

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. ЛомоносоваХи-
мический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета,
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Лабораторные работы по аналитической химии**

Уровень высшего образования:
Специалитет

Направление подготовки (специальность):
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) ОПОП:

Аналитическая химия, Биоорганическая химия, Высокомолекулярные соединения,
Коллоидная химия, Лазерная химия, Медицинская химия и тонкий органический
синтез, Нанобиоматериалы и нанобиотехнологии, Неорганическая химия,
Нефтехимия, Органическая химия, Радиохимия, Физическая химия,
Фундаментальная и прикладная энзимология, Химия ионных и молекулярных
систем, Химическая кинетика, Химия высоких энергий, Химия и технология
веществ и материалов, Химия твердого тела, Электрохимия

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол №7 от 07.07.2021)
Москва 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1770.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: базовая часть ООП, блок ХД, модуль «Аналитическая химия».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников), соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-7. Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах	УК-7.С.2 Реализует навыки обработки и представления информации с использованием современных компьютерных технологий	Уметь: пользоваться программными средствами, автоматизирующими обработку данных (управление базами данных, статистическая обработка, визуализация и т.п.)
ОПК-2.С. Способен проводить химический эксперимент с соблюдением норм безопасного обращения с химическими материалами, адекватно оценивая возможные риски с учетом свойств веществ	ОПК-2.С.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории Уметь: работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности
	ОПК-2.3.С. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	Уметь: корректно интерпретировать результаты определения химического и фазового состава веществ и материалов различной природы Владеть: стандартными инструментальными методами исследования веществ и материалов Владеть: навыками химического анализа объектов различной природы Владеть: навыками работы на современных аналитических приборах
ОПК-3.С. Владеет методами регистрации и обработки результатов экспериментов, в том числе, полученных на современном научном оборудовании	ОПК-3.С.2. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений	Знать: требования к оформлению и представлению результатов аналитических работ Уметь: проводить статистическую обработку результатов химического анализа
	ОПК-3.С.3. Оценивает возможные источники ошибок при проведении эксперимента и корректность полученных данных	Уметь: оценивать возможные источники ошибок и корректность полученных данных

<p>ОПК-9.С. Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.</p>	<p>ОПК-9.С.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке</p>	<p>Знать: требования к оформлению и представлению результатов экспериментальных работ в области аналитической химии Уметь: грамотно протоколировать и представлять результаты химического анализа Владеть: навыками оформления протоколов химического анализа</p>
--	---	--

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:
Объем дисциплины (модуля) составляет 10 зачетных единиц, всего 360 часов, из которых 316 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (288 часов – лабораторные занятия, 28 часов – занятия для текущего контроля), 44 часа составляет самостоятельная работа учащегося.

4. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся должен:

знать: основные свойства химических элементов и их соединений, закономерности химических равновесий и процессов в гомогенных и гетерогенных системах;

уметь: формулировать и решать конкретные задачи на основе усвоенных законов и закономерностей; получать экспериментальные данные, проводить их математическую обработку, обобщать полученные результаты;

владеть: техникой химического эксперимента, простейшими расчетными методами решения химических задач, навыками поиска необходимых данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных).

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

<p>Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттеста-</p>	<p>Всего (часы)</p>	<p>В том числе</p>	
		<p>Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них</p>	<p>Самостоятельная работа обучающегося, часы из них</p>

		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов.п.	Всего
Тема 1. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование	29		20			4	24	4	1	5
Тема 2. Комплексометрическое титрование	25		18			4	22	2	1	3
Тема 3. Окислительно-восстановительное титрование	31		24			4	28	2	1	3
Тема 4. Гравиметрия.	22		16			4	20	2		2
Тема 5. Методы разделения и концентрирования.	41		36				36	4	1	5
Тема 6. Химический анализ реального объекта	42		34				34	6	2	8
Тема 7. Спектроскопические методы анализа.	72		62			4	66	6		6
Тема 8. Электрохимические методы анализа.	66		56			4	60	6		6

Тема 9. Хроматографические методы анализа.	32		22		4	26	6		6
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>									
Итого	360		288		28	316	38	6	44

Список лабораторных работ

№ раздела	№ ЛР	Наименование лабораторных работ
1	1	Кислотно-основное титрование. Приготовление первичного стандартного раствора карбоната натрия.
	2	Приготовление вторичных стандартных растворов соляной кислоты и гидроксида натрия и их стандартизация.
	3	Определение соляной кислоты.
	4	Определение солей аммония.
2	5	Комплексометрическое титрование. Определение железа.
	6	Комплексометрическое определение при совместном присутствии в растворе кальция и магния, железа и алюминия, меди и цинка
3	7, 8	Окислительно-восстановительное титрование. Приготовление первичных и вторичных стандартных растворов: бихромата калия и оксалата натрия; тиосульфата натрия и перманганата калия
	9	Стандартизация растворов тиосульфата натрия и перманганата калия
	10	Бихроматометрическое и перманганатометрическое определение железа
	11	Иодометрическое определение меди (тестовая задача)
4	12	Гравиметрический анализ. Определение бария или сульфат-иона
5	13	Выполнение реакций обнаружения и разделения катионов и анионов в растворах.
	14	Разделение смеси катионов методом бумажной хроматографии.
	15	Анализ смеси сухих солей
6	16	Качественный и количественный анализ природного или промышленного объекта
7	17	Дуговой атомно-эмиссионный анализ: наблюдение и изучение дугового спектра железа; обнаружение легирующих добавок и полуколичественное определение хрома и марганца в стали
	18	Анализ однокомпонентных систем методом абсолютной фотометрии и методом добавок. Определение никеля, титана, марганца, хрома или железа
	19	Определение больших количеств веществ методом дифференциальной абсорбционной спектроскопии. Определение меди, марганца или никеля

	20	Спектроскопический анализ двухкомпонентной смеси 3-нитрофенол–4-нитрофенол
	21	Определение аналитической концентрации метилового оранжевого в растворах различной кислотности
	22	Определение константы диссоциации слабой органической кислоты (тимолового синего, фенолового красного или бромкрезолового синего)
	23	Флуориметрическое определение рибофлавина в медицинских препаратах
	24	Оптимизация условий флуориметрического определения люминофоров на примере родамина 6Ж
	25	Определение содержания хрома (или формальдегида) в растворах каталитическим методом
8	26	Ионометрическое определение фторида в водах с использованием фторид-селективного электрода
	27	Кислотно-основное потенциометрическое титрование: определение фосфорной кислоты в растворе (либо бинарных смесей кислот: соляной и уксусной кислот; соляной и борной)
	28	Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование. Определение кобальта в растворе
	29	Кулонометрическое титрование: определение тиосульфат-иона (или соляной кислоты)
	30	Инверсионная вольтамперометрия. Идентификация анодных пиков металлов (свинца, кадмия, цинка, меди) и определение их концентрации.
	31	Инверсионная вольтамперометрия. Определение гексациано-феррата(II) калия с использованием планарных сенсорных структур.
	32	Амперометрическое титрование. Определение ионов цинка (или дихромат-ионов)
9	33	Газо-жидкостная хроматография. Качественный и количественный анализ смеси n-углеводородов и смеси паров алифатических спиртов
	34	Определение неорганических ионов в водах методом двухколоночной ионной хроматографии

6. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

- Т.В. Поленова, Т.Н. Шеховцова, И.И. Торочешникова Методические указания к курсу аналитической химии для студентов химического факультета МГУ. Москва, 2013. 42 С.
- Методические указания к проведению семинаров по курсу аналитической химии для студентов 2 курса химического факультета МГУ. Коллектив авторов. / под ред. Т.Н. Шеховцовой. Москва, 2012. 143 С.

- Белявская Т.А. Практическое руководство по гравиметрии и титриметрии. Москва. Ньюдиамед. 2006.

8. Ресурсное обеспечение:

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbmgu.ru/>

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

Коллектив авторов. Основы аналитической химии. В 2-х томах. Ред. Золотов Ю.А., Москва: Издательский центр «Академия», 2014

Коллектив авторов. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы. Ред. Золотов Ю.А., Москва: Издательский центр «Академия», 2019

Коллектив авторов. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Золотов Ю.А. Москва: «Высшая школа», 2017

Коллектив авторов. Методы обнаружения и разделения элементов. Алимарин И.П., Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1984

Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. Москва: Химия, 1989

Барбалат Ю. А. Основы аналитической химии: практическое руководство. Издательство "Лаборатория знаний". 2021.

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

www.analyt.chem.msu.ru

Лицензионное программное обеспечение для обработки результатов и подготовки печатных текстов – Microsoft Office.

- Описание материально-технической базы.

Занятия проводятся в практикумах по химическим (аналитические лаборатории (461, 462, 465, 466, 558) и инструментальным (спектроскопическим, электрохимическим и хроматографическим) методам анализа (258, 361 362, 366).

Оборудование:

- практикумы по химическим методам анализа оснащены наборами химической посуды, аналитическими весами, центрифугами, сушильными шкафами, нагревательными элементами; установками для очистки дистиллированной воды.

- практикумы по инструментальным методам анализа оснащены спектральным оборудованием (спектрофотометры,

фотоэлектроколориметры, спектрофлуориметры), электрохимическим (потенциометрами, кулонометрами, рН-метрами, иономерами, приборами для вольтамперометрических измерений) и хроматографическим: газовыми и жидкостными хроматографами.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: 2 преподавателя в каждой группе потока – сотрудники кафедры аналитической химии

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Вопросы к допуску к лабораторным занятиям

Титриметрические методы. Классификация методов. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Прямое, обратное и косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандартные растворы, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандартные растворы. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.

Практическое применение. Первичные стандартные растворы для установления концентрации растворов кислот и оснований. Приготовление и стандартизация растворов соляной кислоты и гидроксида натрия. Титрование кислот, оснований, смесей кислот и смесей оснований. Анализ смесей карбоната и гидрокарбоната натрия, карбоната и гидроксида натрия. Определение солей аммония и азота по методу Кьельдаля. Определение нитратов и нитритов.

Комплексометрическое титрование. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешность титрования.

Практическое применение. Определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии. Определение анионов.

Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы. Погрешность титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования.

Перманганатометрия. Определение железа(II), марганца(II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов.

Иодометрия и иодиметрия. Система иод-йодид как окислитель или восстановитель. Определение арсенитов, арсенатов, железа (III), меди(II), галогенид-ионов, пероксидов, кислот. Определение воды и функциональных групп органических соединений.

Бихроматометрия. Определение железа(II), урана(IV).

Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. Определение неорганических и органических соединений.

Гравиметрический метод. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др.). Способы уменьшения соосаждения. Положительное и отрицательное значения явления соосаждения в анализе. Погрешности в гравиметрическом анализе. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании.

Практическое применение. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Определение железа, алюминия, кальция, магния, никеля, кобальта, цинка. Определение серы, фосфора, кремния и хлора в органических и неорганических соединениях.

Экстракция. Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменения pH водной фазы, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции.

Пробоотбор и пробоподготовка. Основные способы переведения пробы в форму, необходимую для выбранного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, плавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Спектроскопические методы анализа.

Атомно-эмиссионный метод. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы): электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазменные источники (плазмотроны, индуктивно связанная плазма), лазеры. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ методом атомно-эмиссионной спектрометрии. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

Атомно-абсорбционный метод. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.

Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики.

Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).

Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры).

Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Принципиальная схема прибора. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода, сравнение с методом спектрофотометрии. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений. Примеры использования.

Электрохимические методы анализа.

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды. Ионометрия. Примеры практического применения ионометрии. Определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Использование реакций: кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

Примеры практического применения. Титрование фосфорной, смесей соляной и борной, соляной и уксусной кислот в водно-органических средах. Определение иодидов и хлоридов при совместном присутствии. Использование окислительно-восстановительного титрования для определения ионов металлов разных степеней окисления.

Вольтамперометрия. Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая; хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллополярография). Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

Амперометрическое титрование. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Виды кривых титрования. Примеры практического применения вольтамперометрических методов и амперометрического титрования. Регистрация и расшифровка полярограммы индивидуального деполаризатора иона металла. Регистрация полярографического спектра. Определение концентрации веществ методом градуировочного графика и методом добавок с использованием классической, осциллографической, переменноточковой вольтамперометрии. Амперометрическое титрование с одним электродом цинка и бихромата калия.

Кулонометрия. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.

Примеры практического применения. Определение малых количеств кислоты и щелочи, тиосульфата натрия, ионов металлов-окислителей.

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

Хроматографические методы анализа.

Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Селективность и эффективность хроматографического разделения. Качественный и количественный хроматографический анализ.

Газовая хроматография: Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная. Схема газового хроматографа. Колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии. Схема жидкостного хроматографа. Детекторы, их чувствительность и селективность.

Адсорбционная жидкостная хроматография. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

Ионообменная хроматография. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

Планарная хроматография. Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящей, нисходящей, круговой, двумерной). Реагенты для проявления хроматограмм. Бумажная хроматография. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

Вопросы для домашних заданий по темам:

1. Построение диаграмм распределения двухосновной кислоты.
2. Построение кривой титрования кислоты или основания, выбор индикатора.
3. Построение кривой комплексонометрического титрования иона металла.
4. Построение кривой окислительно-восстановительного титрования иона металла.
3. Составление схемы разделения смеси катионов и анионов.
4. Решение задач по соответствующим темам из задачника.

Вопросы по методам количественного анализа для промежуточного контроля

Гравиметрия

1. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам.
2. Сформулируйте правила адсорбции. Какие факторы влияют на количество адсорбированных примесей?

3. Каковы наиболее эффективные приемы очистки осадков от примесей?

Титриметрические методы

4. Дайте определение понятиям титрование, скачок титрования, точка эквивалентности, конечная точка титрования.

5. В каких координатах строят кривые в разных методах титрования?

6. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой кислотно-основного титрования?

7. Приведите примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании.

8. На чем основано действие металлоиндикатора в комплексонометрическом титровании.

8. Назовите способы титрования. Что определяет выбора способа титрования?

9. Сущность метода перманганатометрии, первичные стандартные вещества.

10. Сущность метода иодометрии, первичные стандартные вещества.

Экстракция

12. Дайте определение следующих понятий: экстракция, экстрагент, разбавитель, экстракт. Приведите примеры.

13. Какие условия необходимо создать для перехода вещества из водной фазы в органическую при его экстракции?

Спектроскопические методы

14. Перечислите основные типы атомизаторов в атомно-эмиссионной спектроскопии. Какие из них пригодны для анализа растворов, какие – для анализа твердых проб?

15. Использование пламени в методе атомно-эмиссионной спектроскопии. Процессы, протекающие в пламени. Какие элементы можно определять пламенным эмиссионным методом с высокой чувствительностью?

16. Каковы способы атомизации вещества в атомно-абсорбционной спектроскопии?

17. Какой характер имеет зависимость степени атомизации вещества от температуры пламени, которое используется для его атомизации?

18. Какие источники излучения используют в методе атомной абсорбции. Чем обусловлена высокая селективность метода?

19. Какой метод - атомно-абсорбционной или атомно-эмиссионной спектроскопии целесообразно использовать для качественного анализа? Почему?

20. Приведите классификацию методов люминесценции.
21. Изобразите схематически взаимное расположение спектров поглощения и люминесценции вещества.
22. Основной закон светопоглощения. Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера.
23. Представьте графически следующие зависимости (при соблюдении основного закона светопоглощения): $A=f(\lambda)$, $A=f(C)$, $\varepsilon=f(C)$, $A=f(l)$.

Хроматографические методы

24. В чем состоит отличие хроматографии от других методов разделения?
25. Нарисуйте элюентную хроматограмму разделения двух веществ. Какие хроматографические параметры используют для идентификации компонентов смеси?
26. Какие параметры хроматографического пика используют для количественного анализа? Перечислите основные методы количественного хроматографического анализа.
27. Как выполняют качественный и количественный анализ методом тонкослойной хроматографии?

Электрохимические методы

28. Каков тип проводимости для металлических индикаторных электродов первого рода и мембранных электродов?
29. Какие типы мембран используют для изготовления ИСЭ?
30. Как устроен стеклянный электрод? Какие факторы влияют на его работу (функцию)?
31. Какие требования предъявляют к электродам сравнения? Приведите их примеры.
32. Сформулируйте законы Фарадея. Как определяют количество электричества в прямой кулонометрии и в кулонометрическом титровании?
33. Каковы преимущества кулонометрического титрования перед классической титриметрией?
34. Какие характеристики вольтамперограммы лежат в основе качественного и количественного анализа?
35. Какие факторы влияют на величину предельного диффузионного тока в полярографии?

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
<p>Знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории</p> <p>Знать: требования к оформлению и представлению результатов аналитических работ</p> <p>Знать: требования к оформлению и представлению результатов экспериментальных работ в области аналитической химии</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, допуск к задаче</p>
<p>Уметь: пользоваться программными средствами, автоматизирующими обработку данных (управление базами данных, статистическая обработка, визуализация и т.п.)</p> <p>Уметь: работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p> <p>Уметь: корректно интерпретировать результаты определения химического и фазового состава веществ и материалов различной природы</p> <p>Уметь: проводить статистическую обработку результатов химического анализа</p> <p>Уметь: оценивать возможные источники ошибок и корректность полученных данных</p> <p>Уметь: грамотно протоколировать и представлять результаты химического анализа</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости</p>

Владеть: стандартными инструментальными методами исследования веществ и материалов Владеть: навыками химического анализа объектов различной природы Владеть: навыками работы на современных аналитических приборах Владеть: навыками оформления протоколов химического анализа	мероприятия текущего контроля успеваемости