0,0664	258

(Ответ: второй порядок; 0,0557 л/(моль·с))

7. Изучалась реакция



В результате анализа были получены следующие результаты

$t, \text{мин}$	0	5	10	25
$[CuSO_4], M$	0	0,010	0,020	0,048

Исходная концентрация $(NH_4)_2S_2O_8$ была равна 0,219 М. Определить порядок и константу скорости реакции методом Вант-Гоффа.

(Ответ: первый порядок; $4,178 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$)

(Ответ: нулевой порядок)

Занятие № 15

Тема: Расчет порядка реакции и констант скорости реакций по экспериментальным данным.

Цели занятия: научиться определять порядок химической реакции и период полураспада лекарственных веществ, используя интегральные и дифференциальные методы определения. Научиться применять ускоренные методы определения сроков годности лекарственных препаратов. Оценить значимость изучаемых методов для фармации.

Учебно-целевые вопросы

1. Методы определения порядка химической реакции: интегральные методы (метод подстановки, графический метод, определение порядка реакции по периоду полупревращения), дифференциальный метод Вант-Гоффа (или метод избытка).
2. Ускоренные методы определения сроков годности лекарственных препаратов. Значение для фармации.
3. Зависимость скорости реакции от температуры (Правило Вант-Гоффа).
4. Влияние катализатора на скорость химической реакции. Значение для медицины и фармации.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Вычислить на сколько градусов необходимо повысить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 50,0 и в 100 раз, если температурный коэффициент скорости реакции равен 3,00.

(*Ответ:* на 35,6 К; на 41,92 К)

2. Термическое разложение этиленоксида является реакцией 1-го порядка. При 378,5°C период полупревращения этиленоксида равен 363 мин. Определить константу скорости реакции при 450°C. Энергия активации данной реакции 217 кДж/моль.

(*Ответ:* 0,1 мин⁻¹)

3. Константа скорости омыления этилацетата гидроксидом натрия при 9,4°C равна 2,37 л/(моль·с), а при 14,4°C – 3,20 л/(моль·с). Рассчитать температурный коэффициент скорости реакции в указанном интервале температур и энергию активации.

(*Ответ:* 1,823; 40,5 кДж/моль)

4. Гидролиз 1-метил-1-хлорциклогексана в 80% этаноле протекает по реакции 1-го порядка. Экспериментально получены следующие константы скорости

T, K	273,0	298,0	308,0	318,0
k, c^{-1}	$1,06 \cdot 10^{-5}$	$3,19 \cdot 10^{-4}$	$9,86 \cdot 10^{-4}$	$2,92 \cdot 10^{-3}$

Вычислить энергию активации графическим методом.

(Ответ: 90,0 кДж/моль)

5. Для ускоренного определения срока годности лекарственного препарата были проведены эксперименты при повышенной температуре 40°C. В предварительных экспериментах было обнаружено, что реакция разложения лекарственного вещества подчиняется кинетике 1-го порядка. Энергия активации равна 55,2 кДж/моль. Обнаружено, что срок годности при этой температуре (время за которое разлагается 10% исходного вещества) равен 164 сут. Рассчитать срок годности при хранении лекарственного препарата при температуре 25°C и тех же прочих условиях.

(Ответ: 477 сут)

Занятие № 16

Тема: Расчет энергии активации. Кинетика сложных химических реакций. Каталитические процессы

Цели занятия: научиться экспериментально определять влияние концентрации и температуры на скорость химической реакции, рассчитывать энергию активации и порядок реакции по опытным данным, графически определять коэффициенты уравнения Аррениуса. Изучить механизм гомогенного, гетерогенного, кислотно-основного, металлокомплексного и ферментативного катализа. Преимущественно изучить энергию активации для каталитических процессов. Понимать механизм действия ингибиторов и осознавать биологическую роль ферментов. Оценить профессиональную направленность изучаемой темы.

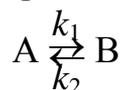
Учебно-целевые вопросы

1. Связь между скоростью реакции и энергией активации. Значение энергии активации для фармации.
2. Определение энергии активации. Элементы теории переходного состояния (активированного комплекса).
3. Использование графического способа определения коэффициентов уравнения Аррениуса по опытным данным.
4. Сложные реакции: обратимые, последовательные, параллельные (конкурирующие), сопряженные, цепные, фотохимические. Значение для медицины и фармации.
5. Превращения лекарственного вещества в организме как совокупность последовательных процессов; константа всасывания и константа элиминации.

6. Цепные реакции. Отдельные стадии цепной реакции. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции.
7. Фотохимические реакции. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход реакции.
8. Основные понятия каталитических реакций: катализатор (реальный и идеальный), катализ (положительный и отрицательный), промоторы, яды, автокатализ. Энергия активации каталитических реакций.
9. Развитие учения о катализе: мультиплетная теория (Баландин А.А.), теория активных ансамблей (Кобозев Н.А.).
10. Гомогенный и гетерогенный катализ. Механизм действия катализатора. Значение для медицины и фармации.
11. Механизм действия кислотно-основного, металлокомплексный и ферментативного катализа. Их значение для медицины и фармации.
12. Торможение химических реакций. Механизм действия ингибиторов. Применение ингибиторов в медицине и фармации.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Для обратимой реакции первого порядка



константа равновесия $K = 10$, а $k_1 = 0,2 \text{ с}^{-1}$. вычислите время, при котором концентрации веществ А и В станут равными, если начальная концентрация вещества В равна 0.

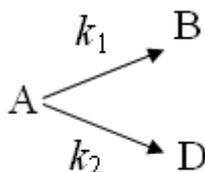
(Ответ: 3,6 с)

2. Превращение роданида аммония NH_4SCN в тиомочевину $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ – обратимая реакция первого порядка. Рассчитайте константы скорости прямой и обратной реакций, используя следующие экспериментальные данные:

t , мин	0	19	38	48	60	∞
Доля NH_4SCN , %	2,0	6,9	10,4	12,3	13,6	23,2

(Ответ: $k_1=3,09 \cdot 10^{-3} \text{ мин}^{-1}$, $k_{-1}=1,02 \cdot 10^{-2} \text{ мин}^{-1}$)

3. В параллельных реакциях первого порядка



выход вещества В равен 53%, а время превращения А на 1/7 равно 40 с. Найдите k_1 и k_2 .

(Ответ: $k_1=5,4 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$, $k_2=4,8 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$)

4. Начальная скорость окисления сукцината натрия в фумарат натрия под действием фермента сукциноксидазы измерена для ряда концентраций субстрата:

$[S]_0$, М	0,01	0,002	0,001	0,0005	0,00033
$v \cdot 10^6$, моль/(л·с)	1,17	0,99	0,79	0,62	0,50

Определите константу Михаэлиса данной реакции.

(Ответ: $4,8 \cdot 10^{-4}$ моль/л)

5. Начальная скорость выделения O_2 при действии фермента на субстрат измерена для ряда концентраций субстрата:

$[S]_0$, М	0,010	0,017	0,010	0,005	0,002
v , м ³ /мин	16,6	12,4	10,1	6,6	3,3

Определите константу Михаэлиса данной реакции.

(Ответ: $1,0 \cdot 10^{-2}$ моль/л)

6. Для некоторой ферментативной реакции константа Михаэлиса равна 0,035 моль/л. Скорость реакции при концентрации субстрата 0,11 моль/л равна $1,15 \cdot 10^{-3}$ моль/(л·с). Найдите максимальную скорость этой реакции.

(Ответ: $1,52 \cdot 10^{-3}$ моль/(л·с))

Занятие № 17

Защита модуля

Контрольная работа № 4 «Химическая кинетика и катализ»

Цели занятия: закрепить, проверить и скорректировать усвоение изученного раздела: умение применять математические знания по изученному модулю, интерпретация графических зависимостей для определения порядка, константы и энергии активации химической реакции. Актуализировать значимость полученных знаний и умений для дальнейшего изучения курса физической и коллоидной химии и других дисциплин. Усвоить основные понятия термодинамики поверхностного слоя, изучить методы определения поверхностного натяжения, его зависимость от различных факторов и научиться проводить соответствующие расчеты. Преимущественное изучение энергии Гиббса и энтальпии для термодинамических процессов поверхностного слоя. Осознать значимость изучаемой темы для изучения других дисциплин

Повторите учебный материал занятий модуля

Содержание контрольной работы

(теоретическая часть)

1. Предмет и методы химической кинетики. Основные понятия: реакции простые (одностадийные) и сложные (многостадийные), гомогенные и гетерогенные.
2. Скорость химической реакции и методы ее измерения. Зависимость скорости реакции от различных факторов.
3. Закон действующих масс для кинетики. Константа скорости реакции.
4. Молекулярность и порядок реакции (общий порядок реакции и порядок реакции по веществу). Причины несовпадения порядка и молекулярности реакций.
5. Формальная кинетика реакции нулевого, первого и второго порядка. Дифференциальная и интегральная формы кинетического уравнения.
6. Период полупревращения. Его значение для фармации.
7. Методы определения порядка химической реакции: интегральные методы (метод подстановки, графический метод, определение порядка реакции по периоду полупревращения), дифференциальный метод Вант-Гоффа (или метод избытка).
8. Ускоренные методы определения сроков годности лекарственных препаратов. Значение для фармации.
9. Зависимость скорости реакции от температуры (Правило Вант-Гоффа).
10. Влияние катализатора на скорость химической реакции. Значение для медицины и фармации.
11. Связь между скоростью реакции и энергией активации. Определение энергии активации. Значение энергии активации для фармации.
12. Использование графического способа определения коэффициентов уравнения Аррениуса по экспериментальным данным.
13. Сложные реакции: обратимые, последовательные, параллельные (конкурирующие), сопряженные, цепные, фотохимические. Значение для медицины и фармации.
14. Превращения лекарственного вещества в организме как совокупность последовательных процессов; константа всасывания и константа элиминации.
15. Цепные реакции. Отдельные стадии цепной реакции. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции.
16. Фотохимические реакции. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход реакции.
17. Основные понятия каталитических реакций: катализатор (реальный и идеальный), катализ (положительный и отрицательный), промоторы, яды, автокатализ.

18. Развитие учения о катализе: мультиплетная теория (Баландин А.А.), теория активных ансамблей (Кобозев Н.А.).
19. Гомогенный катализ. Механизм действия катализатора. Значение для медицины и фармации.
20. Энергия активации каталитических реакций.
21. Механизм действия кислотно-основного, металлокомплексный и ферментативного катализа. Их значение для медицины и фармации.
22. Торможение химических реакций. Механизм действия ингибиторов. Применение ингибиторов в медицине и фармации.

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

МОДУЛЬ 5

Введение в коллоидную химию. Поверхностные явления и адсорбция

Цели изучения модуля: усвоить основные термодинамические процессы поверхностных явлений, научиться рассчитывать адсорбцию, используя уравнения Ленгмюра и Фрейндлиха, сформировать систематические знания по коллоидной химии. Актуализировать профессиональную направленность изучаемого модуля, осознать значимость для медико-биологических исследований.

Литература

Основная

1. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия / Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2014. – 704 с.
2. Мушкамбаров Н.И. Физическая и коллоидная химия: Курс лекций / Мушкамбаров Н.И. – М.: ГЭОТАР – МЕД, 2001. – 383 с.
3. Задачи по физической и коллоидной химии, ч. II Коллоидная химия / Балачевская О.В., Шельдешов Н.В., Хосроева Д.А. // Под ред. Литвиновой Т.Н. – Краснодар: КГМУ, 2009. – 138 с.

Дополнительная:

4. Литвинова Т.Н. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью / Литвинова Т.Н. – Краснодар, КГМУ, 2014. – 319 с.
5. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого / Слесарев В.И. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2017. – 784 с.

📖 Опорные знания. Изучение данного блока опирается на знание основ высшей математики и аналитической химии:

- основных понятий и законов;
- механизма адсорбционных процессов;
- хроматографического метода анализа;
- методов дифференцирования, интегрирования, нахождения производных;
- элементов математической статистики и обработки результатов эксперимента;
- умение пользоваться инженерными калькуляторами и справочным материалом.

Темы занятий модуля

1. Введение в коллоидную химию. Термодинамика поверхностного слоя.
2. Термодинамика многокомпонентных систем с учетом поверхностных явлений.
3. Термодинамика многокомпонентных систем с учетом поверхностных явлений.
4. Термодинамический анализ адсорбции.
5. **Защита модуля.**

Занятие № 18

Тема: Введение в коллоидную химию. Термодинамика поверхностного слоя.

Учебно-целевые вопросы

1. Поверхностные явления: подвижные и неподвижные поверхности, поверхностный слой, поверхностное натяжение, адсорбция, смачивание, адгезия, когезия, межфазный слой.
2. Классификация поверхностных явлений. Их значимость для медицины и фармации.
3. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Применение в фармации.
4. Методы определения поверхностного натяжения: метод капиллярного поднятия, метод максимального давления в пузырьре, метод отрыва кольца, метод сталагмометрический.
5. Состояние молекул в поверхностном слое и объеме раствора.
6. Зависимость поверхностного натяжения от температуры и от природы растворенных веществ.
7. Краевой угол смачивания.

8. Связь поверхностной энергии Гиббса и поверхностной энтальпии. Энтальпия смачивания и коэффициент гидрофильности. Их значение для фармации.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Вычислите поверхностное натяжение толуола при 50°C, если при медленном выпуске его из сталагмометра масса 38 капель составила 1,486 г. При выпуске из того же сталагмометра воды при той же температуре масса 25 капель ее оказалась равной 2,657 г. Поверхностное натяжение воды при 50°C равно $76,91 \cdot 10^{-3}$ Н/м.

(*Ответ:* $28,30 \cdot 10^{-3}$ Н/м)

2. Рассчитайте работу адгезии в системах глицерин – фторопласт и трикрезилфосфат – фторопласт. Поверхностное натяжение при 20°C на границе с воздухом глицерина и трикрезилфосфата соответственно равны $59,40 \cdot 10^{-3}$ и $40,90 \cdot 10^{-3}$ Дж/м², а краевые углы смачивания составили 100° и 70°.

(*Ответ:* $49,08 \cdot 10^{-3}$ Дж/м²; $54,89 \cdot 10^{-3}$ Дж/м²)

3. Для 0,1%-го раствора эфиров сахарозы, поверхностное натяжение которого составляет 30 мДж/м², определить равновесную работу когезии и адгезии, если краевой угол смачивания твердой поверхности равен 15°.

(*Ответ:* 60 мДж/м², 59 мДж/м²)

4. Определите энтальпию смачивания 10,76 г сульфата бария 50 мл дистиллированной воды, если известно, что теплоемкость порошка и дистиллированной воды равны соответственно 3,68 и 4,18 Дж/(г·К), калориметрическая постоянная равна 0,52 Дж/К, изменение температуры в ходе эксперимента составило 1,25°. Рассчитайте удельную поверхностную избыточную энтальпию, если удельная поверхность порошка равна $8,175 \cdot 10^3$ м²/г.

(*Ответ:* $-28,93$ Дж/моль; $3,54 \cdot 10^{-3}$ Дж/м²)

5. Рассчитайте коэффициент гидрофильности для порошка по следующим данным: теплота смачивания водой 1,2 кДж/г, теплота смачивания гексаном 0,81 кДж/г.

(*Ответ:* 1,5)

Занятие № 19

Тема: Термодинамика многокомпонентных систем с учетом поверхностных явлений

Цели занятия: усвоить содержание основных понятий и законов физико – химии поверхностных явлений. Научится сталагмометрическим методом определять величину поверхностного натяжения и изучить влияние некоторых факторов на величину поверхностного натяжения и величину адсорбции.

Освоить строение и свойства поверхностно-активных (ПАВ) и поверхностно-инактивных (ПИВ) веществ, их применение в быту, медицине и фармации.

Учебно-целевые вопросы

1. Адсорбция на границе раздела фаз. Применение в фармации.
2. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества (ПАВ и ПИВ). Биологические ПАВ Их значение для медицины и фармации.
3. Строение и ориентация ПАВ и ПИВ на границе раздела фаз, биологическая роль.
4. Изотерма поверхностного натяжения.
5. Уравнение Шишковского и его значение для фармации.
6. Поверхностная активность. Правило Траубе – Дюкло. Применение в фармации.
7. Определение площади, занимаемой молекулой поверхностно-активного вещества в насыщенном адсорбционном слое, и максимальной длины молекулы ПАВ.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Определите адсорбцию (моль/м²) H₂SO₄ из ее 20%-ного раствора на границе газ – раствор при 18°C, если поверхностное натяжение этого раствора $75,2 \cdot 10^{-3}$ Дж/м², а воды – $73,05 \cdot 10^{-3}$. Плотность раствора серной кислоты 1,143 г/см³. Считать, что поверхностное натяжение изменяется в указанном диапазоне концентраций линейно.

(Ответ: $-8,89 \cdot 10^{-7}$ моль/м²)

2. Вычислите адсорбцию *n*-валериановой кислоты на поверхности раздела "раствор – воздух" при 293 К, если зависимость поверхностного натяжения раствора от концентрации следующая:

Концентрация <i>c</i> , моль/л	0	0,0103	0,0206	0,0683	0,2049
Поверхностное натяжение $\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ²	72,53	65,45	59,78	49,31	35,20

(Ответ: $1,45 \cdot 10^{-6}$; $3,49 \cdot 10^{-6}$; $3,95 \cdot 10^{-6}$; $5,78 \cdot 10^{-6}$ моль/м²)

3. Растворенное в воде ПАВ адсорбируется на поверхности ртуть – вода. При концентрации ПАВ 0,3 моль/л степень заполнения поверхности составляет 0,6. Рассчитайте поверхностное натяжение на границе раздела ртуть – вода при 298 К, если концентрация ПАВ равна 0,2 моль/л. Предельное значение площади, занимаемой молекулой ПАВ на поверхности ртуть – вода, равно 0,20 нм². ($\sigma_{Hg/H_2O}^0 = 465 \cdot 10^{-3}$ мДж/м²)

(Ответ: 0,359 Дж/м²)

4. Рассчитать адсорбцию себациновой кислоты и построить изотерму адсорбции по зависимости $\sigma - c$ для ее водных растворов при $T = 293$ К.

№	c , кг/м ³	$\sigma \cdot 10^3$, Н/м	№	c , кг/м ³	$\sigma \cdot 10^3$, Н/м
1	0	72,90	10	0,10	61,91
2	0,01	71,70	11	0,15	59,44
3	0,02	68,37	12	0,20	58,14
4	0,03	67,42	13	0,25	57,06
5	0,05	64,93	14	0,30	56,19
6	0,06	63,84	15	0,35	55,31
7	0,07	63,56	16	0,40	54,11
8	0,08	62,33	17	0,45	52,90
9	0,09	62,05			

5. Сравните поверхностную активность пропионовой и масляной кислот в водных растворах в данном интервале концентраций, если известно:

Кислота	c , моль/л	σ , мДж/м ²
пропионовая	0,0312	69,5
	0,0625	67,7
масляная	0,0312	65,8
	0,0625	60,4

Выполняется ли правило Дюкло – Траубе?

(*Ответ:* правило выполняется)

Занятие № 20

Тема: Термодинамический анализ адсорбции.

Цели занятия: усвоить основные положения теории адсорбции, универсальный характер уравнения изотермы, экспериментально изучить влияние различных факторов на величину адсорбции. Преимуществом является изучение хроматографического метода анализа. Осознать актуальность данной темы и значимость для изучения других дисциплин.

Учебно-целевые вопросы

1. Избыточная адсорбция Гиббса. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса.
2. Измерение адсорбции на границах раздела «твердое тело – газ» и «твердое тело – жидкость».
3. Факторы, влияющие на адсорбцию газов и растворенных веществ.
4. Мономолекулярная адсорбция, уравнения изотермы адсорбции Ленгмюра и Фрейндлиха.
5. Полимолекулярная адсорбция. Адсорбция электролитов. Ее значение

- для медицины и фармации.
- Капиллярная конденсация, абсорбция, хемосорбция. Применение в медицине и фармации.
 - Неспецифическая (эквивалентная) адсорбция ионов.
 - Избирательная адсорбция ионов. Правило Панета – Фаянса. Значимость для фармации.
 - Ионообменная адсорбция. Иониты и их классификация. Обменная емкость. Применение ионитов в фармации.
 - Хроматография (М.С. Цвет). Классификация хроматографических методов по технике выполнения и по механизму процесса. Применение хроматографии для получения и анализа лекарственных веществ. Гель-фильтрация.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. В результате изучения сорбции натриевой соли бензилпенициллина из водного раствора на поверхности адсорбента получены следующие данные:

$c \cdot 10^3$, моль/л	0,25	0,5	2	6
$a \cdot 10^2$, моль/г	1,88	2,80	4,98	6,20

Рассчитать константу адсорбционного равновесия и предельную величину адсорбции, если процесс сорбции описывается уравнением Ленгмюра.

(Ответ: $K = 0,157$ л/моль; $1/a_\infty = 1,15 \cdot 10^{-2}$ м²/моль)

2. Рассчитать адсорбцию уксусной кислоты при концентрации 0,5 кмоль/м³. По опытным данным определить графически константы уравнения Ленгмюра.

c , моль/л	0,26	0,44	0,54	0,87	1,11
a , мкмоль/м ²	0,22	0,28	0,30	0,36	0,40

(Ответ: $K = 0,177$ л/моль; $a_\infty = 5$ мкмоль/ м²; $a = 0,406$ мкмоль/ м²)

3. Постройте кривую адсорбции ацетона на активированном угле при 231°C по следующим данным:

$c_{\text{ацет}}$, ммоль/л	2,34	14,65	88,62	177,7	268,97
$\frac{x}{m}$, ммоль/г	0,208	0,618	1,50	2,08	2,88

Используя уравнение Фрейндлиха, рассчитайте количество ацетона, адсорбированного на 1 г угля при $c_{\text{ацет}} = 125$ ммоль/л.

(Ответ: 1,78 ммоль/г)

4. В 150 мл раствора H₂SO₄ с концентрацией 0,110 моль/л ввели 3 г сильноосновного анионита в OH⁻-форме. После установления равновесия ионного обмена отобрали 50 мл раствора, для нейтрализации которого потребовалось 22 мл раствора KOH концентрацией 0,05 моль/л. Рассчитайте ПОЕ анионита.

(Ответ: 9,9 экв/кг).

5. Полная обменная емкость сухого сульфокатионита в Na^+ -форме равна 4,8 моль/кг. Определите предельно возможное количество (в г) кобальта (II) и бария (II), которое может сорбировать из соответствующих растворов 1 кг исходного ионита.
(Ответ: 141,4 г Co, 329,6 г Ba)

Занятие №21

Защита модуля

Контрольная работа №5 «Поверхностные явления и адсорбция»

Цели занятия: закрепить, проверить и скорректировать усвоение изученного раздела; проверить умение применять математические знания по изученному модулю, пользоваться справочной литературой, инженерным калькулятором; осуществлять перевод единиц измерения физических величин в СИ. Актуализировать значимость полученных знаний и умений для дальнейшего изучения курса физической и коллоидной химии и других дисциплин.

Повторите учебный материал занятий модуля

Содержание контрольной работы

(теоретическая часть)

1. Поверхностное натяжение и поверхностная энергия Гиббса. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Роль поверхностного натяжения в медицине и фармации.
2. Методы определения поверхностного натяжения.
3. Классификация поверхностно-активных веществ. Графические зависимости поверхностного натяжения от концентрации для поверхностно-активных и поверхностно-инактивных веществ. Применение ПАВ в фармации и медицине.
4. Адсорбция, основные понятия: адсорбент, адсорбат, поверхностный избыток, величина адсорбции. Адсорбционные процессы в медицине и фармации.
5. Изотерма поверхностного натяжения. Уравнение адсорбции Гиббса. Поверхностная активность.
6. Основные положения теории Ленгмюра для адсорбции ПАВ на границе «раствор – газ»; уравнение изотермы мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Определение размеров молекул ПАВ.
7. Уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха.
8. Уравнение Шишковского для зависимости поверхностного натяжения на границе «раствор – газ» от концентрации молекул ПАВ. Правило Дюкло-Траубе.

9. Гидрофильно-липофильный баланс (ГЛБ).
10. Капиллярная конденсация.
11. Смачивание твердых поверхностей жидкостями. Краевой угол смачивания. Коэффициент гидрофильности.
12. Адсорбция электролитов. Правило Панета – Фаянса. Ионообменники, их классификация; применение в фармации.
13. Основные понятия коллоидной химии: дисперсная фаза, дисперсионная среда, степень дисперсности. Классификация дисперсных систем.
14. Методы получения коллоидных систем.
15. Методы очистки коллоидных систем.
16. Броуновское движение. Диффузия, коэффициент диффузии. Законы Фика. Уравнение Эйнштейна.
17. Осмотическое давление дисперсных систем. Зависимость осмотического давления от размеров частиц дисперсной фазы лиозолей.
18. Седиментация. Центрифуга и ее применение для исследования дисперсных систем.
19. Механизм возникновения двойного электрического слоя на границе раздела фаз. Строение ДЭС.
20. Строение мицелл лиофобных коллоидных систем. Электрокинетический потенциал поверхности.
21. Электрокинетические явления. Электрофорез и электроосмос; их применение в медицине и фармации.
22. Электрофорез. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского. Применение электрофореза в медицине и фармации.
23. Электроосмос. Измерение электрокинетического потенциала методом электроосмоса.
24. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Явление перезарядки коллоидных частиц.

МОДУЛЬ 6	Дисперсные системы
-----------------	---------------------------

Цели изучения модуля: изучить свойства дисперсных систем и высокомолекулярных соединений, сформировать представление о строении коллоидных частиц лиофобных золей, основных свойствах коллоидных растворов. Усвоить сущность явлений устойчивости, коагуляции золей и коллоидной защиты. Изучить специфические свойства ВМС и влияние различных факторов на них. Осознать медико-биологическое значение данных растворов и процессов. Сформировать представление о применении микрогетерогенных систем в медицине и фармации. Актуализировать профессиональную направленность изучаемого модуля.

Литература

Основная

1. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия / Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2014. – 704 с.
2. Мушкамбаров Н.И. Физическая и коллоидная химия: Курс лекций / Мушкамбаров Н.И. – М.: ГЭОТАР – МЕД, 2001. – 383 с.
3. Задачи по физической и коллоидной химии, ч. II Коллоидная химия / Балачевская О.В., Шельдешов Н.В., Хосроева Д.А. // Под ред. Литвиновой Т.Н. – Краснодар: КГМУ, 2009. – 138 с.

Дополнительная:

4. Литвинова Т.Н. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью / Литвинова Т.Н. – Краснодар, КГМУ, 2014. – 319 с.
5. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого / Слесарев В.И. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2017. – 784 с.

📖 Опорные знания. Изучение данного блока опирается на знание химии довузовского этапа, основ высшей математики, технологии лекарственных средств, общей химии и физики:

- основных понятий и законов;
- химической связи, межмолекулярных взаимодействий;
- понятий о потенциалах;
- понятий о полимерах и способах их получения;
- строения белков, свойств их растворов;
- представлений о дисперсных системах и коллоидных растворах;
- коллигативных свойств растворов;
- свойств растворов электролитов и неэлектролитов; рН растворов;
- методов дифференцирования, интегрирования, нахождения производных;
- элементов математической статистики и обработки экспериментальных данных;
- умение пользоваться инженерными калькуляторами и справочным материалом.

Темы занятий модуля

1. Дисперсные системы. Молекулярно – кинетические и оптические свойства коллоидных систем. Строение и электрический заряд коллоидных частиц. Электрокинетические явления.
2. Устойчивость и коагуляция коллоидных систем.
3. Микрогетерогенные системы и их свойства.
4. Мицеллярные (образованные ПАВ) коллоидные системы. Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их растворы.
5. **Защита модуля.**

Занятие № 22

Тема: Дисперсные системы. Молекулярно – кинетические и оптические свойства коллоидных систем. Строение и электрический заряд коллоидных частиц. Электрокинетические явления

Цели занятия: Изучить молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем; методы очистки коллоидных растворов: диализ, вивидиализ, электродиализ, ультрафильтрация. Изучить основные свойства коллоидных растворов, сформировать представление о строении коллоидных частиц лиофобных золь, медико-биологической значимости данных растворов. Научиться составлять формулу мицеллы, рассчитывать ее межфазный и электрокинетический потенциалы. Усвоить сущность явления перезарядки, электрофореза и электроосмоса. Осознать важность изучаемой темы для дальнейшего изучения курса физической и коллоидной химии и других дисциплин.

Учебно-целевые вопросы

1. Основные понятия: дисперсная фаза, дисперсионная среда, степень дисперсности.
2. Классификация дисперсных систем: по размеру частиц или по степени дисперсности, по агрегатному состоянию, по отсутствию или наличию взаимодействия между частицами дисперсной фазы, по степени взаимодействия дисперсной фазы и дисперсионной среды.
3. Свойства дисперсных систем разных типов.
4. Способы получения коллоидных растворов: диспергирование и конденсационные методы.
5. Методы очистки коллоидных растворов: диализ, вивидиализ, электродиализ, ультрафильтрация. Их значение для медицины и фармации.
6. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем: броуновское движение (Уравнение Эйнштейна), диффузия (Уравнение Фика), осмотическое давление (Уравнение Вант-Гоффа).
7. Седиментационная устойчивость и седиментационное равновесие. Центрифуга и ее применение для исследования коллоидных систем. Значимость для фармации.
8. Рассеяние и поглощение света. Уравнение Рэлея. Ультрамикроскопия и электронная микроскопия коллоидных систем. Применение этих методов в медицине и фармации.
9. Определение формы, размеров и массы коллоидных частиц.
10. Механизм возникновения электрического заряда на границе раздела двух фаз. Строение двойного электрического слоя (ДЭС). Мицелла, строение мицеллы золь, агрегат, ядро, коллоидная частица (гранула).
11. Заряд и электрокинетический потенциал коллоидной частицы.

12. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Явление перезарядки коллоидных частиц.
13. Электрофорез. Связь электрофоретической скорости коллоидных частиц с их электрокинетическим потенциалом (уравнение Гельмгольца – Смолуховского). Электрофоретическая подвижность. Электрофоретические методы исследования в фармации.
14. Электроосмотический метод измерения электрокинетического потенциала. Практическое применение электроосмоса в фармации.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Приведите по три примера дисперсных систем, применяемых в фармации, с различными размерами частиц дисперсной фазы.

2. Согласно классификации дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды определите, к какому типу относятся следующие лекарственные средства: 1) анальгин (в таблетках); 2) капли для носа «Пиносол»; 3) порошок для желудка «Смекта»; 4) средство от изжоги «Альмагель»; 5) сироп от кашля «Доктор Мом»; 6) аэрозоль «Гексорал»; 7) мазь «Левомиколь».

3. Опираясь на классификацию дисперсных систем по виду дисперсной фазы, укажите тип дисперсной фазы в системах: 1) нефтяная пленка на поверхности водоема; 2) мази, кремы; 3) гели; 4) лосьоны; 5) тонкий слой масла на стекле; 6) тесто; 7) ткань.

4. Классифицируйте следующие дисперсные системы на свободно-дисперсные и связнодисперсные: 1) косметическое молочко; 2) мышечная ткань; 3) лимфатическая жидкость; 4) смог; 5) сироп от кашля «Пертусин»; 6) тальк.

5. Какое строение имеет мицелла золя йодида серебра, полученная добавлением 10 мл 1 М AgNO_3 к 60 мл 1 М раствора KI .

6. Золь AgI получен при добавлении 8 мл водного раствора KI концентрацией 0,05 моль/л к 10 мл водного раствора AgNO_3 концентрацией 0,02 моль/л. Напишите формулу мицеллы образовавшегося золя.

7. Какой объем 0,002 М раствора BaCl_2 надо добавить к 0,03 л 0,0006 М $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, чтобы получить положительно заряженные частицы золя сульфата бария. Напишите формулу мицеллы золя BaSO_4 .
(Ответ: более 9 мл)

Занятие № 23

Тема: Устойчивость и коагуляция коллоидных систем

Цели занятия: усвоить сущность явлений устойчивости, коагуляции зольей и коллоидной защиты. Осознать медико-биологическую значимость изучаемых явлений.

Учебно-целевые вопросы

1. Понятие о кинетической и термодинамической устойчивости коллоидных систем. Агрегация и седиментация частиц дисперсной фазы.
2. Коагуляция коллоидных систем и факторы, ее вызывающие.
3. Медленная и быстрая коагуляция. Порог коагуляции, его определение. Правило Шульце – Гарди. Коллоидная защита. Значение для медицины и фармации.
4. Сущность теории коагуляции Дерягина – Ландау – Фервея – Овербека (ДЛФО).
5. Адсорбционная теория Фрейндлиха.
6. Чередование зон коагуляции. Коагуляция золей смесями электролитов.
7. Правило аддитивности, антагонизм и синергизм ионов.
8. Гетерокоагуляция. Значимость для фармации.
9. Пептизация. Применение в медицине и фармации.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. К 5 мл золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$ для начала явной коагуляции необходимо добавить один из следующих растворов: 4 мл 3 М KCl ; 0,5 мл 0,01 М K_2SO_4 ; 3,9 мл 0,0005 М $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Вычислите пороги коагуляции и определите какой из электролитов имеет максимальную коагулирующую способность. (Ответ: 1,33; $9,1 \cdot 10^{-4}$; $2,19 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$)

2. Пороговые концентрации электролитов KI и $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ для золя серы соответственно равны 10,0 и 0,195 ммоль/л. Во сколько раз коагулирующая способность $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ больше, чем KI ?

(Ответ: в 51,28 раз)

3. Пороговые концентрации электролитов для золя BaSO_4 оказались равными: $c(\text{KCl}) = 256$ ммоль/л, $c(\text{KNO}_3) = 260,0$ ммоль/л, $c(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 6,0$ ммоль/л, $c(\text{Sr}(\text{NO}_3)_2) = 7,0$ ммоль/л, $c(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 0,067$ ммоль/л. Определите знак заряда частиц данного золя? Какой из реагентов $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ или H_2SO_4 взят в избытке при получении золя?

(Ответ: заряд отрицательный, избыток $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$)

4. Вычислите порог коагуляции раствора сульфата натрия, если добавление 3 мл 0,1 М Na_2SO_4 вызывает коагуляцию 15 мл золя.

(Ответ: 16,67 ммоль/л)

5. При коагуляции золя иодида серебра, частицы которого заряжены отрицательно. Порог коагуляции золя нитратом лития равен 165 ммоль/л. Вычислите порог коагуляции золя $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ для этого золя.

(Ответ: 0,226 и 2,486 моль/л)

6. Порог коагуляции золя оксида мышьяка хлоридом алюминия равен 0,093 ммоль/г. Рассчитайте концентрацию 8 мл раствора AlCl_3 , необходимую для коагуляции 0,125 л золя?

(Ответ: 0,015 моль/л)

Занятие № 24

Тема: Микрогетерогенные системы и их применение в фармации

Цели занятия: обобщить знания по микрогетерогенным системам. Научиться получать, стабилизировать и коагулировать лиофобные золи экспериментально. Изучить свойства порошков, аэрозолей, суспензий и эмульсий. Сформировать представление о применении микрогетерогенных систем в медицине и фармации.

Учебно-целевые вопросы

1. Микрогетерогенные системы: определение, классификация.
2. Аэрозоли. Классификация, получение, молекулярно-кинетические свойства. Применение аэрозолей в фармации.
3. Агрегативная устойчивость и факторы, ее определяющие. Разрушение.
4. Порошки и их свойства: слеживаемость, гранулирование и распыляемость. Применение порошков в фармации.
5. Получение суспензий. Устойчивость суспензий и факторы, ее определяющие.
6. Флокуляция. Седиментационный анализ суспензий.
7. Пены. Пасты. Применение в медицине и фармации.
8. Получение эмульсий и их свойства. Типы эмульсий.
9. Эмульгаторы и механизм их действия. Устойчивость эмульсий и ее нарушение. Факторы устойчивости эмульсий
10. Обращение фаз эмульсий. Свойства концентрированных и высококонцентрированных эмульсий. Применение эмульсий в фармации.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Приведите примеры нескольких порошков, применяемых в фармации и медицине, которые вам известны. Какими свойствами их можно охарактеризовать?

2. В две пробирки наливают по 5 мл масла, окрашенного красителем суданом III в ярко-красный цвет. В первую пробирку добавляют 5 мл дистиллированной воды, во вторую – 5 мл 2% водного раствора олеата натрия. Пробирки плотно закрывают пробками и интенсивно встряхивают до получения эмульсии. Каким методом получены эмульсии? Что является признаком устойчивости эмульсии? Какова причина различной устойчивости полученных эмульсий? Чем объясняется стабилизирующее действие эмульгатора? Какого типа полученные эмульсии?

3. По одной капле стабилизированной эмульсии наносят на предварительно обезжиренную поверхность стекла и на пластинку, покрытую ровным слоем парафина. Отрыв капли осуществляют легким прикоснове-

нием нижнего края капли к поверхности. На какой поверхности – стекла или парафина – капля растекается, а на какой сохраняет сферическую форму? Объясните свой ответ.

4. Стабилизированную эмульсию разделили на три пробирки. На разрушение эмульсии израсходовано 2 мл 1 М раствора NaCl, 1 мл 1 М раствора MgCl₂ и 0,2 мл 1 М раствора AlCl₃. По какому признаку можно судить о разрушении эмульсии? Как объяснить разрушение эмульсии в присутствии электролитов и различный объем растворов электролитов, пошедший на разрушение?

4. Определите средний квадратичный сдвиг за 5 секунд и коэффициент диффузии капле эмульсии масло/вода, исходя из следующих данных:

№	r , нм	T , К	$\eta \cdot 10^3$, Па·с
1	15	283	1,308
2	20	293	1,005
3	25	303	0,801
4	30	323	0,469
5	35	283	1,308
6	40	298	0,894
7	45	313	0,656

5. К 2 мл эмульсии, стабилизированной олеатом натрия, добавляют при встряхивании 0,1 мл электролита – 30% раствор MgCl₂. Что происходит с эмульсией при смене стабилизатора? Напишите соответствующие уравнения реакций и нарисуйте схематично эмульсию до и после добавления раствора MgCl₂.

Занятие № 25

Тема: Мицеллярные (образованные ПАВ) коллоидные системы.

Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их растворы

Цели занятия: углубить знания по особенностям свойств коллоидных систем, образованных поверхностно-активными веществами; сформировать представление о лиофильных коллоидах, научиться определять критическую концентрацию мицеллообразования по экспериментальным данным. изучить свойства растворов высокомолекулярных веществ; научиться экспериментально определять молекулярную массу полимеров вискозиметрическим методом. Осознать значимость процессов набухания, микрокапсулирования, высаливания, застудневания, желатинирования, синерезиса, тиксотропии для медицины и фармации, актуализировать профессиональную направленность изучаемой темы.

Учебно-целевые вопросы

1. Коллоидные системы, образованные поверхностно-активными веществами: растворы мыл, детергентов, таннидов, красителей.
2. Мицеллярные коллоидные системы. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Их значимость для фармации.
3. Критическая концентрация мицеллообразования, методы ее определения. Значение для фармации. Солюбилизация и ее значение для фармации.
4. Методы получения и классификация ВМС. Свойства растворов ВМС: а) общие с истинными растворами; б) общие с коллоидными растворами; в) специфические.
5. Вязкость растворов ВМС (относительная, удельная, приведенная, характеристическая). Уравнение Штаудингера.
6. Растворение ВМС, особенности, биологическая роль. Набухание ВМС: а) виды и степень набухания; б) причины и механизм набухания; в) факторы, влияющие на величину набухания; г) биологическое значение процессов набухания.
7. Осмотическое давление растворов ВМС. Уравнение Галлера.
8. Заряд белковой молекулы, его зависимость от природы полимера и реакции среды. Изоэлектрическая точка (ИЭТ), изоэлектрическое состояние (ИЭС).
9. Вискозиметрическое определение молекулярной массы ВМС
10. Мембранное равновесие Доннана. Применение в медицине и фармации. Лиотропные ряды ионов. Их значение для фармации.
11. Устойчивость растворов биополимеров. Высаливание, коацервация, денатурация, биологическая роль.
12. Микрокапсулирование. Застудневание. Влияние различных факторов на скорость застудневания. Тиксотропия студней и гелей. Синерезис студней. Применение студней и гелей в фармации.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Рассчитайте теплоту процесса мицеллообразования при 293 К, энергию Гиббса и энтропию по следующим данным для додецилсульфата натрия в растворе NaCl:

T, K	293	311	333
ККМ в 0,01 М растворе NaCl, ммоль/л	5,13	5,37	6,17

(*Ответ:* 2,702 кДж/моль; -12,844 кДж/моль; 34,6 Дж/(моль·К))

2. Рассчитайте теплоту процесса мицеллообразования при 293 К по следующим данным для додецилсульфата натрия в растворе NaCl:

T, K	293	311	333
ККМ в 0,2 М растворе NaCl, ммоль/л	0,76	0,87	1,45

(Ответ: 12,24 кДж/моль; -17,490 кДж/моль; 17,92 Дж/(моль·К))

3. Желатин с ИЭТ = 4,7 помещен в раствор при температуре 25°C, в котором концентрация $[H^+]$ в 1000 раз больше, чем в чистой воде. Каков знак заряда полииона желатина в этом растворе?

(Ответ: положительно)

4. При pH = 6 инсулин при электрофорезе остается на старте. К какому электроду молекула инсулина будет перемещаться при электрофорезе в растворе хлороводородной кислоты с концентрацией 0,1 моль/л?

(Ответ: к катоду)

5. Изоэлектрическая точка альбумина находится при pH = 4,8. белок введен в буферную смесь с концентрацией ионов водорода $0,78 \cdot 10^{-6}$ моль/л. Определите, к какому электроду перемещается в этих условиях молекула белка при электрофорезе.

(Ответ: к аноду)

6. Определите молярную массу перхлорвинилового смолы в циклогексане, пользуясь экспериментальными данными вискозиметрического метода:

$c, \text{ кг/м}^3$	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
$\eta_{\text{вд}}, \text{ Па}\cdot\text{с}$	0,204	0,433	0,678	0,960	1,24

если константы уравнения Штаудингера равны: $K = 6,3 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,67$. Определите константу Хаггинса K' .

(Ответ: 57195 а.е.м.; 0,0058)

7. По зависимости осмотического давления, измеренного при 313 К, от концентрации этилцеллюлозы в анилине рассчитайте молярную массу полимера в условиях опыта:

$c, \text{ кг/м}^3$	1,102	2,788	4,907	6,893	10,06	13,384
$p_{\text{осм}}, \text{ Па}$	49,4	140,6	250,9	365,4	536,0	739,6

(Ответ: 53,33 кг/моль)

Занятие № 26

Защита модуля

Контрольная работа № 6 «Строение и свойства дисперсных систем»

Цели занятия: закрепить, проверить и скорректировать усвоение изученного раздела, умение применять математические знания по изученному модулю, использование справочной литературы, инженерных калькуляторов. Актуализировать межпредметную значимость полученных знаний и умений.

Повторите учебный материал занятий модуля

Содержание контрольной работы

(теоретическая часть)

1. Агрегативная и седиментационная устойчивость коллоидных систем. Факторы устойчивости.
2. Коагуляция и факторы, ее вызывающие. Медленная и быстрая коагуляция. Порог коагуляции, его определение. Правило Шульце – Гарди.
3. Чередование зон коагуляции.
4. Коагуляция золью смесями электролитов. Правило аддитивности, антагонизм и синергизм ионов.
5. Пептизация, применение в медицине и фармации.
6. Теории коагуляции. Адсорбционная теория Фрейндлиха. Теория Дерягина – Ландау – Фервея – Овербека (ДЛФО).
7. Эмульсии и их свойства. Получение. Типы эмульсий. Эмульгаторы и механизм их действия. Обращение фаз эмульсий. Применение в медицине и фармации.
8. Устойчивость эмульсий и ее нарушение. Коалесценция. Свойства концентрированных и высококонцентрированных эмульсий. Факторы устойчивости эмульсий. Применение суспензий и эмульсий в фармации.
9. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования, методы ее определения. Солюбилизация и ее значение в фармации. Мицеллярные коллоидные системы в фармации.
10. Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их растворы. Молекулярные коллоидные системы. Методы получения ВМС.
11. Классификация ВМС, гибкость цепи полимеров. Внутреннее вращение звеньев в макромолекулах ВМС. Кристаллическое и аморфное состояние ВМС. Применение в фармации.
12. Полимерные неэлектролиты и полиэлектролиты. Полиамфолиты. Изoeлектрическая точка полиамфолитов и методы ее определения.
13. Набухание и растворение ВМС. Механизм набухания. Термодинамика набухания и растворения ВМС. Кинетика набухания ВМС. Влияние различных факторов на степень набухания. Лиотропные ряды ионов.
14. Вязкость растворов ВМС. Отклонение свойств растворов ВМС от законов Ньютона и Пуазейля. Уравнение Бингама. Причины аномальной вязкости растворов полимеров.
15. Методы измерения вязкости растворов ВМС. Удельная, приведенная и характеристическая вязкости. Уравнение Штаудингера и его модификация. Определение молярной массы полимера вискозиметрическим методом.

16. Осмотические свойства растворов ВМС. Осмотическое давление растворов полимерных неэлектролитов. Отклонение от закона Вант – Гоффа. Определение молярной массы полимерных неэлектролитов.
17. Полиэлектролиты. Осмотическое давление растворов полиэлектролитов. Мембранное равновесие Доннана.
18. Факторы устойчивости растворов ВМС. Высаливание, пороги высаливания. Лиотропные ряды ионов. Зависимость порогов высаливания полиамфолитов от рН среды. Коацервация. Микрокоацервация. Биологическое значение. Микрокапсулирование.

Экзаменационные вопросы

1. Системы: изолированные, закрытые и открытые. Состояние системы. Функция состояния. Процессы: изобарные, изотермические, изохорные и адиабатические.
2. Внутренняя энергия системы. Работа. Теплота. Примеры систем и процессов различного типа, встречающихся в фармацевтической практике.
3. Первое начало термодинамики, его математическое выражение. Энтальпия. Изохорный и изобарный тепловой эффект реакции и соотношение между ними.
4. Закон Гесса. Термохимические уравнения. Расчет стандартной теплоты химических реакций по стандартным энтальпиям образования и сгорания веществ.
5. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры, уравнение Кирхгофа в дифференциальной и интегральной формах.
6. Второе начало термодинамики, его математическое выражение. Изменение энтропии в изолированных системах. Расчет изменения энтропии при изотермических процессах (фазовые переходы) и изменении температуры.
7. Третье начало термодинамики. Абсолютное значение энтропии. Стандартное значение энтропии.
8. Термодинамические потенциалы. Энергия Гельмгольца (изохорно-изотермический потенциал). Энергия Гиббса (изобарно-изотермический потенциал). Изменение энергии Гельмгольца и энергии Гиббса в самопроизвольных процессах.
9. Уравнение изотермы химической реакции. Константа химического равновесия и способы ее выражения. Примеры использования констант равновесия химических реакций в фармацевтической практике.
10. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Связь с принципом Ле-Шателье. Расчет константы химического равновесия с помощью таблиц термодинамических величин.
11. Гомогенная и гетерогенная системы. Фаза. Составляющие вещества. Компоненты. Число компонентов и число степеней свободы. Правило фаз Гиббса.
12. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (вода). Уравнение Клапейрона, уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Связь с принципом Ле-Шателье. Прогнозирование фазовых переходов при изменении условий.
13. Диаграмма плавления (с эвтектикой) двухкомпонентной систем. Термический анализ (кривые охлаждения).
14. Закон Рауля. Идеальные и реальные растворы. Типы диаграмм "состав – давление пара", "состав – температура кипения". Азеотропы. Дробная и непрерывная перегонка (ректификация).

15. Растворимость жидкостей в жидкостях. Влияние температуры на взаимную растворимость. Верхняя и нижняя критические температуры растворения.
16. Взаимонерастворимые жидкости. Теоретические основы перегонки с водяным паром.
17. Трехкомпонентные системы. Закон распределения веществ между двумя несмешивающимися жидкостями. Коэффициент распределения. Принципы получения настоек, отваров. Экстракция.
18. Взаимосвязь между коллигативными свойствами: относительным понижением давления пара, понижением температуры кристаллизации растворителя, повышением температуры кипения растворителя и осмотическим давлением разбавленных растворов нелетучих неэлектролитов. Криоскопическая и эбуллиоскопическая константы и их связь с теплотой кипения и плавления растворителя.
19. Осмотические свойства растворов электролитов. Изотонический коэффициент.
20. Криометрический, эбулиометрический и осмометрический методы определения молярных масс, изотонического коэффициента.
21. Теория растворов сильных электролитов Дебая – Хюккеля. Ионная атмосфера. Активность ионов и ее связь с концентрацией. Ионная сила раствора. Коэффициент активности и зависимость его величины от ионной силы в растворе.
22. Буферные растворы; механизм их действия. Ацетатный, фосфатный, водородкарбонатный, гемоглобиновый буферы. Буферная емкость и влияющие на нее факторы. Значение буферных систем для химии и биологии.
23. Удельная и молярная электропроводности, их зависимость от концентрации раствора. Молярная электропроводность при бесконечном разведении. Законы Кольрауша. Подвижность и гидратация (сольватация) ионов.
24. Механизм возникновения электродных потенциалов. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы.
25. Классификация электродов. Стандартный водородный электрод. Хлор-серебряный электрод. Измерение электродных потенциалов. Концентрационные гальванические элементы. Химические источники тока.
26. Окислительно-восстановительные потенциалы. Механизм возникновения. Окислительно-восстановительные электроды. Стандартный окислительно-восстановительный потенциал.
27. Ионоселективные электроды. Стекланный электрод. Другие виды ионоселективных электродов. Применение в биологии, медицине, фармации.
28. Потенциометрический метод измерения рН. Потенциометрическое титрование. Значение этих методов в фармацевтической практике.

29. Скорость химической реакции, порядок реакции по веществу, общий порядок реакции, молекулярность реакции. Закон действующих масс для скорости реакции.
30. Зависимость скорости реакции от различных факторов. Реакции простые (одностадийные) и сложные (многостадийные), гомогенные и гетерогенные. Скорость гомогенных химических реакций и методы ее измерения.
31. Уравнения кинетики реакций нулевого, первого, второго порядка. Период полупревращения.
32. Методы определения порядка реакции.
33. Энергия активации. Связь между скоростью реакции и энергией активации. Метод определения энергии активации. Ускоренные методы определения сроков годности лекарственных препаратов.
34. Сложные реакции: конкурирующие (параллельные), последовательные, сопряженные и обратимые. Превращения лекарственного вещества в организме как совокупность последовательных процессов; константа всасывания и константа элиминации.
35. Цепные реакции. Фотохимические реакции. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход реакции.
36. Каталитические процессы. Положительный и отрицательный катализ. Гомогенный катализ. Механизм действия катализатора. Энергия активации каталитических реакций. Кислотно-основной катализ. Металлокомплексный катализ, ферментативный катализ. Механизм действия ингибиторов.
37. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Краевой угол смачивания.
38. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Связь поверхностной энергии Гиббса и поверхностной энтальпии.
39. Адсорбция на границе раздела фаз. Поверхностно-активные, поверхностно-инактивные и поверхностно-неактивные вещества.
40. Изотерма поверхностного натяжения. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность. Правило Дюкло – Траубе.
41. Ориентация молекул в поверхностном слое. Определение площади, занимаемой молекулой поверхностно-активного вещества в насыщенном адсорбционном слое, и максимальной длины молекулы ПАВ.
42. Избыточная адсорбция Гиббса. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса. Факторы, влияющие на адсорбцию газов и растворенных веществ.
43. Мономолекулярная адсорбция, уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра, Фрейндлиха. Полимолекулярная адсорбция, уравнение БЭТ.
44. Неспецифическая (эквивалентная) адсорбция ионов. Избирательная адсорбция ионов. Правило Панета – Фаянса. Ионообменная адсорбция.
45. Иониты и их классификация. Обменная емкость. Применение ионитов в фармации.

46. Хроматография (М.С.Цвет). Классификация хроматографических методов по технике выполнения и по механизму процесса. Применение хроматографии для получения и анализа лекарственных веществ. Гель-фильтрация.
47. Структура дисперсных систем. Дисперсная фаза, дисперсионная среда. Степень дисперсности.
48. Классификация дисперсных систем: по агрегатному состоянию дисперсионной фазы и дисперсионной среды (аэрозоли, лиозоли, солизозоли), по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой (необратимые и обратимые, лиофобные и лиофильные коллоиды), по подвижности дисперсной фазы (свободнодисперсные и связнодисперсные коллоидные системы).
49. Методы получения и очистки коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация.
50. Броуновское движение (уравнение Эйнштейна), диффузия (уравнение Фика), осмотическое давление.
51. Седиментация и седиментационная устойчивость.
52. Рассеяние и поглощение света. Уравнение Рэлея. Ультрамикроскопия и электронная микроскопия коллоидных систем. Определение формы, размеров и массы коллоидных частиц.
53. Механизм возникновения электрического заряда на границе раздела двух фаз. Строение двойного электрического слоя (ДЭС). Мицелла, строение мицеллы золя, агрегат, ядро, коллоидная частица (гранула). Заряд и электрокинетический потенциал коллоидной частицы.
54. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Явление перезарядки коллоидных частиц.
55. Электрокинетические явления. Электрофорез. Связь электрофоретической скорости коллоидных частиц с их электрокинетическим потенциалом (уравнение Гельмгольца – Смолуховского). Электрофоретическая подвижность. Электрофоретические методы исследования в фармации.
56. Электроосмос. Электроосмотический метод измерения электрокинетического потенциала. Практическое применение электроосмоса в фармации.
57. Кинетическая и термодинамическая устойчивость коллоидных систем. Агрегация и седиментация частиц дисперсионной фазы. Факторы устойчивости.
58. Коагуляция и факторы, ее вызывающие. Медленная и быстрая коагуляция. Порог коагуляции, его определение. Правило Шульце – Гарди.
59. Теория устойчивости и коагуляции лиофобных коллоидных систем (теория Дерягина – Ландау – Фервея – Овербека (ДЛФО)).
60. Получение и молекулярно-кинетические свойства аэрозолей. Агрегативная устойчивость и факторы, ее определяющие. Разрушение. Применение аэрозолей в фармации.

61. Порошки и их свойства. Слеживаемость, гранулирование и распыляемость порошков. Применение в фармации.
62. Суспензии и их свойства. Получение. Устойчивость и определяющие ее факторы. Флокуляция. Пены. Пасты. Применение в фармации.
63. Эмульсии и их свойства. Получение. Типы эмульсий. Эмульгаторы и механизм их действия. Обращение фаз эмульсий. Устойчивость эмульсий и ее нарушение. Коалесценция. Факторы устойчивости эмульсий. Применение суспензий и эмульсий в фармации.
64. Коллоидные системы, образованные поверхностно-активными веществами: растворы мыл, детергентов, таннидов, красителей. Мицеллярные коллоидные системы. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования, методы ее определения. Солубилизация и ее значение в фармации. Мицеллярные коллоидные системы в фармации.
65. Высокмолекулярные соединения (ВМС) и их растворы. Методы получения ВМС.
66. Классификация ВМС. Внутреннее вращение звеньев в макромолекулах ВМС. Кристаллическое и аморфное состояние ВМС. Применение в фармации.
67. Полимерные неэлектролиты и полиэлектролиты. Полиамфолиты. Изоэлектрическая точка полиамфолитов и методы ее определения.
68. Набухание и растворение ВМС. Механизм набухания. Термодинамика набухания и растворения ВМС. Влияние различных факторов на степень набухания. Лиотропные ряды ионов.
69. Вязкость растворов ВМС. Отклонение свойств растворов ВМС от законов Ньютона и Пуазейля. Уравнение Бингама. Причины аномальной вязкости растворов полимеров.
70. Методы измерения вязкости растворов ВМС. Удельная, приведенная и характеристическая вязкости. Уравнение Штаудингера и его модификация. Определение молярной массы полимера вискозиметрическим методом.
71. Осмотические свойства растворов ВМС. Осмотическое давление растворов полимерных неэлектролитов. Отклонение от закона Вант – Гоффа. Определение молярной массы полимерных неэлектролитов.
72. Полиэлектролиты. Осмотическое давление растворов полиэлектролитов. Мембранное равновесие Доннана.
73. Факторы устойчивости растворов ВМС. Высаливание. Лиотропные ряды ионов. Зависимость порогов высаливания полиамфолитов от рН среды. Коацервация, микрокоацервация, биологическое значение. Микрокапсулирование.
74. Застудневание. Влияние различных факторов на скорость застудневания. Тиксотропия студней и гелей. Синерезис студней. Студни в фармации. Диффузия и периодические реакции в студнях и гелях.

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Основные единицы измерения физических величин

Величина	Единица измерения в СИ	Связь с другими величинами
Масса (m)	килограмм (кг)	$1 \text{ кг} = 10^3 \text{ г} = 10^6 \text{ мг}$ $1 \text{ г} = 10^3 \text{ мг} = 10^{-3} \text{ кг}$
Температура (T)	кельвин (К)	$1 \text{ К} = 1^\circ\text{C}$ $T = 273,15 + t$
Длина (l)	метр (м)	$1 \text{ м} = 10^2 \text{ см} = 10^3 \text{ мм} = 10^6 \text{ мкм} = 10^9 \text{ нм} = 10^{10} \text{ \AA}$ $1 \text{ мм} = 10^3 \text{ мкм} = 10^{-1} \text{ см} = 10^{-2} \text{ дм} = 10^{-3} \text{ м}$
Площадь (S) или (A)	метр ² (м ²)	$1 \text{ м}^2 = 10^4 \text{ см}^2$; $1 \text{ см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$
Объем (V)	метр ³ (м ³)	$1 \text{ м}^3 = 10^3 \text{ л} = 10^6 \text{ мл} = 10^6 \text{ см}^3$ $1 \text{ л} = 10^3 \text{ мл} = 10^3 \text{ см}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$ $1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3$; $1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3$
Давление (p)	паскаль (Па)	$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па} = 0,987 \text{ атм} = 750 \text{ Торр}$ $1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па} = 101,325 \text{ кПа} = 760 \text{ Торр}$ $1 \text{ Торр} = 1 \text{ мм рт. ст.} = 133,32 \text{ Па}$
Энергия (U , H , G , F)	джоуль (Дж)	$1 \text{ Дж} = 10^3 \text{ мДж} = 10^{-3} \text{ кДж} = 10^{-6} \text{ МДж}$ $1 \text{ Дж} = 0,2390 \text{ кал}$; $1 \text{ кал} = 4,184 \text{ Дж}$
Плотность (ρ)	килограмм на кубический метр (кг/м ³)	$1 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ г/дм}^3 = 1 \text{ г/л} = 10^{-3} \text{ г/см}^3 = 10^{-3} \text{ г/мл}$ $1 \text{ г/см}^3 = 1 \text{ г/мл}$

2. Основные физические постоянные

Величина	Символ	Значение	Размерность
Постоянная Авогадро	N_A	$6,0220 \cdot 10^{23}$	моль ⁻¹
Газовая постоянная	R	8,314	Дж/(моль·К)
Постоянная Фарадея	F	96485	Кл·моль ⁻¹
Элементарный заряд	e	$1,60219 \cdot 10^{-19}$	Кл
Постоянная Планка	h	$6,6262 \cdot 10^{-34}$	Дж·с
Константа Больцмана	k_B	$1,3807 \cdot 10^{-23}$	Дж·К ⁻¹
Стандартное ускорение свободного падения	g	9,80665 (точно)	м·с ⁻²

3. Стандартные энтальпии плавления и испарения при температуре фазового перехода

Вещества	$T_{\text{пл}}, \text{K}$	$\frac{\Delta H_{\text{пл}}^0}{\text{кДж моль}}$	$T_{\text{кип}}, \text{K}$	$\frac{\Delta H_{\text{исп}}^0}{\text{кДж моль}}$
Простые вещества				
Ag	1234	11,30	2436	250,6
Ar	83,81	1,188	87,29	6,506
Br ₂	265,9	10,57	332,4	29,45
Cl ₂	172,1	6,41	239,1	20,41
F ₂	53,6	0,26	85,0	3,16
H ₂	13,96	0,117	20,38	0,916
He	3,5	0,021	4,22	0,084
Hg ₂	234,3	2,292	629,7	59,30
I ₂	386,8	15,52	458,4	41,80
N ₂	63,15	0,719	77,35	5,586
Na	371,0	2,601	1156	98,01
O ₂	54,36	0,444	90,18	6,820
Xe	161	2,30	165	12,6
Неорганические соединения				
CO ₂	217,0	8,33	194,6	25,23
CS ₂	161,2	4,39	319,4	26,74
H ₂ O	273,15	6,008	373,15	40,656
H ₂ S	187,6	2,377	212,8	18,67
H ₂ SO ₄	283,5	2,56		
NH ₃	195,4	5,652	239,7	23,35
Органические соединения				
CH ₄	90,68	0,941	111,7	8,18
CCl ₄	250,3	2,47	349,9	30,00
C ₂ H ₆	89,85	2,86	184,6	14,7
C ₆ H ₆	278,61	10,59	353,2	30,8
C ₆ H ₅ OH	314,2	9,81		
CH ₃ OH	175,2	3,16	337,2	35,27
C ₂ H ₅ OH	156	4,60	352	43,5
HCOOH			373,6	46,1

4. Термодинамические свойства простых веществ, ионов и соединений

$\Delta H_{f,298}^0$ и $\Delta G_{f,298}^0$ изменения стандартных энтальпии (теплоты образования) и энергии Гиббса при образовании (индекс f – formation) данного вещества из простых веществ, термодинамически устойчивых при 101,325 кПа (1 атм) и при выбранной температуре 298 К. S_{298}^0 и $C_{p,298}^0$ – стандартные значения энтропии и изобарной теплоемкости вещества при 298 К.

Теплоемкость [в Дж/(моль·К)] при температуре T в указанном в таблице интервале температур выражается уравнениями:

$$C_p^0 = a + bT + c'/T^2 \text{ или } C_p^0 = a + bT + cT^2$$

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$,	S_{298}^0 ,	$\Delta G_{f,298}^0$,	$C_{p,298}^0$,	Коэффициенты уравнения			Температурный интервал, К
	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$C_p^0 = f(T)$			
					a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	

Простые вещества и ионы

Ag (кр.)	0	42,55	0	25,44	23,97	5,27	-0,25	273–1234
Ag ⁺ (ақ.)	105,58	72,68	77,11	21,8				
Al (кр.)	0	28,33	0	24,35	20,67	12,38	—	273–932
Al ³⁺ (ақ.)	-531	-321,7	-485					
B (кр.)	0	5,86	0	11,09	16,78	9,04	-7,49	298–1700
Ba- α	0	60,67	0	28,28	22,26	13,81	—	298–643
Ba- β	$\Delta H_{643}^{\alpha \rightarrow \beta} =$ $= 0,63$	—	—	—	10,46	29,29	—	643–983
Ba ²⁺ (ақ.)	-537,64	9,6	-560,77					
Br ₂ (ж.)	0	152,21	0	75,69	75,69	—	—	298–332
Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$	S_{298}^0	$\Delta G_{f,298}^0$	$C_{p,298}^0$	Коэффициенты уравнения			Температурный

	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$C_p^0 = f(T)$			интервал, К
					a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	
Br ₂ (г.)	30,91	245,37	3,14	36,07	37,32	0,50	-1,26	298–1600
Ba ⁻ (aq.)	-121,55	82,4	-103,96	-141,8				
C (тв., алмаз)	1,83	2,37	2,83	6,11	9,12	13,22	-6,19	298–1200
C (тв., графит)	0	5,74	0	8,54	16,86	4,77	-8,54	298–2500
C (г.)	716,67	157,99	671,28	20,80				298–1600
Ca-α	0	41,63	0	26,36	22,22	13,93	—	273–713
Ca ²⁺ (aq.)	-542,83	-53,1	-553,58					
Cl ₂ (г.)	0	222,98	0	33,93	37,03	0,67	-2,85	298–3000
Cl (г.)	121,34	165,08	105,35	21,84	23,14	-0,67	-0,96	298–2000
Cl ⁻ (aq.)	-167,16	56,5	-131,23	-136,4				
Cu (кр.)	0	33,14	0	24,43	22,64	6,28	—	298–1357
Cu ⁺ (aq.)	+71,67	40,6	+49,98					
Cu ²⁺ (aq.)	+64,77	-99,6	+65,49					
F ₂ (г.)	0	202,67	0	31,30	34,56	2,51	-3,51	298–2000
F (г.)	79,38	158,64	62,30	22,75	23,70	-3,21	—	298–500
F ⁻ (aq.)	-332,63	-13,8	-278,79	-106,7				
Fe ²⁺ (aq.)	-89,1	-137,7	-78,90		-159,80	181,00	332,36	700–1000
Fe ³⁺ (aq.)	-48,5	-315,9	-4,7					
H ₂ (г.)	0	130,52	0	28,83	27,28	3,26	0,50	298–3000
H (г.)	217,98	114,60	203,28	20,79	20,79	—	—	до 20 000
H ⁺ (aq.)	0	0	0	0				
Hg (ж.)	0	75,90	0	27,99	26,94	0,00	0,79	298–629,9
Hg (г.)	61,30	174,85	31,80	20,79	20,79	—	—	до 4 000

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$, кДж моль	S_{298}^0 , Дж моль · К	$\Delta G_{f,298}^0$, кДж моль	$C_{p,298}^0$, Дж моль · К	Коэффициенты уравнения $C_p^0 = f(T)$			Температурный интервал, К
					a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	
Hg ²⁺ (aq.)	+171,1	-32,2	+164,40					
Hg ₂ ²⁺ (aq.)	+172,4	84,5	+153,52					
I ₂ (кр.)	0	116,14	0	54,44	40,12	49,79	—	298–385
I ₂ (г.)	62,43	260,60	19,39	36,90	37,40	0,59	-0,71	298–3000
I (г.)	106,76	180,67	70,21	20,79	20,07	0,68	0,46	298–3000
Г (aq.)	-55,19	111,3	-51,57	-142,3				
К (кр.)	0	64,18	0	29,58	5,61	81,17	—	298–335
K ⁺ (aq.)	-252,38	102,5	-283,27	21,8				
Mg (кр.)	0	32,68	0	24,89	22,30	10,63	-0,42	298–920
Mg ²⁺ (aq.)	-466,85	-138,1	-454,8					
N ₂ (г.)	0	191,50	0	29,12	27,88	4,27	—	298–2500
N (г.)	+472,70	153,30	+455,56	20,786				
Na (кр.)	0	51,21	0	28,24	16,82	37,82	—	298–371
Na (ж.)	$\Delta H_{371}^{\text{плавл}} =$ = 2,60	—	—	—	—	—	—	—
Na ⁺ (aq.)	-240,12	59,0	-261,91	46,4				
Ni-α	0	29,87	0	26,07	16,99	29,46	—	298–633
Ni-β	$\Delta H_{633}^{\alpha \rightarrow \beta} =$ = 0,38	—	—	—	25,10	7,53	—	633–1725
O ₂ (г.)	0	205,04	0	29,37	31,46	3,39	-3,77	298–3000
O ₃ (г.)	142,26	238,82	162,76	39,25	47,02	8,04	-9,04	298–1500

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$,	S_{298}^0 ,	$\Delta G_{f,298}^0$,	$C_{p,298}^0$,	Коэффициенты уравнения			Температурный интервал, К
	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$C_p^0 = f(T)$			
					a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	
O (г.)	249,17	160,95	231,75	21,91	20,80	0,01	0,98	298–3000
P (бел.)	0	41,09	0	23,82	23,82	–	–	273–317
P (красн.)	–17,45	22,80	–12,00	21,39	16,95	14,89	–	298–870
Pb (кр.)	0	64,81	0	26,82	24,23	8,71	–	298–601
Pb (ж.)	$\Delta H_{601}^{\text{плавл}} =$ $= 4,77$	–	–	–	32,49	–3,09	–	601–1200
S (монокл.)	0,38	32,55	0,19	23,64	23,64	–	–	368–392
S (ромб.)	0	31,92	0	22,68	22,68	–	–	273–368
S ²⁻ (ақ.)	+33,1	–14,6	+85,8					
Zn (кр.)	0	41,63	0	25,44	22,38	10,04	–	273–690

Неорганические соединения

AgBr (кр.)	–100,42	107,11	–97,02	52,30	33,18	64,43	–	298–700
AgCl (кр.)	–126,78	96,23	–109,54	50,79	62,26	4,18	–11,30	298–725
AgI- α	–61,92	115,48	–66,35	54,43	24,35	100,83	–	298–420
AgNO ₃ - α	–124,52	140,92	–33,60	93,05	36,65	189,12	–	298–433
Ag ₂ O (кр.)	–30,54	121,75	–10,90	65,86	55,48	29,46	–	298–500
Ag ₂ S- α	–31,80	143,51	–39,70	76,53	64,60	39,96	–	298–449
Al ₂ O ₃ (корунд)	–1675,69	50,92	–1582,27	79,04	114,55	12,89	–34,31	298–1800
Al ₂ (SO ₄) ₃ (кр.)	–3441,80	239,20	–3100,87	259,41	366,31	62,59	–112,47	298–1100
CO (г.)	–110,53	197,55	–137,15	29,14	28,41	4,10	–0,46	298–2500
CO ₂ (г.)	–393,51	213,66	–394,37	37,11	44,14	9,04	–8,54	298–2500

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$, кДж моль	S_{298}^0 , Дж моль · К	$\Delta G_{f,298}^0$, кДж моль	$C_{p,298}^0$, Дж моль · К	Коэффициенты уравнения $C_p^0 = f(T)$			Температурный интервал, К
					a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	
HCO ₃ ⁻ (aq.)	-677,14	-56,9	-527,81					
COCl ₂ (г.)	-219,50	283,64	-205,31	57,76	67,15	12,03	-9,04	298–1000
CaCO ₃ (кальцит)	-1206,83	91,71	-1128,35	83,47	104,52	21,92	-25,94	298–1200
CaCO ₃ (арагонит)	-1207,1	88,7	-1127,8	81,25				
CaO (кр.)	-635,09	38,07	-603,46	42,05	49,62	4,52	-6,95	298–1800
CuCl (кр.)	-137,24	87,02	-120,06	48,53	38,27	34,38	–	298–703
FeSO ₄ (кр.)	-927,59	107,53	-819,77	100,58	–	–	–	–
Fe ₂ O ₃ (кр., гематит)	-822,16	87,45	-740,34	103,76	97,74	72,13	-12,89	298–1000
Fe ₃ O ₄ (кр., магнетит)	-1117,13	146,19	-1014,17	150,79	86,27	208,92	–	298–866
HBr (г.)	-36,38	198,58	-53,43	29,14	26,15	5,86	1,09	298–1600
HCl (г.)	-92,31	186,79	-95,30	29,14	26,53	4,60	1,09	298–2000
HCO ₃ ⁻ (aq.)	-691,99	91,2	-586,77					
HF (г.)	-273,30	173,67	-275,41	29,14	26,90	3,43	1,09	298–2500
HI (г.)	26,36	206,48	1,58	29,16	26,32	5,94	0,92	298–2000
HNO ₃ (ж.)	-173,00	156,16	-79,90	109,87	–	–	–	–
HS ⁻ (aq.)	-17,6	62,08	12,08					
HSO ₄ ⁻ (aq.)	-887,34	131,8	-755,91	-84				
H ₂ O (кр.)	-291,85	(39,33)	–	–	4,41	109,50	46,47	100–273
							($c' \cdot 10^6$)	
H ₂ O (ж.)	-285,83	69,95	-237,23	75,30	39,02	76,64	11,96	273–380
H ₂ O (г.)	-241,81	188,72	-228,61	33,61	30,00	10,71	0,33	298–2500
H ₂ O ₂ (ж.)	-187,86	109,60	-120,52	89,33	53,60	117,15	–	298–450

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$,	S_{298}^0 ,	$\Delta G_{f,298}^0$,	$C_{p,298}^0$,	Коэффициенты уравнения			Температурный интервал, К
	кДж моль	Дж моль · К	кДж моль	Дж моль · К	$C_p^0 = f(T)$			
					a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$	
H ₂ O ₂ (г.)	-135,88	234,41	-105,74	42,39	52,30	11,88	-11,88	298–1500
H ₂ S (г.)	-20,60	205,70	-33,50	33,44	29,37	15,40	–	298–1800
H ₂ SO ₄ (ж.)	-813,99	156,90	-690,14	138,91	156,90	28,30	-23,46	298–553
H ₃ PO ₄ (кр.)	-1279,05	110,50	-1119,20.	106,06	49,83	189,24	–	298–316
H ₃ PO ₄ (ж.)	-1266,90	200,83	-1134,00	106,10	–	–	–	–
KOH (кр.)	-424,72	79,28	-379,22	65,60	42,66	76,96	–	298–522
MgCO ₃ (кр.)	-1095,85	65,10	-1012,15	76,11	77,91	57,74	-17,41	298–750
MgO (кр.)	-601,49	27,07	-569,27	37,20	48,98	3,14	-11,44	298–3000
NH ₃ (ж.)	-69,87	–	–	80,75	–	–	–	–
NH ₃ (г.)	-45,94	192,66	-16,48	35,16	29,80	25,48	-1,67	298–1800
NH ₄ ⁺ (aq.)	-132,51	113,4	-79,31	79,9				
NH ₄ NO ₃ (кр.)	-365,43	151,04	-183,93	139,33	–	–	–	–
NO (г.)	91,26	210,64	87,58	29,86	29,58	3,85	-0,59	298–2500
NO ₂ (г.)	34,19	240,06	52,29	36,66	41,16	11,33	-7,02	298–1500
NO ₃ ⁻ (aq.)	-205,0	146,4	-108,74	-86,6				
N ₂ O (г.)	82,01	219,83	104,12	38,62	45,69	8,62	-8,53	298–2000
N ₂ O ₄ (г.)	11,11	304,35	99,68	79,16	83,89	39,75	-14,90	298–1000
N ₂ O ₅ (г.)	13,30	355,65	117,14	95,28	127,45	16,54	-32,85	298–2000
NaHCO ₃ (кр.)	-947,30	102,10	-849,65	87,70	44,89	143,89	–	298–500
NaOH-α	-426,35	64,43	-380,29	59,66	7,34	125,00	13,38	298–566
NaOH (ж.)	$\Delta H_{595}^{\text{плавл}} =$ = 6,36	–	–	–	89,58	-5,86	–	595–1000

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$, кДж моль	S_{298}^0 , Дж моль · К	$\Delta G_{f,298}^0$, кДж моль	$C_{p,298}^0$, Дж моль · К	Коэффициенты уравнения $C_p^0 = f(T)$			Температурный интервал, К
					a		$c' \cdot 10^{-5}$	
Na ₂ B ₄ O ₇ (кр.)	-3276,70	189,50	-3081,80	186,80	206,10	77,09	-37,49	298–1000
Na ₂ CO ₃ -α	-1130,80	138,80	-1048,20	111,30	70,63	135,6	–	298–723
Na ₂ CO ₃ (ж.)	$\Delta H_{1127}^{\text{плавл}} =$ = 33,00	–	–	–	–	–	–	–
Na ₂ CO ₃ · 10H ₂ O (кр.)	-4077	2172	-3906	536	–	–	–	–
NiO-α	-239,74	37,99	-211,60	44,31	-20,88	157,23	16,28	298–525
OH ⁻ (aq.)	-229,99	-10,75	-157,24	-148,5				
PH ₃ (г.)	+5,4	210,3	-13,4	37,11				
PO ₄ ³⁻ (aq.)	-1277,4	-222	-1018,7					
P ₂ O ₅ (кр.)	-1507,2	140,3	-1371,7	(41,8)	35,06	22,61	–	(298–500)
P ₄ O ₁₀ (кр.)	-2984,03	228,86	-2697,60	211,71	9'3,30	407,19	–	298–630
P ₄ O ₁₀ (г.)	-2894,49	394,55	-2657,46	190,79	–	–	–	–
SO ₂ (г.)	-296,90	248,07	-300,21	39,87	46,19	7,87	-7,70	298–2000
SO ₂ Cl ₂ (ж.)	-394,13	216,31	-321,49	133,89	133,89	–	–	219–342
SO ₂ Cl ₂ (г.)	-363,17	311,29	-318,85	77,40	87,91	16,15	-14,23	298–1000
SO ₃ (г.)	-395,85	256,69	-371,17	50,09	64,98	11,75	-16,37	298–1300
					91,28	-3,84	-19,61	1000–2000
SO ₄ ²⁻ (aq.)	-909,27	20,1	-744,53	-293				
Zn ²⁺ (aq.)	-153,89	-112,1	-147,06	46				
ZnO (кр.)	-348,11	43,51	-318,10	40,25	48,99	5,10	-9,12	298–1600

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$,	S_{298}^0 ,	$\Delta G_{f,298}^0$,	$C_{p,298}^0$,	Коэффициенты уравнения			Температурный интервал, К
	кДж моль	Дж моль · К	кДж моль	Дж моль · К	$C_p^0 = f(T)$			
					<i>a</i>	<i>b</i> ·10 ³	<i>c</i> ·10 ⁶	

Органические соединения

Углеводороды

CH ₄ (г.) метан	-74,85	186,27	-50,85	35,71	14,32	74,66	-17,43	298–1500
C ₂ H ₂ (г.) ацетилен	226,75	200,82	209,21	43,93	26,44	66,65	-26,48	298–1000
C ₂ H ₄ (г.) этилен	52,30	219,45	68,14	43,56	11,32	122,01	-37,90	298–1500
C ₂ H ₆ (г.) этан	-84,67	229,49	-32,93	52,64	5,75	175,11	-57,85	298–1500
C ₃ H ₆ (г.) пропен	20,41	266,94	62,70	63,89	12,44	188,38	-47,60	298–1000
C ₃ H ₆ (г.) циклопропан	53,30	237,44	104,38	55,94	-14,94	268,91	-105,90	298–1000
C ₃ H ₈ (г.) пропан	-103,85	269,91	-23,53	73,51	1,72	270,75	-94,48	298–1500
C ₃ H ₆ (г.) 1,2-бутадиен	162,21	293,01	198,44	80,12	17,74	234,43	-84,73	298–1000
C ₄ H ₆ (г.) 1,3-бутадиен (дивинил)	110,16	278,74	150,64	79,54	8,08	273,22	-111,75	298–1000
C ₄ H ₈ (г.) 2-бутен, <i>цис</i> -	-6,99	300,83	65,82	78,91	-2,72	307,11	-111,29	298–1000
C ₄ H ₈ (г.) 2-бутен, <i>транс</i> -	-11,17	296,48	62,94	87,82	20,78	250,88	-75,93	298–1000
C ₄ H ₈ (г.) циклобутан	26,65	265,39	110,03	72,22	-24,43	365,97	-140,88	298–1000
C ₄ H ₁₀ (г.) бутан	-126,15	310,12	-17,19	97,45	18,23	303,56	-92,65	298–1500
C ₄ H ₁₀ (г.) 2-метилпропан (изобутан)	-134,52	294,64	-20,95	96,82	9,61	344,79	-128,83	298–1000
C ₄ H ₈ (г.) 1-бутен	-0,13	305,60	71,26	85,65	21,47	258,40	-80,84	298–1500
C ₅ H ₁₀ (ж.) циклопентан	-105,97	204,40	36,22	126,82	–	–	–	–
Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$,	S_{298}^0 ,	$\Delta G_{f,298}^0$,	$C_{p,298}^0$,	Коэффициенты уравнения			Температурный интервал, К
	$\Delta H_{f,298}^0$,	S_{298}^0 ,	$\Delta G_{f,298}^0$,	$C_{p,298}^0$,	$C_p^0 = f(T)$			

	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	
C_8H_8 (г.) фенилэтилен (стирол)	147,36	345,10	213,82	122,09	-7,32	494,42	-202,92	298–1000
C_8H_{10} (ж.) этилбензол	-12,48	255,35	119,65	186,56	–	–	–	
C_8H_{18} (ж.) октан	-249,95	360,79	6,40	254,14	–	–	–	–
C_8H_{18} (г.) октан	-208,45	466,73	16,32	188,87	11,84	666,51	-244,93	298–1000
C_{10}H_8 (кр.) нафталин	78,07	166,90	201,08	165,27	–	–	–	–
C_{10}H_8 (ж.) нафталин	(97)	251,63	(195)	–	(180)	–	–	352–490
C_{10}H_8 (г.) нафталин	150,96	335,64	223,66	132,55	-26,48	609,48	-255,01	298–1000
C_5H_{10} (г.) циклопентан	-77,24	292,88	38,57	83,01	-42,43	475,30	-182,51	298–1000
C_5H_{12} (ж.) пентан	-173,33	262,85	-9,66	172,90	–	–	–	–
C_5H_{12} (г.) пентан	-146,44	348,95	-8,44	120,21	6,90	425,93	-154,39	298–1000
C_6H_6 (ж.) бензол	49,03	173,26	124,38	135,14	59,50	255,01	–	281–353
C_6H_6 (г.) бензол	82,93	269,20	129,68	81,67	-21,09	400,12	-169,87	298–1000
C_6H_{12} (ж.) циклогексан	-156,23	204,35	26,60	156,48	–	–	–	–
C_6H_{12} (г.) циклогексан	-123,14	298,24	31,70	106,27	-51,71	598,77	-230,00	298–1000
C_6H_{14} (ж.) гексан	-198,82	296,02	-4,41	194,93	–	–	–	–
C_6H_{14} (г.) гексан	-167,19	388,40	-0,32	143,09	8,66	505,85	-184,43	298–1000
C_7H_8 (ж.) толуол	12,01	220,96	113,77	156,06	59,62	326,98	–	281–382
C_7H_8 (г.) толуол	50,00	320,66	122,03	103,64	-21,59	476,85	-190,33	298–1000
C_8H_8 (ж.) фенилэтилен (стирол)	103,89	237,57	202,41	182,59	–	–	–	–

Кислородсодержащие соединения

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$	S_{298}^0	$\Delta G_{f,298}^0$	$C_{p,298}^0$	Коэффициенты уравнения	Температурный
----------	----------------------	-------------	----------------------	---------------	------------------------	---------------

	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$C_p^0 = f(T)$			интервал, К
					a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	
СН ₂ О (г.) формальдегид	-115,90	218,78	-109,94	35,39	18,82	58,38	-15,61	298–1500
СН ₂ О ₂ (ж.) муравьиная кислота	-424,76	128,95	-361,74	99,04	–	–	–	–
СН ₂ О ₂ (г.) муравьиная кислота	-378,80	248,77	-351,51	45,80	19,40	112,80	-47,50	298–1000
СН ₂ О ₂ (ж.) муравьиная кислота	-424,72	128,95	-361,35	99,04				
СН ₄ О (ж.) метанол	-238,57	126,78	-166,27	81,60	–	–	–	–
СН ₄ О (г.) метанол	-201,00	239,76	-162,38	44,13	15,28	105,20	-31,04	298–1000
С ₂ Н ₄ О (г.) ацетальдегид	-166,00	264,20	-132,95	54,64	13,00	153,50	-53,70	298–1000
С ₂ Н ₄ О (г.) этиленоксид	-52,63	242,42	-13,09	48,50	-2,02	190,60	-73,60	298–1000
С ₂ Н ₄ О ₂ (ж.) уксусная кислота	-484,09	159,83	-389,36	123,43	–	–	–	–
С ₂ Н ₄ О ₂ (г.) уксусная кислота	-434,84	282,50	-376,68	66,50	14,82	196,70	-77,70	298–1000
СН ₃ СО ₂ ⁻ (aq.) ацетатный ион	-486,01	86,6	-369,31	-6,3				
С ₂ Н ₆ О (ж.) этанол	-276,98	160,67	-174,15	111,96	–	–	–	–
С ₂ Н ₆ О (г.) этанол	-234,80	281,38	-167,96	65,75	10,99	204,70	-74,20	298–1000
С ₂ Н ₆ О (г.) диметиловый эфир	-184,05	267,06	-112,94	65,81	16,18	183,90	-58,70	298–1000
Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$,	S_{298}^0 ,	$\Delta G_{f,298}^0$,	$C_{p,298}^0$,	Коэффициенты уравнения $C_p^0 = f(T)$			Температурный интервал, К
					a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$	

	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$				
$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (ж.) ацетон	-248,11	200,41	-155,42	125,00	–	–	–	–
$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ (г.) ацетон	-217,57	294,93	-153,05	74,90	22,47	201,80	-63,50	298–1500
$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ (ж.) этилацетат	-479,03	259,41	-332,74	169,87	–	–	–	–
$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ (кр.) фенол	-164,85	144,01	-50,21	134,70	–	–	–	–
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (кр.) α -D-глюкоза	-1274,45	212,13	-910,56	218,87				
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (кр.) β -D-глюкоза	-1268,05	228,03	-908,89					
$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ (кр.) бензойная кислота	-385,14	167,57	-245,24	145,18	–	–	–	–
$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (кр.) сахароза	-2222,12	360,24	-1544,70	425,00	–	–	–	–

Галогенсодержащие соединения

CHCl_3 (ж.) трихлорметан (хлороформ)	-132,21	202,92	-71,85	116,30	–	–	–	–
CHCl_3 (г.) трихлорметан (хлороформ)	-101,25	295,64	-68,52	65,73	29,50	148,90	-90,70	298–773
$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ (г.) хлорэтан	-111,72	275,85	-60,04	62,72	11,63	193,00	-72,92	298–1000

Азотсодержащие соединения

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$, $\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	S_{298}^0 , $\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$\Delta G_{f,298}^0$, $\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$C_{p,298}^0$, $\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	Коэффициенты уравнения $C_p^0 = f(T)$			Температурный интервал, К
	a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^6$					
$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ (кр.) карбамид (мочевина)	-333,17	104,60	-197,15	93,14	–	–	–	–

CH ₅ N (г.) метиламин	-23,01	242,59	32,18	50,08	14,70	132,60	-41,08	298-1000
C ₆ H ₅ NO ₂ (ж.) нитробензол	15,90	224,26	146,20	(186)	-	-	-	-
C ₆ H ₇ N (ж.) анилин	31,09	191,29	149,08	190,79	-	-	-	-
C ₆ H ₇ N (г.) анилин	86,86	319,20	166,67	108,40	-6,00	439,40	-185,30	298-1000
C ₉ H ₉ O ₄ N _(ж) этиловый эфир нитробензойной кислоты C ₂ H ₅ O-CO-C ₆ H ₄ NO ₂	-463,2							
C ₉ H ₁₁ O ₂ N _(ж) этиловый эфир аминокбензойной кислоты C ₂ H ₅ O-CO-C ₆ H ₄ NH ₂	-1759,0							

5. Теплота сгорания питательных веществ в живом организме и в калориметре

Вещество	ΔH_c в организме, ккал/г	ΔH_c в калориметре, ккал/г
Углеводы	-4,1	-4,1
Жиры	-9,3	-9,3
Белки (организме окисляются не полностью – до мочевины)	-4,1	-5,7

6. Криоскопические и эбуллиоскопические константы

Растворитель	$K_{кр}$	$K_{эб}$
Вода	1,86	0,514
Уксусная кислота	3,90	2,93
Бензол	5,12	2,64
Нафталин	6,8	5,65
Фенол	7,27	3,04
CCl_4	30	4,95
Камфора	39,8	6,09
Этанол		1,15
Диэтиловый эфир	1,79	2,02
Хлороформ	4,9	3,88
Анилин	5,87	3,22
Ацетон	2,4	1,48
Нитробензол	6,90	5,27

7. Удельная электрическая проводимость растворов KCl

c_{KCl} , М	κ , См/м, при температуре, °С						
	0	5	10	15	20	25	30
0,01	0,0776	0,0896	0,1020	0,1147	0,1278	0,1413	0,1552
0,02	0,1521	0,1752	0,1994	0,2243	0,2501	0,2765	0,3036
0,1	0,715	0,822	0,933	1,048	1,167	1,288	1,412
1,0	6,541	7,414	8,319	9,252	10,207	11,180	–

8. Предельные молярные подвижности ионов в водном растворе при 25°C

Катионы	λ_i^0 , Ом ⁻¹ ·см ² ·моль ⁻¹	Анионы	λ_i^0 , Ом ⁻¹ ·см ² ·моль ⁻¹
H ⁺	349,8	Br ⁻	78,14
Li ⁺	36,68	Г	78,84
Na ⁺	50,10	ClO ₄ ⁻	67,36
K ⁺	73,50	NO ₃ ⁻	71,46
Rb ⁺	77,81	NO ₂ ⁻	72,0
Ag ⁺	61,90	1/2CO ₃ ²⁻	69,3
NH ₄ ⁺	73,55	1/2SO ₄ ²⁻	79,8
CH ₃ NH ₃ ⁺	58,7	HCOO ⁻	54,6
(CH ₃) ₂ NH ₂ ⁺	51,9	CH ₃ COO ⁻	40,9
(CH ₃) ₃ NH ⁺	47,25	C ₂ H ₅ COO ⁻	35,8
(CH ₃) ₄ N ⁺	44,92	C ₃ H ₇ COO ⁻	32,6
1/2Mg ²⁺	53,05	C ₄ H ₉ COO ⁻	28,8
1/2Ca ²⁺	59,50	C ₆ H ₅ COO ⁻	35,8
1/2Ba ²⁺	63,63	CH ₂ ClCOO ⁻	39,8
OH ⁻	198,3	CHCl ₂ COO ⁻	38,3
F ⁻	55,4	CCl ₃ COO ⁻	36,6
Cl ⁻	76,35	CH ₂ CNCOO ⁻	39,8

9. Молярная электропроводность разбавленных водных растворов электролитов при 25°C

$$\lambda_c = \lambda^* (1 - a\sqrt{c} + bc)$$

λ_c – молярная электропроводность, См·м²/моль;

c – концентрация, моль/л.

Коэффициенты λ^* , a , b применимы в области концентраций 0,001 – 0,1 моль/л.

Электролит	$\lambda^* \cdot 10^4$	a	b
HCl	426,0	0,37	0,38
HBr	429,4	0,37	0,35
HI	428	0,37	0,42
KCl	149,8	0,63	0,64
KBr	151,7	0,62	0,62
KI	150,8	0,63	0,62
KNO ₃	144,5	0,64	0,36
KOH	271	0,45	0,4
1/2K ₂ SO ₄	151,4	1,24	1,14
NaCl	126,5	0,70	0,74
NaBr	126,0	0,70	0,5
NaI	127,0	0,70	0,80
NaOH	246,5	0,47	0,3
1/2Na ₂ SO ₄	129,0	1,39	1,50

10. Константы диссоциации слабых кислот при 25°C

Кислота	Формула	K_a , моль/л	pK_a
Азотистая	HNO_2	$6,9 \cdot 10^{-4}$	3,16
Аскорбиновая	$C_6H_8O_6$	$K_1 = 9,1 \cdot 10^{-5}$ $K_2 = 4,6 \cdot 10^{-12}$	4,04 11,34
Бензойная	C_6H_5COOH	$6,3 \cdot 10^{-5}$	4,20
Винная	$C_4H_6O_6$	$K_1 = 1,3 \cdot 10^{-3}$ $K_2 = 3,0 \cdot 10^{-5}$	2,89 4,52
Гемоглобин	Hb	$6,31 \cdot 10^{-9}$	8,20
Глицериновая	$C_3H_6O_4$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	3,52
Глюконовая	$C_6H_{12}O_7$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	3,86
Молочная	$C_3H_6O_3$	$1,37 \cdot 10^{-4}$	3,863
Муравьиная	$HCOOH$	$1,772 \cdot 10^{-4}$	3,752
Оксигемоглобин	HbO_2	$2,12 \cdot 10^{-7}$	6,95
Пероксид водорода	H_2O_2	$2,0 \cdot 10^{-12}$	11,7
Серная	H_2SO_4	$K_2 = 1,15 \cdot 10^{-2}$	1,94
Сероводородная	H_2S	$K_1 = 1,0 \cdot 10^{-7}$ $K_2 = 2,5 \cdot 10^{-13}$	6,99 12,60
Уксусная	CH_3COOH	$1,754 \cdot 10^{-5}$	4,756
Фенол	C_6H_5OH	$1,01 \cdot 10^{-10}$	9,998
Фосфорная (ортофосфорная)	H_3PO_4	$K_1 = 7,11 \cdot 10^{-3}$ $K_2 = 6,34 \cdot 10^{-8}$ $K_3 = 1,26 \cdot 10^{-12}$	2,148 7,198 11,90
Фтороводородная	HF	$6,2 \cdot 10^{-4}$	3,21
Щавелевая	$H_2C_2O_4$	$K_1 = 6,5 \cdot 10^{-2}$ $K_2 = 5,18 \cdot 10^{-5}$	1,187 4,296

11. Константы диссоциации слабых оснований при 25°C

Основание	Формула	K_b , моль/л	pK_b
Гидроксид аммония	NH_4OH	$1,77 \cdot 10^{-5}$	4,752
Метиламин	CH_3NH_2	$4,24 \cdot 10^{-4}$	3,373
Этиламин	$C_2H_5NH_2$	$3,18 \cdot 10^{-4}$	3,498
Пропиламин	$C_3H_7NH_2$	$5,62 \cdot 10^{-4}$	3,256
Бутиламин	$C_4H_9NH_2$	$4,57 \cdot 10^{-4}$	3,340
Диметиламин	$(CH_3)_2NH$	$6 \cdot 10^{-4}$	3,222
Триметиламин	$(CH_3)_3N$	$6,31 \cdot 10^{-5}$	4,200
Диэтиламин	$(C_2H_5)_2NH$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	3,018
Анилин	$C_6H_5NH_2$	$3,82 \cdot 10^{-10}$	9,418
Бензиламин	$C_6H_5CH_2NH_2$	$2,35 \cdot 10^{-5}$	4,629
Гидразин	N_2H_4	$1,7 \cdot 10^{-6}$	5,77
Пиперидин	$C_5H_{11}NH$	$1,32 \cdot 10^{-3}$	2,879
Пиридин	C_5H_5N	$1,71 \cdot 10^{-9}$	8,767

12. Стандартные электродные потенциалы при 25°C

Электрод	Электродная реакция	E° , В
Li^+ / Li	$\text{Li}^+ + e = \text{Li}$	- 3,045
K^+ / K	$\text{K}^+ + e = \text{K}$	- 2,925
$\text{Ba}^{2+} / \text{Ba}$	$\text{Ba}^{2+} + 2e = \text{Ba}$	- 2,906
$\text{Ca}^{2+} / \text{Ca}$	$\text{Ca}^{2+} + 2e = \text{Ca}$	- 2,866
Na^+ / Na	$\text{Na}^+ + e = \text{Na}$	- 2,714
$\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$	$\text{Mg}^{2+} + 2e = \text{Mg}$	- 2,363
$\text{Mn}^{2+} / \text{Mn}$	$\text{Mn}^{2+} + 2e = \text{Mn}$	- 1,180
$\text{Se} / \text{Se}^{2-}$	$\text{Se} + 2e = \text{Se}^{2-}$	- 0,77
$\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$	$\text{Zn}^{2+} + 2e = \text{Zn}$	- 0,763
S / S^{2-}	$\text{S} + 2e = \text{S}^{2-}$	- 0,51
$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	$\text{Fe}^{2+} + 2e = \text{Fe}$	- 0,440
$\text{Cr}^{3+}, \text{Cr}^{2+} / \text{Pt}$	$\text{Cr}^{3+} + e = \text{Cr}^{2+}$	- 0,408
$\text{Cd}^{2+} / \text{Cd}$	$\text{Cd}^{2+} + 2e = \text{Cd}$	- 0,403
$\text{Co}^{2+} / \text{Co}$	$\text{Co}^{2+} + 2e = \text{Co}$	- 0,277
$\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$	$\text{Ni}^{2+} + 2e = \text{Ni}$	- 0,250
$\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$	$\text{Sn}^{2+} + 2e = \text{Sn}$	- 0,136
$\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$	$\text{Pb}^{2+} + 2e = \text{Pb}$	- 0,126
$\text{H}^+ / \text{H}_2, \text{Pt}$	$\text{H}^+ + e = 1/2\text{H}_2$	0,000
$\text{Sn}^{4+}, \text{Sn}^{2+} / \text{Pt}$	$\text{Sn}^{4+} + 2e = \text{Sn}^{2+}$	+ 0,15
$\text{Cl}^- / \text{AgCl} / \text{Ag}$	$\text{AgCl} + e = \text{Ag} + \text{Cl}^-$	+ 0,222
$\text{Cl}^- / \text{Hg}_2\text{Cl}_2 / \text{Hg}$	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e = 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$	+ 0,268
$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$	$\text{Cu}^{2+} + 2e = \text{Cu}$	+ 0,337
Cu^+ / Cu	$\text{Cu}^+ + e = \text{Cu}$	+ 0,521
$\text{I}_2 / \text{I}^-, \text{Pt}$	$\text{I}_2 + 2e = 2\text{I}^-$	+ 0,536
$\text{MnO}_4^-, \text{MnO}_4^{2-} / \text{Pt}$	$\text{MnO}_4^- + e = \text{MnO}_4^{2-}$	+ 0,564
$\text{MnO}_4^-, \text{MnO}_2 / \text{Pt}$	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+ 0,60
$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2, \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2, \text{H}^+ \text{Pt}$	$\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$	+ 0,699
$\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+} / \text{Pt}$	$\text{Fe}^{3+} + e = \text{Fe}^{2+}$	+ 0,771
Ag^+ / Ag	$\text{Ag}^+ + e = \text{Ag}$	+ 0,799
$\text{Hg}^{2+} / \text{Hg}$	$\text{Hg}^{2+} + 2e = \text{Hg}$	+ 0,854
$\text{Hg}^{2+}, \text{Hg}^+ / \text{Pt}$	$\text{Hg}^{2+} + e = \text{Hg}^+$	+ 0,91
$\text{Br}_2 / \text{Br}^-, \text{Pt}$	$\text{Br}_2 + 2e = 2\text{Br}^-$	+ 1,065
$\text{Pt}^{2+} / \text{Pt}$	$\text{Pt}^{2+} + 2e = \text{Pt}$	+ 1,2
$\text{MnO}_2 / \text{Mn}^{2+}, \text{H}^+, \text{Pt}$	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+ 1,23
$\text{Cl}_2 / \text{Cl}^-, \text{Pt}$	$\text{Cl}_2 + 2e = 2\text{Cl}^-$	+ 1,360
$\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}, \text{Pt}$	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+ 1,51
$\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{MnO}_2, \text{Pt}$	$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3e = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+ 1,695
$\text{H}_2 / \text{H}^-, \text{Pt}$	$\text{H}_2 + 2e = 2\text{H}^-$	+ 2,2
$\text{F}_2 / \text{F}^-, \text{Pt}$	$\text{F}_2 + 2e = 2\text{F}^-$	+ 2,87

13. Основные физические постоянные

Величина	Символ	Значение	Размерность
Постоянная Авогадро	N_A	$6,022137 \cdot 10^{23}$	моль ⁻¹
Газовая постоянная	R	8,314510	Дж/(моль·К)
Постоянная Фарадея	F	96485,31	Кл·моль ⁻¹
Постоянная Планка	h	$6,626075 \cdot 10^{-34}$	Дж·с
Константа Больцмана	k_B	$1,380658 \cdot 10^{-23}$	Дж·К ⁻¹
Стандартное ускорение свободного падения	g	9,80665 (точно)	м·с ⁻²

14. Плотность ПАВ в жидком состоянии

№	ПАВ	Плотность, г/см ³
1	Изоамиловый спирт	0,810
2	Бутанол-1	0,810
3	Пентанол-2	0,810

15. Зависимость поверхностного натяжения воды от температуры

№	$t, ^\circ C$	$\sigma, \text{Дж/м}^2 \cdot 10^3$
1	15	73,49
2	16	73,34
3	17	73,19
4	18	73,05
5	19	72,90
6	20	72,75
7	21	72,59
8	22	72,44
9	23	72,28
10	24	72,13
11	25	71,97
12	26	71,82

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. Физическая и коллоидная химия: Учебник под ред. А.П. Беляева. – М.:ГЭОТАР – Медиа, 2014. – 704 с.
2. Мушкамбаров Н.И. Физическая и коллоидная химия: Курс лекций. – М.: ГОЭТАР-МЕД, 2001. – 384 с.
3. Задачи по физической и коллоидной химии: часть II Коллоидная химия / Балачевская О.В., Шельдешов Н.В., Хосроева Д.А. // Под ред. Литвиновой Т.Н. – Краснодар: КГМУ, 2009 – 138 с.
4. Задачи по физической и коллоидной химии, ч. II Коллоидная химия / Балачевская О.В., Шельдешов Н.В., Хосроева Д.А. // Под ред. Литвиновой Т.Н. – Краснодар: КГМУ, 2009. – 138 с.

Дополнительная

5. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа / Чарыков А.К. – Л.: Химия, 1984. – 168 с.
6. Скатецкий В.Г. Математические методы в химии / Скатецкий В.Г., Свиридов Д.В., Яшкин В.И. – Минск: «Тетра Системс», 2006. – 368 с.
7. Гланц С. Медико-биологическая статистика / Гланц С. – М.: Практика, 1999. – 460 с.
8. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Глава 1. Количественный химический анализ. 1.4. Статистическая обработка результатов количественного анализа. 1.5. Оценка методов анализа по правильности и воспроизводимости / Харитонов Ю.Я. – М.: Высш. шк., 2003. – Т. 2. – 559 с.
9. Литвинова Т.Н. Задачи по общей химии с медико-биологической направленностью / Литвинова Т.Н – Краснодар, КГМУ, 2014. – 319 с.
10. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого / Слесарев В.И. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2017. – 784 с.

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

Модуль 1. Термодинамика. Термохимия

$$pV = nRT \qquad A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$$

$$A = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = nRT \ln \frac{p_1}{p_2}$$

$$\Delta H^0 = (c\Delta H_f^0(C) + d\Delta H_f^0(D)) - (a\Delta H_f^0(A) + b\Delta H_f^0(B))$$

$$\Delta H^0 = (a\Delta H_c^0(A) + b\Delta H_c^0(B)) - (c\Delta H_c^0(C) + d\Delta H_c^0(D))$$

$$\Delta S_{r,298} = \sum (v_i S_{i,298}^0)_{\text{прод}} - \sum (v_i S_{i,298}^0)_{\text{исх}} \qquad \Delta H_{rT} = \Delta H_{r298} + \int_{298}^T \Delta C_p dT$$

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_2}{V_1} \qquad \Delta S = nR \ln \frac{p_1}{p_2}$$

$$F = U - TS \qquad G = H - TS$$

$$\Delta G = G_2 - G_1 = RT \ln \frac{p_2}{p_1} \qquad \Delta F = F_2 - F_1 = RT \ln \frac{V_1}{V_2}$$

$$K_c = \frac{(c'_C)^{v_C} (c'_D)^{v_D}}{(c'_A)^{v_A} (c'_B)^{v_B}}, \qquad K_p = \frac{(p_C^p)^{v_C} (p_D^p)^{v_D}}{(p_A^p)^{v_A} (p_B^p)^{v_B}}$$

$$\Delta G_r^0 = -RT \ln K_p \qquad \ln K_p = -\frac{\Delta G_{r298}^0}{298R}$$

$$\Delta G_{r298}^0 = \sum (v_i \Delta G_{f298,i}^0)_{\text{прод}} - \sum (v_i \Delta G_{f298,i}^0)_{\text{исх}}$$

$$\Delta G_{r298}^0 = \Delta H_{r298}^0 - 298\Delta S_{r298}^0$$

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H_r^0}{RT^2}$$

$$\ln K_{p(T_2)} = \ln K_{p(T_1)} - \frac{\Delta H_r^0}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Модуль 2. Химическое равновесие. Фазовые равновесия

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

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta H_{\phi.\Pi}}{T_{\phi.\Pi} \Delta V_{\phi.\Pi}}$$

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = -\frac{\Delta H_{\phi.\Pi}}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = \frac{\Delta H_{\phi.\Pi} (T_2 - T_1)}{RT_1 T_2}$$

$$\frac{g_{жс}}{g_{ме}} = \frac{t_r r}{rs}$$

$$\omega_B = \frac{m_B^{\Pi}}{m_B^{\Pi} + m_O^{\Pi}} 100 = \frac{n_B M_B}{n_B M_B + n_O M_O} 100$$

$$\omega_O = \frac{m_O^{\Pi}}{m_O^{\Pi} + m_B^{\Pi}} 100 = \frac{n_O M_O}{n_O M_O + n_B M_B} 100$$

$$K_p = c_i^O / c_i^B$$

$$m_1 = m_0 \frac{V_1}{K_p V_2 + V_1}$$

$$m_1 = \frac{m_0}{K_p V_p + 1}$$

$$m_n = m_0 \left(\frac{n}{K_p V_p + n} \right)^n$$

Модуль 3. Коллигативные свойства растворов. Электрохимия

$$\frac{p_1^0 - p_1}{p_1^0} = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

$$i = 1 + \alpha(v-1)$$

$$p_{\text{осм}} = c_2 RT$$

$$p_{\text{осм}} = ic_2 RT$$

$$c_2 = \frac{m_2}{M_2 V}$$

$$p_{\text{осм}} = \frac{m_2 RT}{M_2 V}$$

$$M_2 = \frac{m_2 1000}{m_1 p_{\text{осм}}} RT$$

$$\Delta T_{\text{зам}} = K_{\text{кр}} c_{m,2}$$

$$\Delta T_{\text{зам}} = i K_{\text{кр}} c_{m,2}$$

$$K_{\text{зам}} = \frac{RT_{\text{зам, р-теля}}^2}{l_{\text{пл}} 1000}$$

$$\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{эб}} c_{m,2}$$

$$\Delta T_{\text{кип}} = i K_{\text{эб}} c_{m,2}$$

$$K_{\text{эб}} = \frac{RT_{\text{кип, р-теля}}^2}{l_{\text{исп}} 1000}$$

$$M_2 = K_{\text{кр}} \frac{m_2 1000}{m_1 \Delta T_{\text{зам}}}$$

$$M_2 = K_{\text{эб}} \frac{m_2 1000}{m_1 \Delta T_{\text{кип}}}$$

$$I = 0,5 \sum_i z_i^2 c_i$$

$$a_i = \gamma_i c_i$$

$$\lg \gamma_i = -0,509 z_i^2 \sqrt{I}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \lg \frac{c_{\text{к-ты}}}{c_{\text{соли}}}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \lg \frac{c_{\text{к-ты}}^{\text{исх}} V_{\text{к-ты}}^{\text{исх}}}{c_{\text{соли}}^{\text{исх}} V_{\text{соли}}^{\text{исх}}}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{p}K_b + \lg \frac{c_{\text{осн}}}{c_{\text{соли}}}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{p}K_b + \lg \frac{c_{\text{осн}}^{\text{исх}} V_{\text{осн}}^{\text{исх}}}{c_{\text{соли}}^{\text{исх}} V_{\text{соли}}^{\text{исх}}}$$

$$B_a = \frac{c_{\text{моль-экв.к-ты}} \cdot V_{\text{к-ты}}}{|\Delta \text{pH}| V_{\text{буф.рра}}}$$

$$B_b = \frac{c_{\text{моль-экв.щелочи}} \cdot V_{\text{щелочи}}}{|\Delta \text{pH}| V_{\text{буф.рра}}}$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \lg \frac{c_{\text{соли}} \cdot V_{\text{соли}} + c_{\text{щелочи}} \cdot V_{\text{щелочи}}}{c_{\text{к-ты}} \cdot V_{\text{к-ты}} - c_{\text{щелочи}} \cdot V_{\text{щелочи}}}$$

$$G = 1/R \quad R = \rho \frac{l}{S} \quad \kappa = 1/\rho$$

$$K_{\text{яч}} = \frac{l}{S} \quad R = \frac{K_{\text{яч}}}{\kappa} \quad \lambda = \kappa/c$$

$$\lambda = \lambda_+ + \lambda_- \quad \lambda = \alpha \lambda^0$$

$$K_a = \frac{\alpha^2 c_0}{1 - \alpha} \quad K_a = \alpha^2 c_0$$

$$E_{\text{AgCl/Ag,Cl}^-} = E_{\text{AgCl/Ag,Cl}^-}^0 - \frac{RT}{F} \ln a_{\text{Cl}^-}$$

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 + \frac{RT}{2F} \ln a_{\text{Cu}^{2+}}$$

$$E_{1/2\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg,Cl}^-} = E_{1/2\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg,Cl}^-}^0 - \frac{RT}{F} \ln a_{\text{Cl}^-}$$

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{\text{Fe}^{3+}}}{a_{\text{Fe}^{2+}}}$$

$$E = E^0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{\text{Q}} a_{\text{H}^+}^2}{a_{\text{QH}_2}} = E^0 + \frac{RT}{F} \ln a_{\text{H}^+} = E^0 - \frac{RT}{F} \text{pH}$$

$$E_{2\text{H}^+,\text{H}_2} = E_{2\text{H}^+,\text{H}_2}^0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{\text{H}^+}^2}{p_{\text{H}_2}}$$

$$E = E_{\text{правый}} - E_{\text{левый}} = \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_1}{a_2}$$

$$E = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{\text{Cu}^{2+}}}{a_{\text{Zn}^{2+}}}$$

$$\Delta G = -nFE$$

Модуль 4. Кинетика химических реакций и катализ

$$v_i = -\frac{c_{A,i+1} - c_{A,i}}{t_{i+1} - t_i} \quad t_i = \frac{t_{i+1} + t_i}{2}$$

$$v_i = -\frac{c_{A,i+1} - c_{A,i}}{t_{i+1} - t_i} \quad v = kc_A^{n_A} c_B^{n_B}$$

$$-\frac{dc}{dt} = k \quad c = c_0 - kt \quad k = \frac{1}{t}(c_0 - c) \quad t_{1/2} = \frac{c_0}{2k}$$

$$-\frac{dc}{dt} = kc \quad \ln c = \ln c_0 - kt \quad k = \frac{1}{t} \ln \frac{c_0}{c} \quad t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$-\frac{dc}{dt} = kc^2 \quad \frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} + kt \quad k = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{c_0} \right) \quad t_{1/2} = \frac{1}{kc_0}$$

$$\frac{k_2}{k_1} = \gamma^{10} \quad \ln v = \ln k + n_A \ln c_A \quad \ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T}$$

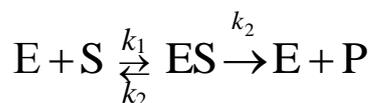
$$E_a = -R \frac{\ln k_2 - \ln k_1}{1/T_2 - 1/T_1} \quad E_a = R \frac{T_1 T_2 \ln(k_2 / k_1)}{(T_2 - T_1)}$$

$$\ln k_2 = \ln k_1 - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad \ln k_2 = \ln k_1 + \frac{E_a (T_2 - T_1)}{RT_1 T_2}$$

$$t_{25} = \frac{1}{k_{25}} \ln \frac{c_0}{0,9c_0} = \frac{1}{k_{25}} \ln \frac{1}{0,9}$$

$$\frac{k_{40}}{k_{25}} = \exp \left(-\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{273+40} - \frac{1}{273+25} \right) \right)$$

$$t_{25} = t_{40} \cdot \exp \left(-\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{273+40} - \frac{1}{273+25} \right) \right)$$



$$v = \frac{k_2[E]_0[S]_0}{K_M + [S]_0} \quad K_M = \frac{k_2 + k_{-1}}{k_1} \quad \frac{1}{v} = \frac{1}{v_{\max}} + \frac{K_M}{v_{\max}} \cdot \frac{1}{[S]_0}$$

Модуль 5. Поверхностные явления и адсорбция

$$\sigma = \frac{\sigma_0 n_0 \rho}{n \rho_0} \quad \cos \theta = \frac{\sigma_{\text{ТГ}} - \sigma_{\text{ТЖ}}}{\sigma_{\text{ЖГ}}} \quad \sigma_{\text{ТГ}} = \sigma_{\text{ТЖ}} + \sigma_{\text{ЖГ}} \cos \theta$$

$$A_c = 2\sigma \quad A_a = (\sigma_{\text{ТГ}} + \sigma_{\text{ЖГ}}) - \sigma_{\text{ТЖ}} \quad \Delta G = -A_a$$

$$A_a = \sigma_{\text{ГЖ}}(1 + \cos \theta) \quad H = G + TS \quad \Delta H_{\text{см}} = -H^s S_{\text{уд}}$$

$$\Delta H_{\text{см}} = -\frac{\Delta T_{\text{см}}(c_k + m_1 c_1 + m_2 c_2)}{m_1} \quad \left(\frac{H_{\text{см}}^{\text{В}}}{H_{\text{см}}^{\text{М}}} \right) = b$$

$$S_{\text{уд}} = -\frac{\Delta H_{\text{см}}}{H^s} \quad \Gamma = -\frac{c}{RT} \frac{d\sigma}{dc} \quad g = -\left(\frac{d\sigma}{dc} \right)_{c \rightarrow 0}$$

$$\frac{\Delta \sigma}{\Delta c} = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{c_2 - c_1} \quad \Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{Kc}{1 + Kc} \quad \Gamma = \Gamma_{\infty} Kc$$

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1 + Kc}{\Gamma_{\infty} Kc} \quad \frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty}} + \frac{1}{\Gamma_{\infty} K} \frac{1}{c} \quad S_0 = \frac{1}{\Gamma_{\infty} N_A}$$

$$l = \frac{\Gamma_{\infty} M}{\rho} \quad \sigma = \sigma_0 - B \ln(1 + Kc) \quad B = RT\Gamma_{\infty}$$

$$\sigma = \sigma_0 - RT\Gamma_{\infty} \ln(1 + Kc) \quad \frac{g_{n+1}}{g_n} = 3 \div 3,5$$

$$a = \frac{(c_0 - c_p)V}{m_{\text{адс}}} \quad h = \frac{c_0 - c_p}{c_0} \cdot 100\%$$

$$a = a_{\infty} \frac{Kc}{1 + Kc} \quad a = a_{\infty} \frac{Kp}{1 + Kp}$$

$$S_{\text{уд}} = a_{\infty} S_0 N_A \quad a = \frac{x}{m} = Kc^{1/n}$$

$$\lg \frac{x}{m} = \lg K + \frac{1}{n} \lg c$$

$$\text{ПОЕ} = \frac{cV_{\text{общ}}}{m}$$

Модуль 6. Дисперсные системы и их свойства

$$S_{уд,V} = \frac{S}{V} \quad S_{уд,m} = \frac{S}{m} \quad S_{уд,сф} = \frac{3}{r} \quad S_{уд,куб} = \frac{6}{a}$$

$$\overline{\Delta x^2} = 2Dt \quad D = \frac{RT}{k_{тр}} \quad D = \frac{RT}{6\pi\eta r N_A} \quad \overline{\Delta x^2} = \frac{RT}{3\pi\eta r N_A} t$$

$$u_0 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E \xi}{\eta} \quad u_{эо} = \frac{u_0}{E} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \xi}{\eta}$$

$$c_{ПК} = \frac{c_{эл} V_{эл}}{V_{золя} + V_{эл}} \quad c_{ПК} = \frac{const}{z^6} \quad c_{ПК}^I : c_{ПК}^{II} : c_{ПК}^{III} = 500 : 25 : 1$$

$$N_{ГЛБ} = 7 + \sum n_i \Delta_i$$

$$\Delta G_M^0 = RT \ln KKM$$

$$\Delta G_M^0 = \Delta H_M^0 - T \Delta S_M^0$$

$$\alpha = \frac{(V - V_0)}{V_0}$$

$$\alpha = \frac{(m - m_0)}{m_0}$$

$$\ln \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha} = K \tau$$

$$\eta_{уд} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0}$$

$$\eta_{отн} = \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{\tau}{\tau_0}$$

$$\eta_{уд} = KM c$$

$$\eta_{пр} = \frac{\eta_{уд}}{c} = KM$$

$$[\eta] = KM^\alpha$$

$$M = \sqrt[\alpha]{\frac{[\eta]}{K}}$$

$$p_{осм} = \frac{RT}{M} c + \beta c^2$$

$$p_{осм} = cRT/M$$