

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра физической химии

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

*Методические указания к самостоятельной работе
для студентов бакалавриата направления 18.03.01*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК 544.7 (073)

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ: Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *О.В. Черемисина, Т.Е. Литвинова, В.В. Сергеев*. СПб, 2019. 23 с.

Методические указания содержат материал, необходимый для самостоятельной подготовки студентов к работе на практических и лабораторных занятиях.

Предназначены для студентов бакалавриата направления 18.03.01 «Химическая технология» профилей «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Химическая технология неорганических веществ».

Научный редактор проф. *О.В. Черемисина*

Рецензент доц. *И.В. Приходько* (Санкт-Петербургский государственный университет)

ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины **«Коллоидная химия»** предполагает формирование у студентов

- получение базовых теоретических основ, общих законов и закономерностей, определяющих свойства и устойчивость дисперсных систем, поверхностных явлений;

- формирование представлений в области поверхностных явлений: поверхностного натяжения, смачивания, адсорбции, электрокинетических явлений;

- приобретение навыков практического применения полученных знаний для определения условий образования и разрушения дисперсных систем, прогнозирования протекания процессов сорбции, электрокинетических явлений, способностей для самостоятельной работы.

В процессе изучения дисциплины студенты выполняют ряд лабораторных работ, которые составляют основу их практической подготовки.

Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, а также выработку навыков самостоятельного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Самостоятельная работа – обязательная и неотъемлемая часть учебной работы студента, направленная на:

- систематизацию, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений;

- формирование умений использовать различные информационные источники: нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

- развитие познавательных способностей, творческой инициативы, ответственности и организованности;

- развитие исследовательских умений.

Самостоятельная работа по дисциплине **«Коллоидная химия»** включает подготовку к лабораторным работам и изучение дополнительных материалов. В методических указаниях описываются

действия, которые необходимо выполнить студенту в рамках самостоятельной работы.

1. ТЕМАТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Дисциплину «Коллоидная химия» студенты изучают в течение 5 семестра. Образовательный курс состоит из пяти разделов.

Тематика разделов дисциплины, рекомендуемая для закрепления пройденного материала предстала ниже.

Раздел 1. Классификация, молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем

1. Каким образом можно из лиофобного золь получить лиофильный золь?

2. Какие теоретические представления составляют основу оптических свойств дисперсных систем?

3. Какие свойства дисперсных систем относят к молекулярно-кинетическим?

4. Каково практическое применение теоретических представлений о молекулярно-кинетических свойствах дисперсных систем?

5. Какие физические параметры коллоидной системы входят в уравнение Эйнштейна-Смолуховского?

Раздел 2. Термодинамика дисперсных систем

1. Какой алгоритм действий необходим для экспериментального определения площади поперечного сечения функциональной группы, входящей в состав молекулы поверхностно-активного вещества?

2. Какие экспериментальные данные следует получить для определения длины углеводородного радикала молекулы поверхностно-активного вещества?

3. Как связаны понятия когезия, адгезия и смачивание?

4. Какое уравнение описывает капиллярные явления?

5. Какое явление называют капиллярной конденсацией?

Раздел 3. Адсорбция

1. Как сила межмолекулярного взаимодействия влияет на величину молекулярной адсорбции?

2. Какие экспериментальные данные следует иметь в наличии для установления значения константы равновесия процесса адсорбции?

3. Какова зависимость адсорбции от температуры?

4. Какова должна быть последовательность действий для экспериментального определения лимитирующей стадии адсорбции на поверхности раздела жидкой и твердой фазы?

5. Какие характеристики сорбента получают на основании изучения выходной кривой?

Раздел 4. Электрокинетические явления

1. Какие экспериментальные данные следует получить для установления знака заряда гранулы мицеллы?

2. Каким образом мицеллообразование влияет на растворимость веществ?

3. Каково практическое применение явлений электроосмоса и электрофореза?

4. Каков алгоритм действий для экспериментального установления величины электрокинетического потенциала?

5. Какие параметры влияют на величину электрокинетического потенциала?

Раздел 5. Устойчивость дисперсных систем

1. Какова последовательность действий, необходимых для установления величины порога коагуляции?

2. Каким образом величина электрокинетического потенциала влияет на устойчивость золя?

3. В чем заключается сущность процесса флокуляции?

4. Каково практическое применение метода флокуляции в химических технологиях?

5. Какова последовательность действий при выборе флокулянта или коагулянта?

Тематика самостоятельной работы студента для углубленного изучения представлена в табл. 1.

Таблица 1

Тематика самостоятельной работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы
1.	Классификация, молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем	Связь межмолекулярного взаимодействия и классификации коллоидных систем по интенсивности взаимодействия дисперсной фазы и дисперсионной среды. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Диффузия. Оптические свойства дисперсных систем.
2.	Термодинамика дисперсных систем	Условие самопроизвольности процессов в коллоидных системах. Методы определения (экспериментальные или расчетные) поверхностного натяжения на границе раздела жидкость-газ, двух жидкостей, жидкость-твердое и газ-твердое. Связь адгезии, смачивания и капиллярных явлений. Применение явления адгезии и капиллярных явлений в технологиях защиты окружающей среды.
3.	Адсорбция	Подходы к физико-химическому описанию сорбционных явлений. Постановка эксперимента для определения кинетических и термодинамических показателей сорбции. Применение сорбции в технологиях очистки газов и промышленных стоков.
4.	Электрокинетические явления	Методы определения величины электрокинетического потенциала. Применение электрокинетических явлений для водоподготовки. Связь величины электрокинетического потенциала и устойчивости дисперсных систем.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы
5.	Устойчивость дисперсных систем	Седиментационный анализ. Применение для технологии. Механизм действия коагулянтов и флокулянтов. Применение коагуляции/флокуляции в технологиях инженерной защиты.

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения и подходы к решению практических задач.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее основные понятия, новые незнакомые термины и названия, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться к предметному указателю в конце книги и к глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к промежуточной аттестации.

2. ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Основная цель лабораторных занятий – связать теоретические знания с практической деятельностью.

Рекомендуется следующий порядок выполнения работ. В начале семестра группа студентов делится на команды по числу вы-

полняемых в семестре лабораторных работ (используют подход «работа в группе»). График выполнения бригадами лабораторных работ студенты получают у преподавателя или могут ознакомиться с ним на доске объявлений кафедры. Возможен индивидуальный подход. В этом случае студент получает от преподавателя персональное задание на выполнение лабораторного практикума. Тематика лабораторных работ приведена в табл. 2.

Таблица 2

Тематика лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ
1.	Классификация, молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем	Определение размеров частиц дисперсных систем турбидиметрическим методом
2.	Термодинамика дисперсных систем	Исследование поверхности раздела фаз: раствор ПАВ - воздух
3	Сорбция	Исследование молекулярной адсорбции растворенного вещества из растворов на активированном угле
4.		Исследование обменной адсорбции ионов
5.	Электрокинетические явления	Получение лиофобных золей
6.	Устойчивость дисперсных систем	Определение порога коагуляции визуальным методом
7.		Изучение коагуляции гидрозоля железа
8.		Определение критической концентрации мицеллообразования

Студенты должны приходить на лабораторную работу заранее подготовленными. При подготовке к лабораторным работам не-

обходимо ознакомиться с методическими указаниями к лабораторному практикуму и уяснить:

- цель работы;
- содержание работы;
- правила техники безопасности;
- порядок выполнения работы;
- результаты, которые должны быть получены в процессе выполнения работы;
- требования к отчету по работе.

Перед выполнением лабораторной работы студенты должны получить к ней допуск. Для допуска требуется знание теоретических основ выполняемой работы в пределах данных методических указаний, хода ее выполнения, порядка записи и обработки результатов измерений и вычисления погрешностей, наличие протокола ведения эксперимента, содержащего необходимые исходные данные и таблицы для записи экспериментальных данных. Образец протокола по каждой лабораторной работе приведен в [6].

После получения допуска студенты приступают к выполнению экспериментов. Полученные результаты эксперимента должны быть сразу занесены в протокол. Он должен быть выполнен по возможности аккуратно, в протокол необходимо занести используемое оборудование, реактивы, все экспериментальные данные, концентрации использованных растворов и др. В конце работы экспериментальные данные предъявляются преподавателю. Протокол является неотъемлемой частью отчета и должен быть подписан преподавателем с указанием даты выполнения работы. Исправления, подтирки, корректор в протоколе не допускаются. Новые измерения должны заноситься ниже предыдущих и опять подписываться преподавателем. Отчет без подписанного протокола на проверку не принимается, а лабораторная работа выполняется вновь.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Отчет по лабораторной работе вместе с протоколом сдается преподавателю не позднее начала следующей лабораторной работы. Отчет должен быть оформлен в соответствии с индивидуальным заданием согласно методическим указаниям к конкретной работе и должен содержать следующие части:

- название работы;
- цель работы;
- оборудование и используемые реактивы;
- описание сущности работы и хода эксперимента;
- экспериментальные данные;
- обработка экспериментальных данных;
- выводы.

Текст и его размещение на странице

Пояснительная записка выполняется на одной стороне листов формата А4 (размером 297х210 мм.). Поля для страницы должны быть: верхнее, нижнее – 2,5 см., правое – 1,5 см., левое – 3 см.

Основной шрифт текста в документе Times New Roman, размер 14 пт., начертание обычное. Выравнивание текста, в основном – по ширине страницы. Междустрочные интервалы – полуторные (рис. 1).

Перенос слов – автоматический.

Абзацы в тексте начинаются отступом, равным 1,25 см.

Разделы и подразделы

Текст документа делится на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

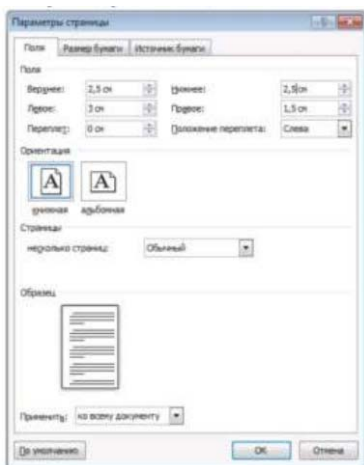


Рис. 1 Параметры разметки страницы

Номера разделов и подразделов записываются с абзацным отступом:

3. Третий раздел

3.1 Первый подраздел третьего раздела

3.1.1 Номера пунктов первого подраздела

3.1.2 ...

3.2 Второй подраздел третьего раздела

3.2.1 Номера пунктов второго подраздела

3.2.2 ...

Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

Заголовки начинаются с прописной буквы без точки в конце и без подчеркиваний. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом – 4 интервала, между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала. Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с новой страницы.

Списки (перечисления)

Перед каждой позицией перечисления рекомендуется ставить дефис, например:

В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи;
- применять произвольные словообразования;
- применять сокращения слов.

При необходимости ссылки на пункт перечисления перед каждой позицией ставится буква, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа, например:

Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений:

- а) прямые;
 - 1) метод Гаусса;
 - 2) метод Крамера;
 - 3) метод обратной матрицы;
 - 4) метод прогонки.
- б) численные;
 - 1) метод простой итерации;
 - 2) метод Зейделя.

Опечатки и ошибки

Опечатки и графические неточности, обнаруженные после распечатки документа, допускается подчищать или закрашивать белой краской с последующим рукописным исправлением. Повреждение листов текстовых документов не допускается.

Формулы

Формулой считают любую последовательность, состоящую не менее, чем из двух символов, которая не является словом в каком-либо языке. Для записи формул следует использовать приложение Microsoft Equation (рис. 2).

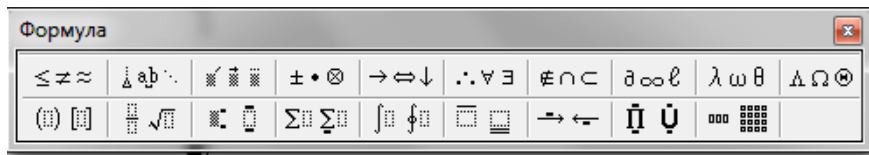


Рис. 2 Окно приложения Microsoft Equation

Размер символов формул (в пунктах): прописной – 12, строчный – 18, крупный индекс – 7, мелкий индекс – 5. Латинские символы записываются курсивом; функции, русские и греческие буквы, химические символы – обычным начертанием. Формулы располагаются по центру.

В формулах в качестве символов следует применять стандартные обозначения. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой, если они не пояснены ранее. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той же последовательности, в которой они приведены в формуле. Пояснения должны начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Как правило, каждая формула записывается на отдельной строке, например:

Величина адсорбции по Гиббсу (Γ) или избыточная адсорбция представляет собой избыток компонента в поверхностном слое (на единицу площади поверхности) по сравнению с его количеством в равном объеме объемной фазы:

$$\Gamma = \frac{V_s(C_s - C_k)}{s} = \frac{V(C_i - C_k)}{s}, \quad (1)$$

где C_k – равновесная концентрация компонента в объеме; C_i – исходная концентрация компонента в объеме; V – объем фазы.

Одноуровневые формулы (в которых все символы одного размера, без индексов), на которые нет ссылок в тексте, могут располагаться непосредственно в предложении.

Формулы, следующие одна за одной и не разделенные текстом, разделяют запятой. Переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. Например:

$$\Delta_r G = \sum \mu_i n_i = \sum (\mu_i^0 + RT \ln P_i') n_i = \sum \mu_i^0 n_i + RT \sum \ln(P_i')^{n_i} = \quad (2) \blacksquare$$

$$= -RT \ln K_p^0 + RT \sum \ln(P_i')^{n_i}.$$

Формулы, за исключением формул в приложениях, должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают справа от формулы в круглых скобках.

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой.

Формулы в приложениях нумеруются отдельно в пределах каждого приложения с добавлением обозначения приложения перед порядковым номером формулы, например: (B.1).

Таблицы

Таблицы используют для лучшей наглядности и удобства сравнения данных.

Таблицы помещают в тексте в порядке ссылки на них по окончании того абзаца, в котором таблица в первый раз была упомянута, или на следующей странице.

Таблицы нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номеров раздела и таблицы, разделенных точкой, например, «Таблица 3.6». Форматирование номера таблицы: шрифт Times New Roman, размером 12 пт., начертание обычное.

Формат названия таблицы: шрифт – Times New Roman, его размер – 12 пт. Выравнивание названия таблицы – по ширине строки.

Заголовки столбцов и строк таблицы начинаются с прописной буквы. В конце точка не ставится. Заголовки столбцов, как правила записываются горизонтально, но, при необходимости допускается их вертикальное расположение.

Заголовки столбцов центрируют по ширине столбца, заголовки строк выравнивают по левому краю. Текст в таблице, включая заголовки столбцов и строк, выполняется шрифтом Times New Roman размером 12 пт., их начертание – обычное. При необходимо-

сти, допускается уменьшение размера шрифта во всей таблице до 10 пт. Образец оформления таблицы см. табл.3.

Таблица 3

№ варианта	Объем растворов, мл					
	Смесь 1			Смесь 2		
	раствор I Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	H ₂ O	C ₂ H ₅ OH	раствор II BaCl ₂ ·2H ₂ O	H ₂ O	C ₂ H ₅ OH
«а»	1	5	4	1	5	4
«б»	1	2	3	1	2	3
«с»	1	1,5	3,5	1	1,5	3,5

Рис. 3 Образец оформления таблицы

При переносе части таблицы на другую страницу название помещают только над первой частью таблицы, а перед номером второй части таблицы пишут слово «Продолжение», например: «Продолжение табл. 3.3».

Таблицу с большим количеством столбцов допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы.

На все таблицы должны быть ссылки. Для ссылки необходимо использовать слово «табл.» с указанием ее номера например: «Полученное значение занести в табл. 1 протокола лабораторной работы».

Рисунки

Количество иллюстраций должно быть достаточно для пояснения текста. Иллюстрации должны находиться после абзаца с первым упоминанием о них, или на следующей странице. Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией, например: «Рис. 1». Допускается нумерация рисунков в пределах раздела. В этом случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: «Рис. 1.1». При ссылке на рисунки следует писать: ... см. рис. 1.

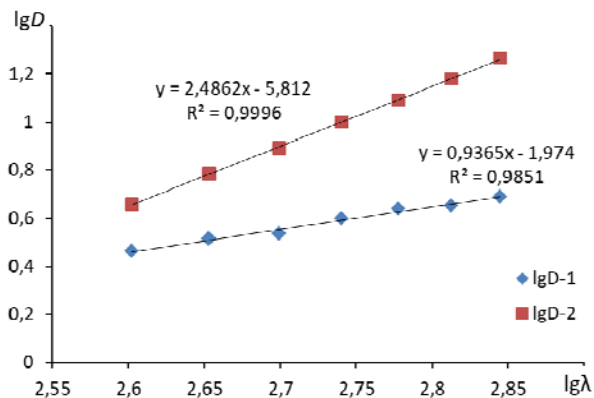


Рис. 4 Графическое решение задачи

Кроме номера, рисунки должны иметь название, кратко и точно отражающее содержание иллюстрации. Точка в конце названия не ставится. Формат подписи к рисунку: шрифт Times New Roman, размер 12 п., начертание обычное, выравнивание – по центру строки. Междустрочный интервал в названиях из нескольких строк равен 1.

Преподаватель проверяет отчет (оформление обложки отчета см. рис. 5) и может вернуть его для исправления ошибок либо для переделки лабораторной работы. Возврат отчета на исправление допускается не более двух раз и только в течение месяца со дня выполнения работы. По истечении этого срока, если отчет не принят, работа подлежит переделке с новым персональным заданием. Принятый отчет подлежит защите. На защите требуется знание теоретического и практического материала по защищаемой лабораторной работе.

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра физической химии

Отчет по лабораторной работе №1

По дисциплине КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

Тема Определение размеров частиц дисперсных систем
турбидиметрическим методом

Автор:
студент
группы ТХ-16-1 _____
(подпись) (ФИО)

ОЦЕНКА: _____

ДАТА: _____

ПРОВЕРИЛ _____
(должность) (подпись) (ФИО)

Санкт-Петербург
2019 год

Рис. 5 Образец обложки отчета лабораторных работ

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какую силу называют «внутреннее давление»?
2. От какого параметра зависит величина внутреннего давления?
3. Какую работу надо совершить для образования межфазной поверхности?
4. Какой вид энергии отвечает понятию «поверхностная энергия»?
5. Как определяется толщина поверхностного слоя по методу Гиббса?
6. По какой формуле вычисляют величину работы когезии?
7. Что называют явлением когезии?
8. Что называют явлением адгезии?
9. Работу адгезии необходимо затратить в равновесном изотермическом процессе для чего?
10. Какая математическая запись является уравнением Дюпре?
11. Какая величина описывает интенсивность смачивания?
12. Какая математическая формула является уравнением Юнга?
13. Как соотносится со значением «нуль» величина косинуса краевого угла при помещении капли воды на гидрофильную поверхность?
14. Над поверхностью какой формы давление пара жидкости выше?
15. Какая математическая формулы является уравнением Лапласа–Юнга для поверхности типа сфера?
16. Какая математическая формулы является уравнением Жюрена?
17. Как изменяет величину поверхностного натяжения при молекулярной адсорбции компонент, переходящий в поверхностный слой?
18. Каким уравнением определяется абсолютная величина адсорбции?
19. Каким уравнением определяется величина адсорбции по Гиббсу?

20. В какой концентрационной области справедлива изотерма адсорбции Генри?
21. Как влияет рост температуры процесса на величину адсорбции?
22. От каких параметров молекулы зависит величина предельной адсорбции?
23. Какова формулировка правила Дюкло-Траубе?
24. Какая математическая запись является уравнением Шишковского?
25. Какая математическая формула описывает уравнение Никольского?
26. Что такое ПОЕ?
27. Полная динамическая обменная емкость это что?
28. Какую функциональную группу содержит катионит средней силы?
29. Какие механизмы сорбция поверхностью кристалла принято выделять?
30. Чему равен заряд поверхности при изоэлектрической точке?
31. Каким уравнением связаны произведение растворимости и величина ИЭТ?
32. Где находится плоскость скольжения?
33. Где возникает электрокинетический потенциал?
34. Что называют электроосмосом?
35. Что называют явлением электрофореза?
36. Каким уравнением определяется линейная скорость электроосмоса?
37. Каким уравнением связаны объемная скорость электроосмоса и электрокинетический потенциал?
38. Каким уравнением определяется линейная скорость электрофореза?
39. Каким уравнением определяется величина среднего сдвига частицы?
40. Какое уравнение связывает величину коэффициента диффузии с размерами диффундирующих частиц?
41. По какой формуле вычисляют средний размер частиц?

42. Чем обусловлена седиментационная устойчивость золя?
43. Каким уравнением определяется скорость движения частицы при седиментации?
44. Какова математическая запись условия седиментационной устойчивости системы?
45. Какие ионы вызывают коагуляцию?
46. Какова математическая запись правила Шульце-Гарди?
47. По какой формуле вычисляют величину порога коагуляции?
48. Какая математическая запись является уравнением Релея?
49. По какой формуле согласно уравнению Релея вычисляют радиус частицы при известном показателе мутности?
50. Каково уравнение Бугера-Ламберта-Бера для турбидиметрического анализа?
51. По какой формуле рассчитывают размер частиц, определяемый при помощи ультрамикроскопа?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Гельфман М.И. Коллоидная химия. Учебник / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. СПб.: «Лань». 2017. 336 с. <https://e.lanbook.com/book/91307>
2. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. Учебник для вузов. 2 издание, переработанное и дополненное. М: «Высшая школа». 1989. 238 с. http://www.studmed.ru/zaharchenko-vn-kolloidnaya-himiya_e5c7bf89249.html
3. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Учебник. СПб.: «Лань». 2010. 416 с. <https://e.lanbook.com/book/4027>
4. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов. 2 издание, переработанное и дополненное. М.: «Химия». 1988(9). 464 с. http://www.studmed.ru/frolov-yug-kurs-kolloidnoy-himii-poverhnostnyeyavleniya-i-dispersnyesistemy_826d735ece8.htm

Дополнительная литература

5. Зимон А.Д. Коллоидная химия. Учебник для вузов. 4-е издание, исправленное и дополненное. М.: «Агар». 2003. 318 с. http://www.studmed.ru/zimon-ad-fizicheskaya-himiya-uchebnik-dlya-vuzov_261fe4210a0.html
6. Коллоидная химия: Методические указания к лабораторным работам/Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: О.В. Черемисина, О.Л. Лобачева, Д.С. Луцкий, Н.В. Джевага. СПб, 2015. 42 с.
7. Коллоидная химия. Поверхностные явления. часть 1.: Учебное пособие/ Сост.: О.В. Черемисина, Т.Е. Литвинова, В.В. Сергеев СПб.: Изд-во Инфо-да, 2018. – 88 с.
8. Липин А.Б., Воронин Н.Н. Коллоидная химия. Сборник задач. СПб., СПГТИ. 2002. 89 с. http://www.studmed.ru/voronin-nn-i-dr-kolloidnaya-himiya-sbornik-zadach_d0bee412f27.html
9. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Учебник для вузов. 2 издание, переработанное и дополненное. Л.: «Химия». 1984. 368 с. http://www.studmed.ru/fridrihsberg-da-kurs-kolloidnoy-himiii_5cb10ebee55.html

10. Щукин Е.Д. Коллоидная химия. Учебник для академического бакалавриата. 7 издание, исправленное и дополненное / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. М.: «Юрайт». 2017. 444 с. <https://www.biblio-online.ru/viewer/DAA9C0A4-CAC2-4226-9134-D0B7CBA3D2B7#page/2>

11. Яковлева А.А. Коллоидная химия. Учебное пособие для вузов. 2 издание, исправленное и дополненное. М.: «Юрайт». 2017. 2019 с. <https://www.biblio-online.ru/viewer/23DE9706-D989-4971-B9EE-FE191939881E#page/2>

Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»; www.garant.ru

2. Справочно-поисковая система Консультант Плюс; www.consultant.ru/

3. Электронно-библиотечная система «Лань»; <https://e.lanbook.com/books>

4. Электронно-библиотечная система «Znanium.com»; <http://znanium.com>

5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»; <http://biblioclub.ru>

6. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор»; <http://www.bibliocomplectator.ru>

7. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru

8. Термические константы веществ. Электронная база данных. <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

9. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

10. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Тематика самостоятельной работы	4
2. Подготовка к лабораторным работам	7
3. Рекомендации к оформлению отчета.....	
по лабораторной работе	10
4. Контрольные вопросы для самопроверки	18
Библиографический список	21

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

***Методические указания к самостоятельной работе
для студентов бакалавриата направления 18.03.01***

Сост.: *О.В. Черемисина, Т.Е. Литвинова, В.В. Сергеев*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
физической химии

Ответственный за выпуск *О.В. Черемисина*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 25.01.2019. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 1,3. Усл.кр.-отт. 1,3. Уч.-изд.л. 1,1. Тираж 100 экз. Заказ 39. С 18.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2