

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Мурманский арктический университет»
(ФГАОУ ВО «МАУ»)

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Направление обучения 04.04.01 Химия
профиль (направленность) – Физическая и коллоидная химия**

высшее образование – магистратура

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

очная

форма обучения

2026

год набора

Утверждено на заседании кафедры химии
(протокол № 3 от 22.12.2025 г.)
Зав. кафедрой Дякина Т.А.



Мурманск
2025

Программа вступительных испытаний по магистерской программе «Физическая и коллоидная химия» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень высшего образования – магистратура) по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 13.07.2017 № 655.

Вступительное испытание проводится в устной форме по основным направлениям химии для определения исходного уровня знаний и уровня подготовленности к ведению исследовательской деятельности.

Неорганическая химия

1. Квантовомеханические представления о строении электронных оболочек атома: понятие о волновой функции, электронной плотности и ее радиальном распределении в атоме водорода, радиусе атома, квантовых числах, s-, p-, d- и f-состояниях электронов, энергетическом уровне, подуровне, атомной орбитали. Строение электронных оболочек многоэлектронных атомов.

2. Периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева, развитие учения о периодичности. Периодичность изменения свойств атомов (радиусов, потенциалов ионизации, энергии сродства к электрону, электроотрицательности) как следствие периодичности изменения структур электронных оболочек атомов. Периодичность изменения химических свойств простых веществ и химических соединений (кисотно-основных, окислительно-восстановительных) в периодах и группах периодической системы элементов.

3. Химическая связь, механизм образования, характеристики, типы связей. Теории ковалентной связи: метод валентных связей (МВС), метод молекулярных орбиталей (ММО). Ионная связь. Металлическая связь. Межмолекулярные взаимодействия.

4. Основные понятия о химии комплексных соединений: комплексообразователь и его координационное число, лиганды и их дентатность, внутренняя и внешняя координационные сферы. Изомерия комплексных соединений. Теории строения комплексных соединений.

5. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Сильные и слабые электролиты. Кислоты, основания, амфотерные гидроксиды, соли с точки зрения теории электролитической диссоциации. Константы диссоциации слабых электролитов. Ступенчатая диссоциация. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Протолитические равновесия. Роль растворителя в кислотно-основных взаимодействиях. Электронная теория кислот и оснований Льюиса. Теория сольвосистем.

6. Ионные реакции в растворах. Гидролиз солей и галогенангидридов. Гетерогенные равновесия. Произведение растворимости.

7. Окислительно-восстановительные процессы как реакции переноса электрона. Влияние среды на направление протекания окислительно-восстановительных реакций (ОВР). Критерии осуществления ОВР. Методы расстановки коэффициентов в ОВР.

8. Электродный потенциал, стандартный электродный потенциал. Зависимость электродного потенциала от pH среды. Гальванический элемент. Химические источники электрической энергии. Электролиз. Коррозия металлов как электрохимический процесс.

9. Общие закономерности химии неметаллов. Положение в периодической системе. Сопоставление основных характеристик атомов, физических и химических свойств простых веществ и однотипных соединений. Закономерности изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств оксидов и гидроксидов.

10. Общие закономерности химии металлов. Положение в периодической системе.

Сопоставление основных характеристик атомов, физических и химических свойств простых веществ и однотипных соединений. Закономерности изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств оксидов и гидроксидов.

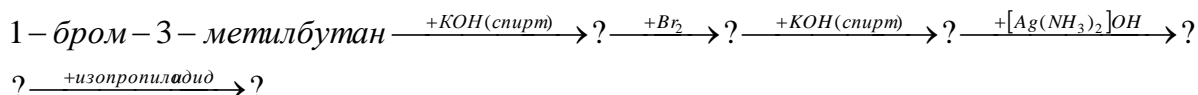
11. Химия элементов 1 – 2 и 13 – 18 групп периодической системы. Общая характеристика группы. Нахождение в природе. Простые вещества. Водородные соединения. Оксиды и гидроксиды. Соединения с металлами и неметаллами. Взаимодействия элементов и их соединений с водой, кислотами и основаниями.

12. Химия переходных элементов (элементов 3 – 12 групп периодической системы). Общая характеристика d-элементов. Нахождение в природе. Характерные свойства соединений 3d-элементов с разными степенями окисления. Особенности 4d-и 5d-элементов. Валентные возможности и степени окисления элементов в их соединениях. Окислительно-восстановительные свойства соединений переходных элементов.

13. Химия f-элементов. Лантаноиды и актиноиды. Особенности электронного строения f-элементов. Важные степени окисления. Свойства характерных соединений. Радиоактивность.

Органическая химия

1. Осуществите превращения:



2. Вычислите ожидаемое соотношение продуктов реакции фотохимического монохлорирования 2-метилбутана, если известно, что относительная реакционная способность первичных, вторичных и третичных атомов водорода в этой реакции составляет 1:4:5.
3. Поясните механизм реакции A_E на примере взаимодействия несимм-метил-изопропилэтилена с HBr .
4. Получите из 2-метилгексина-3 алкены *цис*- и *транс*- строения.
5. Объясните, почему пиридин является сильным основанием, а пиррол не обладает такими свойствами. Почему пиррол неустойчив к действию кислот?
6. Получите из ацетоуксусного эфира 2, 3-диметилпентановую кислоту.
7. Приведите примеры органических синтезов с участием малонового эфира.
8. Таутомерные превращения моносахаридов на примере Д-фруктозы и Д-маннозы.
9. Правила замещения в бензольном кольце. Приведите примеры реакций с участием заместителей 1 и 2 рода.
10. Реакцию азосочетания п-сульфофенилдиазония с N,N-диметиланилином осуществляют в близкой к нейтральной среде. Почему эту реакцию нельзя проводить при значениях pH меньше 5 или больше 9? Напишите схему реакции азосочетания указанных соединений.
11. Напишите реакции нагревания 2-аминопентановой кислоты, 3-аминопентановой кислоты; 4-аминопентановой кислоты. Назовите продукты реакций.
12. Как можно разделить смесь изомерных первичного, вторичного и третичного алифатических насыщенных аминов?
13. Соединение А состава C_7H_9N дает положительную изонитрильную пробу, образует устойчивую соль диазония, взаимодействует с уксусным ангидридом. При окислении продукта ацетилирования соединения А получается п-ацетамидобензойная кислота. Установите строение соединения А и приведите схемы реакций.
14. Получите о, м, п-хлорнитробензолы из бензола через diaзосоединение.

Аналитическая химия

1. Газовая хроматография: газоадсорбционная и газожидкостная хроматография. Сорбенты, носители. Схема газового хроматографа. Области применения.

2. Жидкостная хроматография: виды жидкостной хроматографии, преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема хроматографа: насосы, колонки, типы детекторов. Области применения.

3. Ионообменная хроматография: классификация ионообменников. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Ионная хроматография, особенности свойств сорбентов для ионной хроматографии. Области применения ионообменной хроматографии.

4. Потенциометрия: прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Измерение потенциала, электроды – индикаторный и сравнения. Классификация ионоселективных электродов. Применение.

5. Вольтамперометрия: индикаторные электроды – ртутный электрод и твердые электроды. Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Потенциал полуволны. Виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая.

6. Кулонометрия: теоретические основы, закон Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Определение конечной точки титрования. Общая характеристика электрогравиметрических методов.

7. Молекулярная абсорбционная спектрофотометрия, закон Бугера- Ламберта- Бера. Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические). Способы получения окрашенных соединений. Способы определения концентрации веществ. Метод прямой и дифференциальной спектрометрии.

8. Классификация видов люминесценции – флуоресценция и фосфоресценция. Закон Стокса–Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина, квантовый и энергетический выход, закон Вавилова. Количественный анализ люминесцентным методом. Аналитические возможности метода. Определение следов неорганических и органических компонентов.

9. Атомно-эмиссионный метод. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды, пламена, плазменные источники, лазеры. Физические и химические процессы в атомизаторах, помехи, способы их устранения. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

10. Атомно-абсорбционный метод. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Количественный анализ с помощью атомно-абсорбционного метода. Метрологические характеристики и применение.

11. Методы атомной рентгеновской спектроскопии. Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрации рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгеноабсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Примеры использования.

12. Масс-спектрометрия (МС): классификация. МС с индуктивно-связанной плазмой. Хромато-масс-спектрометрия. Идентификация и определение органических веществ, элементный и изотопный анализ.

13. Классификация ядерно-физических методов. Радионуклиды, виды радиоактивного распада, основное уравнение радиоактивного распада. Источники и приемники радиоактивного излучения. Активационный анализ. Метод изотопного разбавления, методы, основанные на излучении естественных изотопов.

14. Представительность пробы: проба и объект анализа, проба и метод анализа. Факторы,

обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ.

15. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа посредством растворения в различных средах. Способы разложения пробы путем сплавления и спекания. Способы разложения пробы под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Физическая химия

1. Факторы интенсивности и экстенсивности. Работа против внешнего давления и полезная работа. Первый закон термодинамики. Виды термодинамических процессов.

2. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа в дифференциальной и интегральной форме.

3. Термохимия. Закон Гесса, его следствия. Стандартные теплоты образования и сгорания. Теплота растворения.

4. Смысл и значение второго закона термодинамики. Неравновесные и равновесные процессы. Цикл Карно. Теорема Клаузиуса–Карно.

5. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерии самопроизвольности процесса и равновесия системы.

6. Характеристические функции. Соотношения Максвелла. Уравнения Гиббса–Гельмгольца.

7. Химический потенциал. Фундаментальные уравнения Гиббса. Уравнение Гиббса–Дюгема.

8. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Принцип недостижимости абсолютного нуля. Расчёт абсолютной энтропии.

9. Связь константы равновесия с максимальной работой реакции. Уравнение изотермы химической реакции.

10. Равновесие чистого вещества в двух фазах однокомпонентной системы. Уравнение Клаузиуса–Клапейрона.

11. Термический анализ. Построение диаграммы плавкости двухкомпонентной системы с одной эвтектикой. Правило рычага.

12. Коллигативные свойства растворов. Закон Рауля. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленных растворов. Криоскопия и эбулиоскопия.

13. Электропроводность растворов электролитов. Подвижности ионов. Уравнения Кольрауша–Онзагера. Релаксационный и электрофоретический эффекты.

14. Определение электропроводности растворов. Мост Кольрауша. Кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование, его применение.

15. Формальная кинетика. Закон действующих масс. Порядок реакции. Реакции 1-го, 2-го и n-го порядка.

Коллоидная химия

1. Дисперсные системы. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества, их влияние на поверхностное натяжение. Адсорбционное уравнение Гиббса.

2. Смачивание. Уравнение Юнга. Термодинамические условия несмачивания, смачивания и растекания.

3. Мицеллообразование в водных и неводных средах. Термодинамика мицеллообразования.
4. Методы получения и факторы стабилизации дисперсных систем.
5. Реологическое поведение свободно- и связнодисперсных систем. Природа контактов в связнодисперсных системах.
6. Поверхностное натяжение, энергетическое и силовое определение. Факторы, определяющие поверхностное натяжение.
7. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ.
8. Уравнение адсорбции Гиббса, его анализ и условия применения.
9. Основы теории мономолекулярной адсорбции, вывод и анализ уравнения Ленгмюра.
10. Строение адсорбционных слоев по Ленгмюру, определение размеров молекулы
11. Уравнение адсорбции Фрейндлиха. Закономерности адсорбции на твердых адсорбентах.
12. Работа когезии и адгезии, связь работы адгезии с краевым углом смачивания (уравнение Дюпре).
13. Уравнение Юнга для смачивания, его анализ.
14. Образование ДЭС в результате адсорбции ионов. Правило Панета-Фаянса.
15. Строение мицеллы гидрофобного золя. Электрические потенциалы.
16. Условия получения лиофобных золей методом химической конденсации.
17. Способы пептизации. Строение мицелл золей.
18. ϕ - и ζ -потенциалы. Изменение их величины при образовании и коагуляции золей.
19. Электрокинетический потенциал. Влияние концентрации электролитов.
20. Электрокинетические явления, механизм, практическое применение.
21. Электрокинетические явления. Определение ζ -потенциала методом электрофореза.
22. Агрегативная устойчивость золей. Факторы агрегативной устойчивости.
23. Механизм концентрационной коагуляции золей. Правило Шульце-Гарди.
24. Теория ДЛФО. Объяснение влияния концентрации электролита на процесс коагуляции.
25. Эмульсии. Требования к растворимым эмульгаторам.
26. Строение эмульсий, стабилизированных мылами. Обращение фаз.
27. Эмульсии. Классификация. Стабилизация твердыми эмульгаторами.
28. Устойчивость суспензий, способы стабилизации.
29. Пены, их характеристики. Устойчивость пен.
30. Коллоидные ПАВ. Мицеллообразование, формы мицелл, ККМ.
31. Солюбилизация.
32. Набухание полимеров. Факторы, влияющие на набухание.
33. Растворы белков. Зависимость заряда молекулы от рН среды. Изоэлектрическая точка (ИЭТ), свойства белков в ИЭТ.
34. Природа и свойства растворов полимеров, высаливание.
35. Закон вязкости Ньютона и причины отклонения от него для некоторых золей и растворов ВМВ,
36. Вязкость неньютоновских систем, уравнение Бингама.
37. Вязкость дисперсных систем, уравнение Эйнштейна, условия его применения.
38. Определение молекулярной массы ВМВ по вязкости их растворов. Уравнение Штаудингера.
39. Гели и студни. Тиксотропные явления, синерезис.

Критерии оценивания устного экзамена

Результаты экзамена оцениваются по 100-балльной шкале по следующим общим критериям:

- способность структурировать и аргументировать свои высказывания;
- способность к анализу и интерпретации фактов и явлений;
- понимание сущности научно-исследовательской деятельности.

«отлично»: 91 – 100 баллов;

«хорошо»: 81 – 90 баллов;

«удовлетворительно»: 61 – 80 баллов;

«неудовлетворительно»: менее 61 баллов.

Оценка **«отлично»** выставляется за ответ, в котором полно и четко представлены основные теоретические понятия, абитуриент демонстрирует широкий круг знаний при освещении вопросов, обосновывает свою точку зрения. В целом, абитуриент грамотно отвечает на вопросы комиссии, владеет специальной терминологией.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если абитуриент строит ответ логично и в соответствии с планом, демонстрирует в своем ответе различные подходы к рассматриваемой проблеме, но не дает достаточно полного обоснования этих подходов. Недостаточно освещены некоторые вопросы. Ответ краток и не проработан. Абитуриент владеет основными теоретическими понятиями, но ответы на вопросы экзаменационной комиссии неполные.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если абитуриент плохо владеет основными теоретическими понятиями, допускает ошибки и неточности в терминологии. Абитуриент не имеет плана ответа или план ответа соблюдает непоследовательно. Ответы на вопросы экзаменационной комиссии схематичны.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если в ответе допускаются грубые ошибки. Изложение носит схематичный характер. Выводы не обоснованы. Ответы на вопросы экзаменационной комиссии отсутствуют.

Примерная компоновка вопросов

1.

1. Периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева, развитие учения о периодичности. Периодичность изменения свойств атомов. Периодичность изменения химических свойств простых веществ и химических соединений.
2. Поверхностное натяжение, влияние различных факторов. Механизм повышения и понижения поверхностного натяжения водных растворов
3. Газовая хроматография: газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты, носители. Области применения.

2.

1. Химическая связь, механизм образования, характеристики, типы связей. Ионная связь. Металлическая связь. Межмолекулярные взаимодействия.
2. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Критерии самопроизвольности процесса и равновесия системы.
3. Поверхностно-активные вещества, классификация. Влияние ПАВ на поверхностное натяжение.

3.

1. Основные понятия о химии комплексных соединений: комплексообразователь и его координационное число, лиганды и их дентатность, внутренняя и внешняя

координационные сферы

2. Химический потенциал. Фундаментальные уравнения Гиббса. Уравнение Гиббса–Дюгема.
3. Адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса, его анализ и условия применения.

4.

1. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Сильные и слабые электролиты. Кислоты, основания, амфотерные гидроксиды, соли с точки зрения теории электролитической диссоциации.
2. Ионная хроматография. Области применения ионообменной хроматографии.
3. Основы теории мономолекулярной адсорбции, вывод и анализ уравнения Ленгмюра.

5.

1. Константы диссоциации слабых электролитов. Ступенчатая диссоциация.
2. Смачивание. Уравнение Юнга. Термодинамические условия смачивания и растекания.
3. Правила замещения в бензольном кольце. Приведите примеры реакций с участием заместителей 1 и 2 рода.

6.

1. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель.
2. Методы получения и факторы стабилизации дисперсных систем.
3. Общие закономерности химии неметаллов. Положение в периодической системе. Сопоставление основных характеристик атомов, физических и химических свойств простых веществ и однотипных соединений. Закономерности изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств оксидов и гидроксидов.

7.

1. Ионные реакции в растворах. Гидролиз солей.
2. Молекулярная абсорбционная спектрофотометрия, закон Бугера-Ламберта-Бера. Способы определения концентрации веществ.
3. Реологическое поведение свободно- и связнодисперсных систем.

8.

1. Труднорастворимые соединения. Произведение растворимости. Условия образования осадка.
2. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ.
3. Устойчивость дисперсных систем. Теория ДЛФО. Объяснение влияния концентрации электролита на процесс коагуляции

9.

1. Окислительно-восстановительные процессы как реакции переноса электрона. Влияние среды на направление протекания окислительно-восстановительных реакций (ОВР). Методы расстановки коэффициентов в ОВР.
2. Коллигативные свойства растворов. Закон Рауля. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленных растворов. Криоскопия и эбулиоскопия.
3. Строение мицеллы гидрофобного золя. Электрические потенциалы.

10.

1. Электродный потенциал, стандартный электродный потенциал. Зависимость электродного потенциала от pH среды.
2. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа.
3. Методы определения молекулярной массы и размеров макромолекул.

11.

1. Гальванический элемент. Химические источники электрической энергии.
2. Термохимия. Закон Гесса, его следствия. Стандартные теплоты образования и сгорания. Теплота растворения.
3. Эмульсии. Классификация. Стабилизация твердыми эмульгаторами.

12.

1. Электролиз. Коррозия металлов как электрохимический процесс.
2. Газовая хроматография: газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты, носители. Области применения.
3. Коллоидные поверхностно-активные вещества. Мицеллообразование, формы мицелл, критическая концентрация мицеллообразования.

13.

1. Основные понятия о химии комплексных соединений: комплексообразователь и его координационное число, лиганды и их дентатность, внутренняя и внешняя координационные сферы
2. Растворы белков. Зависимость заряда молекулы от pH среды. Изоэлектрическая точка (ИЭТ), свойства белков в ИЭТ.
3. Равновесие чистого вещества в двух фазах однокомпонентной системы. Уравнение Клаузиуса–Клапейрона.

14.

1. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Сильные и слабые электролиты. Кислоты, основания, амфотерные гидроксиды, соли с точки зрения теории электролитической диссоциации.
2. Вязкость дисперсных систем, уравнение Эйнштейна, условия его применения.
3. Формальная кинетика. Закон действующих масс. Порядок реакции. Реакции 1-го, 2-го и n-го порядка.

15.

1. Константы диссоциации слабых электролитов. Ступенчатая диссоциация.
2. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование.
3. Электрокинетические явления, механизм, практическое применение.

Рекомендуемая литература

Неорганическая химия

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия / Н. С. Ахметов. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 744 с.
2. Неорганическая химия. В 3 т. : учебник для студ. вузов / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо, Ф. М. Спиридонов. – Москва : Изд. центр «Академия», 2004 – 2007.

3. Неорганическая химия. Химия элементов : в 2 т. : учебник / Ю. Д. Третьяков, Л. И. Мартыненко, А. Н. Григорьев, А. Ю. Цивадзе. – Москва : Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007.

4. Стась, Н. Ф. Справочник по общей и неорганической химии : учебное пособие для вузов / Н. Ф. Стась. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 92 с.

5. Суворов, А. В. Общая и неорганическая химия в 2 т. : учебник для вузов / А. В. Суворов, А. Б. Никольский. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 721 с.

Органическая химия

1. Шабаров, Ю. С. Органическая химия : учебник / Ю. С. Шабаров. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 848 с.

2. Петров, А. А. Органическая химия: учебник / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко ; под ред. М. Д. Стадничука. – Москва : Альянс, 2012. – 623 с.

3. Моррисон, Р. Органическая химия : учебник: пер. с англ. / Р. Моррисон, Р. Бойд. – Москва : Альянс, 2019. – 1132 с.

4. Щеголев, А. Е. Органическая химия. Механизмы реакций : учебное пособие для вузов / А. Е. Щеголев, Н. М. Чернов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 132 с.

Аналитическая химия

1. Основы аналитической химии. В 2 т. : учебник / Т. А. Большова и др. ; под ред. Ю. А. Золотова. – Москва : Издательский центр «Академия», 2012 – 800 с.

2. Васильев, В. П. Аналитическая химия. В 2 ч. / В. И. Васильев. – Москва : Дрофа, 2009. – 750 с.

3. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник для вузов. В 2 т. / Ю. М. Глубоков и др. ; под ред. А. А. Ищенко. – Москва : Академия, 2014. – 764 с.

4. Кристиан, Г. Аналитическая химия. В 2 т. Серия «Лучший зарубежный учебник» / Г. Христиан, пер. с англ. А. В. Гармаша и др. – Москва : Лаборатория знаний, 2023 – 1136 с.

Физическая химия

1. Еремин, В. В. Основы физической химии: в 2 ч : учебник / В. В. Еремин, С. И. Каргов, И. А. Успенская. – Москва : Лаборатория знаний, 2023. – 625 с.

2. Физическая химия. В 2 кн. : учебник для вузов / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев и др. ; Под ред. К. С. Краснова. – Москва : Высшая школа, 2001. – 831 с.

Коллоидная химия

1. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – Москва : Химия, 1976. – 512 с.

2. Гельфман, М. И. Коллоидная химия / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 336 с.

3. Коллоидная химия. Практикум и задачник : учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, Н. А. Шабанова и др. ; Под редакцией проф. В. В. Назарова и доц. А. С. Гродского. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 436 с.

4. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 412 с.

5. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – Москва : Химия, 1989. – 462 с.

6. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия : учебник для вузов / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 444 с.