

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
аналитической химии

— —  — Т.В. Елисеева
06.03.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.03 Методы разделения и концентрирования в научных исследованиях
и химическом производстве

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: *04.04.01 Химия*
2. Профиль подготовки: *Химия*
3. Квалификация (степень) выпускника: *магистр*
4. Форма обучения: *очная*
5. Кафедра, отвечающая за реализацию практики: *кафедра аналитической химии*
6. Составители программы: *к.х.н., доц. Воронюк И.В., к.х.н., зав. кафедрой Елисеева Т.В.*
7. Рекомендована:
Научно-методическим советом химического факультета от 13.02.2025
протокол № 10-02
8. Учебный год: *2026/2027* Семестр(-ы): *3*

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является расширение у студентов представлений о современных методах химического анализа, акцентируя внимание на стадиях отбора и подготовки проб, умению применять методы разделения и концентрирования на практике при анализе различных природных и промышленных объектов.

Задачи дисциплины

- освоение методов разделения, выделения, маскирования, концентрирования, основанных на физических явлениях и химических процессах.
- изучение возможностей и приложений важнейших методов разделения на стадии подготовки пробы;
- обучение технике проведения аналитического концентрирования компонентов и их разделения;
- развитие профессиональных навыков при выборе подходящего метода разделения.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (вариативной) блока Б1.

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: знать основы аналитической, неорганической, органической и физической химии; необходимо уметь и владеть навыками получения и обработки результатов химического анализа.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: БЗ.О.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности	ПК-1.1	Обеспечивает сбор научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач	Знать: информационные ресурсы с научной, технической и патентной информацией Уметь: проводить выбор информации из спектра научной и технической информации. Владеть: навыками обработки массива информации по выбранной проблематике
		ПК-1.2	Составляет аналитический обзор собранной научной, технической и патентной информации по тематике исследовательского проекта	Знать: приемы поиска необходимой информации по проблематике дисциплины Уметь: проводить анализ информации из спектра научной и технической информации. Владеть: навыками написания аналитического обзора по выбранной тематике.
ПК-2	Способен применять	ПК-2.1	Составляет общий план	Знать: основные этапы химического анализа

	современные методы анализа, синтеза и моделирования для решения сложных научно-исследовательских задач в химии с целью разработки новых веществ и материалов		исследования и детальные планы отдельных стадий.	Уметь: формулировать задачи для оптимизации этапов химического анализа Владеть: навыками планирования исследований на каждом этапе химического анализа
		ПК-2.2	Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	Знать: основы методов о разделения и концентрирования Уметь: осуществлять выбор необходимого метода разделения и концентрирования, исходя из природы объекта анализа, задачи анализа. Владеть: навыками проведения пробоподготовки и разделения аналитов, оптимизации выбранных для анализа методик и грамотного применения их на практике.
ПК-3	Обладает навыками критической оценки результатов научно-исследовательских работ (НИР) и научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) для определения перспектив их использования в реальных приложениях и продолжения разработок в различных областях химии	ПК-3.1	Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными.	Знать: области применения методов анализа и концентрирования в различных отраслях промышленности Уметь: сопоставлять и анализировать достоинства и недостатки методов разделения и концентрирования с целью выбора оптимального. Владеть: навыками проведения анализа информации о способах исследования аналита, требованиях к условиям проведения анализа
		ПК-3.2	Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Знать: основные способы решения практических задач в ходе химического анализа, сопровождающегося стадией пробоподготовки Уметь: осуществлять выбор наиболее оптимального метода разделения и/или концентрирования для решения конкретной практической задачи Владеть: навыками проведения процедур концентрирования и разделения с использованием различных методов

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 4/144

Форма промежуточной аттестации зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
Аудиторные занятия		76	76
в том числе:	лекции	38	38
	практические	–	–
	лабораторные	38	38
Самостоятельная работа		68	68
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации			
Итого:		144	144

13.1. Содержание разделов дисциплины

N п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Введение в курс. Классификация методов концентрирования и разделения.	Значение методов разделения и концентрирования, области применения. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Сочетание концентрирования с методами определения: комбинированные и гибридные методы.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607
1.2	Методы разделения гетерогенных систем	Флотация. Фильтрация. Седиментация. Сепарация.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607
1.3	Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы	Осаждение. Электроосаждение. Отгонка. Дистилляция. Ректификация. Вымораживание. Селективное растворение. Кристаллизация.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607
1.4	Сорбционные и хроматографические методы	Сорбционное концентрирование органических соединений. Твердофазная экстракция.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607
1.5	Экстракционные методы	Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Экстракция микроэлементов. Экстракция органических соединений.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607

1.6	Методы, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью	Мембранные методы разделения. Количественные характеристики разделения в мембранных процессах. Баромембранные методы. Диализ. Электродиализ. Электродеионизация. Газодиффузионное разделение. Испарение через мембрану.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607
1.7	Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов	Примеры использования методов для выделения и концентрирования микроэлементов и органических соединений из различных объектов: объекты окружающей среды (различные типы вод, почвы, воздух), пищевых продуктов, биологических и других объектов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607
2. Практические занятия			
3. Лабораторные занятия			
1.2	Методы разделения гетерогенных систем	Идентификация катионов металлов и анионов минеральных кислот в смеси с использованием метода осаждения	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607
1.3	Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы	Концентрирование микроколичеств железа соосаждением с карбонатом кальция Разделение железа и магния методом осаждения.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607
1.4	Сорбционные и хроматографические методы	Разделение ионов меди и железа (III) с применением ионного обмена. Концентрирование ионов меди с применением ионного обмена. Разделение и идентификация фенолов методом тонкослойной хроматографии.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607
1.5	Экстракционные методы	Экстракционное разделение катионов металлов из их смеси. Экстракционное концентрирование микроколичеств алюминия и железа из водных растворов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607
1.7	Мембранные методы	1. Разделение амфолита и сильного электролита методом электродеионизации 2. Конверсия гидрохлорида лизина в лизин-основание методом электродиализа с биполярными мембранами.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в курс. Классификация методов концентрирования и разделения.	2		-	10	12
2	Методы разделения гетерогенных систем	2		4	14	20
3	Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы	6		4	14	24
4	Сорбционные и хроматографические методы	6		10	10	31
5	Экстракционные методы	8		4	10	29
6	Методы, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью	10		12	5	12
7	Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов	4		4	5	16
	Итого:	38	–	38	68	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для целостного освоения дисциплины рекомендуется в полном объеме ознакомиться с лекциями, практическими и лабораторными занятиями. На лекциях обучающимся будет представлена информация по методам разделения и концентрирования в химическом анализе, будет систематизирована подаваемая информация и приведены примеры решения типовых задач. Обучающимся рекомендуется вести конспект лекций, в случае недопонимания или возникновения противоречия получаемой информации следует задать вопрос преподавателю.

Выполнение лабораторной работы осуществляется только после прохождения инструктажа по технике безопасности и получения допуска от преподавателя. Прежде чем приступить к работе необходимо предварительно ознакомиться с теоретическими основами изучаемого метода и, главное, ходом выполнения лабораторной работы. Каждую лабораторную работу необходимо оформить в лабораторном журнале в виде отдельной работы, где отражены следующие разделы: номер лабораторной работы,

название, сущность работы, приборы и материалы, ход выполнения работы, обработка результатов и выводы. Каждую лабораторную работу необходимо защитить и получить подпись преподавателя.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине предоставляется на бумажном или электронном носителе, допускается присутствие ассистентов и сурдопереводчиков на занятиях. Промежуточная аттестация для таких студентов проводится в письменной форме с общими критериями оценивания; при необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации с использованием программ-синтезаторов речи, а также использование звукозаписывающих устройств на лекциях. На занятиях также может присутствовать ассистент. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование; время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата могут проходить часть занятий дистанционно. Промежуточная аттестация для них проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Ганеев, А. А. Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа [Электронный ресурс] / Ганеев А. А., Зенкевич И. Г., Карцова Л. А., Москвин Л. Н., Родинков О. В., Под ред. п. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 332 с.
2.	Мартынов, Л. Ю. Методы концентрирования и разделения. Экстракция [Электронный ресурс] / Мартынов Л. Ю., Кузовлев А. С. Москва : РТУ МИРЭА, 2022. 77 с.
3.	Карпов, Ю. А. Методы пробоотбора и пробоподготовки : учебное пособие / Ю. А. Карпов, А. П. Савостин. 4-е изд. Москва : Лаборатория знаний, 2020. 246 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Методы разделения и выделения веществ в химии, медицине, промышленном производстве / [сост. Т.В. Елисеева, Л.С. Нечаева, А.Н. Зяблов и др.]; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. – 62 с.
5.	Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : [учебник] / Л.Н. Москвин, О.В. Родинков. — Долгопрудный : Интеллект, 2011. — 348 с.
6.	Аналитическая химия : в 3 т. : [учебник для студ. вузов, обуч. по специальности "Химия"] / под ред. Л.Н. Москвина. — М. : Academia, 2008. — Т. 2: Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / [И.Г. Зенкевич и др.] .— 2008

	.— 299, [1] с
7.	Методы разделения и концентрирования в химическом анализе : учебное пособие / И. В. Воронюк, Т. В. Елисеева ; Воронежский государственный университет Воронеж : Издательский дом ВГУ, 202293, [1] с

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
8.	Электронная библиотека ЗНБ ВГУ
9.	ЭБС «Университетская библиотека on-line»
10	Образовательный портал "Электронный университет ВГУ" https://edu.vsu.ru/
11.	ЭУМК https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9607

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Рекомендации и требования по оформлению выпускных квалификационных работ студентов химического факультета ВГУ [Электронный ресурс] : методическое пособие : [для студ. хим. фак. всех направлений и специальностей подготовки] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: В.Н. Семенов, Е.В. Томина, В.Ю. Кондрашин .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018 .— Загл. с титула экрана .— Свободный доступ из интранета ВГУ .— Текстовый файл .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-194.pdf >.
2.	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник : для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю.А. Золотова .— Москва : Академия, 2014 .— Т. 1 / [Т.А. Большова и др.] .— 6-е изд., перераб. и доп. — 390 1 с.
3.	Основы аналитической химии : Задачи и вопросы: Учебное пособие для студ. ун-тов, хим.-технол., пед., с.-х., мед. и фармацевт. вузов / Под ред. Ю. А. Золотова; Авт.-сост.: Алов Н. В. и др. — М. : Высш. шк., 2002 .— 411 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины проводятся различные типы лекций (вводная, обзорная, лекция-информация), используются дистанционные образовательные технологии на базе реализации курса на ресурсе edu.vsu.ru

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) в части освоения лекционного материала, проведения текущей и промежуточной аттестации, проведения части лабораторных работ и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций, взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров. Для освоения дисциплины рекомендуется список литературы и ресурсы для электронного обучения (ЭО) (п. 15).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

- мультимедийное оборудование для показа презентаций (проектор, ноутбук, экран);
- учебная, справочная и методическая литература.
- лабораторное оборудование и материалы (электродиализатор, экстракторы, колонки, заполненные сорбентом, баня с охлаждающей смесью, спектрофотометр, аналитические весы, химические реактивы и посуда, сорбенты).

Учебная аудитория (ауд. 451): Мебель, экран, мультимедийный проектор, ноутбук
Лаборатория практикума по химической технологии (ауд. 159): Специализированная мебель, реактивы и химическая посуда, вытяжной шкаф, иономер ЭВ-74, фотоколориметр – КФК-1, кулонометрическая установка, пламенный анализатор жидкости – ПАЖ-1, сушильный шкаф LF60/350-VG1, муфельная печь LF-7/11-G1.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, компьютерный класс (ауд. 271): специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ
WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security, Google Chrome

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение в курс. Классификация методов концентрирования и разделения.	ПК-1	ПК-1.1, 1.2	Тест
2.	Методы разделения гетерогенных систем	ПК-2	ПК-2.1, 2.2	Тест
3	Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы	ПК-2	ПК-2.2	Контрольная работа
4	Сорбционные и хроматографические методы	ПК-2	ПК-2.2	Тест
5	Экстракционные методы	ПК-2	ПК-2.2	Контрольная работа
6	Методы, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью	ПК-2	ПК-2.2	Тест
7	Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов	ПК-3	ПК-3.1, 3.2	Тест
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Перечень вопросов

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольные работы, рефераты, задания открытого и закрытого типов.

20.1.1 Контрольные работы

Контрольная работа № 1 (по разделу «Экстракционные методы»)

Вариант 1.

1. К 100 мл раствора, содержащего $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л Cu^{2+} , добавили 10 мл раствора карбоновой кислоты в бензоле, и довели pH до 4, при котором коэффициент распределения меди равен 500. Найти степень извлечения, степень концентрирования и концентрацию меди в органической фазе.

2. Каким должен быть минимальный коэффициент распределения, обеспечивающий извлечение 95 % растворенного вещества из 100,0 мл водного раствора экстракцией: 1) двумя порциями по 25,00 мл; 2) пятью порциями по 10,0 мл?

3. Известно, что константа распределения кислоты HA между равными объемами воды и органического растворителя равна 100. Рассчитайте pH, при котором кислота экстрагируется на 50 %, $K = 1,0 \cdot 10^{-5}$

Вариант 2.

1. Рассчитайте коэффициент разделения меди и магния при экстракции их раствором 8 - оксихинолина в хлороформе, если исходные концентрации металлов и объемы фаз равны, а степени извлечения составляют 97,0 и 23,0 % соответственно.

2. Можно ли добиться 99 %-ного извлечения растворенного вещества с константой распределения 20 в результате: а) однократной обработки 100,0 мл водного раствора этого вещества 25,0 мл бензола; б) трехкратной такой же обработки?

3. Каким объемом керосина надо обработать 1 м^3 воды из нефтяной скважины, содержащей 20 мг/л йода, чтобы содержание его в сточной воде после экстракции соответствовало требованиям ПДК (I_2) = 0,01 мг/л? Коэффициент распределения йода в данной системе 2500.

Контрольная работа № 2 (по разделу «Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы»)

Вариант 1.

1. К 1 дм^3 раствора, содержащего $1 \cdot 10^{-5}$ моль/ дм^3 AgNO_3 , добавили 1 см^3 1 М раствора Na_2CO_3 . Будет ли выпадать осадок Ag_2CO_3 ? Сколько нужно добавить 1 М раствора $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, чтобы количественно (>99.9%) соосадить серебро? $\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = 6.15 \cdot 10^{-12}$, $\text{ПР}(\text{CaCO}_3) = 1.2 \cdot 10^{-8}$.

2. Рассчитать, какое количество раствора натриевой щелочи с концентрацией 1 моль/л необходимо добавить к 200 см^3 раствора, содержащего 0.28 г/ дм^3 Fe^{3+} и 45 мг/ дм^3 Sc^{3+} , чтобы практически полностью (на 99.9%) осадить железо. Какова при этом будет степень соосаждения скандия? $\text{ПР}(\text{Sc}(\text{OH})_3) = 2 \cdot 10^{-30}$; $\text{ПР}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 1 \cdot 10^{-17}$.

3. К 1 дм^3 раствора, содержащего по 0.1 моль/ дм^3 Cu^{2+} и Fe^{3+} , добавили 0.1 моль NaOH. После фильтрования осадка в растворе было найдено 0.070 моль/ дм^3 Fe^{3+} и 0.097 моль/ дм^3 Cu^{2+} . $\text{ПР}(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 2.2 \cdot 10^{-20}$; $\text{ПР}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 1 \cdot 10^{-17}$. Подчиняется ли система закону Хлопина?

Вариант 2.

1. К 100 см^3 раствора, содержащего $2 \cdot 10^{-5}$ моль/ дм^3 $\text{La}(\text{NO}_3)_3$, добавили 100 см^3 раствора, содержащего 0.2 моль/ дм^3 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и 0.9 г кристаллической щавелевой

кислоты. Найти степень соосаждения и остаточные концентрации лантана и кальция в растворе. $PP(La_2(C_2O_4)_3)=2.5 \cdot 10^{-10}$, $PP(CaC_2O_4)=2 \cdot 10^{-9}$. Достигнуто ли количественное соосаждение лантана, >95%, достаточное для проведения анализа?

2. Для соосаждения следовых количеств стронция к 50 мл раствора, содержащего $1 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³ Sr²⁺, добавили некоторое количество серной кислоты и 50 см³ 0,1 моль/дм³ раствора Ca²⁺. Рассчитать степень соосаждения стронция, если известно, что после осаждения в растворе осталось 0.01 моль/дм³ Ca²⁺. Была бы степень соосаждения стронция выше, если бы к исходному раствору добавили Ba²⁺ в том же количестве? $PP(BaSO_4)=1.1 \cdot 10^{-10}$, $PP(CaSO_4)=2.5 \cdot 10^{-5}$, $PP(SrSO_4)=3.2 \cdot 10^{-7}$.

3. Растворы, полученные после растворения отработанного ядерного горючего в серной кислоте, очищают от радиоактивного элемента радия медленным соосаждением его с барием. Найдите степень соосаждения радия, если к 1 дм³ раствора, содержащего 0.001 моль/дм³ серной кислоты и $1 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³ радия, добавлено 250 г хлорида бария. $PP(BaSO_4)=1.1 \cdot 10^{-10}$, $PP(RaSO_4)=4.3 \cdot 10^{-11}$.

20.1.2 Задания открытого и закрытого типов

1. Для сбора и анализа информации по новым методам разделения и концентрирования, предлагаемым отечественными учеными, рекомендуется пользоваться следующим интернет-ресурсом (выберите один вариант ответа):

А) <https://ru.wikipedia.org/>; Б) <https://www.elibrary.ru/>; В) <https://scholar.google.ru/>; Г) <https://xumuk.ru/>.

2. Научно-исследовательская работа в области интеллектуальной собственности, включающая поиск, анализ и систематизацию патентной, а также иной информации с целью выявления технико-правового окружения объекта исследования и обеспечения научно-технического продвижения продукции относится к:

А) патентному исследованию; Б) патентному поиску; В) маркетинговому исследованию; Г) литературному обзору.

3. Каким документом необходимо руководствоваться при выборе метода анализа определяемого вещества в аккредитованной лаборатории?

А) ГОСТ; Б) патент; В) научная статья; Г) учебное пособие.

4. В каком пункте ГОСТа отражаются особые указания при проведении выбранной методики анализа, разделения или концентрирования?

А) Область применения; Б) Общие требования; В) Обработка результатов анализа; Г) Нормативные ссылки.

5. В каком разделе патента описывается сущность и признаки изобретения, позволяющие достичь нужного технического результата?

А) формула изобретения; Б) описание; В) реферат; Г) иллюстрации.

6. При поиске подходящей методики определения веществ в многокомпонентной смеси необходимо учитывать следующие факторы:

А) влияние мешающих ионов; Б) правильность результатов методики; В) прецизионность результатов методики; Г) все варианты верны.

7. Укажите верную последовательность этапов проведения аналитических исследований.

А) интерпретация результатов анализа; Б) выбор способа исследования; В) проведение анализа; Г) определение цели, задач исследования.

8. Установите соответствие между понятиями и их определениями

1. Химический анализ.

2. Методика анализа.

3. Метод анализа.

А. Универсальный и теоретически обоснованный способ определения состава безотносительно к определяемому компоненту и анализируемому объекту.

Б. Совокупность методов исследования, используемых для определения состава химических соединений и их смесей.

В. Подробное описание всех этапов анализа данного объекта на заданные компоненты с использованием выбранного метода анализа.

Запишите в поле для ответа последовательность цифр, соответствующих буквам АБВ, без пробелов и каких-либо символов

9. Установите соответствие между понятиями и их определениями

1. Чувствительность метода.

2. Предел обнаружения.

3. Избирательность.

А. Наименьшее содержание компонента, при котором по данной методике можно обнаружить его присутствие с заданной доверительной.

Б. Минимальное количество вещества, которое можно определить или обнаружить данным методом.

В. Возможность метода определять или обнаруживать искомый компонент в присутствии других сопутствующих компонентов.

Запишите в поле для ответа последовательность цифр, соответствующих буквам АБВ, без пробелов и каких-либо символов

10. Укажите расшифровку термина ГОСТ (два слова).

11. Как называется поиск по национальным и региональным патентным базам данных, а также с помощью поисковых систем, поддерживающих мультинациональное подключение.

12. Какой постоянный идентификатор или дескриптор, используемый для уникальной идентификации объектов и стандартизированный Международной организацией по стандартизации, присваивается научным публикациям для удобного поиска их в сети Интернет. (ответ приведите латиницей заглавными буквами).

13. К какой группе методов относится метод электроосаждения, согласно классификации Л.Н. Москвина:

А) методы, основанные на образовании выделяемыми веществами новой фазы; Б) мембранные методы; В) комбинированные методы; Г) методы внутрифазного разделения.

14. Мембранные методы анализа основаны на:

А) способность к образованию новой фазы в другом агрегатном состоянии по отношению к состоянию исходной смеси веществ; Б) способности к индуцированному переносу из одной фазы в другую через разделяющую их третью фазу; В) способности к межфазному распределению в определенной системе фаз, с присущей каждому веществу величиной коэффициента распределения; Г) одновременном использовании нескольких характеристических свойств, различающихся по своей природе.

15. Из предложенных вариантов выберите методы, основанные на образовании малорастворимого соединения микро- и/или макрокомпонента (выберите один или несколько верных вариантов ответа):

А) флотация; Б) осаждение; В) электроосаждение; Г) экстракция.

16. Выберите правильный вариант определения флотации:

А) процесс выделения взвешенных частиц из жидкости или газа под действием гравитационного поля; Б) метод, основанный на удерживании частиц на фильтре, поры которого имеют более мелкие размеры, чем размеры удерживаемых частиц; В) метод разделения смесей твердофазных частиц различного фазового состава, основанный на различиях в их смачивании; Г) методы разделения веществ, находящихся в растворе или специально переведенных в растворенное состояние, основанный на образовании выделяемыми или отделяемыми компонентами раствора малорастворимых соединений за счет взаимодействия с реагентом-осадителем.

17. Согласно классификации Л.Н. Москвина к кристаллизационным методам относятся (выберите верные варианты ответов):

А) соосаждение; Б) зонная плавка; В) вымораживание; Г) ректификация.

18. К 100 мл раствора, содержащего 0.1 моль/л Ca^{2+} и $1 \cdot 10^{-3}$ моль/л La^{3+} , добавили 1 мл концентрированного раствора (10 моль/л) плавиковой кислоты. Какова степень соосаждения лантана? $\text{ПР}(\text{LaF}_3) = 1.4 \cdot 10^{-18}$; $\text{ПР}(\text{CaF}_2) = 3.4 \cdot 10^{-11}$. Ответ представьте в виде: $X.X \cdot 10^X$

19. Равновесное распределение микрокомпонента в процессе соосаждения

$$\frac{x}{a-x} = D \frac{y}{b-y}$$

описывается выражением и носит название закона (укажите фамилию ученого).

20. Укажите верную последовательность этапов проведения химического анализа.

А) пробоподготовка; Б) обработка результатов; В) проведение анализа; Г) отбор пробы

21. Установите соответствие между понятиями и их определениями

1. Микрофльтрация.
2. Ультрафльтрация.
3. Нанофльтрация.

Размер диаметра пор мембраны:

- А. 20-200 нм.
- Б. 200-10000 нм.
- В. 1-20 нм.

Запишите в поле для ответа последовательность цифр, соответствующих буквам АБВ, без пробелов и каких-либо символов

22. Установите соответствие между понятиями и их определениями

1. Электрофорез.
2. Соосаждения.
3. Газовая экстракция.

А. Метод разделения, основанный на различиях в распределении веществ между раствором и осадком.

Б. Метод разделения, основанный на распределении веществ между конденсированной (жидкой или твердой) и газовой фазами.

В. Метод разделения, основанный на различиях в скоростях пространственного перемещения электрозаряженных частиц в растворах.

Запишите в поле для ответа последовательность цифр, соответствующих буквам АБВ, без пробелов и каких-либо символов

23. В каком случае удобнее выделить матрицу?

А) матрица сложная (минералы, сплавы, почва); Б) матрица простая (один – два элемента); В) матрица взаимодействует с материалом сорбента; Г) все варианты верные.

24. Что такое относительное концентрирование?

А) процесс перевода микрокомпонентов из большой массы или объема в малую; Б) процесс выделения матрицы (основы) образца в отдельную фазу; В) процесс выделения микрокомпонента в отдельную фазу; Г) процесс отделения микрокомпонента от матрицы.

25. Как называется процесс или операция, в результате которых из исходной смеси веществ получается несколько фракций ее компонентов в индивидуальном виде или в виде смесей с новым качественным или количественным составом?

А) разделение; Б) концентрирование; В) извлечение; Г) флотация.

26. Какой параметр является количественной характеристикой селективности к конкретной паре разделяемых веществ?

А) коэффициент распределения; Б) константа распределения; В) коэффициент избирательности; Г) константа экстракции.

27. Как называется способ экстракции, который проводится в делительной воронке путем введения в нее определенных объемов водного раствора, содержащего экстрагируемые соединения, и экстрагента?

А) динамическая экстракция; Б) статическая экстракция; В) микрофлюидная экстракция; Г) все ответы верны.

28. Как называется метод, основанный на избирательном растворении одного из компонентов разделяемой смеси веществ?

А) осаждение; Б) отгонка; В) селективное растворение; Г) зонная плавка.

29. Как называется твердофазный сорбент, содержащий ионы, способные к обмену с ионами раствора?

30. Как называется графическая зависимость концентрации микрокомпонента в сорбенте от его концентрации в равновесном растворе? Данная зависимость характеризует способность сорбента к удерживанию компонента из его растворов разных концентраций. Ответ содержит 2 слова

31. Как называется комбинированный метод разделения и определения веществ, основанный на распределении компонента между подвижной и неподвижной фазами?

32. От каких параметров зависит степень извлечения микрокомпонента из матрицы экстракционным методом (выберите один или несколько верных вариантов ответа):

А) температура; Б) концентрация соли в водной фазе; В) рН водной фазы; Г) природа экстрагента.

33. Установите соответствие между понятиями и их определениями в мембранных методах разделения и концентрирования

1. Диффузионные методы.

2. Электромембранные методы.

3. Баромембранные методы.

Движущая сила процесса

А. Градиент давления.

Б. Градиент химического потенциала.

В. Градиент электрического потенциала.

Запишите в поле для ответа последовательность цифр, соответствующих буквам АБВ, без пробелов и каких-либо символов

34. Установите соответствие между понятиями и их определениями

1. Кристаллизация.

2. Вымораживание.

3. Электроосаждение.

А. Метод разделения, основанный на процессе образования твердой фазы в результате электрохимических процессов на электродах.

Б. Метод разделения, основанный на образовании в растворе твердой фазы веществ, отличающихся своей растворимостью, путем охлаждения раствора или расплава.

В. Метод разделения, основанный на фазовых переходах веществ из газовой в жидкую или твердую фазу.

Запишите в поле для ответа последовательность цифр, соответствующих буквам АБВ, без пробелов и каких-либо символов

Описание технологии проведения и требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Контрольные работы проводятся в рамках практической работы после прохождения на лекции и семинаре рассматриваемой темы. Контрольная работа имеет 2 варианта и состоит из трех задач. Темы рефератов раздаются в начале семестра, с обучающимися заранее оговаривается график докладов, основанный на представляемом материале. Требования к реферату: формат А4, шрифт Times New Roman, 12 пт, 1,5 интервал; количество страниц не менее 15, количество литературных источников не менее 10; структура: титульный лист, содержание, введение, основная часть, заключение, список литературы. Доклад может проводиться с презентацией для более наглядного представления информации.

Критерии оценки текущей аттестации (контрольной работы) по итогам освоения дисциплины:

Оценка «отлично» ставится студенту, верно решившего все задания контрольной работы.

Оценка «хорошо» ставится студенту, верно решившего более 75% от количества контрольных заданий.

Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, верно решившего более 50% от количества контрольных заданий.

Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, верное решившего менее 50% контрольных заданий.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольно-измерительных материалов в виде билетов, содержащих 2 вопроса из списка вопросов, представленных ниже. Порядок формирования КИМ формируется таким образом, чтобы вопросы были из разных разделов читаемого курса. Возможно выставление итоговой оценки по результатам промежуточной аттестации в случае, если студент по всем видам текущего контроля ответил верно на 75% и выше от общего количества заданий. К промежуточной аттестации студент может быть допущен при условии выполнения лабораторных работ и из защите в форме открытой беседы.

Вопросы к зачету

1. Значение методов разделения и концентрирования, области применения.
2. Классификация методов концентрирования и разделения.
3. Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов.
4. Методы разделения гетерогенных систем. Флотация.
5. Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции.
6. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции.
7. Способы осуществления экстракции.
8. Экстракция микроэлементов.
9. Экстракция органических соединений.
10. Твердофазная экстракция.
11. Количественные характеристики разделения в мембранных процессах.
12. Баромембранные методы. Диализ. Электродиализ.
13. Электродиализ. Электродеионизация.
14. Газодиффузионное разделение. Испарение через мембрану.
15. Сорбционное концентрирование органических соединений.
16. Методы разделения, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы. Дистилляция и ректификация.
17. Сорбционные методы. Параметры сорбции. Основные типы сорбентов.
18. Сорбционное концентрирование микроэлементов.
19. Методы разделения гетерогенных систем. Седиментация. Сепарация.
20. Осаждение. Электроосаждение.
21. Вымораживание. Селективное растворение. Кристаллизация.
22. Количественные характеристики разделения и концентрирования: коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения.
23. Применение методов разделения и концентрирования для реальных объектов.

Описание технологии проведения

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: *устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа)*.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются количественные шкалы оценок на основе пятибалльной системы.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
полный, развернутый ответ, включающий необходимые примеры и пояснения.	Повышенный уровень	отлично
правильный, но неполный ответ. Отдельные неточности в передаче материала. Отсутствие грубых ошибок. Умение находить общий алгоритм решения задач.	Высокий уровень	хорошо
в целом правильный, но неполный и неточный ответ.	Средний уровень	удовлетворительно
отсутствие знаний по вопросу билета или неверные, значительно искаженные знания.	Низкий уровень	неудовлетворительно

Задания раздела 20.1.3 могут быть использованы при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины