

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего
образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им
Х.М.Бербекова» (КБГУ)**

Институт химии и биологии

Кафедра неорганической и физической химии

Согласовано

Руководитель ОПОП

Х.Б.Кушхов

«___» _____ 2022г

Утверждаю

Директор института ИХ и Б

Бажева Р.Ч.

«___» _____ 2022г

Рабочая программа

Учебной дисциплины

Б.1.В.ДВ.08.01 « Физико-химия соединений молибдена и вольфрама»

По направлению

04.03.01 Химия

Профиль «Физическая химия»

**Квалификация (степень) выпускника
бакалавр**

**Форма обучения
очная**

Нальчик – 2022

Рабочая программа дисциплины Б.1.В.ДВ.08.01 «Физико-химия соединений молибдена и вольфрама» / сост. А.А.Кяров- Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2022. 22с.

Рабочая предназначена для изучения дисциплины, относящейся к курсам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, студентами очной формы обучения по направлению подготовки 04.03.01. «Химия» и профилю подготовки «Физическая химия».

Рабочая программа составлена в соответствии с рабочим учебным планом и федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 04.03.01. «Химия» и профилю подготовки «Физическая химия», утвержденного приказом Минобрнауки России от 17.07.2017 N 671
(Зарегистрировано в Минюсте России 02.08.2017 N 47644)

Содержание

с.

1	Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3	Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	9
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	17
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	19
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	21
	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины	

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с теоретическими и практическими проблемами химии и технологии молибдена и вольфрама, с основными технологическими схемами переработки вольфрамомолибденового сырья, с основами процесса автоклавно-содового выщелачивания автоклавных растворов.

Задачи дисциплины

Изучение важнейших руд молибдена и вольфрама, химии соединений молибдена и вольфрама в водных растворах и расплавах, основных технологических схем переработки (гидро- и пирометаллургические) молибденовых и вольфрамовых концентратов, с основами процесса автоклавно-содового выщелачивания указанных концентратов с выявлением достоинств и недостатков способа, основ технологии переработки растворов вольфрамата натрия, технологий получения металлических молибдена и вольфрама; ознакомление с основными направлениями научных исследований в области химии и технологии указанных металлов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Согласно РУП профиль УТС дисциплина «Физико-химия соединений молибдена и вольфрама» изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Дисциплина относится к курсам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. Требования к результатам освоения

Содержание дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

а) общепрофессиональных:

Знает и может применять на практике современные экспериментальные методы для установления структуры неорганических соединений (ПКС – 3.1);

Способен осуществлять направленный синтез неорганических и органических соединений по заданию специалиста более высокой квалификации (ПКС – 4.1);

Применяет в своей деятельности нормативно-правовые документы, содержащие санитарно-гигиенические требования к образовательному процессу и нормы безопасности жизни (ПКС – 2.3).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные физико-химические свойства молибдена и вольфрама и их соединений;
- основные вольфрамовые и молибденовые руды и их месторождения, способы обогащения этих руд ;
- основные способы вскрытия(разложения) вольфрамowo-молибденовых концентратов ;
- преимущества и недостатки автоклавно-содового выщелачивания вольфрамомолибденового сырья;

- кислотные способы вскрытия вольфрамовых концентратов;
- поведение примесей и очистку от них автоклавных растворов ;
- экстракционные и ионообменные способы извлечения и очистки соединений молибдена и вольфрама.

Уметь:

- проводить необходимые расчеты по уравнениям химических реакций, использующихся в процессах разложения вольфрамо-молибденового сырья;
- использовать принципы смещения химического равновесия в условиях автоклавно-содового выщелачивания вольфрамо-молибденовых концентратов;
- управлять технологической схемой вскрытия концентрата и очистки щелочных растворов;
- анализировать и отбирать наиболее рентабельные способы регенерации соды из автоклавных щелоков;

Владеть:

- навыками проведения и научного обоснования результатов лабораторного испытания способы регенерации избыточной соды и растворов автоклавно-содового выщелачивания вольфрамо-молибденового сырья;
- навыками анализа и отбора информации для осуществления процессов вскрытия, вольфраммолибденовых концентратов ;
- навыками применения стандартных программных средств для проведения расчетов вольфрамо-молибденового сырья.

4. Содержание и структура дисциплины

Таблица 1. Содержание дисциплины

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Формы текущего контроля
1	Введение	Общая постановка вопроса, цели и задачи изучения дисциплины. Рекомендуемая литература.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
2	Руды и минералы молибдена и вольфрама. Способы их обогащения.	Рассматриваются основные темы промышленно используемых руд; способы обогащения этих руд; вольфрамо-молибденовые концентраты.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
3	Физико-химические свойства молибдена и вольфрама, соединения молибдена с металлами и неметаллами.	Рассматриваются физико-химические свойства молибдена и вольфрама, их соединений.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
4	Способы переработки вольфрамо-молибденовых концентратов	Рассматриваются технологические схемы переработки вольфрамо-молибденовых концентратов, производство молибденовой и вольфрамовой кислот, ПВА и ПМА из вольфрамовых и	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ

		молибденовых концентратов.	
5	Автоклавные технологии в цветной металлургии.	Рассматриваются общие вопросы автоклавной технологии в цветной металлургии, частные вопросы автоклавной технологии в переработке вольфрамо-молибденовых концентратов.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
6	Гидрометаллургические способы переработки вольфраматных и молибденовых концентратов.	Автоклавно-содовой способ разложения вольфрамовых концентратов; физико-химические основы процесса и практика автоклавно-содового выщелачивания.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
7	Основные пути совершенствования и интенсификации автоклавно-содового выщелачивания концентратов	Рассматриваются вопросы извлечения избыточной соды из автоклавных растворов, как один из путей совершенствования и интенсификации автоклавно-содового выщелачивания молибдо- шеелитовых концентратов.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
8	Обзор других способов разложения концентратов растворами NaOH, NaF.	Приводится обзор способов разложения концентратов растворами NaOH (используется на некоторых зарубежных заводах); автоклавный натрий-фторидный способ.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
9	Обработка молибденовых концентратов азотной кислотой.	Схема разложения молибденового концентрата азотной кислотой. Окисление дисульфида молибдена гипохлоритом в растворах; окисление молибденита в автоклавах.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
10	Окислительный обжиг молибденовых концентратов и практика его осуществления.	Рассматриваются основы обжига и его практическое осуществление.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
11	Химическая переработка «огарка» от обжига богатых молибденитовых концентратов.	Получение ПМА и оксида молибдена (VI).	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
12	Расплавная технология переработки молибденита и молибденитовых концентратов.	Вопросы высокотемпературной технологии переработки молибденита и молибденитовых концентратов.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ
13	Экстракционные методы извлечения молибдена и вольфрама с использованием органических	Преимущества экстракционных процессов в технологии переработки автоклавных растворов; получение ПВА методом экстракции с последующей реэкстракцией растворами аммиака и	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ

	растворителей.	выделением ПВА.	
14	Современные сорбционные процессы в металлургии молибдена и вольфрама.	Сорбционные методы получения молибдена из растворов гидрометаллургической переработки промпродуктов; сорбционные методы очистки растворов вольфрамата аммония.	УО, тестирование, коллоквиум, ДЗ

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов)

Вид работы	Кол-во часов (4семестр)
Общая трудоемкость	144
Контактная работа	108
Лекции (Л)	54
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-
Практические занятия (ПЗ)	54
Самостоятельная работа:	9
Самостоятельное изучение разделов	5
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	4
Подготовка и сдача экзамена	27

Таблица 3. Лекционные занятия

№	Тема
1	Введение
2	Руды и минералы молибдена и вольфрама. Способы их обогащения.
3	Физико-химические свойства молибдена и вольфрама, соединения молибдена с металлами и неметаллами.
4	Способы переработки вольфрамо-молибденовых концентратов
5	Автоклавные технологии в цветной металлургии.
6	Гидрометаллургические способы переработки вольфраматных и молибденовых концентратов.
7	Основные пути совершенствования и интенсификации автоклавно-содового выщелачивания концентратов
8	Обзор других способов разложения концентратов растворами NaOH, NaF.
9	Обработка молибденовых концентратов азотной кислотой.
10	Окислительный обжиг молибденовых концентратов и практика его осуществления.
11	Химическая переработка «огарка» от обжига богатых молибденитовых концентратов.
12	Расплавная технология переработки молибденита и молибденитовых концентратов.

13	Экстракционные методы извлечения молибдена и вольфрама с использованием органических растворителей.
14	Современные сорбционные процессы в металлургии молибдена и вольфрама.

Практические занятия (семинары) программой не предусмотрены.

Таблица 5. Лабораторные работы

№	Темы лабораторных занятий
1	Получение молибденовой кислоты и изучение ее свойств
2	Получение вольфрамовой кислоты и исследование ее свойств.
3	Получение парамolibдата(паравольфрамата натрия)
4	Синтез нормальных молибдатов щелочных металлов.
5	Получение и свойства молибдатов аммония.
6	получение парамolibдата аммония
7	Получение гетерополисоединений молибдена и вольфрама.
8	Способ регенерации избыточной соды из автоклавных растворов.

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины:

№	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение.
1	Основные методы переработки вольфрамовых концентратов и промпродуктов.
2	Автоклавно-содовое выщелачивание молибдо-шеелитовых концентратов и последующая гидрометаллургическая переработка автоклавных растворов.
3	Методы регенерации избыточной соды из автоклавных растворов.
4	Способ регенерации избыточной соды из растворов автоклавно-содового выщелачивания молибдо-шеелитовых концентратов методом дробной кристаллизации декагидрата карбоната натрия.
5	Очистка и выделение соединений вольфрама после разложения концентрата.
6	Экстракционные процессы в технологии переработки растворов вольфрамата натрия.
7	Разделение Mo и W фракционный дистилляцией или сублимацией галогенидов и оксигалогенидов.
8	Основные направления научно-технических разработок в области химии и технологий молибдена и вольфрама.

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации обучающихся по ОПОП ВО КБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.

№	Контрольные мероприятия	Макс. балл (распред.)
1 семестр		
1	Посещение занятий	10 (3+3+4)
2	Коллоквиум	18 (6+6+6)
3	Тестирование	18 (6+6+6)
4	Защита лабораторных работ и выполнение расчетной работы	24(8+8+8)
Итого		70

Задания для самостоятельной работы

Задачи решаются при выполнении домашнего задания и контрольных работ в рамках балльно-рейтинговых мероприятий. В рамках текущего контроля студент может набрать 27 баллов за решение задач (18 баллов за три контрольные работы в рамках балльно-рейтинговых мероприятий и по 3 балла в каждый рубежный промежуток на практических занятиях). Баллы проставляются в зависимости от процента выполнения задачи. Типовые задания по рейтинговым точкам приводятся ниже.

1 рейтинговая точка

1 вариант

1. Привести электронные конфигурации атомов молибдена и вольфрама. Какие степени окисления характерны для них, почему?
2. Оксиды молибдена. Их получение и свойства. Рассчитать массу оксида молибдена (VI), полученную в результате окисления дисульфида молибдена массой 16 г. кислородом объемом 5,6 л (н.у.) выход продукта от теоретически возможного составляет 75%.
3. Перекисные соединения молибдена. Привести структурные формулы перекисных соединений состава NaHMoO_6 , NaMoO_5 , H_2MoO_5 .

II вариант.

1. Соединения двухвалентного молибдена. Гексамер дихлорида молибдена, $[\text{Mo}_6\text{Cl}_8]\text{Cl}_4$, получают действием фосгена на Mo или восстановлением пентахлорида молибдена. Привести уравнения реакций и рассчитать массу продукта реакции, если взято по 1 моль Mo и MoCl_5 .
2. Привести уравнения реакций получения трихлорида молибдена:
 - a) $\text{MoCl}_5 + \text{H}_2 = \dots + \dots$
 - б) $\text{MoCl}_5 + \text{Mo} = \dots$
 - В) $\text{MoCl}_4 = \dots$
 - Т) $\text{MoBr}_3 + \text{HCl} = \dots + \dots$

какие массы MoCl_3 образуются по схемам а) и г), если для процесса взято по 2 моль MoCl_5 и MoBr_3 .

3. Составьте уравнения реакций получения дисульфида Молибдена

- 1) $\text{MoO}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{MoS}_2 + \text{S} + \dots$
- 2) $\text{MoO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{S} = \text{MoS}_2 + \text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{SO}_2$
- 3) $(\text{NH}_4)_2\text{MoS}_4 = \text{MoS}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{S} + \text{NH}_3$
- 4) $\text{MoS}_3 =$

III вариант.

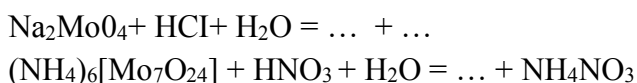
- 1) Основные минералы и руды молибдена и вольфрама. Их распространенность в природе.
- 2) Гексамер диiodида молибдена, $[\text{Mo}_6\text{I}_8]\text{I}_4$ получают по схемам
а) $\text{Mo} + \text{I}_2 = \dots$
б) $\text{MoCl}_5 + \text{HI} = \dots + \text{I}_2 + \text{HCl}$

Подберите коэффициенты и рассчитайте массу основного получаемого продукта, если взято в случае:

- А) молибдена 19,2 г.
- В) MoCl_5 - 27,344 г
- 3) Составьте уравнения реакции получения MoS_2 :
а) $\text{MoO}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{MoS}_2 + \text{S} + \dots$
б) $\text{MoO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{S} = \text{MoS}_2 + \text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{SO}_2$
в) $\text{MoS}_3 =$

IV вариант.

- 1) Напишите уравнения реакций взаимодействия вольфрама и молибдена с минеральными кислотами
- 2) «Желтая» и «белая» вольфрамовые кислоты. Молибденовые кислоты. Получите $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ по следующим схемам и рассчитайте ее массу, если взято по 1 моль основного исходного вещества



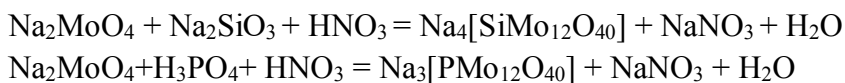
- 3) Получение нормальных молибдатов и вольфраматов. Рассчитайте какие массы MoO_3 и Na_2CO_3 необходимы для получения Na_2MoO_4 массой 20,594 г

Вторая рейтинговая точка.

I вариант.

- 1) Водород, оксид углерода (II), аммиак и метан восстанавливают MoO_3 , до MoO_2 . Укажите условия осуществления данных реакций. Рассчитайте объем метана, необходимый для восстановления MoO_3 до MoO_2 . Объем измерен при 101,325 кПа и 700° С.

- 2) Напишите уравнения реакции получения 12-Гетерополимолибдатов, если даны схемы:



- 3) молибдат натрия получают обработкой MoO_3 избытком раствора щелочи и Na_2CO_3 , сплавлением MoS_2 с Na_2CO_3 в присутствии кислорода, сплавлением молибдата свинца с Na_2CO_3 и коксом. Приведите все уравнения реакции.

II вариант.

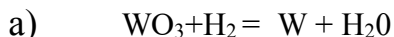
1) Получите октацианомолибдат калия по схеме:



И рассчитайте массу основного получаемого продукта, если для реакции взяты вещества в следующих количествах: 0,5 моль K_2MoO_4 , 4 моль KCN и 2 моль NH_2OH .

2) Укажите параметры осуществления автоклавно-содового выщелачивания шеелита. Что такое содовый эквивалент?

3) Порошкообразный металлический вольфрам можно получить по схемам:



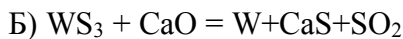
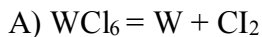
расставьте коэффициенты и рассчитайте массу полученного вольфрама, если взяты

а) 23,2 г WO_3 и 112 л (н.у.) H_2

б) 29,4 г Na_2WO_4 , 107 г NH_4Cl и 4,8 г С.

III вариант

1 Металлический вольфрам можно получить по схемам:



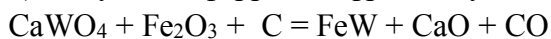
Расставьте коэффициенты и рассчитайте массу вольфрама, если взять:

а) 39,7 г. WCl_6

б) 28 г WS_3 , и 5,6 г CaO

2) Промышленные методы разложения вольфрамовых концентратов. Приведите основные и побочные процессы протекающие при содовом выщелачивании шеелита.

3) Получение ферровольфрама осуществляют по схеме:



Рассчитайте массу ферровольфрама, если взяты вещества: 28,8 г CaWO_4 , 16 г Fe_2O_3 и 72 г С.

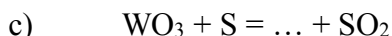
IV вариант

1 . Порошкообразный металлический вольфрам растворяется в смеси HNO_3 и HF . Напишите уравнение реакции и рассчитайте объем оксида азота (II) при 100°C и давлении 100 кПа, выделяющийся при обработке вольфрама массой

36,8 избытком растворов HNO_3 и HF .

2. Опишите первичные и вторичные процессы окислительного обжига молибденовых концентратов.

3. Дисульфид вольфрама можно получать по следующим схемам:



Подберите коэффициенты и рассчитайте массу дисульфида в каждом случае, если для реакции взяты:

а) 18,4 г W 3,2 г S

б) 56 г WS_3

в) 23,2 г WO_2 и 2,8 г S

г) 23,2 г WO_2 , 5,6 г S и 13,8 г K_2SO_4 ,

Во всех реакциях выход WS_2 , равен 75%.

Третья рейтинговая точка

I вариант.

1) Практика обжига молибденовых концентратов. Обжиг гранулированных концентратов

2) тетрахлорид вольфрама можно получать по следующим схемам реакции:



Расставьте коэффициенты. В пункте Б) рассчитайте объем водорода (н.у.) и массу гексахлорида вольфрама, необходимую для получения 6,52 г тетрахлорида вольфрама

3) В зависимости от соотношения WO_3 , и Na_2CO_3 можно получать различные изополивольфраматы. Напишите уравнения реакции получения $Na_2W_2O_7$, $Na_2W_3O_{10}$, $Na_2W_4O_{13}$, $Na_2W_5O_{16}$.

II вариант.

1) Закончите уравнения реакции восстановления вольфрамата натрия водородом и его превращение в диоксихлорид при нагревании с газообразным HCl .

2) При нагревании спиртового раствора WCl_6 , фенолом получают осадок гексафенолята вольфрама. Напишите уравнения реакции и вычислите массу осадка, если взято 39,7 г WCl_6 и Фенол массой 9,4г.

3) Основные процессы, протекающие при обработке молибденитовых концентратов азотной кислотой. Химизм протекающих процессов и их практическое осуществление.

III вариант

1) Опишите процессы, протекающие при химической переработке «огарка» от обжига богатых молибденитовых концентратов.

2) Диоксидхлорид вольфрама, WO_2Cl_2 , получают по следующим схемам реакции



Какую массу WO_2Cl_2 можно получить в каждом случае, если взято по 1 моль оксидов вольфрама.

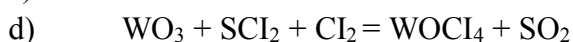
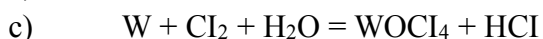
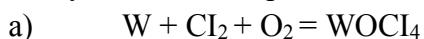
3) Вольфрам образует соединения включения (нитриды, карбиды, фосфиды, арсениды). Приведите возможные способы их получения.

IV вариант

1) Химизм и практическое осуществление окисления молибденита гипохлоритом кальция и кислородом в автоклавах.

2) Экстракция молибдена органическими растворителями. Способы очистки вольфрамовой кислоты

3) Окситетрахлорид вольфрама, $WOCl_4$, можно получить используя следующие схемы реакции:



Вычислите массу окситетрахлорида вольфрама, если в первых трех случаях взято 18,4 г W и в последнем варианте 23,2 г WO₃, 20,6 г SCl₂ и 6,72л (ну.) хлора. Выход продукта в каждом случае равен 80%.

Тесты

В течение семестра студент проходит промежуточное тестирование по трем точкам. Каждая рейтинговая точка оценивается максимально в 6 баллов (100% выполнения 30 контрольных заданий).

Студент, набравший 92-100% получает 6 баллов; 67-91% - 5 баллов; 51-66%- 4 балла; 34-50% - 3 балла; 17-33%- 2 балла; до17% -1 балл.

S: Строение внешней электронной оболочки атома *Mo*

+: ... $4d^5 5s'$

-: ... $4d^6 ss^0$

-: ... $4d^4 5s^2$

-: ... $3d^5 4s'$

I: 2

S: Строение внешней электронной оболочки атома *W*

+: ... $4f^{14} 5d^4 6s^2$

-: ... $4f^{10} 5d^8 6s^2$

-: ... $4f^7 d^{10} 6s^3$

-: ... $4f^{14} 5d^5 6s'$

S: *Mo* и *W* проявляют все степени окисления от

+: 0 до +6

-: 0 до +4

-: 0 до +3

-: 0 до +8

S: При высоких температурах *Mo* и *W* взаимодействует с кислородом, при этом преимущественно получают

+: MoO_3, WO_3

-: MoO_2, WO_2

-: MoO, WO

-: Mo_2O_3, W_2O_3

S: Важнейшие минералы *Mo* и *W*

+: молибденит MoS_2

+: шеелит $CaWO_4$

-: вольфрамит $(Fe, Mn)WO_4$

- : апатит
- : калумбит
- : кальцит

S: *Mo* и *W* способны образовывать однотипные комплексные соединения, что объясняется почти равной ### способностью их катионов

+ : поляризационной

S: Вольфрам был открыт Шееле в 1781г в минерале

+ : тунгстен

-: мусковит

-: натронит

-: каркотит

S: Название «молибден» происходит от греческого молибдос ### , напоминающий темную черту на гладкой поверхности

+ : свинец

S: Молибден

+ : тугоплавкий металл

+ : высококипящий

+ : довольнопластичный металл

-: красного цвета

S: В настоящее время компактный и чистый металл изготавливают методом ### металлургии

+ : порошковой

S: *Mo* и *W* по известной классификации редких металлов относятся к ###

+ : тугоплавким

S: Тугоплавкие металлы образуют с неметаллами высокоплавкие твердые и химически устойчивые соединения

+ : карбиды

+ : нитриды

+ : силициды

-: фосфаты

-: карбонат

S: В системе $W - O$ известны четыре оксида

+ : WO_3

+ : WO_2

-: W_2O_3

+ : $W_{18}O_{49}$

+ : $W_{20}O_{58}$

-: W_5O_2

S: Твердость и предел прочности молибдена по сравнению с вольфрамом

+ : ниже

-: выше

-: совпадают

-: значительно разнятся

S: С водородом молибден химически не взаимодействует вплоть до ###

+: плавления

S: С азотом молибден реагирует выше 1500°C с образованием ###

+: нитрида

S: Твердый углерод, углеводороды и оксид углерода (II) при 1100-1200°C взаимодействуют с молибденом, образуя карбид

+: Mo_2C

-: MoC

-: Mo_3C_4

-: Mo_2C_5

S: Пары серы (при 400°C) и сероводород (выше 800°C) реагируют с Mo , образуя

+: MoS_2

-: Mo_2S_3

-: MoS

S: При обычной температуре молибден стоек в растворах кислот

+: соляной

+: серной

-: азотной

-: царской водке

S: Молибден растворяется в перекиси водорода с образованием пероксокислот состава

+: H_2MoO_6

+: $H_2Mo_2O_{11}$

-: H_2MoO_3

-: $H_2Mo_2O_7$

S: Хорошим растворителем для молибдена является смесь

+: $5об. HNO_3 + 3об. H_2SO_4 + 2об. H_2O$

-: $3об. H_2SO_4 + 3об. HNO_3 + 3об. H_2O$

-: $5об. HNO_3 + 2об. H_2SO_4 + 3об. H_2O$

S: Оксид молибдена (VI) можно получить

+: окислением молибдена

+: окислением низших оксидов

-: восстановлением водородом перекисных соединений

-: разложением молибденита

S: Водный раствор MoO_3 имеет

+: кислую среду

-: нейтральную среду

-: основную среду

S: В водных растворах щелочей и аммиака MoO_3 растворяется с образованием солей молибденовой кислоты ###.

+: молибдатов

S: В водных растворах при $pH \geq 6,5$ присутствуют анионы состава:

+: MoO_4^{2-}

-.: $Mo_7O_{24}^{6-}$

-.: $Mo_6O_{20}^{4-}$

-.: $Mo_8O_{26}^{2-}$

Вопросы к экзамену

Роль молибдена и вольфрама- редких металлов в современной науке и технике. Расширение областей применения вольфрама, молибдена, их сплавов и соединений. Современное состояние различных сторон технологии вольфрама и молибдена: производства важнейших химических соединений из рудного сырья и полупродуктов, различных процессов восстановления молибдена и вольфрама из их соединений, получения компактных металлов методами порошковой металлургии, а так же важнейших сплавов на их основе.

Химия элементарных молибдена и вольфрама, их технология.

Сравнительная характеристика элементов шестой группы ПС химических элементов Д.И.Менделеева. Краткие сведения из истории открытия Mo и W. Распространенность Mo и W в природе. Важнейшие минералы, руды и месторождения Mo и W. Основные технологии переработки вольфрамо- молибденовых руд и концентратов (механические способы, флотации, гидрометаллургия и пирометаллургия). Методы получения металлических молибдена и вольфрама, их сравнительная характеристика, состояние перспективы развития и совершенствования. Электрохимический способ получения молибдена и вольфрама из ионных расплавов. Физические и химические свойства молибдена и вольфрама. Сведения из аналитической химии молибдена и вольфрама.

Химия соединений молибдена и вольфрама.

Химия кислородосодержащих соединений молибдена и вольфрама. Химия оксидов молибдена и вольфрама. Химия нормальных молибдатов и вольфраматов аммония, щелочных, щелочноземельных и некоторых других металлов. Пероксвольфраматы и пероксомолибдаты. Тиомолибдаты и тиовольфраматы. Химия изо- и гетерополикислот молибдена, вольфрама и их солей. Химия галогенидов и оксигалогенидов молибдена и вольфрама. Химия комплексных соединений молибдена и вольфрама. Химия сульфидов молибдена и вольфрама. Химия соединений включений с неметаллами молибдена и вольфрама (бориты, карбиты, нитриты, силициты и др.)

Химия соединений молибдена и вольфрама в растворах и расплавах.

Анализ водно-солевых и водно-органических систем на основе соединений молибдена и вольфрама. Физико-химические свойства растворов систем на основе соединений молибдена и вольфрама. Термический анализ солевых, оксидно-солевых

систем на основе соединений молибдена и вольфрама. Физико-химические свойства расплавов систем на основе соединений молибдена и вольфрама.

Основные направления исследований в области химии соединений молибдена и вольфрама.

Проблемы получения порошкообразных металлов электрохимическим процессом с применением расплавленных электролитов посредством газофазных реакций. Проблемы технологического разделения молибдена и вольфрама. Задачи развития научных исследований в области химии молибдена и вольфрама. Магнетохимия молибдена и вольфрама. основные вольфрамо-молибденовые руды, и методы их обогащения. Основные методы переработки вольфрамовых концентратов и промпродуктов. Автоклавно-содовое выщелачивание вольфрамовых продуктов и последующая гидрометаллургическая переработка автоклавных щелоков. Анализ существующих способов регенерации избыточной соды из автоклавных растворов. Способ регенерации избыточной соды из растворов автоклавного выщелачивания молибдо- шеелитового концентрата методом дробной кристаллизации декагидрата карбоната натрия. Очистка и выделение соединений вольфрама после щелочного разложения концентратов. Применение экстракционных процессов в технологии переработки растворов вольфрамата натрия с целью разделения Мо и W. Разделение Мо и W фракционной дистилляцией или сублимацией высших галогенидов и оксигалогенидов. Основные направления научных и практических исследований в области химии и технологии молибдена и вольфрама.

6. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Виды оценочного материала
Знать: - основные вольфрамовые и молибденовые руды и их месторождения, способы обогащения этих руд	Перечисление основных руд вольфрама и молибдена. Их деление на богатые и бедные по содержанию этих компонентов. Перечисление основных способов обогащения руд и пределы их применимости.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен
- основные способы вскрытия(разложения) вольфрамово-молибденовых концентратов	Знание химии и технологии щелочных и кислотных способов вскрытия вольфрамо-молибденового сырья. Знание аппаратной схемы процесса переработки руды по способу спекания с содой. Перечисление основных преимуществ автоклавно-содового выщелачивания перед спеканием.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен
- преимущества и недостатки автоклавно-содового выщелачивания	Перечисление основных научных изысканий по интерпретации процесса содового выщелачивания.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные

вольфрамо-молибденового сырья	Разработки способов регенерации избыточной соды и автоклавных щелоков (перечисление известных способов – метод дробной кристаллизации декагидрата карбоната натрия, методы электролиза и карбонизации.)	занятия, экзамен
- кислотные способы вскрытия вольфрамовых концентратов	Перечисление преимуществ и недостатков кислотного вскрытия перед автоклавным спеканием с содой. Характеристика технологии вскрытия соляной и азотной кислотами. Влияние ряда факторов на полноту разложения шеелита этими кислотами.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен
- поведение примесей и очистку от них автоклавных растворов	Перечисление основных методов очистки растворов вольфрамата натрия от примесей (метод селективного осаждения, экстракция и сорбция). Применение основных химических реакций для очистки от кремния, фосфора, мышьяка.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен
- экстракционные и ионообменные способы извлечения и очистки соединений молибдена и вольфрама	Экстракционные и сорбционные методы в технологии вольфрама и молибдена. Экстракция вольфрама аминами и солями четвертичных аммониевых оснований (УАО). Применение экстракционной схемы переработки вольфрамовых концентратов на отечественных предприятиях.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен
Уметь: - проводить необходимые расчеты по уравнениям химических реакций, использующихся в процессах разложения вольфрамо-молибденового сырья	Особенности расчетов по химическим уравнениям с участием примесей; нахождение выхода продукта реакции, степени загрязненности промпродуктов.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен
- использовать принципы смещения химического равновесия в условиях автоклавно-содового выщелачивания вольфрамо-молибденовых концентратов	Управление процессами смещения химического равновесия в многокомпонентных солевых системах с целью увеличения выхода конечного продукта (изменение температуры, давления, концентрации реагентов).	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен

- управлять технологической схемой вскрытия концентрата и очистки щелочных растворов	Производить необходимые расчеты по основным технологическим схемам разложения числового концентрата и очистки автоклавных растворов и примесей.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен
- анализировать и отбирать наиболее рентабельные способы регенерации соды из автоклавных щелоков.	Выбор оптимальных методов регенерации избыточной соды из автоклавных растворов.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен
Владеть: - навыками проведения и научного обоснования результатов лабораторного испытания способы регенерации избыточной соды и растворов автоклавно-содового выщелачивания вольфрамо-молибденового сырья	Лабораторный способ регенерации избыточной соды из автоклавных щелоков и возможность его внедрения в технологическую схему переработки вольфрамо-молибденового сырья.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен
- навыками анализа и отбора информации для осуществления процессов вскрытия вольфрамо-молибденовых концентратов	Работа с основной и дополнительной литературой, методическими разработками, интернет-ресурсами. Методы отбора научной информации по изучаемой тематике.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен
- навыками применения стандартных программных средств для проведения расчетов вольфрамо-молибденового сырья	Работа с программами расчета термодинамических и кинетических параметров процесса автоклавно-содового выщелачивания вольфрамо-молибденовых концентратов.	Коллоквиумы, тестирование, лабораторные занятия, экзамен

7. Учебно- методические обеспечение дисциплины.

7.1. Основная литература.

1. Химия и технология редких и рассеянных элементов. Ч.3/ под.ред. К.А.Большакова. – м.: высшая школа, 1976.-367с.
2. А.Н.Зеликман, Л.С. Никитина. Вольфрам. М.: Металлургия, 1978.-272с.
3. А.Н.Зеликман, Молибден. М.: Металлургия, 1970.-440с.
4. А.Н.Лыкасов, В.Ж.Жигаров.- Металлургия вольфрама и молибдена: уч.пособие.- Челябинск: изд-во ЮУрГУ, 2007.-80с.
5. А.Г. Холмогоров, М.В.Мохосоев, Э.Л.Зонкоева. Модифицированные иониты в технологии молибдена и вольфрама.- Новосибирск.: «Наука», 1985.-201с.

7.2. Дополнительная литература.

1. Иониты в цветной металлургии, под.ред. К.Б.Лебедева. М.:Металлургия, 1975ю-325с.
2. Гидрометаллургия. Автоклавное выщелачивание, сорбция, экстракция: сборник статей/ под. Ред. Б.Н.Ласкорина. М.:Наука, 1984.152 с.

3. Б.Х.Черкесов, З.Г.Каров, И.Ю.Хочуев, А.А.Кяров. Тематика практических занятий по курсу «химия редких элементов» (молибдена и вольфрама) и методические указания по их выполнению.- Нальчик.: Изд-во КБГУ, 1987.-41с.

7.3. Периодические издания

1. Журнал неорганической химии
2. Журнал неорганические материалы
3. Научно технический журнал <http://www.ofmg.ru/index.pxp?page=home>
4. Журнал цветная металлургия

7.4. интернет ресурсы

1. Wikipedia – свободная энциклопедия. – <http://ru.wikipedia.org/>.
2. <http://www.informika.ru/text/database/chemy/START.html> электронный справочник «Химия для всех»
3. <http://www.chem.msu/> - портал химического образования России
4. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/> электронная библиотека по химии
5. информационно-поисковые и справочные системы Интернет. Электронная почта.

Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Программное обеспечение

1. Microsoft Windows XP (или более поздняя версия)
2. Пакет Microsoft Office 2007 (или более поздняя версия)
3. Программа для ЭВМ «OSADKA»
4. Программные продукты: AutoCAD, SCAD, LIRA.

Базы данных

Электронный каталог библиотеки КБГУ

1. ЭБД РГБ – <http://www.diss.rsl.ru>
2. РЖ ВИНТИ – <http://www.viniti.ru>
3. WEB of SCIENCE - <http://www.isiknowledge.com>
4. SCIVERSESCOPUS издательства «Эльзевир. Наука и технологии» - <http://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ) - <http://elibrary.ru>
6. База данных Science Index – <http://elibrary.ru>
7. ЭБС «электронная библиотека технологического вуза» - <http://www.studmedlib.ru>
8. ЭБС «консультант студента» <http://www.medcollegelibrary.ru>
9. ЭБС «лань» <http://www.e.lanbook.com>
10. ЭБС «Книга Фонд» <http://www.knigafund.ru>
11. Polpred.com. новости. Обзор СМИ. Россия и за рубежом гидрометаллургия металлов;

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Требования к условиям реализации дисциплины:

№	Вид аудиторного фонда	Требования
1.	Лекционная аудитория	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
2.	Кабинет для практических	Оснащение специализированной учебной мебелью.

	занятий	Оснащение техническими средствами обучения: подвижная маркерная доска, считывающее устройство для передачи информации в компьютер; настенный экран с дистанционным управлением, мультимедийное оборудование.
	Специализированная химическая лаборатория общей и неорганической химии	Специализированная химическая аудитория с учебной и лабораторной мебелью в комплекте с вытяжным шкафом. Оснащение техническими средствами обучения; все необходимые лабораторные установки для проведения лабораторных работ, средства защиты.
4.	Компьютерные классы	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и интернету. Наличие ВТ из расчета один ПК на два студента.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (дополнений)

в рабочей программе дисциплины «Физико-химия молибдена и вольфрама»

по направлению подготовки 04.03.01 Химия

(Физическая химия)

на 2022-2023 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры неорганической и физической химии

протокол № _____ от « _____ » _____ 2022 г.

Заведующий кафедрой _____ Х.Б. Кушхов