

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«___» _____ 20__ г. № ___

Рабочая программа дисциплины

Химия высокочистых веществ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК

_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2026 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины. Модули» ОПОП «Неорганическая химия» по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (Б1.В.03.ДВ.04.01) и предлагается к освоению студентам специалитета очной формы обучения в восьмом семестре четвертого курса.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-1-н Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области неорганической химии, и/или смежных с химией наук	ПК-1-н-1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	<i>Знать:</i> Основные подходы к организации получения веществ в высокочистом состоянии. <i>Уметь:</i> предложить принципиальную схему очистки неорганического вещества. <i>Владеть:</i> Базовыми алгоритмами составления схем получения простых и сложных неорганических веществ в высокочистом состоянии	<i>Контрольные вопросы, тестовые задания</i>
	ПК-1-н-2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<i>Знать:</i> основные этапы исторического формирования научного понятия «высокоочищенное вещество»; современную классификацию веществ по степени чистоты; теоретические основы влияния природы и формы примесей на свойства веществ. <i>Уметь:</i> применять изученные теоретические закономерности для решения практических задач. <i>Владеть:</i> навыками работы с учебной и научной литературой по химии высокочистых веществ.	<i>Контрольные вопросы, тестовые задания</i>

<p>ПК-2-н</p> <p>Способен проводить информационные исследования в области неорганической химии и/или смежных с химией наук</p>	<p>ПК-2-н-2</p> <p>Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в области неорганической химии и/или смежных с химией наук</p>	<p><i>Знать:</i> современные достижения химии высокочистых веществ, содержание примесей в наиболее чистых образцах неорганических соединений и используемые для их очистки методы.</p> <p><i>Уметь:</i> формировать перечень литературных данных, необходимых для достижения поставленных задач.</p> <p><i>Владеть:</i> Навыками поиска специальной и справочной литературы по заданной тематике.</p>	<p><i>Контрольные вопросы, тестовые задания, проектная работа</i></p>
<p>ПК-3-н</p> <p>Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области неорганической химии и/или смежных с химией наук</p>	<p>ПК-3-н-1</p> <p>Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p>	<p><i>Знать:</i> исторические этапы и современные достижения химии высокочистых веществ.</p> <p><i>Уметь:</i> систематизировать научную информацию и сопоставлять ее с литературными данными по содержанию примесей в образцах высокочистых неорганических веществ.</p> <p><i>Владеть:</i> Навыками систематизации и сравнительного анализа информации.</p>	<p><i>Контрольные вопросы, тестовые задания, проектная работа</i></p>
	<p>ПК-3-н-2</p> <p>Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>	<p><i>Знать:</i> Основные исторические этапы и современные тенденции получения и анализа высокочистых неорганических веществ.</p> <p><i>Уметь:</i> Прогнозировать возможности очистки конкретных неорганических соединений с использованием различных методов и перспективные области их использования в современной науке и технике.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками аппроксимации экспериментальных данных.</p>	<p><i>Контрольные вопросы, тестовые задания</i></p>
<p>ПК-1-т</p> <p>Способен определять способы,</p>	<p>ПК-1-т-1</p> <p>Готовит детальные планы отдельных стадий прикладных НИР</p>	<p><i>Знать:</i> принципы организации технологических процессов получения простых и сложных веществ в высокочистом</p>	<p><i>Контрольные вопросы, тестовые задания, проектная работа</i></p>

методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР в области неорганической химии		состоянии. <i>Уметь:</i> самостоятельно сформировать принципиальную схему очистки вещества, обосновать выбор методов очистки, предложить возможность аппаратного оформления процессов очистки. <i>Владеть:</i> Базовыми алгоритмами составления схем получения простых и сложных неорганических веществ в высокочистом состоянии	<i>работа</i>
	ПК-1-т-3 Предлагает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР	<i>Знать:</i> теоретические основы и аппаратное оформление основных процессов разделения смесей. <i>Уметь:</i> применять изученные теоретические закономерности для решения прикладных задач в рамках НИР. <i>Владеть:</i> навыками расчета эффективности разделения смесей неорганических веществ при использовании различных способов очистки.	<i>Контрольные вопросы, тестовые задания, проектная работа</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	9 ЗЕТ	НЕТ	НЕТ
Часов по учебному плану	324	НЕТ	НЕТ
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):			
- занятия лекционного типа	64		
- занятия семинарского типа	64		
- лабораторные работы	96		
самостоятельная работа	62		
Промежуточная аттестация –	Экзамен		

экзамен/зачет			
---------------	--	--	--

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)			в том числе													
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы									Самостоятельная работа обучающегося, часы				
				из них													
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего				
Очная				Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная			
Тема 1 Исторические этапы развития проблемы получения высокочистых веществ				4			4					8			4		
Тема 2 Влияние природы и формы примесей на свойства веществ				4			4					8			4		
Тема 3 Физико-химические основы процессов разделения смесей				32			32			72		136			22		
Тема 4 Принципы организации процессов получения высокочистых веществ				16			16					32			16		
Тема 5 Современные достижения химии высокочистых веществ				8			8			24		40			16		

Мероприятия промежуточной аттестации	2	2										2				
Контроль самостоятельной работы	36	36														
Итого	324			64			64			96		226			62	

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в форме комплексного экзамена, включающего, наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины, выполнение индивидуальной проектной работы по истории, современному положению и перспективам проблемы получения конкретного неорганического вещества в высокочистом состоянии.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вид самостоятельной работы	Порядок выполнения	Учебно-методическое обеспечение
Изучение теоретических основ предмета	Проработка материалов лекций и учебно-методических материалов по предмету	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чурбанов, М.Ф, Вельмузов, А.П. Химия высокочистых неорганических веществ / М.Ф. Чурбанов, А.П. Вельмузов. – Н.Новгород: ННГУ, 2015. – 170 с. 2. Девярых, Г.Г., Карпов, Ю.А., Осипова, Л.И. Выставка-коллекция веществ особой чистоты / Г.Г. Девярых, Ю.А. Карпов, Л.И. Осипова. – М.: Наука, 2003. – 236 с. 3. Третьяков, Ю.Д. Неорганическая химия. Химия элементов: Учебник в 2-х т. / Ю.Д. Третьяков / М.: МГУ, 2007. – 537 с. <p>Девярых, Г.Г., Еллиев, Ю.Е. Введение в теорию глубокой очистки веществ / Г.Г. Девярых, Ю.Е. Еллиев. – М.: Наука, 1981. – 320 с.</p>
Подготовка индивидуальной проектной работы	Подготовка презентации по истории, современному положению и перспективам проблемы получения конкретного неорганического вещества в высокочистом состоянии.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Печатные научные издания научного абонементы Фундаментальной библиотеки ННГУ и библиотеки НИИ Химии при ННГУ. 2. Электронный фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ в онлайн-доступе <ul style="list-style-type: none"> – электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (более 440 тыс. полных текстов диссертаций по всем специальностям и 480 тыс. полных текстов авторефератов); доступ в электронных читальных залах ФБ; – электронная библиотека Elsevier (более 5 тыс. книг); доступ со всех IP-адресов сети ННГУ и по учётным записям в сети Интернет; 3. Базы данных: <ul style="list-style-type: none"> – American Chemical Society – 53 индексируемых Web of Science (WoS) журнала с глубиной архива до 1996 г.; доступ со всех IP-адресов сети ННГУ; – Royal Society of Chemistry – 25 индексируемых Web of Science (WoS) журналов с глубиной архива до 1841 г.; доступ со всех IP-адресов сети ННГУ; – SpringerLink – 2000 текущих индексируемых Web of Science (WoS) журналов с глубиной архива до 1864 г.; доступ со всех IP-адресов сети ННГУ. 4. Подписные электронные версии российской

		периодики на платформе eLIBRARY – 147 научных журналов за 2009-2020 гг.; доступ со всех IP-адресов сети ННГУ; доступ со всех IP-адресов сети ННГУ.
--	--	--

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 6.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения., Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Имеется минимальный набор навыков для	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы навыки при решении нестандартн	Продemonстрирован творческий подход к решению

	ть оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	решения стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач без ошибок и недочетов.	ых задач без ошибок и недочетов.	нестандартных задач
--	---	---	---	---	---	----------------------------------	---------------------

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы:

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Дайте определения понятиям: высокочистое вещество, особо чистое вещество, лимитируемая примесь. 2. Перечислите основные подходы к классификаций веществ по степени чистоты. 3. Дайте определение понятиям: основное вещество, примесь. 4. Перечислите формы нахождения примесей в веществах. 5. Что называют областью примесной чувствительности? 6. Приведите примеры влияния примесей на оптические и химические свойства веществ. 7. Дайте определение элементарного разделительного процесса. 8. Что вкладывают в понятие «метод разделения смесей»? 9. Что называют коэффициентом разделения? 10. Перечислите виды методов, применяемых для очистки веществ. 11. На чём основаны химические методы разделения смесей? 12. Приведите примеры химических методов с изменением химической формы основы и с изменением химической формы примесей. 13. Чем определяются предельные возможности химических методов? 14. Что называют «химическими транспортными реакциями»? Как проводят иодидное рафинирование циркония? 15. На чём основано разделение при использовании дистилляционных методов? 16. Что такое перегонка, ректификация? В каких вариантах они могут быть проведены? 17. Перечислите виды ректификационных колонн. 18. На чём основано разделение при использовании кристаллизационных методов? 19. Что такое нормальная направленная кристаллизация, противоточная кристаллизация, зонная плавка? 20. В чём заключается сущность зонной плавки? 21. Дайте определения понятиям: экстракция, экстрагент, экстракт, рафинат. 22. Перечислите виды экстракции. 23. Перечислите основные подходы к получению высокочистых веществ. 24. Назовите основные этапы организации получения высокочистых веществ. 25. Что включает информационный этап? 26. В чём заключается этап разработки физико-химических основ? 27. В чём состоит этап разработки методов определения содержания примесей? 28. В чём заключается сущность этапа выбора схемы процесса? 	<p><i>ПК-1-н</i></p>

29. Что включает этап аппаратного оформления процесса?	
<p>1. Каково суммарное содержание количественно определённых неорганических примесей в азотной кислоте марки «осч 21-5»?</p> <p>2. Какую информацию можно получить из маркировки вещества «оп-3 осч 16-4»?</p> <p>3. Какими методами в настоящее время получают высокочистую серу?</p> <p>4. Каково содержание примесей разных групп в наиболее чистых образцах серы?</p> <p>5. Какими методами в настоящее время получают высокочистый мышьяк?</p> <p>6. Каково содержание примесей разных групп в наиболее чистых образцах мышьяка?</p> <p>7. Чем обусловлена необходимость получения веществ, содержащих моноизотопные элементы?</p> <p>8. Какие методы используют для получения высокочистого моноизотопного кремния-28 в настоящее время?</p> <p>9. Каково содержание кремния-28 в лучших образцах?</p> <p>10. Какие методы используют для получения высокочистых металлов в настоящее время?</p> <p>11. Какие варианты нормальной направленной кристаллизации используют в практике глубокой очистки веществ?</p> <p>12. Очистку каких металлов проводят электрохимическим рафинированием?</p> <p>13. Какой уровень содержания примесей может быть достигнут при использовании электрохимических методов?</p>	ПК-2-н
<p>1. Приведите примеры влияния примесей на свойства веществ, которые были известны человечеству с древнейших времён.</p> <p>2. Перечислите основные исторические периоды развития понятия «высокочистое вещество».</p> <p>3. Как изменялось суммарное содержание примесей в образцах наиболее чистых веществ в разные периоды?</p> <p>4. В чём заключается отличие понятий «высокочистое вещество» и «особо чистое вещество»?</p> <p>5. Почему концентрация примесей является случайной величиной?</p> <p>6. Дайте общую сравнительную характеристику химических и физико-химических методов разделения смесей.</p> <p>7. Проведите сравнительный анализ возможностей использования химических методов с изменением формы основы и химических методов с изменением форм примесей в практике получения высокочистых веществ.</p> <p>7. В чём заключаются преимущества и ограничения гидридного метода очистки?</p> <p>8. В чём состоят преимущества и недостатки галогенидного метода очистки?</p> <p>9. В чём заключаются преимущества и недостатки метода МОС?</p> <p>10. Дайте общую сравнительную характеристику дистилляционных и кристаллизационных методов разделения смесей.</p> <p>11. В чём заключается комплексный подход к проблеме</p>	ПК-3-н

получения вещества в высокочистом состоянии? 12. Чем обусловлен выбор метода разделения для очистки конкретного вещества	
1. Каким образом осуществляется практическая реализация химических транспортных реакций при переносе вещества потоком газа-реагента, конвекцией и молекулярной диффузией? 2. Каково аппаратное оформление процесса иодидного рафинирования циркония? 3. Какова принципиальная схема ректификационной колонны? 4. Какие варианты «тарелок» для тарельчатых колонн Вам известны? Каковы технологические особенности «тарелок» различных конструкций? 5. Какие формы нерегулярных насадок вам известны? 6. Какие варианты регулярных насадок Вам известны? 7. Чем определяется выбор материала для изготовления насадок? 8. Каково аппаратное оформление метода Бриджмена? 9. Каково аппаратное оформление метода Чохральского? 10. Каково аппаратное оформление метода зонной плавки? 11. Каково аппаратное оформление электролиза в лаборатории? 12. Каково аппаратное оформление и технологические параметры процесса электрохимического рафинирования меди? 13. Перечислите основные принципы получения высокочистых веществ.	<i>ПК-1-т</i>

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Высокочистым называется вещество, в котором:
 - 1) до минимально возможных значений снижено содержание лимитируемых примесей;
 - 2) до минимально возможных значений снижено содержание всех примесей;
 - 3) снижено содержание лимитируемых примесей до уровня, на котором они не оказывают влияния на требуемое свойство;
 - 4) снижено содержание отдельных примесей до уровня 10^{-8} % масс.

Ответ: 2.

2. Среди перечисленных методов очистки веществ к химическим методам относится:

- 1) ректификация;
- 2) зонная плавка;
- 3) карбонильный метод;
- 4) нормальная направленная кристаллизация.

Ответ: 3.

3. Очистка кремния гидридным методом является:

- 1) химическим методом с изменением химической формы основы;
- 2) химическим методом с изменением химической формы примесей;
- 3) химическим методом с изменением химических форм основы и примесей;
- 4) физико-химическим методом очистки.

Ответ: 1.

4. Из перечисленных методов очистки веществ к дистилляционным методам относится:
- 1) ректификация;
 - 2) зонная плавка;
 - 3) карбонильный метод;
 - 4) нормальная направленная кристаллизация.

Ответ: 1.

5. В тарельчатой колонне массообмен между жидкой и паровой фазой осуществляется:

- 1) непрерывно по всей высоте колонны;
- 2) дискретно на специальных устройствах – тарелках;
- 3) непрерывно или дискретно в зависимости от конструкции тарелок;
- 4) массообмена не происходит.

Ответ: 1.

6. Первым этапом получения вещества в высокочистом состоянии является:

- 1) информационный этап;
- 2) этап разработки физико-химических основ;
- 3) этап выбора схемы процесса;
- 4) этап аппаратного оформления процесса.

Ответ: 1.

Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. В азотной кислоте маркировки «осч. 21 – 5» определено содержание:

- 1) 5 неорганических примесей;
- 2) 21 неорганической примеси;
- 3) 21 неорганической примеси и 5 органических примесей;
- 4) 5 неорганических примесей и 21 органической примеси.

Ответ: 2.

2. При использовании германия в качестве полупроводникового материала лимитируемой примесью является:

- 1) углерод;
- 2) кремний;
- 3) мышьяк;
- 4) кислород.

Ответ: 3.

3. Для получения высокочистого германия используют:

- 1) только химические методы разделения смесей;
- 2) только физико-химические методы разделения смесей;
- 3) совокупность химических и физико-химических методов разделения;
- 4) необходимость применения методов разделения смесей отсутствует.

Ответ: 3.

4. При электрохимическом рафинировании меди в качестве электролита используют:

- 1) расплав сульфата меди (II);
- 2) водный раствор сульфата меди (II);
- 3) расплав оксида меди (II);
- 4) расплав меди.

Ответ: 2.

5. Суммарное содержание примесей в наиболее чистых образцах серы находится на уровне:

- 1) 10^{-2} % масс.;
- 2) 10^{-3} % масс.;
- 3) 10^{-4} % масс.;
- 4) 10^{-5} % масс.

Ответ: 4.

Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

1. Физические методы разделения смесей по сравнению с химическими методами:

- 1) обеспечивают больший эффект разделения;
- 2) обеспечивают меньший эффект разделения;
- 3) обеспечивают одинаковый эффект разделения;
- 4) эффект разделения зависит от природы очищаемого вещества и отделяемой примеси.

Ответ: 4.

2. Эффективность разделения веществ в ректификационной колонне выше:

- 1) в отборном режиме работы колонны;
- 2) в безотборном режиме работы колонны;
- 3) при чередовании отборного и безотборного режимов;
- 4) не зависит от режима работы колонны.

Ответ: 2.

3. Эффект очистки одной и той же смеси методом нормальной направленной кристаллизации и зонной плавкой с одним проходом расплавленной зоны:

- 1) выше при использовании нормальной направленной кристаллизации;
- 2) выше при использовании зонной плавки с одним проходом расплавленной зоны;
- 3) одинаков;
- 4) вещество, которое можно очистить нормальной направленной кристаллизацией, нельзя очистить зонной плавкой

Ответ: 3.

4. При очистке веществ зонной плавкой для обеспечения максимальной степени очистки число проходов расплавленной зоны:

- 1) должно быть как можно большим;
- 2) достаточно одного прохода расплавленной зоны;
- 3) имеется оптимальное значение числа проходов;
- 4) степень очистки не связана с числом проходов.

Ответ: 3.

5. Возможна ли организация очистки никеля карбонильным методом в формате химических транспортных реакций:

- 1) да, возможна;
- 2) нет, невозможна.

Ответ: 1.

6. Примеси золота при электрохимическом рафинировании меди:

1) окисляются на аноде, перемещаются в катодное пространство, но на катоде не восстанавливаются;

- 2) окисляются на аноде, перемещаются в катодное пространство и восстанавливаются на катоде;
- 3) на аноде не окисляются, но растворяются в электролите;
- 4) на аноде не окисляются, скапливаются в неизменном виде в анодном пространстве в составе «анодных шламов».

Ответ: 4.

7. Дистилляционные методы разделения смесей по сравнению с кристаллизационными методами:

- 1) обеспечивают больший эффект разделения;
- 2) обеспечивают меньший эффект разделения;
- 3) обеспечивают одинаковый эффект разделения;
- 4) эффект разделения зависит от природы очищаемого вещества и отделяемой примеси.

Ответ: 4.

Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1-г

1. Основными элементами ректификационной колонны являются (ответ может содержать несколько вариантов из числа предложенных):

- 1) испаритель (куб);
- 2) шнековый транспортер;
- 3) ректифицирующая часть;
- 4) холодильник;
- 5) кристаллизатор;
- 6) электроды.

Ответ: 1,3,4.

2. Среди перечисленных методов очистки веществ к химическим методам относятся (ответ может содержать несколько вариантов из числа предложенных):

- 1) ректификация;
- 2) метод МОС;
- 3) зонная плавка;
- 4) карбонильный метод;
- 5) нормальная направленная кристаллизация;
- 6) галогенидный метод.

Ответ: 2,4,6.

3. Среди перечисленных методов очистки веществ к физико-химическим методам относятся (ответ может содержать несколько вариантов из числа предложенных):

- 1) ректификация;
- 2) метод МОС;
- 3) зонная плавка;
- 4) карбонильный метод;
- 5) нормальная направленная кристаллизация;
- 6) галогенидный метод.

Ответ: 1,3,5.

4. Очистка кремния галогенидным методом является:

- 1) химическим методом с изменением химической формы основы;
- 2) химическим методом с изменением химической формы примесей;
- 3) химическим методом с изменением химических форм основы и примесей;
- 4) физико-химическим методом очистки.

Ответ: 1.

5. Из перечисленных методов очистки веществ к дистилляционным методам относятся:

- 1) ректификация;
- 2) зонная плавка;
- 3) простая перегонка;
- 4) карбонильный метод;
- 5) нормальная направленная кристаллизация;
- 6) перегонка в присутствии испаряющего агента.

Ответ: 1,3,6.

6. Непрерывный массообмен между жидкой и паровой фазами осуществляется в колоннах:

- 1) насадочных;
- 2) тарельчатых;
- 3) пленочных;
- 4) кристаллизационных.

Ответ: 1.

7. Технологическая схема получения вещества в высокочистом состоянии включает:

- 1) только один метод;
- 2) только одну группу методов;
- 3) может сочетать методы разных групп;
- 4) обязательно сочетает методы разных групп.

Ответ: 4.

5.2.4. Темы курсовых работ, эссе, рефератов

Индивидуальная проектная работа на тему «История, современное положение и перспективы получения вещества в высокочистом состоянии».

Содержательный план работы:

1. Характеристика вещества:

- 1) физические свойства;
- 2) химические свойства (лучше с классификацией – реакции без изменения степеней окисления, окислительно-восстановительные реакции – если есть);
- 3) области применения вещества.

2. Требования, предъявляемые к степени чистоты вещества.

3. Исторические способы очистки вещества и достигнутые пределы по степени чистоты (если есть, *желательно – со ссылками на литературные источники*).

4. Современное состояние очистки вещества:

- 1) используемые методы очистки;
- 2) используемые методы анализа;
- 3) достигнутые значения по содержанию отдельных примесей и общему содержанию примесей.

Со ссылками на литературные источники!

Можно посмотреть не только учебную литературу, но и статьи, патенты и т.д.

5. Перспективы в очистке вещества.

Формат представления работы:

презентация с последующей защитой.

5.2.5. Темы лабораторных работ

1. Определение взвешенных частиц в высокочистых летучих газообразных веществах и воздухе высокочистых помещений
2. Определение взвешенных частиц в жидкостях методом ультрамикроскопии на автоматизированном лазерном анализаторе.

Здесь будут еще работы.

Выполнение лабораторной работы включает три этапа:

- 1) допуск к работе – проверка подготовленности студента к выполнению работы, а именно:
 - знание теоретических основ проведения эксперимента,
 - знание используемого оборудования,
 - знание порядка проведения эксперимента,
 - знание техники безопасности при выполнении работы;
- 2) непосредственное выполнение работы;
- 3) подготовка и сдача отчета о выполнении работы, в котором представлено описание эксперимента и расчетов на основе экспериментальных данных.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Чурбанов, М.Ф., Вельмузов, А.П. Химия высокочистых неорганических веществ / М.Ф. Чурбанов, А.П. Вельмузов. – Н.Новгород: ННГУ, 2015. – 170 с.
2. Девярых, Г.Г., Карпов, Ю.А., Осипова, Л.И. Выставка-коллекция веществ особой чистоты / Г.Г. Девярых, Ю.А. Карпов, Л.И. Осипова. – М.: Наука, 2003. – 236 с.
3. Третьяков, Ю.Д. Неорганическая химия. Химия элементов: Учебник в 2-х т. / Ю.Д. Третьяков / М.: МГУ, 2007. – 537 с.
- Девярых, Г.Г., Еллиев, Ю.Е. Введение в теорию глубокой очистки веществ / Г.Г. Девярых, Ю.Е. Еллиев. – М.: Наука, 1981. – 320 с.

б) дополнительная литература:

1. Девярых, Г.Г., Чурбанов, М.Ф. Высокочистые халькогены / Г.Г. Девярых, М.Ф. Чурбанов. – Н. Новгород: ННГУ, 1997. – 244 с.
2. Современные процессы глубокой очистки веществ. Учебно-методический комплекс. – М.: РХТУ, 2009. – 174 с.
3. Девярых, Г.Г., Бурханов, Г.С. Высокочистые тугоплавкие и редкие металлы / Г.Г. Девярых, Г.С. Бурханов. – М.: Наука, 1993. – 240 с.
4. Методы получения особо чистых веществ / Б.Д. Степин [и др.]. – М.: Химия, 1969. – 480 с.
5. Девярых, Г.Г., Зорин, А.Д. Летучие неорганические гидриды особой чистоты / Г.Г. Девярых, А.Д. Зорин. – М.: Наука, 1974. – 208 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

1. Электронный фонд Фундаментальной библиотеки ННГУ в онлайн-доступе

- электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (более 440 тыс. полных текстов диссертаций по всем специальностям и 480 тыс. полных текстов авторефератов); доступ в электронных читальных залах ФБ;
- электронная библиотека Elsevier (более 5 тыс. книг); доступ со всех IP-адресов сети ННГУ и по учётным записям в сети Интернет;

2. Базы данных:

- American Chemical Society – 53 индексируемых Web of Science (WoS) журнала с глубиной архива до 1996 г.; доступ со всех IP-адресов сети ННГУ;
- Royal Society of Chemistry – 25 индексируемых Web of Science (WoS) журналов с глубиной архива до 1841 г.; доступ со всех IP-адресов сети ННГУ;
- SpringerLink – 2000 текущих индексируемых Web of Science (WoS) журналов с глубиной архива до 1864 г.; доступ со всех IP-адресов сети ННГУ.

3. Подписные электронные версии российской периодики на платформе eLIBRARY – 147 научных журналов за 2009-2020 гг.; доступ со всех IP-адресов сети ННГУ; доступ со всех IP-адресов сети ННГУ.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: видеопроектор, ноутбук с лицензионным программным обеспечением, переносной / стационарный экран, доска.

Помещения для выполнения лабораторного практикума представляют собой оснащенные всем необходимым оборудованием и соответствующие санитарным нормам и правилам химические лаборатории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями Образовательного стандарта ННГУ по направлению подготовки 04.04.01 «Химия».

Автор:

к.х.н. доцент кафедры неорганической химии Е.Л. Тихонова _____

Рецензент:

д.х.н. заведующий кафедрой физической химии А.В. Маркин _____

Заведующий кафедрой:

к.х.н. Д.А. Пермин _____