Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 30.09.2023 16:29:06
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

Приложение № 3
к приказу Московского Политеха
от 15.03.2023 г. № 293-ОД

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /А.С. Соколов/
«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.1.16.10 Коллоидная химия

Направление подготовки/специальность
19.03.01 Биотехнология
Квалификация бакалавр
Форма обучения очная

Москва, 2023 г.

Разработчик:

Профессор, доктор химических наук  /А.Н. Подобаев/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «ХимБиотех»,
профессор,д-р.б.н  /Т.И. Громовых/

Содержание

Содержание
Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине.....3
Место дисциплины в структуре образовательной программы.....3
Структура и содержание дисциплины.....5
Виды учебной работы и трудоемкость.....5
Тематический план изучения дисциплины.....6
Содержание дисциплины.....7
Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий.....27
Тематика курсовых проектов (курсовых работ).....28
Учебно-методическое и информационное обеспечение.....28
Нормативные документы и ГОСТы.....28
Основная литература.....28
Дополнительная литература.....28
Электронные образовательные ресурсы.....29
Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение.....29
Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....29
Материально-техническое обеспечение.....29
Методические рекомендации.....30
Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения.....30
Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....37
Фонд оценочных средств.....38
Методы контроля и оценивания результатов обучения.....38
Шкала и критерии оценивания результатов обучения.....44
Оценочные средства.....47

Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Коллоидная химия» следует отнести:
– формирование знаний о современных представлениях о коллоидных и дисперсных системах, о законах, характеризующих поведение и свойства этих систем и о значении данных систем в различных областях;
– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин, применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач, применять знания общих и специфических закономерностей различных областей химической науки при решении профессиональных задач, анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии, проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам, выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения, обрабатывать результаты эксперимента.
К **основным задачам** освоения дисциплины «Коллоидная химия» следует отнести:
- формирование у студентов навыков и умения работы с измерительными приборами, постановки и проведения количественного эксперимента, математической обработки экспериментальных данных;
- развитие способности к творчеству;
- развитие способности и выработка потребности к самостоятельному приобретению знаний по коллоидной химии.

Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Коллоидная химия» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части (Блок 1) основной образовательной программы бакалавриата.
«Коллоидная химия» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:
В базовой части (Б.1.1.1):
– Общая и неорганическая химия;
– Органическая химия;
В вариативной части (Б.1.1.2):
– Физическая химия;
– Аналитическая химия и физико-химические методы анализа.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетен-ции	**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-1	Быть способен изучать, анализировать, использовать объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических и химических наук и их взаимосвязях	ИОПК-1.1. Знает законы и закономерности математических, физических, химических наук и их взаимосвязи ИОПК-1.2. Способен изучать и анализировать химические объекты и процессы ИОПК -1.3. Владеет навыками использования в профессиональной деятельности химических объектов и процессов
ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические методы	ИОПК-7.1. Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, применяемые в коллоидной химии ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в коллоидной химии ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Коллоидная химия» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части (Блок 1) основной образовательной программы бакалавриата.
«Коллоидная химия» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:
В базовой части (Б.1.1.1):
– Общая и неорганическая химия;
– Органическая химия;
В вариативной части (Б.1.1.2):
– Физическая химия;
– Аналитическая химия и физико-химические методы анализа.

• Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

• Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
1	**Аудиторные занятия**	90	5	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	5	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	5	
1.3	Лабораторные занятия	36	5	
2	**Самостоятельная работа**	18	5	
	В том числе:			
2.1	Подготовка у семинарским занятиям	9	5	
2.2	Подготовка к лабораторным работам	9	5	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет	5	5	
	Итого	108	5	

Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы дисциплины	Трудоемкость, час				
		Всего	Аудиторная работа			Самомостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Предмет «коллоидная химия»	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
2	Мера дисперсности	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
3	Гетерогенность коллоидных систем как основное отличие их от молекулярных растворов	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
4	Расклинивающее давление	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
5	Влияние дисперсности на свойства дисперсных систем	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
6	Классификации коллоидных и микрогетерогенных систем	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
7	Значение коллоидных систем и коллоидных процессов в природе и технике	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
8	Оптические свойства коллоидных систем	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
9	Тепловое движение молекул и броуновское движение	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
10	Диффузия в истинных растворах и в коллоидных системах	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
11	Осмотическое давление	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
12	Седиментационная устойчивость	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
13	Адсорбция	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
14	Понятие об электрокинетических явлениях	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
15	Строение двойного электрического слоя	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
16	Получение и очистка коллоидных систем. строение коллоидных мицелл	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
17	Возникновение и особенности структур в коллоидных системах	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
18	Системы с газовой дисперсионной	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50

	средой					
19	Системы с твердой дисперсионной средой	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
20	Системы с жидкой дисперсионной средой	5,00	4,00	1,00	2,00	1,50
	Итого	108	36	18	36	18

-
- **Содержание дисциплины**

1. ПРЕДМЕТ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ» Коллоидная химия — это наука о свойствах гетерогенных высокодисперсных систем и о протекающих в них процессах.
2. МЕРА ДИСПЕРСНОСТИ

К коллоидным системам относятся системы, у которых значение *а* лежит в пределах 1—100 нм (10^{-7}—10^{-5} см), а дисперсность— в пределах 1—100 $нм^{-1}$ (10^{7}—10^{5} $см^{-1}$). Верхний предел дисперсности коллоидных систем обусловлен тем, что при дальнейшем дроблении вещества в растворе уже будут находиться не агрегаты молекул, а отдельные молекулы, имеющие размер порядка 0,1 нм. Нижний предел дисперсности коллоидных систем определяется резким снижением интенсивности теплового движения частиц поперечным размером больше 100 нм. Системы, называеме *микрогетерогенными,* частицы которых хорошо видимы в микроскоп, во многом совпадают со свойствами коллоидных, или, иначе, ультрамикрогетерогенных систем, частицы которых уже не видны в микроскоп.
3. ГЕТЕРОГЕННОСТЬ КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ КАК ОСНОВНОЕ ОТЛИЧИЕ ИХ ОТ МОЛЕКУЛЯРНЫХ РАСТВОРОВ.

Относительная устойчивость коллоидной системы определяется тем, достаточно ли велики силы отталкивания, чтобы воспрепятствовать сближению частиц на близкие расстояния.

4. РАСКЛИНИВАЮЩЕЕ ДАВЛЕНИЕ

При утоньшении прослойки жидкости, разделяющей поверхности двух твердых тел или вообще двух любых адсорбировавших ионы фаз, между поверхностями этих фаз возникают силы взаимодействия двоякого рода. Во-первых, силы, зависящие от притяжения между молекулами обоих тел, между молекулами жидкости и между молекулами жидкости и каждого тела (или фазы).

5. ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ НА СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Многие свойства дисперсных систем весьма сильно зависят от их дисперсности. Некоторые свойства проявляются сильнее при переходе от грубодисперсных к высокодисперсным системам, например, способность к диффузии и осмотическое давление. Другие свойства, наоборот, становятся заметнее с переходом от высокой дисперсности к низкой. К таким свойствам относится способность к седиментации (оседанию) частиц.

Ряд свойств проявляется при промежуточных степенях дисперсности, отвечающих частицам коллоидных размеров. Это — светорассеяние, интенсивность окраски коллоидных систем, кроющая способность пигментов, действие наполнителей в каучуках и т. д. Весьма интересно, что даже твердость сплавов, представляющих собою сложную систему мельчайших кристалликов, максимальна при коллоидных размерах этих кристалликов. Есть

сведения, что и каталитическое действие проявляется наиболее сильно у катализаторов, дисперсность которых соответствует коллоидной степени раздробления.

Несмотря на бесспорную связь между размером частиц и свойствами дисперсной системы, неверно все особенности дисперсной системы объяснять только дисперсностью, как это делал, например, немецкий ученый Во. Оствальд. Исходя из допущения о примате размера частиц над всеми остальными свойствами, В. Оствальд даже предложил называть науку о коллоидных системах не коллоидной химией, а дисперсоидологией, т. е. учением о дисперсном состоянии материи. Советскими учеными, н в первую очередь Н. П. Песковым, было указано, что такой взгляд является односторонним и представляет собою чнсто механистический подход. Дисперсоидология, сводившая все только к уменьшению или увеличению размера частиц, совершенно не учитывала сложного, в большинстве случаев сопровождающегося адсорбцией, взаимодействия частиц дисперсной фазы с дисперсионной средой, а также возможность чисто химических взаимодействий при коагуляции А между тем эти явления играют весьма важную роль в коллоидных системах. Кроме того, днсперсоидологня, рассматривая все дисперсные системы как качественно тождественные и отличающиеся только размером частиц, не может объяснить особые свойства, которыми об-ладают коллоидные системы и которые отличают их как от молекулярно-дис-персных, так и грубодисперсных систем.

Наконец, несостоятельность дисперсоидологин особенно ясно выявилась после детального исследоваия природы растворов полимеров. Согласно В. Оствальду и другим представителям дисперсоидологнн, все коллоидные свойства должны обязательно проявиться у систем, содержащих частицы коллоидных размеров. Однако, как было уже показано, растворы высокомолекулярных веществ, молекулы которых отвечают коллоидным размерам, проявляют только некоторые свойства, типичные для коллоидных систем (оптические, молекуляр-нокинетнческие свойства), в отношении же других свойств они имеют очень мало общего с типичными коллоидными растворами

При объяснении свойств коллоидной системы необходимо учитывать не только размер частиц, но и наличие межфазной поверхности, обусловливающей возможность разнообразных адсорбционных явлений, а также различные химические реакции, которые могут протекать на поверхности частиц.

6. КЛАССИФИКАЦИИ КОЛЛОИДНЫХ И МИКРОГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ

Классификация по дисперсности.

Зидентопф н Зигмондн предложили частицы, видимые в обычный микроскоп, т. е с размерами больше его разрешающей способности (0,2 мкм), называть микронами, коллоидные же частицы, которые невидимы в микроскоп, — ультрамнкронами. Ультрамикроны эти авторы в свою очередь разделяли на субмикроны, т. е. частицы размером от 5 нм до 200 нм, обнаруживаемые с помощью ультрамикроскопа, и на амикроны, т. е. частицы с размером меньше 5 нм, не обнаруживаемые даже в ультрамикроскопе. Зиден-топф и Зигмонди классифицировали собственно не дисперсные системы, а содержащиеся в них частицы.

Классификация по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды была предложена В. Оствальдом. Возможны девять комбинаций дисперсной фазы и дисперсионной среды в различных их состояниях (табл. 1,2). Однако практически можно реализовать только восемь комбинаций, поскольку газы в обычных условиях растворимы друг в друге и образуют гомогенную систему.

Классификация по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды.

Классификация весьма удобна для обобщения всего многообразия коллоидных систем и, пожалуй, в настоящее время является наиболее общепринятой. Этой классификации в

известной степени будем придерживаться и мы в нашем курсе. Однако эта классификация обладает существенным недостатком: с уменьшением размера частиц разница в агрегатном состоянии дисперсной фазы в различных коллоидных системах постепенно сглаживается.

Классификация по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсионной среды.

Обратимые и необратимые коллоидные системы

Классификация по взаимодействию между частицами.

Согласно этой классификации дисперсные системы разделяются на *свободнодисперсные* и *связнодисперсные.*

7. ЗНАЧЕНИЕ КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ И КОЛЛОИДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРИРОДЕ И ТЕХНИКЕ

Коллоидные системы и коллоидные явления наблюдаются далеко за пределами Земли. Как известно, межзвездная материя состоит главным образом из газов и пыли, причем с помощью наблюдений над поглощением света было показано, что размер пылинок, содержащихся в космическом пространстве, обычно не превышает $3\text{-}10^{-5}$ см, т. е. пылинки имеют типичные коллоидные размеры.

Коллоидные системы и процессы имеют огромное значение для метеорологических явлений, при образовании горных пород и минералов, в сельском хозяйстве.

Образование дельт при впадении рек в море также является в значительной мере коллоидным процессом. В пресной воде рек обычно содержится огромное число взвешенных минеральных частиц с размерами, близкими к коллоидным. Эти частицы обладают электрическим зарядом, как и большинство коллоидных частиц. При впадении рек в море в результате смешения речной воды с морской, содержащей значительное количество электролитов, взвешенные частицы теряют устойчивость, слипаются друг с другом и в виде агрегатов выпадают на дно, образуя отмели.

Огромное значение имеет коллоидная химия в земледелии. Почва является сложнейшей коллоидной системой. Размер и форма частиц почвы, наряду с их природой, определяют водопроницаемость и поглотительную способность почвы, которые в свою очередь влияют на урожайность

Керамическое производство теснейшим образом связано с коллоидной химией, поскольку основное сырье этого производства — глиняное тесто является концентрированной суспензией гидрати-рованных силикатов алюминия.

С коллоидной химией связаны и производства, перерабатывающие органическое сырье. Например, технология получения бумаги включает процессы измельчения растительного волокна до высокой степени дисперсности, приготовление дисперсий различных проклеивающих агентов (канифоли, искусственных смол, каучука) и отложение на поверхности измельченного волокна в результате коагулирующего действия электролитов частиц этих дисперсий, что придает бумаге ряд ценных свойств.

Крашение волокна и дубление кожи является также примером технологий, где основную роль играют коллоидные процессы. В производстве синтетического каучука, резины и пластмасс коллоидные процессы играют немаловажную роль. Так, эмульсионная полимеризация, в результате которой получают дисперсии синтетических каучуков (синтетические латексы), это процесс, протекающий в коллоидной системе. Резина и различные пластмассы обычно содержат мельчайшие частицы минеральных наполнителей, придающие им нужные свойства, и поэтому должны рассматриваться как коллоидные системы.

Основной операцией производства лаков и красок является измельчение пигментов в соответствующих средах до возможно более высокой степени дисперсности. Цвет и кроющая способность лаков или красок в большой степени зависят от размера частиц пигмента.

Многие основные операции в фармацевтической промышленности являются по существу коллоидными процессами.

8. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ

Учение об оптических свойствах коллоидных и микрогетерогенных систем является одним из основных разделов коллоидной химии. Оптические свойства золя определяются свойствами коллоидных частиц, поэтому, изучая оптические свойства системы, можно установить размер, форму и строение частиц, не видимых в обычный микроскоп. С помощью ультрамикроскопических наблюдений коллоидных систем удалось проверить основные молекулярно-кинетические представления, долгое время носившие гипотетический характер;
При падении луча света на дисперсную систему могут наблюдаться следующие явления:

1) прохождение света через систему;
2) преломление света частицами дисперсной фазы;
3) отражение света частицами дисперсной фазы;
4) рассеяние света (это явление проявляется в виде опалесценции
5) абсорбция (поглощение) света дисперсной фазой с превращением световой энергии в тепловую.

РАССЕЯНИЕ СВЕТА

На опалесценцию, обусловленную светорассеянием, обратил внимание еще Фарадей (1857 г.), а затем Тиндаль (1869 г.), наблюдавший образование светящегося конуса при пропускании пучка света через коллоидный раствор.

Светорассеяние наблюдается только тогда, когда длина световой волны больше размера частицы дисперсной фазы. Если длина световой волны много меньше диаметра частицы, происходит отражение света, проявляющееся в мутности, заметной визуально.

АБСОРБЦИЯ СВЕТА

В 1760 г. Ламберт, а еще ранее Бугер, изучая рассеяние света, установили зависимость -между интенсивностью прошедшего света и толщиной среды, через которую этот свет прошел:

Согласно закону Бугера — Ламберта, если толщина слоя среды растет в арифметической прогрессии, то интенсивность прошедшего света уменьшается в геометрической. Иначе говоря, поглощение во всех слоях, на которые мысленно можно разделить данную среду, происходит таким образом, что каждый последующий слой поглощает ту же долю проходящего света, что и предыдущий.

Бэр показал, что коэффициент поглощения растворов с абсолютно бесцветным и прозрачным растворителем пропорционален молярной концентрации *c* растворенного вещества:

ОКРАСКА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ

Очень часто коллоидные системы окрашены. Окраска драгоценных или полудрагоценных камней обусловлена присутствием в них ничтожных количеств тяжелых металлов и их окислов в состоянии коллоидной степени раздробления.

Например, в естественных рубинах такими примесями являются соединения железа, в изумрудах — соединения хрома. Так называемое рубиновое стекло, изготовлявшееся еще М В. Ломоносовым, представляет собою стекло с весьма малой примесью коллоидного золота (0,0001%).

9. ТЕПЛОВОЕ ДВИЖЕНИЕ МОЛЕКУЛ И БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

Согласно молекулярно-кинетической теории газ представляет собою совокупность молекул или атомов, находящихся в хаотическом движении. Средние расстояния между молекулами в газах значительно превосходят линейные размеры молекул, а суммарный объем, занимаемый собственно молекулами, ничтожен по сравнению с объемом газа. Соударяясь друг с другом, молекулы газа изменяют скорость и направление своего движения, однако их средняя кинетическая энергия, зависящая только от температуры, остается всегда неизменной и равной hkT (где k — постоянная Больцмана, T—абсолютная температура).

В твердых кристаллических телах молекулы, атомы или ионы расположены в определенном порядке, отвечающем наименьшему значению свободной энергии, и колеблются около положений равновесия — узлов кристаллической решетки.

Жидкости по своим свойствам занимают промежуточное положение между газами и твердыми телами. По плотности они близки к твердым телам — расстояния между молекулами в жидкости почти так же малы, как в кристаллах, и близки к размерам самих молекул. Однако молекулы жидкости, как и молекулы газа, способны менять свои места, правда, не выходя из сферы влияния молекулярных сил соседних молекул.

Ранее считалось, что молекулы в жидкости расположены беспорядочно по отношению друг к другу. Однако рентгенографические исследования показали, что в весьма малых областях жидкости имеется определенный порядок расположения молекул. Принято считать, что структура жидкости характеризуется ближним порядком в отличие от кристаллов, которым свойственен дальний порядок. При этом следует учитывать, что области с квазикристаллическим порядком в жидкости во времени не постоянны, — возникнув в одном месте и просуществовав очень недолго, они распадаются и образуются в другом месте.

Согласно современной теории жидкостей, предложенной Я И Френкелем и независимо от него Эйрингом, передвижение молекул в жидкости совершается таким образом, что когда какая-нибудь молекула меняет свое место, происходит перегруппировка соседних молекул и эта перегруппировка продолжается до тех пор, пока каждая молекула снова не займет положение, наиболее выгодное в энергетическом отношении. Рассмотрим представления Я И Френкеля несколько подробнее

Наличие ближнего и отсутствие дальнего порядка в жидкости указывает на то, что в ее молекулярной упаковке имеются пустоты, или дырки Повышение температуры способствует увеличению числа дырок и уменьшению ква-знкристаллической упорядоченности. Наличие дырок и обусловливает способность жидкости к течению и увеличению объема при плавлении.

Помимо этого скорость диффузии растет с температурой из-за увеличения числа дырок в результате термического расширения жидкости. Минимальная энергия, необходимая для того, чтобы молекула жидкости могла переместиться из одного временного положения равновесия в другое, называется *анергией активации диффузии.* Эта величина зависит от компактности упаковки молекул, их размера и от межмолекуляриых сил.

Аналогично объясняется и диффузия молекул вещества, растворенного в жидкости. Тепловое движение частиц в коллоидных и микрогетерогенных •системах получило название *броуновского движения* в честь английского ботаника Р. Броуна, обнаружившего его в 1827 г.

10. ДИФФУЗИЯ В ИСТИННЫХ РАСТВОРАХ И В КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМАХ

Диффузией называют самопроизвольно протекающий в системе процесс выравнивания концентрации молекул, ионов или коллоидных частиц под влиянием их теплового хаотического движения. Фик (1855 г.) сформулировал первый закон диффузии:

$$dm = -D(dc/dx)sdt$$

где m — количество продиффундировавшего вещества; D — коэффициент диффузии, зависящий от свойств диффундирующих частиц и среды, dc/dx — градиент концентрации; S — площадь, через которую идет диффузия; t— продолжительность диффузии.

Знак минус перед правой частью равенства поставлен потому, что производная dc/dx имеет отрицательное значение, так как с увеличением значений x величина c уменьшается.

11. ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ обусловлено различием концентраций растворов в системах разделенных мембраной.

12. СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ

Способность дисперсной системы сохранять равномерное распределение частиц по всему объему принято называть *седиментационной,* или *кинетической, устойчивостью* системы.

13. АДСОРБЦИЯ

Адсорбцией называется сгущение газообразного или растворенного вещества на поверхности раздела фаз. Газ или растворенное вещество принято называть в этом случае *адсорбтивом*, а жидкость или твердое тело, адсорбировавшее их, — *адсорбентом.*

Различают физическую, или ван-дер-ваальсову, адсорбцию и химическую адсорбцию, или хемосорбцию. В первом случае адсорбционные силы имеют ту же природу, что и межмолекулярные, или ван-дер-ваальсовы, силы. Физическая адсорбция всегда обратима.

ПРИРОДА АДСОРБЦИОННЫХ СИЛ

Химические связи, водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса.

ТЕОРИЯ МОНОМОЛЕКУЛЯРНОЙ АДСОРБЦИИ ЛЕНГМЮРА

Различают адсорбцию газа на твердом теле, адсорбцию растворенного вещества на границе раствор — газ и, наконец, адсорбцию растворенного вещества на границе твердое тело — раствор.

Адсорбция газа на твердом теле является простейшим случаем адсорбции, так как система газ — твердое тело состоит всего из двух компонентов. Поэтому адсорбция газа твердым телом особенно удобна для теоретического рассмотрения явления адсорбции.

Имеется несколько теорий физической адсорбции, из которых рассмотрим прежде всего теорию мономолекулярной адсорбции. Теория эта была предложена в 1915 г. американским ученым Ленгмюром, но, как отмечает сам Ленгмюр, им использованы

представления об адсорбционных силах, впервые выдвинутые русским ученым Л. Г. Гурвичем.

При разработке теории Ленгмюр исходил из следующих положений.

1. Адсорбция является локализованной и вызывается силами, близкими к химическим. Однако следует отметить, что Ленгмюр считал химическими все силы, обуславливающие когезионную прочность вещества, а также проявляющиеся в явлениях испарения, кристаллизации, поверхностного натяжения и т. д.

2. Адсорбция молекул адсорбтива происходит на активных центрах, всегда существующих на поверхности адсорбента. Такими центрами могут быть пики и возвышения, имеющиеся на любой, даже самой гладкой поверхности. Так, на поверхности кристаллов известкового шпата имеются выступы высотой в 10^{-4}—10^{-5} см, даже тонко отполированные зеркала имеют на поверхности выступы до $3 \cdot 10^{-5}$ см.

В результате большой ненасыщенности силового поля около таких шгкЫГй" *выступов* эти участки *обладают* способностью удерживать налетающие молекулы газа, причем центр тем более активен, чем ненасыщеннее молекулы адсорбента на его поверхности.

ТЕОРИЯ ПОЛИМОЛЕКУЛЯРНОЙ АДСОРБЦИИ ПОЛЯНИ И ТЕОРИЯ БЭТ

1. Адсорбция обусловливается чисто физическими силами.

2. На поверхности адсорбента нет активных центров, а адсорбционные силы действуют вблизи от поверхности адсорбента и образуют около этой поверхности со стороны газовой фазы непрерывное силовое поле.

3. Адсорбционные силы действуют на сравнительно большие расстояния, во всяком случае большие, чем размеры отдельных молекул адсорбтива, и поэтому можно говорить о существовании У поверхности адсорбента адсорбционного объема, который заполняется при адсорбции молекулами адсорбтива.

4. Действие адсорбционных сил по мере удаления от поверхности уменьшается и на некотором расстоянии практически становится равным нулю.

5. Притяжение данной молекулы поверхностью адсорбента не зависит от наличия в адсорбционном пространстве других молекул, вследствие чего возможна полимолекулярная адсорбция.

6. Адсорбционные силы не зависят от температуры, и, следовательно, с изменением температуры адсорбционный объем не изменяется Это не противоречит тому, что с повышением температуры адсорбция уменьшается; в этом случае снижение адсорбции обусловливается не уменьшением адсорбционных сил, а увеличением в результате нагревания интенсивности теплового движения адсорбированных молекул, что приводит к увеличению десорбции.

ХИМИЧЕСКАЯ АДСОРБЦИЯ

Физическая и химическая адсорбция различаются по следующим признакам. Физическая адсорбция вполне обратима и мало-.специфична. Теплота физической адсорбции составляет обычно всего 2—8 ккал/моль и соизмерима с теплотой конденсации. Теплота химической адсорбции может достигать 200 ккал/моль, т. е. имеет порядок теплот химических реакций. Химическая адсорбция обычно необратима.

ТЕПЛОТА АДСОРБЦИИ

Интегральная теплота адсорбции $q_{инт}$ представляет собой общее количество выделившегося при адсорбции тепла, отнесенное к 1 г адсорбента. Дифференциальная теплота адсорбции

Дифференциальная теплота адсорбции $q_{диф}$ представляет собой отношение этого дополнительно выделившегося тепла к дополнительно адсорбированному количеству адсорбтива.

СКОРОСТЬ АДСОРБЦИИ

Скорость физической адсорбции на непористых адсорбентах обычно весьма велика, и поэтому часто ее измерить очень сложно. Во многих случаях адсорбционное равновесие достигается за 10— 20 с, причем 90—95% адсорбтива связываются адсорбентом уже за 1—2 с. Практически принимают, что скорость адсорбции определяется скоростью, с которой адсорбтив достигает поверхности адсорбента, т. е. скоростью диффузии.

ВЛИЯНИЕ НА АДСОРБЦИЮ СВОЙСТВ АДСОРБЕНТА И АДСОРБТИВА. ДИНАМИЧЕСКАЯ АДСОРБЦИЯ. АДСОРБЦИЯ ИЗ СМЕСЕЙ ГАЗОВ

Влияние свойств адсорбента.. Аморфные адсорбенты обычно гораздо лучше адсорбируют газ, чем кристаллические. Это объясняется, очевидно, тем, что поверхность аморфного адсорбента шероховата, в то время как поверхность кристалла, за исключением ребер и углов, гладкая.

Непористые адсорбенты, получаемые в результате химических реакций в растворе и последующего осаждения (например, сульфат бария), а также путем размельчения твердых тел, обладают обычно сравнительно небольшой удельной поверхностью (1— 10 $м^2/г$) и поэтому имеют довольно ограниченное применение.

Более высокодисперсные адсорбенты с непористыми частицами можно получить при неполном сгорании органических соединений (углеродные, или черные сажи) или кремнийорганических соединений (белые сажи), а также в результате гидролиза галогенидов кремния ($SiCl_4$, SiF_4) в парах воды (аэросилы). Получаемые порошки с удельной поверхностью порядка сотен $м^2/г$ применяют в качестве наполнителей полимеров, лаков и смазок.

Влияние свойств адсорбтива.

Газ адсорбируется тем лучше, чем легче он сжижается, чем выше его критическая температура. Позднее было установлено, что адсорбция газа тем больше, чем выше температура кипения вещества. Установлена также связь между адсорбцией и теплотой испарения газа. Аррениус нашел, что количество адсорбированного газа увеличивается с возрастанием константы, *a* в известном уравнении Ван-дер-Ваальса.

Учет притяжения молекул. Действие сил притяжения газа приводит к появлению дополнительного давления на газ, называемого внутренним давлением.

ДИНАМИЧЕСКАЯ АДСОРБЦИЯ.

На практике большое значение имеет динамическая адсорбция, когда адсорбирующийся газ или смесь его с воздухом пропускают через слой адсорбента

АДСОРБЦИЯ ГАЗОВ ИЗ ИХ СМЕСЕЙ.

При адсорбции из газовой смеси каждый отдельный газ адсорбируется всегда в меньшем количестве, чем если бы происходила адсорбция одного этого газа. При этом чем лучше газ адсорбируется, тем лучше адсорбируется он и из смеси.

АДСОРБЦИЯ НА ГРАНИЦЕ РАСТВОР —ГАЗ

Из-за однородности и гладкости поверхности всякой жидкости при изучении адсорбции на ее поверхности совершенно неприложимы обычные представления об активных центрах. Очевидно, из-за равноценности всех участков поверхности жидкости и теплового движения ее молекул нельзя также говорить о каком-нибудь закреплении молекул адсорбтива в определенных местах. Молекулы адсорбтива, если только они не связаны друг с другом молекулярными силами, способны свободно перемещаться на поверхности и, как правило, находятся в тепловом движении.

ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

Сила, действующая на единицу длины границы раздела и обусловливающая сокращение поверхности жидкости, называется силой поверхностного натяжения, или, просто, поверхностным натяжением.

ПОНЯТИЕ О ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Все растворимые вещества по их способности адсорбироваться на границе жидкость — воздух можно разделить на две группы: поверхностно-активные вещества и поверхностно-инактивные вещества.

Поверхностно-активные вещества способны накапливаться в поверхностном слое, и, следовательно, при этом должна происходить положительная адсорбция.

Поверхностно-активные вещества должны обладать поверхностным натяжением, меньшим поверхностного натяжения растворителя (иначе накопление вещества в поверхностном слое термодинамически невыгодно), и сравнительно малой растворимостью; при хорошей растворимости они стремились бы уйти с поверхности в глубь жидкости. В результате накопления на поверхности раствора молекул этих веществ, слабо взаимодействующих друг с другом, межмолекулярное взаимодействие в поверхностном слое уменьшается и поверхностное натяжение падает.

Поверхностно-инактивные вещества стремятся уйти с поверхности жидкости в объем, в результате чего происходит отрицательная адсорбция, т. е. $\Gamma<0$. Поверхностно-инактивные вещества обладают поверхностным натяжением, большим поверхностного натяжения растворителя (иначе они самопроизвольно накапливались бы в поверхностном слое), и обычно высокой растворимостью, что способствует их стремлению уйти с поверхности в объем.

Вещества, не влияющие на поверхностное натяжение растворителя, распределяются равномерно между поверхностным слоем и объемом раствора и, следовательно, для них $\Gamma = 0$. Такие вещества обладают поверхностным натяжением, близким к поверхностному натяжению растворителя.

Установление равновесного значения поверхностного натяжения. Баланс молекулярных сил на вновь образованной поверхности индивидуальных жидкостей, а следовательно, и равновесное значение поверхностного натяжения устанавливаются практически мгновенно. На поверхности же растворов поверхностно-активных веществ должна установиться равновесная концентрация поверхностно-активного вещества, что осуществляется в результате диффузии..

Зависимость поверхностного натяжения от температуры.

Поверхностное натяжение индивидуальных жидкостей, как уже было сказано, монотонно уменьшается с температурой. Поверхностное натяжение растворов некоторых поверхностно-активных веществ с повышением температуры может изменяться по кривой с максимумом.

УРАВНЕНИЕ ГИББСА

Для интерпретаций явлений адсорбции на границе раствор — газ весьма существенно установить связь между избытком адсорбированного вещества в поверхностном слое Г, концентрацией поверхностно-активного вещества в растворе *с*- и поверхностным натяжением а на границе раствор — газ. Эта связь для разбавлен ных растворов дается известным уравнением адсорбции Гиббса.

$\Gamma = -(C/RT)(dc/d\,\sigma)$

с- концентрация ПАВ, σ – поверхностное натяжение

ВЛИЯНИЕ НА АДСОРБЦИЮ НА ГРАНИЦЕ РАСТВОР—ГАЗ СТРОЕНИЯ И РАЗМЕРА МОЛЕКУЛЫ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА. ПРАВИЛО ТРАУБЕ

Неполярной частью молекулы поверхностно-активного вещества обычно являются алифатические или ароматические радикалы.

Длина углеводородного радикала сильно сказывается на поверхностной активности молекулы. Дюкло, а затем Траубе, изучая поверхностное натяжение водных растворов гомо-

логического ряда предельных жирных кислот, нашли, что поверхностная активность этих веществ на границе раствор — воздух тем выше, чем больше длина углеводородного радикала, причем в среднем она увеличивается в 3,2 раза на каждую группу CH.

СТРОЕНИЕ АДСОРБЦИОННОГО СЛОЯ НА ГРАНИЦЕ РАСТВОР-ГАЗ

Мономолекулярные пленки на поверхности воды могут находиться в трех состояниях: газообразном, жидком и твердом. Жидкие и твердые поверхностные пленки называются также конденсированными пленками. Агрегатное состояние мономолекулярной пленки определяется молекулярными силами, действующими между молекулами пленки.

Газообразные поверхностные пленки.

В результате теплового движения молекулы все время перемещаются по поверхности воды независимо друг от друга, что обусловливает поверхностное давление, действующее в направлении, противоположном поверхностному натяжению. Такую пленку с полным основанием можно считать двухмерным газом, поскольку молекулы этого газа не могут оторваться от воды и вынуждены двигаться только в двух измерениях.

Полярная группа дифильной молекулы поверхностно-активного вещества благодаря гидрофильности и способности гидратироваться будет погружена в воду, а углеводородный радикал будет лежать «плашмя» на воде, так как между радикалом и молекулами воды существуют силы притяжения.

АДСОРБЦИЯ НА ГРАНИЦЕ ТВЕРДОЕ ТЕЛО — РАСТВОР

Адсорбция из раствора на твердой поверхности, пожалуй, наиболее важна для коллоидной химии, так как именно она лежит в основе таких важнейших явлений, как образование и разрушение лиозолей, а также их устойчивость.

При рассмотрении адсорбции из раствора на твердом теле принято различать два случая: адсорбцию неэлектролитов, когда адсорбируются молекулы адсорбтива, и адсорбцию электролитов, когда избирательно адсорбируется один из ионов электролита.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ АДСОРБЦИЯ ИЗ РАСТВОРОВ

Количество вещества *a,* молекулярно адсорбированное 1 г адсорбента из раствора, обычно вычисляют по уравнению:

$a = (C_0\text{-}C_1).1000/m$

где C_0 и C_1 начальная и равновесная концентрации адсорбтива, моль/л; V — объем раствора, из которого происходит адсорбция, л; m — масса адсорбента, 1000 — переводной множитель (для перевода измеряемой величины в ммоль/г).

Молекулы адсорбтива и среды являются конкурентами, очевидно, чем хуже адсорбируется среда на адсорбенте, тем лучше будет происходить адсорбция растворенного вещества. Чем больше поверхностное натяжение самой среды, тем меньше ее молекулы способны к адсорбции на твердом теле и тем лучше на нем адсорбируется растворенное вещество.

ИОННАЯ АДСОРБЦИЯ

Ионы, способные поляризоваться, адсорбируются обычно только на поверхностях, состоящих из полярных молекул или из ионов. Поэтому ионную адсорбцию часто называют также полярной адсорбцией.

Микроучастки поверхности, несущие определенный заряд, адсорбируют противоположно заряженные ионы. При этом ионы электролита, несущие противоположный знак, непосредственно не адсорбируются, но под действием сил электростатического притяжения остаются вблизи адсорбированных ионов, образуя с ними на поверхности адсорбента так называемый двойной электрический слой.

ОБМЕННАЯ АДСОРБЦИЯ

Если на поверхности адсорбента уже адсорбирован электролит, то при контакте этого сорбента с другим электролитом почти всегда в той или иной степени наблюдается *обменная адсорбция,* или, правильнее, обмен ионов между - двойным электрическим слоем адсорбента и средой. При обменной адсорбции адсорбент, поглощая определенное количество каких-либо ионов, одновременно выделяет в раствор эквивалентное количество других ионов того же знака, вытесненных с поверхности.

К обмену способны не только чужеродные ионы с адсорбированными адсорбентами, но и ионы, образующиеся из самого адсорбента в результате диссоциации его молекул.

ЯВЛЕНИЯ СМАЧИВАНИЯ

К явлению адсорбции близки явления смачивания, также определяющиеся интенсивностью взаимодействия между молекулами различных веществ. Рассмотрим явления смачивания на примере капли жидкости, нанесенной на поверхность твердого тела, хотя» конечно, можно говорить и о смачивании жидкости жидкостью.

Смачивание и краевой угол.

Если молекулы жидкости взаимодействуют с молекулами твердого тела сильнее, чем между собою, то жидкость растекается по поверхности или, как говорят, смачивает ее. Растекание происходит до тех пор, пока жидкость не покроет всю поверхность твердого тела или пока слой жидкости не станет мономолекулярным. Такой случай называется *полным смачиванием.* Он наблюдается, например, при нанесении капли воды на поверхность чистого стекла.

Если молекулы жидкости взаимодействуют друг с другом значительно сильнее, чем с молекулами твердого тела, растекания не произойдет. Наоборот, жидкость соберется на поверхности в каплю, которая, если бы не действовала сила тяжести, имела бы почти сферическую форму

Если же твердое тело лучше смачивается неполярным углеводородом, т. е. если для воды угол > 90°, поверхность называют *гидрофобной* или *олеофильной.*

АДГЕЗИЯ

К явлениям адсорбции и смачивания довольно близки также явления *адгезии,* когда две взаимно нерастворимые жидкости, либо жидкость и твердое тело, либо, наконец, два твердых тела приводятся в тесный контакт друг с другом и под действием межмолекулярных или иных (например, электрических) сил прочно прилипают друг к другу так, что для их разделения нужно приложить известное усилие нли произвести работу.

Различают три случая адгезии.

1. Адгезия между двумя жидкостями.
2. Адгезия между жидкостью и твердым телом.
3. Адгезии между твердыми телами.

14. ПОНЯТИЕ ОБ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ

При наложении разности электрических потенциалов на электроды, опущенные в заполненные водой стеклянные трубки, воткнутые в кусок сырой глины, жидкость в трубке с положительным полюсом мутнела, а в трубке с отрицательным полюсом вода оставалась прозрачной. Это указывало на то, что частицы глины переносятся в электрическом поле к положительному полюсу. Более поздними исследованиями было установлено, что частицы переносятся в электрическом поле с постоянной скоростью. Эта скорость тем больше, чем выше приложенная разность потенциалов и диэлектрическая проницаемость среды, и тем меньше, чем больше вязкость среды. Перенос частиц, в электрическом поле получил название электрофореза.

Рейсе заметил также, что если тонкий кварцевый песок поместить в среднюю часть U-образной трубки так, чтобы он образовал как бы пористую диафрагму, затем заполнить трубку водой и приложить электрический ток к электродам, помещенным в оба колена трубки, то уровень воды в колене с отрицательным электродом будет повышаться до тех пор, пока разность уровней в обоих коленах не достигнет определенного значения. Подобно электрофорезу этот процесс идет с постоянной скоростью, и количество перенесенной жидкости прямо пропорционально приложенной разности потенциалов и диэлектрической проницаемости и обратно пропорционально вязкости среды. Исследованиями Видемана, проведенными в 1852 г., было установлено, что количество жидкости, прошедшей через капилляры пористой диафрагмы, пропорционально силе тока и при постоянной силе тока не зависит от площади сечения или толщины диафрагмы. Это явление было *названо* электроосмосом, или электроэндоосмосом.

Причина обоих явлений, обнаруженных Ф. Ф. Рейссом, одна и та же — наличие разноименных зарядов у твердой и жидкой фазы. При электрофорезе в результате возникновения электрического поля между электродами, благодаря малому размеру частиц глины, происходит перенос отрицательно заряженной дисперсной фазы к положительному электроду. При электроосмосе ввиду того, что частицы песка слишком тяжелы, под влиянием электрического поля по капиллярам, имеющимся в слое песка, к отрицательному электроду передвигается положительно заряженная жидкость.

Дорн в 1878 г. обнаружил, что при оседании каких-либо частиц в жидкости, например песка в воде, возникает электродвижущая сила между двумя электродами, введенными в разные места столба жидкости. Это явление, противоположное электрофорезу, получило название эффекта Дорна, или потенциала седиментации.

При продавливании жидкости через пористую перегородку, по обеим сторонам которой находятся электроды, также было обнаружено возникновение разности потенциалов. Явление это, открытое Квинке в 1859 г. и обратное электроосмосу, было названо потенциалом протекания, или потенциалом течения.

15. СТРОЕНИЕ ДВОЙНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СЛОЯ

Двойной электрический слой состоит из ионов одного знака, относительно прочно связанных с дисперсной в случае лиозолей твердой фазой *(потенциалопределяющие ионы),* и эквивалентного количества противоположно заряженных ионов, находящихся в жидкой дисперсионной среде вблизи межфазной поверхности *(противоионы).*

Теория Гельмгольца — Перрена. Согласно этой теории двойной слой представляется как бы плоским конденсатором, одна обкладка которого связана непосредственно с поверхностью твердого тела (стенкой), а другая обкладка, несущая противоположный заряд, находится в жидкости на очень малом расстоянии от первой.

Теория Гуи — Чэпмена. Значительным шагом вперед явилась теория двойного электрического слоя с диффузным слоем противоионов, предложенная независимо друг от друга Гуи (1910 г.) и Чэпменом (1913 г.), Эта теория в значительной мере устранила недостатки теории Гельмгольца — Перрена.

По теории Гуи — Чэпмена противоионы не могут быть сосредоточены только у межфазной поверхности и образовывать моноионный слой, а рассеяны в жидкой фазе на некотором расстоянии от границы раздела. Такая структура двойного слоя определяется, с одной стороны, электрическим полем у твердой фазы, стремящимся притянуть эквивалентное количество противоположно заряженных ионов возможно ближе к стенке, а с другой стороны, тепловым движением ионов, вследствие которого противоионы стремятся рассеяться во всем объеме жидкой фазы. Таким образом, возникает равновесный *диффузный* слой противоионов, связанных с твердой фазой.

Это достаточно хорошо согласуется с экспериментальными данными.

Теория Штерна.

В 1924 г. Штерн предложил схему строения двойного электрического слоя, в которой он объединил схемы Гельмгольца — Перрена и Гуи — Чэпмена. Разрабатывая теорию двойного электрического слоя, Штерн исходил из двух предпосылок.

Во-первых, он принял, что ионы имеют конечные вполне определенные размеры и, следовательно, центры ионов не могут находиться к поверхности твердой фазы ближе, чем на расстоянии ионного радиуса.

Во-вторых, Штерн учел специфическое, не электрическое взаимодействие ионов с поверхностью твердой фазы. Это взаимодействие обусловлено наличием на некотором малом расстоянии от поверхности поля молекулярных (адсорбционных) сил.

16. ПОЛУЧЕНИЕ И ОЧИСТКА КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ. СТРОЕНИЕ КОЛЛОИДНЫХ МИЦЕЛЛ

Различают методы синтеза коллоидных систем конденсационные и диспергационные. Особо от этих методов стоит метод пептизации, который заключается в переводе в коллоидный раствор осадков, первичные частицы которых уже имеют коллоидные размеры.

Основными двумя условиями для получения коллоидных систем, независимо от применяемых методов синтеза, являются нерастворимость или достаточно малая растворимость дисперсной фазы в дисперсионной среде и наличие в системе, в которой образуются частицы, веществ, способных стабилизировать эти частицы.

Конденсационный метод.

Образование обычных кристалликов протекает в две стадии:

1) возникновение зародышей (центров кристаллизации) в пересыщенном растворе, причем пресыщение может быть вызвано химической реакцией, приводящей к получению малорастворимого соединения, уменьшением растворимости соединения при замене лучшего растворителя худшим, охлаждением раствора и другими причинами;

2) рост зародышей, что приводит к образованию достаточно крупных кристаллов.

Метод пептизации.

Пептизацией называют переход в коллоидный раствор осадков, образовавшихся при коагуляции. Термин пептизация был введен еще Грэмом на основании чисто внешнего сходства процесса пептизации с растворением белков под влиянием пепсина. Пептизация может происходить в результате промывания осадка или под действием специальных веществ — пептизаторов. При этом из осадка удаляются коагулирующие ионы или пептизатор адсорбируется коллоидными частицами осадка, что ведет к образованию двойных электрических слоев или сольватных оболочек вокруг коллоидных, частиц и к преодолению благодаря ним сил сцепления между частицами. Пептизации препятствуют явления рекристаллизации и старения, приводящие к сращиванию частиц друг с другом.

Получение золей методом диспергирования.

К этому методу относится получение коллоидных или микрогетерогенных систем обычным механическим диспергированием и вибрационным измельчением, например с помощью ультразвуковых колебаний. К этому же методу можно отнести получение золей и с помощью электрораспыления, хотя по существу электрораспыление является комбинацией процессов диспергирования и конденсации.

Диализ — очистка коллоидных растворов и субстанций высокомолекулярных веществ от растворённых в них низкомолекулярных соединений при помощи полупроницаемой мембраны. При диализе молекулы растворенного низкомолекулярного вещества проходят через мембрану, а неспособные диализировать (проходить через мембрану) коллоидные частицы остаются за ней.

Электродиализ. Поскольку низкомолекулярные примеси в золях обычно являются электролитами, диализ можно ускорить путем наложения на диализуемую жидкость электрического поля.

Ультрафильтрация. Ультрафильтрацией называется диализ, проводимый под давлением. По существу ультрафильтрация является не методом очистки золей, а лишь методом их концентрирования. При этом важно, что повышается концентрация только дисперсной фазы, состав же дисперсионной среды практически остается постоянным.

УСТОЙЧИВОСТЬ И КОАГУЛЯЦИЯ КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ*

Обычные коллоидные системы в отличие от молекулярных растворов вследствие наличия поверхности раздела частиц с дисперсионной средой гетерогенны, большей частью термодинамически неравновесны и агрегативно неустойчивы.

КИНЕТИКА КОАГУЛЯЦИИ

Различают быструю и медленную коагуляцию. Под быстрой коагуляцией подразумевают такую коагуляцию, при которой все сближения частиц, находящихся в броуновском движении, кончаются их слипанием.

При медленной коагуляции вследствие того, что на поверхности коллоидных частиц частично сохранился двойной электрический слой, сольватная оболочка и т. д., слипание происходит лишь в результате особо удачных сближений. Таким образом, оба термина являются вполне условными.

Теория кинетики быстрой коагуляции создана польским ученым Смолуховским. Основные положения, из которых исходил Смолуховский, сводятся к тому, что между частицами золя действуют силы притяжения и отталкивания; последние ослабевают при введении электролита и при концентрации электролита, вызывающей быструю коагуляцию, исчезают вовсе. Дальнейшее прибавление электролита не может ускорить коагуляцию. Частицы такого астабилизованного золя при сближении в процессе броуновского движения на достаточно близкое расстояние слипаются под давлением сил молекулярного притяжения, образуя агрегат, который совершает в дальнейшем броуновское движение как одно целое. Природу сил, действующих между частицами Смолуховский не рассматривал.

17. ВОЗНИКНОВЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУР В КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМАХ

Коагуляционные структуры. К ним относятся структуры, обычно возникающие в результате понижения агрегативной устойчивости дисперсных систем. Специфическим свойством коагуляционных структур является *тиксотропия* (от греч. — тиксо — прикосновение, тропе — поворот, изменение) — способность структур после их разрушения в результате какого-нибудь механического воздействия самопроизвольно восстанавливаться во времени. Иначе говоря, тиксотропия представляет собой способность к изотермическому обратимому превращению золя в гель. Сущность тиксотропии заключается в том, что связи, которые были разрушены при механическом воздействии, восстанавливаются в результате случайных удачных соударений частиц, находящихся в броуновском движении. Такое постепенное восстановление структуры и, следовательно, нарастание ее прочности происходит не только, когда система находится в покое, но и при течении системы со скоростью меньшей той, которая обусловила данную степень разрушения первоначальной структуры.

Явление тиксотропия часто встречается в природе. Тиксотропные свойства проявляют некоторые грунты («плывуны»). Для протоплазмы в клетках живых организмов также характерна тиксотропия. Гели миозина обладают сильно выраженными тиксотропными свойствами, что свидетельствует о роли тиксотропии в работе мускулов.

Кондеисациоино-кристаллизациониые структуры. К этому типу принадлежат структуры, у которых связи между частицами образованы за счет химических сил. Эти структуры

возникают либо в результате образования прочных химических связей между частицами (конденсационные структуры), либо вследствие сращивания кристалликов в процессе выкристаллизовывания новой фазы (кристаллизационные структуры).

18. СИСТЕМЫ С ГАЗОВОЙ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДОЙ

Молекулярно-кинетические свойства. Аэрозоли — сравнительно сильно разреженные системы, обладающие малым коэффициентом внутреннего трения дисперсионной среды. Этим и определяются особенности их молекулярно-кинетических свойств.

Электрические свойства. Как уже указывалось, вокруг частиц в системах с газовой дисперсионной средой не могут возникать Двойные электрические слои. Тем не менее частицы аэрозолей в определенных условиях могут быть заряженными, хотя заряд их обычно невелик. Электрический заряд на частицах в аэрозолях возникает либо в результате образования и последующего нарушения контакта частиц друг с другом или с какой-нибудь поверхтюстью, либо, чаще всего, вследствие адсорбции на поверхности частиц ионов газов.

Агрегативная устойчивость. Электрический заряд частиц аэрозолей, возникающий обычно в результате адсорбции ионов, как правило, весьма невелик, а иногда практически равен нулю. Встает вопрос, могут ли возникать на поверхности частиц аэрозоля молекулярные адсорбционные слои и способны ли такие слои обусловливать агрегативную устойчивость аэрозолей.

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ

Методы конденсации. В основе всех конденсационных методов образования аэрозолей лежит конденсация пересыщенных паров. Пересыщение паров может быть достигнуто либо за счет охлаждения системы, либо при образовании пара в результате химической реакции.

Методы диспергирования. К методам получения аэрозолей путем диспергирования относятся измельчение и истирание твердых тел, распыление жидкостей, а также получение аэрозолей в результате взрыва. Как правило, методами диспергирования получаются гораздо более низкодисперсные и более полидисперсные аэрозоли, чем методами конденсации.

МЕТОДЫ РАЗРУШЕНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ.

На практике частицы дисперсной фазы выделяют из газовой среды путем изменения скорости и направления потока аэрозоля (инерционное осаждение) фильтрацией, действием ультразвука или электрического поля, введением зародышей и коагуляцией.

19-20. СИСТЕМЫ С ЖИДКОЙ И ТВЕРДОЙ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗОЙ

Суспензии

К суспензиям при достаточном содержании влаги относятся почвы и грунты, глиняное тесто, используемое в керамическом производстве, цементные и известковые растворы, применяемые в строительном деле. Суспензиями являются взвеси пигментов в органических средах, применяющихся в качестве масляных красок и цветных лаков, взвеси графита и угля, используемые для создания центров кристаллизации с целью предотвращения образования накипи в котлах и т. д.

Суспензии одновременно поглощают и рассеивают свет, хотя их частицы по размеру больше коллоидных частиц. При этом в отличие от опалесцирующих золей суспензии проявляют мутность не только при боковом освещении, но и в проходящем свете.

Поскольку частицы суспензий обладают сравнительно большими размерами (они видимы в микроскоп), суспензии седиментационно неустойчивы, если плотность дисперсной фазы не очень близка к плотности дисперсионной среды но вязкость этой среды не очень велика. По той же причине суспензии не обнаруживают осмотического давления и броуновского движения и не способны к диффузии.

Как правило, частицы суспензий, равно как и частицы лиофобных коллоидов, имеют на поверхности двойной электрический слой или сольватную оболочку. Электрокинетический потенциал частиц суспензий можно определить с помощью макро- или микроэлектрофореза, причем он имеет величину того же порядка, что и ζ-потенциал частиц типичных золей.

В определенных условиях в суспензиях, так же как и в золях, образуются пространственные коагуляционные структуры, способные к синерезису. Явления тиксотропии и реопексии при соблюдении соответствующих условий, проявляются у суспензий почти всегда в большей степени, чем у лиофобных коллоидных систем.

Для суспензий характерен ряд процессов, не свойственных коллоидным системам или протекающих у последних иначе, чем у суспензий. К таким процессам относятся седиментация и флотация.

Фильтрация суспензий определяется дисперсностью и степенью агрегации частиц, а также образованием коагуляционной структуры и способностью ее к самоуплотнению в фильтрующем осадке. Поэтому фильтрация является сложным физико-химическим процессом, на который влияют все факторы, управляющие агрегированием частиц и развитием коагуляционных структур. Не менее сложен и процесс кольматации — «в м в» мельчайших глинистых или илистых частиц в поры грунта для уменьшения водопроницаемости различных гидротехнических сооружений —- дамб, плотин и т. д.

4.50.2. Эмульсии

Гетерогенные системы, называемые эмульсиями, широко распространены в природе (молоко, млечный сок растений и т. д), Обе жидкости, образующие эмульсию, должны быть нерастворимы или мало растворимы друг в друге, и в системе должен присутствовать стабилизатор, который в этим случае называют *эмульгатором.* Эмульсии тем седиментационно устойчивее, чем ближе плотности обеих фаз.

Классификация эмульсий

Обычные лиофобные эмульсии классифицируют либо по полярности дисперсной фазы и дисперсионной среды, либо по концентрации дисперсной фазы в системе.

Согласно первой классификации различают эмульсии неполярной или слабополярной жидкости в полярной (например, эмульсия масла в воде) — эмульсии первого рода, или прямые, и эмульсии полярной жидкости в неполярной (например, вода в масле) —эмульсии второго рода, или обратные.

К разбавленным эмульсиям относятся системы жидкость— жидкость, содержащие до 0,1 объемн.% дисперсной фазы. Типичным примером таких систем может служить эмульсия машинного масла в конденсате, образующемся при работе паровых машин.

К концентрированным эмульсиям относятся системы жидкость — жидкость со сравнительно значительным содержанием дисперсной фазы, вплоть до 74 объемн.% (рис. XII, 1а). Эту концентрацию часто указывают как максимальную для эмульсий этого класса потому, что она в случае монодисперсной эмульсии соответствует максимально возможному объемному содержанию недеформированных сферических капель независимо от их размера.

К высоко концентрированным, или желатинированным, эмульсиям обычно относят системы жидкость — жидкость с содержанием дисперсной фазы выше чем 74 объемн.%. Отличительной особенностью таких эмульсий является взаимное деформирование капелек дисперсной фазы, в результате чего они приобретают форму многогранников (полиэдров), разделенных тонкими пленками — прослойками дисперсионной среды.

Агрегативная устойчивость эмульсий и природа эмульгатора

Эмульсии, как и все коллоидные и микрогетерогенные системы, агрегативно неустойчивы из-за избытка свободной энергии на межфазной поверхности. Агрегативная неустойчивость эмульсий проявляется в самопроизвольном образовании агрегатов капелек с последующим слиянием (коалесценцией) отдельных капелек друг с другом. В пределе это

может приводить к полному разрушению эмульсии и разделению ее на два слоя. Агрегативную устойчивость эмульсий характеризуют либо скоростью расслаивания эмульсии, либо продолжительностью существования (временем живни) отдельных капелек в контакте друг с другом или с межфазной поверхностью.

На агрегативную устойчивость эмульсий сильнее всего влияют природа и содержание в системе эмульгатора.

В качестве эмульгаторов могут применяться самые различные по природе вещества: поверхностно-активные вещества, молекулы которых содержат ионогенные полярные группы (мыла в широком смысле слова), неионогенные поверхностно-активные вещества, высокомолекулярные соединения. Эмульгирующей способностью обладают даже порошки. Эффективность эмульгатора характеризуют специальным числом— гидрофильно-.лнпофнльным балансом (ГЛБ). Если число ГЛБ лежит в пределах 3—6, образуется эмульсия в/м. Эмульгаторы с числом ГЛБ 8—13 дают эмульсию м/в. Изменяя природу эмульгатора и его концентрацию, можно добиться обращения фаз эмульсии.

Факторы устойчивости.

Первый фактор — электрический заряд, возникший на поверхности капелек эмульсий, стабилизованных ионогенными мылами при адсорбции органических ионов мыла. В результате образуется двойной электрический слой, аналогичный тому, который существует на поверхности частиц типичных гидрофобных золей.

Второй фактор устойчивости концентрированных эмульсий типа м/в заключается в образовании на поверхности их капелек структурированных гелеобразных слоев эмульгатора, обладающих высокой структурной вязкостью и прочностью при одновременной гидратированности.

Методы получения и разрушения эмульсий

Эмульсии получают механическим диспергированием дисперсной фазы в дисперсионной среде в присутствии соответствующего эмульгатора. Для диспергирования эмульгируемые жидкости сильно перемешивают, встряхивают или подвергают вибрационному воздействию. Наиболее часто в качестве гомогенизаторов применяют устройства, в которых дополнительное диспергирование капелек грубой эмульсии достигается продавливанием ее через малые отверстия под высоким давлением.

ПЕНЫ

Типичные пены представляют собой сравнительно весьма грубые высококонцентрированные дисперсии газа (обычно воздуха) в жидкости. Пузырьки газа в таких системах имеют размер порядка несколько миллиметров, а в отдельных случаях и сантиметров. Благодаря избытку газовой фазы и взаимному сдавливанию пузырьки пены имеют не сферическую форму, а представляют собой полиэдрические ячейки, стенки которых состоят из весьма тонких пленок жидкой дисперсионной среды. Пленки пены часто обнаруживают интерференцию; это свидетельствует о том, что их толщина соизмерима с длиной световых волн.

От типичных пен, представляющих высококонцентрированные дисперсии газа в жидкости, следует отличать низкоконцентрированные системы Г/Ж, в которых газовые пузырьки находятся на сравнительно большом расстоянии друг от друга. Примером такой дисперсной системы могут служить газированная вода, пиво или шипучее вино, содержащие пузырьки двуокиси углерода. Эти системы по свойствам ближе к разбавленным эмульсиям.

Пены образуются при диспергировании газа в жидкости в присутствии стабилизаторов или, как их целесообразно называть в этом случае, *пенообразователей.* Жидкости без пенообразователей сколько-нибудь устойчивой пены не дают.

Прочность и продолжительность существования (время жизни) пены зависят от свойств пленочного каркаса, в свою очередь определяющихся природой и содержанием в

системе пенообразователя, адсорбированного на межфазной поверхности. К типичным пенообразователям в случае водных пен принадлежат такие поверхностно-активные вещества, как спирты, жирные кислоты, мыла и мылоподобные вещества, белки, сапонин (экстрагируемый из растений глюкозид, обладающий поверхностно-активными свойствами).

Устойчивость пен можно характеризовать' временем существования пены, т. е. временем, прошедшим с момента образования пены до момента полного ее разрушения. Другой способ оценки устойчивости пены заключается в "пропускании с заданной скоростью через вспениваемую жидкость пузырьков воздуха и определения равновесной высоты образующегося при этом столба пены. Постоянная высота столба пены устанавливается в тот момент, когда скорость разрушения пены равна скорости ценообразования и, очевидно, может служить мерой устойчивости пены. Устойчивость пены удобно изучать также по времени жизни отдельного газового пузырька на поверхности жидкости, граничащей с воздухом. С этой целью пузырек воздуха выдавливают в жидкость с помощью капилляра с загнутым концом. Пузырек всплывает и, достигнув поверхности, задерживается там на некоторое время, прежде чем лопнет. Это время жизни пузырька обычно пропорционально времени существования столба пены в целом.

Пены получают путем пропускания пузырьков соответствующего газа (обычно воздуха) через раствор пенообразователя или путем интенсивного механического перемешивания раствора пенообразователя.

СИСТЕМЫ С ТВЕРДОЙ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДОЙ

Системы с твердой дисперсионной средой и газовой дисперсной фазой часто называют *твердыми пенами.*

Эмали, стеклообразные непрозрачные вещества, наносят в расплавленное состоянии на металлические или керамические поверхности, чтобы придать им красивый вид или большую устойчивость к действию химических факторов. Они представляют собой также силикатные стекла, в которых содержатся частицы пигментов, придающие эмалям непрозрачность и окраску. В качестве таких пигментов могут использоваться окислы и соли, например SiCb, ТЮг, фосфат кальция.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Коллоидная химия» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов лабораторных работ;
- проведение контрольных работ;
- выполнение самостоятельных заданий (расчетно-графических работ) по трем разделам курса: адсорбция, коагуляция золей, дисперсионный анализ эмульсий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Коллоидная химия» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

Предусмотрена возможность использования дистанционного обучения, дистанционных технологий. Все материалы размещаются в СДО Московского Политеха (https://lms.mospolytech.ru/).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводятся по следующим критериям;

- защита лабораторных работ;
- защита результатов выполнения заданий для самостоятельной работы;
- выполнение контрольных работ.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций формирующихся в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен
ОПК-1.	ИОПК-1.1. Знаь законы и закономерности математических, физических, химических наук и их взаимосвязи ИОПК-1.2. Быть способен изучать и анализировать химические объекты и процессы ИОПК -1.3. Владеь навыками использования в профессиональной деятельности химических объектов и процессов
ОПК-7	Способен выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические методы	
Показатель	Критерии оценивания

	зачтено	не зачтено
знать	Обучающийся демонстрирует полное, частичное, соответствие следующих знаний: - начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; -методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; -основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; -методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; -основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений.
уметь	Обучающийся демонстрирует полное или частичное соответствие следующих умений: -использовать физические и химические законы при анализе и решении проблем энерго- и ресурсосбережения; -выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - использовать физические и химические законы при анализе и решении проблем энерго- и ресурсосбережения; -выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач.
владеть	Обучающийся в полном объеме или частично владеет: - методами проведения физико-химических измерений и методами корректной оценки погрешностей при их проведении; - навыками вычисления давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: - методами проведения физико-химических измерений и методами корректной оценки погрешностей при их проведении; - навыками вычисления давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах.

ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях

- **Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий**

3.4.1. Семинарские/практические занятия

1	Предмет «коллоидная химия»
2	Мера дисперсности
3	Гетерогенность коллоидных систем как основное отличие их от молекулярных растворов
4	Расклинивающее давление
5	Влияние дисперсности на свойства дисперсных систем
6	Классификации коллоидных и микрогетерогенных систем
7	Значение коллоидных систем и коллоидных процессов в природе и технике
8	Оптические свойства коллоидных систем
9	Тепловое движение молекул и броуновское движение
10	Диффузия в истинных растворах и в коллоидных системах
11	Осмотическое давление
12	Седиментационная устойчивость
13	Адсорбция
14	Понятие об электрокинетических явлениях
15	Строение двойного электрического слоя
16	Получение и очистка коллоидных систем. строение коллоидных мицелл
17	Возникновение и особенности структур в коллоидных системах
18	Системы с газовой дисперсионной средой
19	Системы с твердой дисперсионной средой
20	Системы с жидкой дисперсионной средой

3.4.2. Лабораторные занятия

Тема 1. Измерение потенциалов.

Работа 1. Потенциометрическое определение концентрации ионов Cu^{2+} в водном растворе. Работа 2. Потенциометрическое определение концентрации ионов Ag^{+} в водном растворе.

Тема 2. Диффузия.

Работа 1. Определение концентрации растворенного кислорода в водопроводной воде.

Тема 3. Электрокинетические явления.

Работа 1. Наблюдение возникновения потенциала Дорна при осаждении частиц $CuCO_3$ в водном растворе сульфата меди.

Тема 4. Оптические свойства дисперсных систем.

Работа 1. Наблюдение рассеяния света при прохождения луча лазера через дисперсные

системы различного фазового состава.

- **Тематика курсовых проектов (курсовых работ)**

Курсовые проекты по дисциплине «Коллоидная химия» не предусмотрены.

- **Учебно-методическое и информационное обеспечение**

а) Основная литература:

1. Фридрихсберг Д.А.: учебное пособие [Электронный ресурс] Курс коллоидной химии./ Фридрихсберг Д.А. –4-е изд., СПб, М, Краснодар:- "Лань".2010. — 416 с. URL: https://e.lanbook.com/book/4027

б) дополнительная литература:

1. Морачевский А.Г.: учебное пособие [Электронный ресурс] Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы/ Морачевский А.Г. — 2-е изд., СПб, М, Краснодар:- "Лань". 2015. — 160 с. URL: https://e.lanbook.com/book/64335.

2. Горичев И.Г. и др. Коллоидная химия. М. МГТУ «МАМИ», 2010, №2304.

3. Мишустин А.И., Белоусова К.Ф. Коллоидная химия. Учебное пособие.- М.: МГУИЭ, 1999.

4. Краткий справочник физико-химических величин./ Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой.- С-Пб.: 1999.- 232 с.

5. Ершов Ю.А. Коллоидная химия. Физическая химия дисперсных систем: учебник.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012.- 352 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам
http://window.edu.ru/catalog/
2. LibreOffice
http://programdownloadfree.com/load/text/editors/libreoffice/65-1-0-192

Электронно-образовательные курсы
ЭОР не разработан

- **Нормативные документы и ГОСТы**

1. Указ Президента Российской Федерации В.В. Путина "О некоторых вопросах совершенствования системы высшего образования" от 12 мая 2023 года № 343
2. Письмо Минобрнауки России от 02.05.2023 № МН-5/169012 (Директор Департамента государственной политики в сфере высшего образования Т.В. Рябко) "О разработке ФГОС ВО нового поколения"
3. Приказ Минобрнауки России от 27 февраля 2023 г. № 208 «О внесении изменений в государственные образовательные стандарты высшего образования»
Постановление Правительства Российской Федерации № 89 от 26.01.2023 г. «О функционировании суперсервиса «Поступление в вуз онлайн» в рамках приемной компании 2023/24 учебного года»
4. Приказ Минобрнауки России от 01.02.2022 № 89 "Об утверждении перечня специальностей и направлений подготовки высшего образования по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам ординатуры и программам ассистентуры-стажировки"

- **Электронные образовательные ресурсы**

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам
http://window.edu.ru/catalog/
http://programdownloadfree.com/load/text/editors/libreoffice/65-1-0-192

- **Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

https://www.freeoffice.com/ru/
https://www.openoffice.org/ru/download/index.html
https://open-office.su/dlya-windows-10/
https://pcprogs.net/3324-adobe-photoshop-2023-firefly-ai.html

- **Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- chem.msu.su/rus-Химические науки и образование в России
- nanojournal.ifmo.ru-Наносистемы: физика, химия, математика
- oilgasfield.ru-OilGasField.ru. нефтегазовые новости
- chemtech.ru-Химическая техника
- promplace.ru-Промплейс.ру техника и оборудование
- lkmprom.ru-lkmprom.ru Полимерные композиционные материалы

- **Материально-техническое обеспечение**

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лабораторного практикума на современном уровне при выполнении лабораторных работ в аудиториях АВ 5305 и АВ 5406 предусмотрено использование следующего оборудования:

1. Фотометр КФК-3-01 фотоэлектрический.
2. Аквадистиллятор.
3. Аналитические весы.
4. Технические весы.
5. Электрический полупроводниковый выпрямитель.
6. Миллиамперметры.
7. Сушильный шкаф.
8. Фторопластовые калориметры.
9. Термометры.
10. Электролизеры.
11. pH-метр-иономеры.
12. Спектрофотометр СФ-56.
13. Термостат циркуляционный ВТ3-2.
14. Автоматический титратор TitroLine Alpha.
15. Потенциостат марки IPC PRO-M.
16. Ноутбук с установленными средствами MS Office PowerPoint.
17. Мультимедийный проектор с переносным экраном.
18. Вытяжной шкаф.

- **Методические рекомендации**

- **Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения**

Методические рекомендации при проведении лекций Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине. Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру дисциплины и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела (модуля), суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины. Для эффективного проведения лекционного занятия рекомендуется соблюдать последовательность ее основных этапов:

1. формулировку темы лекции;

2. указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;

3. изложение вводной части;

4. изложение основной части лекции;

5. краткие выводы по каждому из вопросов;

6. заключение;

7. рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам. Начальный этап каждого лекционного занятия – оглашение основной темы лекции с краткой аннотацией предлагаемых для изучения вопросов. Преподаватель должен сообщить о примерном плане проведения лекции и предполагаемом распределении бюджета времени. Если очередное занятие является продолжением предыдущей лекции, необходимо кратко сформулировать полученные ранее результаты, необходимые для понимания и усвоения изучаемых вопросов. В вводной части достаточно кратко характеризуется место и значение данной темы в курсе, дается обзор важнейших источников и формулируются основные вопросы или задачи, решение которых необходимо для создания стройной системы знаний в данной предметной области. В этой части лекции демонстрируются основные педагогические методы, которые будут использоваться при изложении материала и устанавливается контакт с аудиторией. Основная часть лекции имеет своей целью раскрытие содержания основных вопросов или разделов и определяется логической структурой плана лекции. При этом используются основные педагогические способы изложения материала: описание-характеристика, повествование, объяснение и др. Преподаватель должен также умело использовать эффективные методические приемы изложения материала – анализ, обобщение, индукцию, дедукцию, противопоставления, сравнения и т.д., обеспечивающие достаточно высокий уровень качества учебного процесса. В заключительной части лекции проводят обобщение наиболее важных и существенных вопросов, делаются выводы, формулируются задачи для самостоятельной

работы слушателей и указывается рекомендуемая литература. Оставшееся время используют для ответов на вопросы, задаваемые слушателями, и для возможной дискуссии о содержании лекции. Методические рекомендации к содержанию лекции Содержание лекционного материала должно строго соответствовать содержательной части утвержденной рабочей учебной программы дисциплины и соответствовать основным дидактическим принципам, которые обеспечивают соответствие излагаемого материала научно-методическим основам педагогической деятельности. Основными из них являются целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность. Целостность лекции обеспечивается созданием единой ее структуры, основанной на взаимосвязи задач занятия и содержания материала, предназначенного для усвоения студентами. Научность лекции предполагает соответствие материала основным положениям современной науки, абсолютное преобладание объективного фактора и доказательность выдвигаемых положений. Для научно обоснованной лекции характерны ясность, логичность, аргументированность, точность и сжатость. Принцип доступности лекции предполагает, что содержание учебного материала должно быть понятным, а объем этого материала посильным для всех студентов. Это означает, что степень сложности лекционного материала должна соответствовать уровню развития и имеющемуся запасу знаний и представлений студентов. Систематичность лекционного материала определяется взаимосвязью изучаемого материала с ранее изученным, постепенным повышением сложности рассматриваемых вопросов, взаимосвязью частей изучаемого материала, обобщением изученного материала, стройностью изложения материала по содержанию и внешней форме его подачи, рубрикацией курса, темы, вопроса и единообразием структуры построения материала. Принцип наглядности содержания лекции требует использования при чтении лекции визуальных носителей информации в виде презентаций, поскольку основной поток информации в учебном процессе воспринимается обучаемым зрительно. Демонстрационный материал во всех случаях должен играть подчиненную роль и не подменять содержания лекции. В каждый момент лекции необходимо демонстрировать только тот наглядный материал, который иллюстрирует излагаемые положения. Краткая характеристика основных видов лекций используемых при проведении лекционных занятий по дисциплине. При проведении лекционных занятий по дисциплине используются следующие виды лекций проблемные, информационные, лекции-визуализации, лекции с опорным конспектированием. В отличие от информационной лекции, в проблемной лекции, лекции-визуализации, происходит активное освоение содержание обучения с включением механизмов теоретического мышления и всей структуры психических функций. В этом процессе учащиеся проявляют собственную активность в контексте диалогического взаимодействия и общения в ходе лекции. Основным признаком информационной лекции является простой способ передачи готовых знаний учащимся через монологическую форму общения. Лекции проблемного характера отличает то, что процесс познания студентов приближается к поисковой, исследовательской деятельности. При этом обеспечивается достижение трех основных целей: усвоение студентами теоретических знаний, развитие теоретического мышления и формирование познавательного интереса к содержанию учебного предмета и профессиональной мотивации будущего специалиста. На такой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания студентов в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Содержание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения или суммирования и анализа традиционных и современных точек зрения. Другая форма лекции – лекция-визуализация – является результатом поиска новых возможностей реализации известного в дидактике

принципа наглядности, содержание которого меняется под влиянием данных психолого-педагогической науки, форм и методов активного обучения. Лекция-визуализация представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ИКТ или аудио- и видеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов. Лучше использовать разные виды наглядности – натуральной, изобразительной, символической. При переходе от текста к зрительной форме или от одного вида наглядности к другому теряется некоторое количество информации. Однако это может быть преимуществом, поскольку позволяет сконцентрировать внимание на наиболее важных аспектах и особенностях содержания лекции, способствовать его пониманию и усвоению. Практические занятия — метод обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждой задачи. Практические занятия по курсу могут проводиться в различных формах. Характерным для гуманитарных курсов видом заданий является анализ текстов с результатами исследований и их обсуждение. Рекомендуются активные формы занятий, такие как дискуссия, деловая игра, тренинг. Преподавателю важно давать задания в соответствии с возможностями обучающихся на данной стадии обучения, чтобы обеспечить им уверенность в своих силах. Практическое занятие должно опираться на известный теоретический материал, который изложен или на который дана соответствующая ссылка в лекции. Практическое занятие должно быть нацеленным на формирование определенных умений и закрепления определенных навыков, поэтому цель занятия должна быть заранее известна и понятна преподавателю и обучающимся. Лучше иметь сформулированные в письменном виде цель, задачи, содержание и последовательность занятия, ожидаемый результат. Одно или несколько занятий желательно провести в компьютерном классе с доступом в глобальную сеть. Целью такого занятия может быть помощь в организации выполнения заданий самостоятельной работы, которые ориентированы на поиск информации в Интернет. Обучающиеся должны всегда видеть ведущую идею курса и ее связь с практикой. Цель занятий должна быть понятна не только преподавателю, но и студентам. Это придает учебной работе актуальность, утверждает необходимость овладения опытом профессиональной деятельности, связывает еѐ с практикой жизни. В таких условиях задача преподавателя состоит в том, чтобы больше показывать обучающимся практическую значимость ведущих научных идей и принципиальных научных концепций и положений. Примерные цели практических занятий: - помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера; - научить студентов приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками; - формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля. Содержание практических занятий и методика их проведения должны обеспечивать развитие творческой активности личности. Они развивают научное мышление и речь обучающихся, позволяют проверить их знания, выступают важным средством оперативной обратной связи. Поэтому практические занятия должны выполнять не только познавательную и воспитательную функции, но и способствовать росту их креативности. Практические занятия проводятся в двух формах: выполняются индивидуально; групповая форма предполагает разработку проекта профессиональных компетентностей психологов. При разработке практических занятий учтена традиционная

форма их проведения и возможности интерактивного обучения. Практические занятия в индивидуальной форме проводятся с помощью использования тренинговых программ. Групповая форма предполагает обсуждение слушателями конкретной проблемы в группе по каждому этапу изучения дисциплины. Прежде чем приступить к изучению темы, необходимо прокомментировать основные вопросы плана лекции. Такой подход преподавателя помогает студентам быстро находить нужный материал к каждому из вопросов, не задерживаясь на второстепенном. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемой книги, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе. Важно развивать у студентов умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал. Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования у студентов. Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы. Преподаватель может предложить студентам подумать над постановкой таких вопросов по теме лекции, которые вызовут интерес своей неоднозначностью, противоречивостью, разделят участников семинара на оппонирующие группы. А это как раз то, что нужно для дискуссии, для активизации, для поиска студентами истины, которая, как известно, рождается в споре. Само собой разумеется, что и в арсенале преподавателя должны быть заготовлены вопросы для создания проблемных ситуаций, если они не будут созданы выступлениями студентов. В процессе подготовки, прорабатывая предложенные вопросы, студент определяет для себя один-два из них (можно, конечно и больше), в которых он чувствует себя наиболее уверенно и в качестве консультанта или оппонента намерен задать тон на семинаре. Практические занятия по психологии предполагают не просто обсуждение студентами учебного материала, а выполнение ими определенных практических заданий. Систему таких заданий часто называют практикумом. Функции практических занятий по специальной психологии:

1) закрепление теоретических знаний на практике;

2) усвоение умений исследовательской работы;

3) усвоение умений практической психологической работы;

4) применение теоретических знаний для решения практических задач;

5) самопознание;

6) саморазвитие.

Соответствующие задачи ставятся преподавателем при планировании каждой работы. Те или иные функции могут выдвигаться на первый план в зависимости от того, в рамках каких образовательных программ проводятся занятия. Практическое занятие (семинар) – один из наиболее сложных и в то же время плодотворных видов (форм) вузовского обучения и воспитания. В условиях высшей школы – семинар – один из видов практических занятий, проводимых под руководством преподавателя. Целью практических занятий (семинаров) является: — закрепление методов анализа; — проверка

уровня понимания студентами вопросов, рассмотренных на лекциях и по учебной литературе, степени и качества усвоения материала студентами; — обучение навыкам решения поставленных задач и умение подобрать необходимый метод решения; — восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказание помощи в его усвоении При условии соблюдения требований методики их проведения семинары выполняют многогранную роль: стимулируют регулярное изучение студентами первоисточников и другой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу; закрепляют знания, полученные студентами при прослушивании лекции и самостоятельной работе над литературой; расширяют круг знаний благодаря выступлениям товарищей и преподавателя на занятии; позволяют студентам проверить правильность ранее полученных знаний, вычленить в них наиболее важное, существенное; способствуют превращению знаний в твердые личные убеждения, рассеивают сомнения, которые могли возникнуть на лекциях и при изучении литературы, что особенно хорошо достигается в результате столкновения мнений, дискуссии; прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления по теоретическим вопросам, оттачивают мысль, приучают студентов свободно оперировать терминологией, педагогическими понятиями и категориями; предоставляют возможность преподавателю систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов над первоисточниками, другим учебным материалом, степень их внимательности на лекциях; позволяют изучить мнения, интересы студентов, служат средством контроля преподавателя не только за работой студентов, но и за своей собственной как лектора и руководителя семинара, консультанта и т. д. При разработке методики семинарских занятий важное место занимает вопрос о взаимосвязи между семинаром и лекцией, семинаром и самостоятельной работой студентов, о характере и способах такой взаимосвязи. Семинар не должен повторять лекцию, и, вместе с тем, его руководителю необходимо сохранить связь принципиальных положений лекции с содержанием семинарского занятия. Преподаватель может предложить студентам подумать над постановкой таких вопросов по теме семинара, которые вызовут интерес своей неоднозначностью, противоречивостью, разделят участников семинара на оппонирующие группы. А это как раз то, что нужно для дискуссии, для активизации семинара, для поиска студентами истины, которая, как известно, рождается в споре. Само собой разумеется, что и в арсенале преподавателя должны быть заготовлены вопросы для создания проблемных ситуаций, если они не будут созданы выступлениями студентов, самой логикой развития семинара. В процессе подготовки, прорабатывая предложенные вопросы, студент определяет для себя один-два из них (можно, конечно и больше), в которых он чувствует себя наиболее уверенно и в качестве консультанта или оппонента намерен задать тон на семинаре. На втором этапе семинара студентами осуществляется весьма объемная работа по углубленному проникновению в суть вынесенной для обсуждения проблемы. В ходе семинара студент учится публично выступать, видеть реакцию слушателей, логично, ясно, четко, грамотным литературным языком излагать свои мысли, проводить доводы, формулировать аргументы в защиту своей позиции. На семинаре каждый студент имеет возможность критически оценить свои знания, сравнить со знаниями и умениями их излагать других студентов, сделать выводы о необходимости более углубленной и ответственной работы над обсуждаемыми проблемами. В ходе семинара каждый студент опирается на свои конспекты, сделанные на лекции, собственные выписки из учебников, первоисточников, статей, другой философской литературы, на словарь по данной теме. Семинар стимулирует стремление к совершенствованию конспекта, желание сделать его более информативным, качественным. От семинара к семинару, на всех его этапах и их коррекции студент поднимается на более высокую ступеньку собственной зрелости,

своего мнения более эффективно работать над проблемами, непосредственно относящимися к его будущей профессии. Семинар – эффективная форма закрепления полученных по обсуждаемой проблеме знаний, видения этой проблемы в целом, осознания ее соотнесенности с другими темами в рамках целостной философской концепции. С точки зрения методики проведения семинар представляет собой комбинированную, интегративную форму учебного занятия. Он предполагает возможность использования рефератов, фрагментов первоисточников, устных и письменных понятийных диктантов, тестов, заданий типа «закончите предложение» и др. Для стимулирования самостоятельного мышления на занятиях используются различные активные методы обучения: проблемные ситуации, игры, педагогические задачи, тесты, интерактивный опрос. В практике семинарских занятий используется следующий ряд форм: развернутая беседа, семинар-диспут, комментированное чтение, упражнения на самостоятельность мышления, письменная (контрольная) работа, семинар-коллоквиум и другие.

1. Развернутая беседа — наиболее распространенная форма семинарских занятий. Она предполагает подготовку всех студентов по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы; выступления студентов (по их желанию или по вызову преподавателя) и их обсуждение; вступление и заключение преподавателя. Развернутая беседа позволяет вовлечь в обсуждение педагогической проблематики наибольшее число студентов, разумеется, при использовании всех средств их активизации: постановки хорошо продуманных, четко сформулированных дополнительных вопросов к выступающему и всей группе, умелой концентрации внимания студентов на сильных и слабых сторонах выступлений студентов, своевременном акцентировании внимания и интереса студентов на новых моментах, вскрывающихся в процессе работы и т. д. Развернутая беседа не исключает, а предполагает и заранее запланированные выступления отдельных студентов по некоторым дополнительным вопросам. Но подобные сообщения выступают здесь в качестве не основы для обсуждения, а лишь дополнения к уже состоявшимся выступлениям.

2. Семинар-диспут имеет ряд достоинств. Кроме других задач, обычно реализуемых на семинаре, эта форма наиболее удобна для выработки у студентов навыков полемиста. Диспут может быть и самостоятельной формой семинара и элементом других форм практических занятий по педагогике. В первом случае наиболее интересно проходят такие занятия при объединении двух или нескольких семинарских групп, когда с докладами выступают студенты одной группы, а оппонентами — другой, о чем договариваются заранее. Вопросы, выносимые на подобные семинары, должны всегда иметь теоретическую и практическую значимость. Диспут как элемент обычного семинара может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. Полемика возникает подчас и стихийно. В ходе полемики студенты формируют у себя находчивость, быстроту мыслительной реакции и, главное, отстаиваемое в споре мировоззрение складывается у них как глубоко личное.

3. Комментированное чтение первоисточников на семинаре преследует цель содействовать более осмысленной и тщательной работе студентов над рекомендуемой педагогической литературой. Чаще всего оно составляет лишь элемент обычного семинара в виде развернутой беседы и длится всего 15—20 минут. Комментированное чтение позволяет приучать студентов лучше разбираться в педагогических источниках.

Комментирование может быть выделено в качестве самостоятельного пункта плана семинара.

4. Упражнения на самостоятельность мышления обычно входят в качестве одного из элементов семинарского занятия. Преподаватель подбирает задания, педагогические задачи, мини-кейсы выполнение и решение которых требует от студентов самостоятельной мыслительной активности, проявление способности применять полученные знания в конкретной практико-ориентированной педагогической ситуации. Решение задач на самостоятельность мышления содействует формированию у студентов способности более глубоко вникать в педагогические проблемы.

5. Контрольные (письменные) работы/ тесты также практикуются на семинарах. На них может быть отведено от 15 минут до целой пары. Тема работы может быть сообщена студентам заранее, а иногда и без предупреждения по одному из пунктов плана текущего семинара. Такая работа носит характер фронтальной проверки знаний всех студентов по определенному разделу курса. Содержание работ анализируется преподавателем на очередном занятии, что вызывает всегда обостренный интерес студентов и активизирует их последующую подготовку к семинарским занятиям. Если на контрольную работу отводится 15-45 минут, то после ее написания работа семинара продолжается обычным порядком. В течение семинарского курса целесообразно провести несколько контрольных работ различных типов. 6. Коллоквиумы-собеседования преподавателя со студентами проводятся в конце изучаемого курса с целью выяснения знаний по обобщенным темам дисциплины, их углубленного изучения. В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению как со стороны кафедры и преподавателей, так и обучающихся. Кафедра в начале семестра (учебного года) должна обеспечить обучающихся методическими материалами для своевременной подготовки их к активным формам занятий, в том числе и к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обратить внимание обучающихся на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т. д.). Планы семинарских занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или в методических указаниях по данной дисциплине. Начиная подготовку к семинарскому занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемой книги, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе. Нередко среди начинающих преподавателей можно встретить людей, полагающих, будто записи - дело простое, требующее, в основном, усилий рук, а не головы. Это сугубо ошибочное представление. Полноценные записи отражают не только содержание прочитанного, но и результат мыслительной деятельности студента.

Важно развивать у студентов умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал. Поэтому написание конспектов по рассматриваемым вопросам является обязательным элементом подготовки студентов к аудиторным занятиям. Желательно, чтобы на занятии студент излагал материал свободно. Прикованность к конспекту, объясняется обычно следующими причинами: а) плохо продумана структура изложения, вопрос не осмыслен во всей его полноте, студент боится потерять нить мыслей, нарушить логическую последовательность высказываемых положений, скомкать выступление; б) недостаточно развита культура устной речи, опасение говорить «коряво» и неубедительно; в) материал списан из учебных пособий механически, без достаточного осмысливания его; г) как исключение, материал списан у товарища или же используется чужой конспект. Любая из перечисленных причин, за исключением второй, говорит о поверхностной или же просто недобросовестной подготовке студента к занятию. Важно научить студентов во время выступления поддерживать постоянную – связь с аудиторией, быстро, не теряясь, реагировать на реплики, вопросы, замечания, что дается обычно не сразу, требует постоянной работы над собой. Выступающий обращается к аудитории, а не к преподавателю, как школьник на уроке. Контакт со слушателями – товарищами по группе – помогает студенту лучше выразить свою мысль, реакция аудитории позволит ему почувствовать сильные и слабые стороны своего выступления. Без «обратной связи» со слушателями выступление студента – это разговор с самим собой, обращение в пустоту; ему одиноко и неуютно за кафедрой, Поэтому на семинаре неплохо ввести в традицию анализ не только содержания выступлений, но и их формы – речи, дикции, поведения за кафедрой, характера общения с аудиторией.

- **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы: 1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы зияний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности. 2. Наличие умений, навыков умственного труда: а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой; б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации. 3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе. 4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию. 5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе. 6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды

отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой. Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью. Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы. Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, студента необходимо ориентировать на 3-5 часов ежедневной работы. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны , компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

- ## Фонд оценочных средств

  - ### Методы контроля и оценивания результатов обучения

Исходя из ФГОС можно выделить функции современного занятия:
1) введение обучаемых в учебную деятельность, то есть создание у обучаемых учебной мотивации и осознание и принятие учащимися учебной цели;
2) создание учебной ситуации с помощью специальных учебных задач, которые нацелены на получение результата, содержащегося в условии самой задачи. Именно в процессе решения задач происходит реализация фундаментальности и метапредметности;
3) обеспечение учебной рефлексии;
4) обеспечение контроля результатов обучения.
Контроль имеет ценность только в том случае, когда он постепенно переходит в самоконтроль.
Во ФГОС сказано, что система оценки достижения планируемых результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования должна:
1) определять основные направления и цели оценочной деятельности, ориентированной на управление качеством образования, описывать объект и содержание оценки, критерии, процедуры и состав инструментария оценивания, формы представления результатов, условия и границы применения системы оценки;

2) ориентировать образовательную деятельность на духовно-нравственное развитие и воспитание обучающихся, реализацию требований к результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования;
3) обеспечивать комплексный подход к оценке результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования, позволяющий вести оценку предметных, метапредметных и личностных результатов основного общего образования;
4) обеспечивать оценку динамики индивидуальных достижений обучающихся в процессе освоения основной общеобразовательной программы основного общего образования;
5) предусматривать использование разнообразных методов и форм, взаимно дополняющих друг друга (стандартизированные письменные и устные работы, проекты, практические работы, творческие работы, самоанализ и самооценка, наблюдения, испытания (тесты) и иное).

Контроль результатов обучения является составной частью процесса обучения. Контроль представляет собой сложную дидактическую систему, включающую тесно взаимосвязанные между собой звенья. В структуру контроля знаний, умений и навыков входят: проверка (выявление, измерение), оценивание (как процесс и результат), учет (фиксация и сохранение получаемых результатов в виде баллов-отметок и оценочных заключений в журналах, тетрадях, ведомостях и т. п.).

Все это налагает определенные требования к организации и проведению контроля. Контроль должен быть результативным, т. е. способствовать повышению качества знаний, умений и навыков обучающихся.

Это будет тогда, когда проверочные задания будут соответствовать целям и задачам обучения.

Контроль должен быть всесторонним, т. е. должны учитываться учителем не только объем знаний, но и их глубина, осмысленность, научность, систематичность, прочность и др.

Контроль должен быть систематическим, т. е. осуществляться не от случая к случаю, а по каждой теме с последовательным усложнением задач, содержания и методов.

Контроль должен быть объективным, т. е. не зависеть от настроения учителя, симпатии и антипатии, содержать оценку не только в виде баллов, но и в виде устных комментариев.

Контроль должен быть гласным, т. е. каждую оценку преподаватель должен объявить так, чтобы о ней знал и ее понимал весь класс, что придает оценке силу стимула.

В процессе контроля должен осуществляться индивидуальный подход к обучающимся.

В общем, контроль включает в себя три составляющих:

1. Проверка — это процесс, в ходе которого устанавливается факт наличия или отсутствия знаний и умений и уровень их овладения;
2. Оценка — это процесс и результат, в ходе процесса устанавливается соответствие между достигнутым результатом и желаемой целью, а результат фиксируется в форме окончательного суждения о качестве и степени овладения знаний и умений или выражается в форме отметки или баллов;
3. Учет — это фиксация результатов оценочной деятельности в соответствующих документах (классном журнале, дневнике учащегося, учетной тетради учителя).

Контроль результатов обучения выполняет в процессе обучения проверочную (диагностическую), обучающую, развивающую, воспитательную и методическую функции, что делает его универсальной процедурой.

Проверочная функция заключается в выявлении степени освоения учеником материала, умений и навыков и их соответствия образовательному стандарту, в определении общего уровня умственного развития (в том числе коммуникативного), в закреплении приемов интеллектуальной деятельности, навыков рационального труда.

Обучающая функция предполагает совершенствование системы ЗУН, их обобщение, систематизацию, применение в новой ситуации.
Развивающая функция подразумевает стимулирование познавательной потребности учащегося, формирование его творческих способностей, развитие речи, памяти, внимания, воображения, воли, мышления;
Социальная функция призвана сориентировать учащегося в процессе обучения на достижение определенной цели;
Аксиологическая функция служит воспитанию ответственности (исполнительности, дисциплине, аккуратности), формированию сознательного выбора;
Диагностическая функция означает, что для использования наиболее адекватной по интенсивности методики обучения необходимо владеть информацией не только о пробелах в знаниях учеников, но и о порождающих их причинах;
Прогностическая функция помогает предоставлять опережающую информацию об учебно-воспитательном процессе с целью стратегического руководства, создания модели дальнейшего развития.
Проверка несет в себе три основные функции:

- контролирующую, суть которой в выявлении состояния (наличие, отсутствие, степень усвоения) всех видов результатов обучения.
- обучающую, состоящую в умении учителя таким образом организовать проверку, чтобы она принесла пользу каждому обучающемуся.
- воспитывающую, состоящую в приучении учеников к систематической работе.

Проверка дает возможность выработать критическое отношение к своей работе, помогает верно провести оценку своих сил, воспитывает силу воли, ответственность, трудолюбие и др., умение организовать свое время.
Отмеченные функции редко проявляются в чистом виде, чаще — в сочетании, преобладает одна какая-либо функция в зависимости от вида проверки, учебного предмета, цели.
Виды проверки:

1. Предварительная — проверка начального уровня подготовки ученика, имеющихся у него ЗУН, связанных с предстоящей деятельностью.
2. Текущая проверка — это систематическая проверка образовательных результатов ученика по конкретным темам на отдельных занятиях
3. Тематическая проверка осуществляется по итогам пройденной темы в целом.
4. Рубежная — проверка учебных достижений каждого ученика перед тем, как учитель переходит к следующей части учебного материала, усвоение которого невозможно без усвоения предыдущей части.
5. Итоговая проверка проводится в конце изучения дисциплины или учебного года и служит для проверки результатов обучения в целом и позволяет оценить совокупность приобретенных обучающимся предметных ЗУН.

Остановимся подробнее на формах проведения проверки знаний.
Классификация форм контроля по традиционной технологии обучения
1. Наблюдение. Посещение уроков, внеклассных мероприятий с последующим анализом
2. Проверка документации. Работа с классными журналами, индивидуальными дневниками обучающихся, планами урока
3. Опрос
— устный. Произвольная беседа или целенаправленное собеседование по специально подготовленной программе
— письменный. Проверка уровня ЗУНов обучающихся
*контрольная работа (срез)
*анкетирование открытое. Варианты ответов на запрограммированные вопросы не

ограничены
*анкетирование закрытое. Варианты ответов ограничены
4. Тестирование. Метод психологической диагностики для измерения индивидуальных различий
5. Оперативный разбор . Анализ деятельности обучающихся на уроке
6. Ретроспективный разбор. Оценка деятельно выпускников за предыдущие года обучения

Классификация современных форм и методов контроля

Портфель обучающегося.

Инструмент самооценки собственного познавательного, творческого труда обучающегося, рефлексии его собственной деятельности. Это — комплекс документов разрабатывается преподавателем и предусматривает:

- задания обучающемуся по отбору материала в «Портфель» (не конкретное указание, какой материал следует отобрать, а по каким параметрам следует его отобрать);
- анкеты для родителей, заполнение которых предполагает внимательное ознакомление с работами обучающихся; параметры и критерии оценки вложенных в портфель работ;
- анкеты для экспертной группы на презентации для объективной оценки представленного «Портфеля».

Принципы такой технологии можно сформулировать следующим образом:
1. Самооценка результатов овладения определенными видами познавательной деятельности, отражающей: умения обучающегося принимать самостоятельные решения в процессе познания, прогнозировать последствия этих решений;
особенности коммуникативной способности ученика.
2. Систематичность и регулярность самомониторинга. Если обучающийся принимает решение проследить свои успехи в отдельном учебном предмете, он начинает систематично отслеживать результаты своей деятельности в этой области. Его задача — тщательно проанализировать эти работы, внести необходимые коррективы, дать им объяснения, составить собственный краткий отчет самооценки: что, на его взгляд, ему удалось в этой работе, что не удалось и почему, на что следует на что следует обратить внимание. Здесь же он может выразить свое мнение по поводу оценки преподавателя, родителей, группы, в которой он работал. Именно эти суждения, аргументы и составляют сущность рефлексии, ради которой, собственно, и и используются данные технологии.
3. Структуризация материалов «Портфеля», логичность и лаконичность всех письменных пояснений.
4. Аккуратность и эстетичность оформления «Портфеля».
5. Целостность, тематическая завершенность представленных в «Портфеле» материалов.
6. Наглядность и обоснованность презентации «Портфеля» обучающегося.

Устная контрольная работа.

Обучающимся раздается 5 — 6 вариантов карточек, содержащих вопросы по пройденной теме. В течение 6 –8 минут обучающиеся обдумывают устные ответы на вопросы. Затем вызывается один из обучающихся, а его дополняют те, у кого карточки того же варианта. Этот способ позволяет повторить довольно быстро какую-то небольшую тему и оценить ее усвоение большим количеством обучающихся.

Инновационный диктант.

Каждый обучающийся перегибает пополам четверть тетрадного листа. На верхней и нижней частях листов пишется фамилия и номер варианта. Ответы записываются на двух половинах. После окончания диктанта обучающиеся сдают одну часть листа преподавателю. Сразу начинается проверка. Педагог просит одного из обучающихся назвать ответ и записывает его на доску (независимо от того, верен ли он). Остальные сигнализируют зеленым или красным

сигналом, верен ли ответ. Выставленные обучающимися отметки ставятся в журнал (иногда выборочно можно перепроверить, так как один экземпляр есть у преподавателя).
Эту форму работы можно использовать как для контроля пройденного материала, так и для актуализации прежних знаний. В этом случае хорошо включить один из вопросов по еще не пройденному материалу. Обязательно поощрить того, кто даст на него правильный ответ. Остальным же отметки выставить по желанию.

Дифференцированная проверочная работа.

Эту работу целесообразно проводить во время закрепления и обобщения пройденного.
На доске записываются разноцветным мелом три варианта заданий различной степени сложности. Оценка «3» соответствует тексту, записанному зеленым цветом, оценка «4» — синему, оценка «5» — красному. На стене рядом помещается колонка с фамилиями обучающихся, а справа три колонки вариантов. В каждой колонке количество столбцов должно соответствовать количеству заданий. Обучающиеся выполняют задания по выбору каждое на отдельном листочке. Как только задание выполнено, обучающийся подходит к преподавателю, который мгновенно определяет, правильное решение или нет. Если ответ правильный, педагог забирает листочек, а обучающийся закрашивает на стенде ту клеточку, которая соответствует его варианту и номеру задания. Если ответ неверен, обучающийся отправляется искать ошибку или выполнять задание более легкого варианта. К концу занятия преподаватель, ориентируясь на закрашенные клеточки стенда, имеет представление о подготовке всей группы и каждого обучающегося в отдельности.

Отгадывание кросснамберов.

Разгадывание кросснамберов следует предлагать обучающимся для проверки их знаний по определенной теме. Предлагаемая карточка содержит кросснамбер, разгадать который можно, решив ряд задач. При этом работа интересна, нестандартна и не вызывает психического напряжения. В каждую клеточку вписывается по одной цифре. Правильность решения проверяется сразу: цифры, стоящие при пересечении горизонтали и вертикали, должны совпадать.

Зачетная форма организации контроля знаний обучающихся

На зачетном уроке сочетаются индивидуальная и групповая формы работы. Перед зачетом можно провести самостоятельную работу, которая включает в себя как стандартные задания, так и более сложные, требующие применения теории в нестандартных ситуациях. Обучающиеся, выполнившие самостоятельную работу на «отлично», назначаются бригадирами. Группа разбивается на бригады по 5-7 человек в каждой, а внутри бригады на пары. Бригадир начинает опрашивать одну из пар своей бригады. Обучающиеся, ответившие «хорошо» бригадиру, могут стать его помощниками и опрашивать другие пары бригады.
Основное преимущество бригадного способа зачета — четкая схема опроса: понятно кто и кого должен опрашивать. Кроме того, менее успевающие обучающиеся имеют возможность прослушать отчет бригадира и одной-двух пар. При этом обучающиеся опрашивают даже строже, чем преподаватель.

Тестовые задания.

Отличие тестов от других видов контроля в объективности измерения результатов обучения, так как они зависят не от субъективного мнения преподавателя, а от объективных эмпирических критериев.
Достоинство: Главное достоинство тестовой проверки в скорости.
Недостатки: Если результатом своей работы обучающийся представляет только номера ответа, педагог не видит хода решения — мыслительная деятельность обучающегося и результат может быть только вероятностным. Гарантии наличия у обучающегося знаний нет;

Тестовые задания удобно использовать при организации самостоятельной работы обучающихся в режиме самоконтроля, при повторении учебного материала. Тесты с успехом можно использовать наряду с другими формами контроля, обеспечивая информацию по ряду качественных характеристик знаний и умений обучающегося.

Виды тестов и функции теста

1. Тесты с однозначным выбором ответа. На каждое задание предлагается несколько вариантов ответа, из которых только один верный.
2. Тест с многозначным ответом. В варианты ответа может быть внесено более верного ответа, но в разных видах. Либо среди ответов может не быть верных ответов. Тогда в результате каждому номеру заданий должны быть выставлены номера правильных ответов или прочерк.
3. Тесты на дополнение. В этих тестах задания оформляются с пропущенными словами или символами. Пропущенное место должно быть заполнено обучающимися.
4. Тесты перекрестного выбора. В них предлагается сразу несколько заданий и несколько ответов к ним. Количество ответов рекомендуется планировать несколько больше, чем заданий. В результате обучающийся должен предоставить цепочку двузначных чисел. Эти тесты также могут быть однозначными и многозначными.
5. Тесты идентификации. Аналогичны (4). В них используются графические объекты или аналитические описания.

Тесты 4 и 5 более сложные для работы обучающихся, но и более достоверные. В ходе их выполнения формируются навыки сравнения объектов, сопоставления, соотнесения, представления объекта в разных формах. Они более интересны для обучающихся видами деятельности, для преподавателя — наполненностью содержания.

Проведение текущего контроля в инновационной форме

Текущий контроль проводится преподавателем в виде контрольных мероприятий по частям модуля. Контрольные мероприятия — это тесты, редакционные задания, контрольные, позволяющие установить уровень знаний обучающегося, стабильность выполнения им учебного графика, его активность. Преподаватель разрабатывает шкалу оценок качества выполненных учеником заданий в процессе изучения им данного предмета.

После аттестации и в конце четверти каждому ученику выставляется его итоговое ранг-место и итоговая оценка.

Рейтинговыми показателями можно пользоваться при распределении на практику.

Для контроля знаний, полученных при изучении теоретических модулей, используются контрольные вопросы. Формой контроля может быть опрос или тест.

Для контроля умений, полученных при изучении практических модулей, используются контрольные задания.

Контрольные опросы и задания должны быть предусмотрены в конце каждого блока, агрегирующего несколько модулей. Наличие контрольных вопросов и заданий по каждому модулю и блоку позволяет внедрить систему непрерывного контроля знаний и умений в учебный процесс.

Защита проекта, деловые игры

Современные и актуальные формы проверки знаний. Они позволяет проверить не только предметные знания, но и оценить развитие личностных и метапредметных результатов обучения.

С введением ФГОС второго поколения поменялось отношение к системе оценки результатов обучения учащихся. Оценке подвергаются не только предметные знания и умения обучающихся, но и личностные и метапредметные результаты. Важным моментом в оценке результатов обучения является критериальность, то есть для оценивания достижений ученика разрабатываются четкие критерии, позволяющие отразить уровень его развития на момент

проведения контроля. Важной частью контроля является то, как он будет проводиться, то есть это методы и формы проверки знаний. Форм проверки знаний существует огромное количество и поэтому учитель может выбрать те, которые актуальны для его дисциплины. При выборе формы проверки знаний нужно учитывать возраст обучающихся. Информатика — это дисциплина, которая тесно связана практически с любой отраслью знаний, поэтому для нее можно применять разнообразные формы проверки знаний.

- **Шкала и критерии оценивания результатов обучения**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические методы		
Показатель	Критерии оценивания	
	зачтено	не зачтено
знать	Обучающийся демонстрирует полное, частичное, соответствие следующих знаний: - начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; -методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; -основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; -методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; -основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений.
уметь	Обучающийся демонстрирует полное или частичное соответствие следующих умений: -использовать физические и химические законы при анализе и решении проблем энерго- и ресурсосбережения; -выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - использовать физические и химические законы при анализе и решении проблем энерго- и ресурсосбережения; -выполнять основные химические операции, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач.

	профессиональных задач.	
владеть	Обучающийся в полном объеме или частично владеет: - методами проведения физико-химических измерений и методами корректной оценки погрешностей при их проведении; - навыками вычисления давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: - методами проведения физико-химических измерений и методами корректной оценки погрешностей при их проведении; - навыками вычисления давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах.
ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях		
Показатель	Критерии оценивания	
	зачтено	не зачтено
знать	Обучающийся демонстрирует полное, частичное, соответствие следующих знаний: - методы метрологической обработки результатов анализа; - основные свойства дисперсных систем.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - методы метрологической обработки результатов анализа; - основные свойства дисперсных систем.
уметь	Обучающийся демонстрирует полное или частичное соответствие следующих умений: - устанавливать границы устойчивости фаз, определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и основных характеристик дисперсных систем.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - устанавливать границы устойчивости фаз, определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; - проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и основных характеристик дисперсных систем.
владеть	Обучающийся в полном объеме или частично владеет:	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени

	- методами определения поверхностного натяжения, краевого угла смачивания, параметров ад(аб)сорбции, критической концентрации мицеллообразования, электрокинетического потенциала; - методами описания дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости.	владеет: - методами определения поверхностного натяжения, краевого угла смачивания, параметров ад(аб)сорбции, критической концентрации мицеллообразования, электрокинетического потенциала; - методами описания дисперсных систем и оценки их агрегативной устойчивости.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Коллоидная химия» (выполнили лабораторные и расчетно-графические работы).

Шкала оценки	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

- **Оценочные средства**

Перечень оценочных средств по дисциплине «Коллоидная химия»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

Приложение 2.1

Примерные варианты контрольных работ

Вопросы к контрольной работе № 1

1. Поверхностная энергия. Связь с поверхностным натяжением. Какие процессы приводят к понижению поверхностной энергии?
2. Оптические свойства золей. Конус Тиндаля.
3. Закон Юнга.
4. Методы измерения поверхностного натяжения.
5. Уравнение Жюрена.

Вопросы к контрольной работе № 2

1. Объяснить строение гранулы гидрофобного золя, образованного в результате реакции водного раствора нитрата серебра с иодистым калием при избытке последнего.
2. Синерезис и тиксотропия гелей.
3. Причины агрегативной устойчивости золей.
4. Распределение частиц по высоте в суспензии. К частицам какого размера оно применимо?
5. Адгезия и когезия.

Задания на самостоятельную работу (расчетно-графические работы)

Содержание самостоятельной работы 1 (адсорбция)

1. По полученным у преподавателя данным построение графиков изотерм адсорбции Фрейндлиха, Лэнгмюра.
2. Расчет параметров уравнений Фрейндлиха и Лэнгмюра.

Содержание самостоятельной работы 2 (коагуляция золей)

1. По полученным данным расчет скорости коагуляции золей и определение типа коагуляции.

Содержание самостоятельной работы 3 (дисперсионный анализ эмульсий)

1. По полученным данным построить дифференциальную кривую распределения.
2. Рассчитать площадь межфазной поверхности и общий объем измеренных капель.
3. Определить среднеарифметическую площадь поверхности и средний объем капель эмульсии.
4. Рассчитать общее число капель и общую площадь поверхности раздела фаз для всей эмульсии.

Приложение 2.2

Вопросы для подготовки к зачету

1. Предмет и методы коллоидной химии. Классификации и характеристики дисперсных систем.

2. Поверхностная энергия, поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Процессы, приводящие к уменьшению поверхностной энергии Гиббса. Коалесценция, коагуляция, перекристаллизация, адгезия и адсорбция.

3. Адгезия и когезия. Смачивание. Краевой угол смачивание. Закон Юнга. Капиллярные явления. Уравнение Лапласа. Давление пара над кривой поверхностью. Уравнение Томсона (Кельвина). Поднятие столба жидкости в капилляре. Формула Жюрена.

4. Адсорбция на твердой поверхности. Виды адсорбентов. Активированный уголь, силикагель. Физическая и химическая адсорбция. Правило Панета-Фаянса. Эмпирическое уравнение Фрейндлиха. Мономолекулярная адсорбция. Уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра.

5. Адсорбция на границе раствор-газ. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества. Дифильная природа молекул ПАВ. Типы ПАВ. Применения ПАВ.

6. Растворы ПАВ. Образование мицелл. Прямые и обратные мицеллы. Солюбилизация. Мономолекулярные пленки.

7. Сольвофобные золи. Методы получения и очистки. Оптические и электрические свойства. Строение гранулы. Двойной электрический слой и дзета-потенциал. Кинетическая и агрегативная устойчивость. Кинетика коагуляции.

8. Электрокинетические явления. Электроосмос, электрофорез, потенциал осаждения и потенциал течения.

10. Гели. Синерезис, тиксотропия, набухание. Пептизация. Студни. Коагуляционно-конденсационные структуры.

11. Суспензии. Распределение частиц по высоте. Уравнение Лапласа-Перрена. Скорость оседания. Пасты, их свойства. Синерезис и тиксотропия паст.

12. Дисперсионный анализ. Ситовый анализ. Седиментационный анализ.

13. Эмульсии, прямые и обратные. Стабилизация и устойчивость эмульсий.

14. Пены. Структура пен. Получение и стабилизация пен. Устойчивость пен.

15. Аэрозоли. Свойства аэрозолей. Термофорез, фотофорез. Взрывоопасность.

16. Порошки. Получение, свойства. Сыпучесть. Слеживаемость.

17. Почвенные коллоиды. Структура почв. Состав коллоидных частиц. Адсорбция ионов на коллоидных частицах.

18. Наночастицы, их физико-химические свойства. Нанотоксичность. Основные методы получения наноматериалов.

19. Обзор современных проблем коллоидной химии.

Приложение 2.3

Пример билета для проведения зачета

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет»

Кафедра «ХимБиотех»
Дисциплина «Коллоидная химия»
_____/_____учебный год

Билет № 1

1. Понятие о коллоидных системах и определение коллоидной химии как науки.
2. Оптические свойства коллоидных систем.
3. Классификация аэрозолей.

Заведующий кафедрой «ХимБиотех» Т.И. Громовых

Утверждено на заседании кафедры 05.09.2022 г., протокол № 1