

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана химического факультета

А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

**Коллоидная химия**

по направлению подготовки / специальности

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Направленность (профиль) подготовки / специализация:

**Фундаментальная и прикладная химия**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**химик-специалист, преподаватель**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии;

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.1 Знает стандартные приемы и операции, используемые при получении веществ неорганической и органической природы

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить понятийный аппарат и теоретические основы главных разделов коллоидной химии, сформировать представление о поверхностных и реологических свойствах, физико-химических особенностях формирования коллоидных и дисперсных систем, устойчивости дисперсных систем.

– Научиться применять понятийный аппарат и теоретические знания, приобретенные в курсе коллоидной химии, для решения практических задач по коллоидной химии.

– Научиться планировать и проводить химические эксперименты в области коллоидной химии, обрабатывать и анализировать полученные результаты, формулировать выводы с привлечением теоретических знаний по дисциплине.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Седьмой семестр, зачет

Седьмой семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: неорганическая химия, аналитическая химия, органическая химия, физическая химия, высокомолекулярные соединения, физика, математический анализ, строение вещества.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-лабораторные: 64 ч.

в том числе практическая подготовка: 64 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Основные задачи и понятия коллоидной химии. Получение дисперсных систем.

Основные задачи и направления коллоидной химии. Краткий исторический обзор развития коллоидной химии. Основные пути современного развития коллоидной химии. Классификация дисперсных систем: по размерам частиц дисперсной фазы, по агрегатному состоянию среды и фазы, по межфазному взаимодействию, лиофильные и лиофобные дисперсные системы, сходство и различие между ними и растворами высокомолекулярных веществ. Методы получения дисперсных систем, молекулярных коллоидов. Специфические свойства дисперсных систем. Значение поверхностных явлений в таких системах.

Тема 2. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.

Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Броуновское движение. Диффузия. Осмотическое давление. Седиментационно-диффузионное равновесие. Седиментационный анализ.

Тема 3. Оптические свойства дисперсных систем.

Рассеяние света дисперсными системами. Методы исследования дисперсных систем: нефелометрия, ультрамикроскопия, турбидиметрия. Поглощение и окраска золей.

Тема 4. Поверхностные явления в дисперсных системах.

Избыточная поверхностная энергия и пути ее уменьшения. Адсорбция. Основные понятия адсорбции. Классификации адсорбции. Экспериментальные зависимости в адсорбции. Адсорбция на границе раздела газ - твердое тело. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Потенциальная теория Поляни. Теория БЭТ. Определение удельной поверхности адсорбентов. Капиллярные явления в дисперсных системах. Уравнение Томсона-Кельвина. Капиллярная конденсация. Адсорбция на границе раздела газ - жидкость. Термодинамическая функция поверхностного слоя. Метод избыточных величин Гиббса. Поверхностное натяжение. Правило Антонова. Вывод адсорбционного уравнения Гиббса. Поверхностно-активные и неактивные вещества (ПАВ и ПНВ). Применение уравнения Ленгмюра для адсорбции на границе раздела газ жидкость. Уравнение Шишковского. Правило Траубе-Дюкло. Поверхностные пленки. Весы Ленгмюра. Строение адсорбционных слоев. Адсорбция на границе твердое тело-раствор. Молекулярная адсорбция.

Тема 5. Электрические свойства дисперсных систем.

Электрокинетические явления: электроосмос, электрофорез, потенциал течения, потенциал оседания. Причины возникновения электрокинетических явлений. Двойной электрический слой (ДЭС). Пути возникновения ДЭС. Теории строения ДЭС. Теория Гельмгольца-Перрена. Теория Гуи-Чепмена. Вывод основного уравнения. Расчет поверхностной плотности заряда. Эффективная толщина ДЭС. Теория Штерна. Влияние различных факторов на строение ДЭС. Современные представления о строении ДЭС. Определение электрокинетического потенциала из электрофореза и электроосмоса. Практическое значение электрокинетических явлений.

Тема 6. Устойчивость и коагуляция дисперсных систем.

Устойчивость лиофильных систем. Критерий Щукина-Ребиндера. Критические эмульсии. Коллоидные ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования. Солюбизация. Моющее действие коллоидных ПАВ. Устойчивость лиофобных систем. Агрегативная и кинетическая устойчивость. Коагуляция лиофобных систем. Кинетика быстрой коагуляции. Теория устойчивости лиофобных систем. Теория ДЛФО. Расклинивающее давление. Расчет составляющих расклинивающего давления. Два типа коагуляции по Дерягину: концентрационная и нейтрализационная. Объяснение правила Шульце-Гарди в теории ДЛФО. Адсорбционно-сольватный барьер.

Тема 7. Дисперсные системы: золи, эмульсии, суспензии, пены.

Общие характеристики аэрозолей, порошков, лиозолей, суспензий, эмульсий и пен. Устойчивость дисперсных систем. Особенности стабилизации и разрушения конкретных дисперсных систем с различным агрегатным состоянием фаз аэрозолей, гидрозолей и суспензий, эмульсий, пен. Агрегативная устойчивость. Примеры практического использования суспензий, лиозолей, эмульсий, пен и аэрозолей.

Тема 8. Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем.

Простейшие модели механического поведения систем. Реологические модели дисперсных систем. Структурообразование в дисперсных системах. Вязкость дисперсных систем. Адсорбционное понижение твердости тел. Эффект Ребиндера.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости лабораторных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, а также контроля знаний в виде коллоквиумов по темам курса, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в седьмом семестре проводится в устной форме по билетам. К экзамену допускаются студенты, прошедшие аттестацию и получившие зачет по результатам текущего контроля. Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов (РООПК 1.1, РООПК 1.3, РООПК 2.2), предполагающих развернутый ответ, и одной задачи (РООПК 1.2, РООПК 1.3).

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Классификация дисперсных систем: по размерам частиц дисперсной фазы; по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды; по интенсивности межфазного взаимодействия; по подвижности частиц дисперсной фазы.
2. Оптические свойства дисперсных систем.
3. Рассеяние света, уравнение Рэлея и анализ его, условия применимости уравнения.
4. Методы исследования, основанные на светорассеянии: нефелометрия, ультрамикроскопия, турбидиметрия.
5. Поглощение света и окраска золей.
6. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.
7. Универсальность молекулярно-кинетических свойств истинных растворов и дисперсных систем.
8. Броуновское движение. Связь между средним сдвигом частиц и коэффициентом диффузии. Закон Эйнштейна–Смолуховского.
9. Особенности диффузии в коллоидных системах. Закон Фика и анализ его.
10. Осмотические явления в коллоидных системах и их роль в биологических объектах.
11. Седиментационно–диффузионное равновесие. Гипсометрический закон, анализ уравнения и условия его применения.
12. Седиментация и седиментационный анализ. Условия соблюдения закона Стокса при седиментации.

13. Методы и приемы седиментационного анализа. Математическая обработка кривых оседания.
14. Интегральные и дифференциальные кривые распределения частиц по размерам и их анализ.
15. Получение дисперсных систем. Методы конденсации, диспергирования, пептизации.
16. Адсорбция. Основные понятия: адсорбция, адсорбент, адсорбат, количественная характеристика адсорбции, теплота адсорбции.
17. Классификации адсорбции: по агрегатному состоянию соприкасающихся фаз, по природе сил, действующих между адсорбатом и адсорбентом. Критерии физической и химической адсорбции. Природа адсорбционных сил.
18. Адсорбция на границе газ – твердое тело. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Основные положения теории, физический смысл постоянных, анализ уравнения. Проверка теории Ленгмюра по критериям Брунауэра.
19. Теория полимолекулярной адсорбции Поляни. Основные положения. Адсорбционный потенциал, адсорбционный объем и способы их расчета. Характеристическая кривая и ее свойства. Проверка теории по критериям Брунауэра.
20. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Основные положения. Модель адсорбционного слоя по БЭТ. Физический смысл постоянных.
21. Определение удельной поверхности. Применение уравнения БЭТ для описания изотерм адсорбции различных типов. Проверка теории по критериям Брунауэра.
22. Капиллярные явления и капиллярная конденсация. Классификация адсорбентов по размерам пор. Внутреннее давление и кривизна поверхности.
23. Уравнение Томсона–Кельвина и его анализ. Влияние кривизны поверхности на давление насыщенного пара над ней.
24. Причины возникновения и особенности капиллярной конденсации. Причины появления петли гистерезиса на изотермах адсорбции и десорбции.
25. Адсорбция на границе раздела газ – жидкость. Термодинамика поверхностного слоя. Поверхностные избытки Гиббса.
26. Фундаментальное уравнение Гиббса для поверхностного слоя. Поверхностное натяжение и его физический смысл.
27. Методы измерения поверхностного натяжения.
28. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества и их свойства.
29. Изотермы поверхностного натяжения и изотермы адсорбции для ПАВ и поверхностно-инактивных веществ.
30. Расчет величины адсорбции по изотерме поверхностного натяжения. Поверхностная активность.
31. Строение поверхностного слоя ПАВ на границе газ – жидкость и расчет с помощью уравнения Ленгмюра осевой длины и поперечного сечения молекулы ПАВ.
32. Уравнение Шишковского, физический смысл постоянных; связь уравнения Шишковского с уравнениями Ленгмюра и Гиббса.
33. Влияние строения ПАВ на поверхностную активность, правило Траубе–Дюкло и границы его применимости.
34. Поверхностные пленки, экспериментальные методы изучения пленок на границе газ – жидкость, практическое значение пленок.
35. Адсорбция на границе раздела твердое тело – раствор. Молекулярная адсорбция из растворов.
36. Основные типы изотерм адсорбции для разбавленных растворов, уравнения Ленгмюра и Фрейндлиха.
37. Адсорбция из бинарных растворов, уравнение Гиббса, изотермы адсорбции Шаю. Адсорбционная азеотропия.

38. Основные особенности молекулярной адсорбции из растворов: скорость адсорбции, влияние температуры, правило уравнивания полярностей Ребиндера, правило Траубе.
39. Причины возникновения двойного электрического слоя (ДЭС). Экспериментальные данные, полученные при изучении электрокинетических явлений: электрический потенциал поверхности относительно жидкой дисперсионной среды (термодинамический потенциал), электрокинетический потенциал (дзета-потенциал) и соотношения между ними.
40. Теории строения двойного электрического слоя (ДЭС).
41. Теория Гельмгольца–Перрена. Строение ДЭС, соотношение между электрическим потенциалом поверхности ( $\phi_0$ ) и электрокинетическим потенциалом ( $\zeta$ ). Противоречия теории.
42. Теория Гуи–Чепмена. Задачи и основные положения теории. Строение ДЭС по теории Гуи–Чепмена.
43. Сопоставление емкости ДЭС, рассчитанной по теории Гуи–Чепмена и экспериментальным данным.
44. Эффективная толщина ДЭС, физический смысл этой величины и факторы, влияющие на нее. Ограничения теории Гуи–Чепмена.
45. Теория Штерна. Основные положения теории, адсорбционный потенциал, строение двойного электрического слоя по Штерну.
46. Расчет поверхностной плотности заряда. Современное состояние теории строения ДЭС.
47. Влияние электролитов на двойной электрический слой.
48. Определение электрокинетического потенциала из скорости электрофореза и электроосмоса.
49. Специфические особенности дисперсных систем. Избыточная поверхностная энергия ( $G^s$ ) и пути ее уменьшения. Устойчивость дисперсных систем.
50. Лиофильные системы. Условие самопроизвольного диспергирования. Критерий Шукина–Ребиндера.
51. Критические эмульсии – как лиофильные системы, мицеллообразующие ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ).
52. Определение ККМ. Солюбилизация.
53. Лиофобные системы. Устойчивость лиофобных систем. Агрегативная и кинетическая устойчивость.
54. Способы укрупнения частиц дисперсной фазы: изотермическая перегонка и агрегация частиц.
55. Факторы, влияющие на устойчивость лиофобных систем. Влияние электролитов на устойчивость.
56. Особенности электролитной коагуляции, правило Шульце–Гарди.
57. Теория коагуляции лиофобных зольей электролитами. Задачи теории коагуляции. Теория коагуляции ДЛФО.
58. Расклинивающее давление и его составляющие: молекулярная, электростатическая, структурная и адсорбционная. Краткая характеристика каждой составляющей.
59. Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Энергия отталкивания частиц. Факторы, влияющие на энергию отталкивания.
60. Энергия притяжения между частицами. Дисперсионные силы. Особенности дисперсионного взаимодействия.
61. Общие уравнения ДЛФО. Формы результирующих кривых.
62. Концентрационный тип коагуляции. Влияние заряда коагулирующего иона на порог коагуляции. Закон Дерягина–Ландау.
63. Нейтрализационный тип коагуляции. Влияние заряда коагулирующего иона на порог коагуляции. Критерий Эйлера–Корфа.

64. Адсорбционно-сольватный барьер.
65. Обратимость коагуляции. Пептизация.
66. Аэрозоли. Что является дисперсной фазой и дисперсионной средой в таких системах? Классификация аэрозолей. Как образуются аэрозоли? Чем обусловлены лиофобность и агрегативная неустойчивость аэрозолей?
67. Специфические свойства аэрозолей. Что такое число Кнудсена? С какой особенностью аэрозолей оно связано? Каково его значения для аэрозольных систем с разными размерами частиц дисперсной фазы? Методы разрушения аэрозолей.
68. Аэрозоли в природе, промышленности, в повседневной жизни.
69. Пены. Дисперсная фаза и дисперсионная среда в пенах. Что такое кратность пены? Какие значения она принимает и о чем свидетельствует? Как устроены ячейки пены? Каналы Гиббса–Плато в пенах с разной кратностью.
70. От чего зависит качество пены? Пенные пленки. Методы получения и разрушения пены. Использование пен в различных областях.
71. Суспензии. В чем заключается отличие суспензий от коллоидных систем? Чем обусловлена агрегативная устойчивость суспензий?
72. Броуновское движение, осмотическое давление в суспензиях. Коагуляция и флокуляция в суспензиях.
73. Эмульсии. Какие системы называются эмульсиями? Место эмульсий среди дисперсных гетерогенных систем. По каким признакам классифицируются эмульсии? Типы эмульсий. Как можно определить тип эмульсии?
74. Обращение фаз эмульсий? Особенности лиофобных эмульсий. Методы получения эмульсий. Какие вещества используются для получения устойчивых эмульсий? Почему эмульсия без эмульгатора неустойчива? Каков механизм действия эмульгатора? Методы разрушения эмульсий.
75. Физико–химическая механика как наука о механическом поведении дисперсных систем. Объекты и методы исследования этой науки.
76. Описание поведения систем с точки зрения реологии. Напряжение сдвига, его составляющие: нормальная и тангенциальная. Относительная деформация сдвига.
77. Простейшие модели механического поведения систем: а) упругое поведение (идеально упругое тело), закон Гука; б) вязкое поведение (идеально вязкое тело), закон Ньютона; в) пластичность (идеально пластическое тело Кулона). Реологические модели дисперсных систем (модель Максвелла, модель Кельвина, модель Бингама).
78. Структурообразование в дисперсных системах.
79. Свободнодисперсные и связнодисперсные системы, структурированные жидкости.
80. Коагуляционные и фазовые контакты в дисперсных системах.
81. Коагуляционные (тиксотропно-обратимые) структуры и конденсационно-кристаллизационные структуры (с фазовыми контактами), их свойства.
82. Вязкость систем, коэффициент вязкости, единицы измерения.
83. Методы измерения вязкости.
84. Ньютоновские (нормальные) и неньютоновские (аномальные) жидкости. Их кривые течения.
85. Вязкость дисперсных систем. Эффективная вязкость.
86. Структурная вязкость. Уравнение Бингама.
87. Зависимость вязкости дисперсных систем от концентрации дисперсной фазы. Уравнение Эйнштейна.
88. Структурно-механические свойства твердых тел. Взаимодействие со средой сплошных твердых тел. Адсорбционное понижение прочности (эффект Ребиндера).

Примеры задач:

1. Аэрозоль ртути сконденсировался в виде большой капли объемом  $3,5 \text{ см}^3$ . Определите, насколько уменьшилась поверхностная энергия ртути, дисперсность аэрозоля составляла  $10 \text{ мкм}^{-1}$ . Поверхностное натяжение ртути примите равным  $0,475 \text{ Дж/м}^2$ .
2. Рассчитайте радиус частиц гидрозоля золота, если после установления седиментационно-диффузионного равновесия при  $293 \text{ К}$  на высоте  $h = 8,56 \text{ см}$  концентрация частиц изменилась в 2,5 раз. Плотность золота  $\rho = 19,3 \text{ г/см}^3$ , плотность воды  $\rho_0 = 1,0 \text{ г/см}^3$ .
3. Для частицы радиусом  $27 \cdot 10^{-7} \text{ см}$  величина среднего смещения составляет  $1 \cdot 10^{-4} \text{ см}$ . Какое смещение будет иметь частица радиусом в  $52 \cdot 10^{-7} \text{ см}$ , находящаяся в той же среде и при той же температуре?
4. Рассчитайте электрокинетический потенциал частиц бентонитовой глины по результатам электрофореза при следующих условиях: расстояние между электродами  $25 \text{ см}$ , напряжение  $100 \text{ В}$ , за  $15 \text{ мин}$  частицы перемещаются на  $6 \text{ мм}$  к аноду, относительная диэлектрическая проницаемость среды  $78,2$  (при  $298 \text{ К}$ ), вязкость среды  $8,94 \cdot 10^{-4} \text{ Па}\cdot\text{с}$ .
5. Предполагается, что изотерма адсорбции описывается уравнением Ленгмюра.
6. Для коагуляции  $10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  золя  $\text{AgI}$  требуется  $0,45 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$  раствора  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . Концентрация электролита равна  $0,05 \text{ кмоль/м}^3$ . Найдите порог коагуляции золя.
7. Вычислите величину среднего смещения частицы гидрозоля  $\text{Ag}$  за  $10 \text{ с}$ , если радиус частицы  $5 \cdot 10^{-6} \text{ см}$ , вязкость среды  $0,01$  пуаз и температура  $20^\circ\text{C}$ . Каков коэффициент диффузии частиц в этом гидрозоле? ( $9,26 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ ;  $4,29 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{с}$ )
8. Для гидрозоля  $\text{Al}_2\text{O}_3$  рассчитайте высоту, на которой концентрация частиц уменьшится в 2,7 раза. Дисперсность фазы гидрозоля составляет  $10^9 \text{ м}^{-1}$ , плотность  $\text{Al}_2\text{O}_3$   $4 \text{ г/см}^3$ , плотность дисперсионной среды  $1 \text{ г/см}^3$ , температура  $293 \text{ К}$ . Частицы сферические.
9. Определите поверхностное натяжение бензола при  $293$ ,  $313$  и  $343 \text{ К}$ . Примите, что полная поверхностная энергия не зависит от температуры и для бензола равна  $61,9 \text{ мДж/м}^2$ . Температурный коэффициент для поверхностного натяжения равен  $-0,13 \text{ мДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .
10. Частицы аэросила  $\text{SiO}_2$  в водной среде при  $\text{pH} = 6,2$  имеют электрокинетический потенциал, равный  $-34,7 \cdot 10^{-3} \text{ В}$ . На какое расстояние и к какому электроду сместятся частицы за  $30 \text{ мин}$ , если напряжение в приборе для электрофореза  $110 \text{ В}$ , расстояние между электродами  $25 \text{ см}$ , относительная диэлектрическая проницаемость среды  $80,1$ , вязкость  $1 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ .

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется студенту, если даны полные и правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета в соответствии с требованиями, предъявляемыми программой; содержание ответа изложено логично и последовательно; существенные фактические ошибки отсутствуют; ответ соответствует нормам русского литературного языка. Студент должен дать исчерпывающие и правильные ответы на уточняющие и дополнительные вопросы экзаменатора по теме вопросов билета.

Оценка «хорошо» выставляется студенту в случае, когда содержание ответа, в основном, соответствует требованиям, предъявляемым к оценке «отлично», т. е. даны полные правильные ответы на вопросы экзаменационного билета с соблюдением логики изложения материала, но при ответе допущены небольшие ошибки и погрешности, не имеющие принципиального характера. Оценка «хорошо» должна выставляться студенту, недостаточно четко и полно ответившему на уточняющие и дополнительные вопросы экзаменатора.



Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, не показавшему знания в полном объеме, допустившему ошибки и неточности при ответе на вопросы экзаменационного билета, продемонстрировавшему неумение логически выстроить материал ответа и сформулировать свою позицию. При этом хотя бы по одному из вопросов ошибки не должны иметь принципиального характера.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не дал ответа хотя бы на один вопрос экзаменационного билета; дал неверные, содержащие фактические ошибки, ответы на все вопросы; не смог ответить более, чем на половину дополнительных и уточняющих вопросов экзаменатора. Неудовлетворительная оценка выставляется студенту, отказавшемуся отвечать на вопросы билета.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=28531>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План практических занятий по дисциплине.
- г) Методические указания по проведению лабораторных работ.
- д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
  - Щукин Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин [и др.]. – М.: Высшая школа, 2004. – 444. URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000194190/000194190.pdf>.
  - Сумм Б. Д. Основы коллоидной химии / Б. Д. Сумм. – М.: Академия, 2007. – 238.
  - Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии: учебник для вузов / Д. А. Фридрихсберг. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 412 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/329105>.
  - Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – М.: Химия, 1976. – 511 с. – URL: <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000064717/000064717.djvu>.
  - Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии: поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – М.: Альянс, 2004. – 462 с.
  - Шиляева Л. П. Практические работы по коллоидной химии / Л. П. Шиляева [и др.]. – Томск: Изд. Дом. ТГУ, 2015. – 243 с. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000511339>.
- б) дополнительная литература:
  - Colloid Process Engineering, electronic resource /edited by Matthias Kind, Wolfgang Peukert, Heinz Rehage, Heike P. Schuchmann. Cham : Springer International Publishing : Imprint: Springer, 2015
  - Colloidal Dispersions Under Slit-Pore Confinement, electronic resource /by Yan Zeng. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg : Imprint: Springer, 2012.
  - Ларичкина Н.И. Физическая и коллоидная химия. Практикум: Учебное пособие / Н.И. Ларичкина [и др.]. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 100 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=397523>.
  - Назаров В. В. Коллоидная химия. Практикум и задачник / В. В. Назаров [и др.]. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 436 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254711>.
- в) ресурсы сети Интернет:
  - Материалы лекционных курсов по коллоидной химии МГУ <http://teach-in.ru/course/colloid-chemistry/lecture>.

### 13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:  
– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);  
– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –  
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>  
– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>  
– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>  
– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>  
– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации (аудитория № 311 6-го учебного корпуса ТГУ); аудитории имеется интерактивная доска;

Лабораторная аудитория (№ 211, 6-го учебного корпуса ТГУ).

Лаборатория оснащена необходимой лабораторной мебелью, стеклянной и фарфоровой лабораторной посудой, измерительным инструментом (торсионные весы, тензиометр, установка Ребиндера, термометры, и т.д.). Кроме того, в лаборатории имеется нагревательное оборудование (электроплитки и термостатирующие шкафы), встряхиватели, мешалки с магнитным приводом и другое оборудование.

Учебный процесс по дисциплине «Коллоидная химия» поддерживается самым современным оборудованием для работы с дисперсными и коллоидными системами.

### 15. Информация о разработчиках

Сидорова Ольга Ивановна, кандидат химических наук, кафедра физической и коллоидной химии химического факультета ТГУ, доцент.