

Программа учебной дисциплины «Химия элементов»



Академический руководитель
ОП бакалавриата «Химия»
В. Ярославцев

« 23 » 08 2019 г.

Разработчик	Котов Виталий Юрьевич, профессор базовой кафедры неорганической химии и материаловедения ИОНХ РАН
Число кредитов	4
Контактная работа (час.)	70
Самостоятельная работа (час.)	82
Курс, Образовательная программа	1 курс ОП бакалавриата «Химия»
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

Целями освоения дисциплины Химия элементов являются формирование у обучающихся основ знаний по неорганической химии, овладение обучающимися навыками решения простейших химических задач, обуславливающих стратегию неорганического синтеза.

В результате освоения дисциплины обучающийся демонстрирует знание периодического закона и периодической системы элементов Д.И.Менделеева, химии элементов, умеет составлять уравнения реакций, воспроизводит алгоритмы решения задач по неорганической химии, готов использовать полученные навыки при выборе методик синтеза неорганических соединений.

Настоящая дисциплина относится к базовой части профессионального цикла дисциплин. Изучение данной дисциплины базируется на дисциплине школьной программы «Химия».

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и умениями:

- Знать элементарные законы химии

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении дисциплин:

- Основы физическая химия
- Теоретическая неорганическая химия
- Дисциплины специализации

2. Содержание учебной дисциплины

Тема (раздел дисциплины)	Объем в часах ¹	Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю	Формы контроля
	Лк		
	См		
	онл/ср		
Тема 1. Периодический закон. Химия неметаллов	30	Демонстрирует знание химии неметаллов. Умеет составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций методом электронно-ионного баланса. Умеет решать задачи на осуществление цепи превращений.	Письменная контрольная работа из 6-7 заданий (80 минут)
	0		
	0/34		
Тема 2. Химия металлов	40	Демонстрирует знание химии металлов. Готов использовать диаграммы вольт-эквивалент-степень окисления и электрохимический потенциал – рН для описания условий устойчивости соединений в определенных степенях окисления	Письменная контрольная работа из 6-7 заданий (80 минут)
	0		
	0/48		
Часов по видам учебных занятий:	70		
	0		
	0/82		
Итого часов:	152		

Формы учебных занятий:

лк – лекции в аудитории;

см - семинары/ практические занятия/ лабораторные работы в аудитории;

онл – лекции или иные виды работы студента с помощью онлайн-курса;

ср – самостоятельная работа студента.

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Периодический закон. Химия неметаллов

1. Периодический закон и Периодическая система элементов. Изменение радиусов атомов, потенциалов ионизации, сродства к электрону в периодах и группах. Электроотрицательность элементов.

¹ Не заполняется для ПУД, которые не вошли в УП ОП и не запланированы в расписании учебных занятий

2. Водород, строение атома, изотопный состав. Химические свойства простого вещества. Катион H_3^+ . Гидриды, классификация, свойства. Вода, строение, свойства. Кристаллизационная вода, аквакомплексы и твердые гидраты. Катионы H_3O^+ и H_5O_2^+ . Водородная связь. Гидраты и клатраты.
3. Элементы VII группы. Галогены. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: а) строение атомов, радиусы атомов, потенциалы ионизации, проявляемые степени окисления; б) простые вещества, строение молекул, фазовые диаграммы простых веществ, физические и химические свойства, способы получения; в) галогеноводороды, строение молекул, физические свойства, химические свойства, получение; г) кислородные соединения галогенов, диаграммы вольт-эквивалент — степень окисления. Межгалогенные соединения, строение (метод Гиллеспи), химические свойства: гидролиз, кислотно-основные свойства. Получение и свойства ICl_3 , ICl , KICl_2 и KICl_4 .
4. Элементы VI группы. Кислород. Халькогены. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: а) строение атомов, радиусы атомов, потенциалы ионизации, проявляемые степени окисления, фторид кислорода; б) простые вещества, строение молекул, аллотропные модификации кислорода и серы, физические и химические свойства, способы получения; в) водородные соединения, строение молекул (МВС), физические свойства, химические свойства, получение, пероксид водорода и его свойства; г) оксиды ЭО₂ строение молекул (МВС), физические свойства, химические свойства, получение; д) кислородные соединения халькогенов, диаграммы вольт-эквивалент — степень окисления. Катенация. Соединения серы со связью S—S: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$, $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$. Оксид серы(VI), серная кислота, сульфаты, пиросульфаты. Хлориды серы. Особенности химии селена и теллура.
5. Элементы V группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: а) строение атомов, радиусы атомов, потенциалы ионизации, проявляемые степени окисления; б) простые вещества, строение молекул, физические и химические свойства, способы получения; в) водородные соединения, строение молекул (МВС), физические свойства, химические свойства, получение; г) кислородные соединения элементов, диаграммы вольт-эквивалент — степень окисления. Оксиды азота, строение молекул (МВС), физические свойства, химические свойства, получение. Галогениды элементов V группы. Азотная и азотистая кислоты. Фосфорные кислоты: H_3PO_2 , H_3PO_3 , H_3PO_4 , $(\text{HPO}_3)_n$, $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, строение молекул (МВС), физические свойства, химические свойства, получение. Сульфиды и тиосоли As, Sb. Кислородные и галогенидные соединения сурьмы и висмута.
6. Элементы IV группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: а) строение атомов, радиусы атомов, потенциалы ионизации, проявляемые степени окисления; б) простые вещества, аллотропные формы углерода, строение молекул, физические и химические свойства, способы получения; в) кислородные соединения элементов IV группы, диаграммы вольт-эквивалент — степень окисления. Оксид углерода (II), строение (МВС и ММО),

свойства, получение. Соединения Si(IV), строение оксида и силикатов. Соединения элементов IV группы с водородом, галогенами и серой. Соединения углерода с азотом. Цианиды. Германий, олово и свинец. Сравнение устойчивости соединений в различных степенях окисления. Простые и комплексные галогениды свинца.

7. Элементы III группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: строение атомов, радиусы атомов, потенциалы ионизации, проявляемые степени окисления. Бор. Простое вещество, строение и свойства. Строение и свойства боранов (клозо-, нидо- и арашно-) и их производных, карбораны. Борные кислоты и бораты, строение, получение и свойства. Нитрид бора. Сравнение свойств соединений бора и кремния.
8. Элементы VIII группы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: строение атомов, радиусы атомов, потенциалы ионизации, проявляемые степени окисления. История открытия соединений элементов VIII группы. Фториды ксенона, окислительно-восстановительные и кислотно-основные свойства. Кислородные соединения ксенона, диаграмма вольт-эквивалент — степень окисления. Обзор свойств неметаллов.

Раздел 2. Химия металлов

9. Обзор физических и химических свойств металлов. Особенности свойств s-элементов. Щелочные и щелочноземельные металлы. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений: а) строение атомов, радиусы атомов, потенциалы ионизации, стандартные электродные потенциалы, энергии гидратации ионов; б) простые вещества, физические и химические свойства, способы получения; в) оксиды и гидроксиды. Причины сходства свойств соединений Li и Mg. Растворы щелочных и щелочноземельных элементов в аммиаке и других растворителях. Комплексные соединения s-элементов. Металлоорганические соединения.
10. Элементы III группы. Распространенность в природе. Получение алюминия. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений. Оксиды и гидроксиды. Аллюминаты. Гидриды алюминия. Соединения в низших степенях окисления. Причины сходства свойств соединений Be и Al.
11. Особенности свойств d-элементов. d-Элементы IV группы (титан, цирконий, гафний). Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений. Соединения титана в низших степенях окисления, диаграмма вольт-эквивалент — степень окисления. Процессы полимеризации гидроксо-соединений (оляция и оксоляция). Галогениды и оксогалогениды титана и циркония. Комплексные соединения титана. Разделение циркония и гафния.
12. d-Элементы V группы (ванадий, ниобий, тантал). Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений, диаграмма вольт-эквивалент — степень окисления. Изополисоединения ванадия, зависимость состава ванадат-ионов от pH среды. Катионные комплексы ниобия и тантала низших степеней окисления. Координационные числа металлов в соединениях. Устойчивость комплексов ванадия.

13. *d*-Элементы VI группы (хром, молибден, вольфрам). Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений, диаграмма вольт-эквивалент — степень окисления. Комплексные соединения (изомерия комплексных соединений хрома; изо- и гетерополисоединения; многоядерные комплексы; тиосоли молибдена и вольфрама). Соединения низших степеней окисления: соединения хрома в нулевой и отрицательных степенях окисления, молибденовые сини и вольфрамовые бронзы.
14. *d*-Элементы VII группы (марганец, технеций, рений). Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений, диаграмма вольт-эквивалент — степень окисления. Устойчивость соединений марганца к диспропорционированию и окислительно-восстановительным реакциям с растворителем (водой). Проблема стабилизации соединений в неустойчивых степенях окисления. Комплексные соединения.
15. *d*-Элементы VIII группы (железо, кобальт, никель, рутений, родий, палладий, осмий, иридий, платина) Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений, диаграмма вольт-эквивалент — степень окисления. Триада железа и платиновые металлы. Соединения со степенью окисления +8. Комплексные соединения. Карбонилы и карбонилат-анионы. Металлорганические соединения. Ферроцен. Биохимия железа. Гемоглобин. Шпинели.
16. *d*-Элементы I группы (медь, серебро, золото). Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений, диаграмма вольт-эквивалент — степень окисления. Комплексные соединения. Эффект Яна-Теллера. Соединения элементов I группы с высокими степенями окисления. Оксиды меди. Купраты. Высокотемпературные сверхпроводники. Сопоставление свойств элементов главных и побочных подгрупп.
17. *d*-Элементы II группы (цинк, кадмий, ртуть) Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений (оксидов, гидроксидов, галогенидов). Комплексные соединения. Поликатионы ртути. Азотсодержащие соединения ртути.
18. *d-f*-Элементы III группы (скандий, иттрий, лантан, актиний, лантаниды, актиниды) Распространенность и нахождение в природе. Атомная энергия. Сравнение строения и свойств простых веществ и соединений. Характерные степени окисления. Комплексные соединения. Проблемы разделения лантанидов и актинидов. Сверхтяжелые элементы.

3. Оценивание

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Изучение каждого из двух разделов завершается письменной контрольной работой. Контрольные работы не являются блокирующими элементами текущего контроля и не подлежат передаче. Контрольная работа состоит из шести-семи заданий. Максимальная оценка каждого задания от 1 до 2 баллов. В случае правильного и полного ответа на вопрос задачи студент получает максимальное количество баллов. При наличии ошибок в уравнивании химических реакций ошибка может быть снижена на 1 балл. При неполном ответе оценка за задачу снижается на 1 балл. При отсутствии ответа или

наличия в нем грубых ошибок, за ответ на задание выставляется 0 баллов. Общее количество баллов за контрольную работу получается суммированием оценок за задания. Передача контрольных работ допускается только в случае пропуска занятий по уважительной причине.

Изучение всего курса завершается экзаменом. Экзамен состоит из двух заданий. Оценка за экзамен выставляется как среднеарифметическая по двум заданиям экзамена. При выставлении оценки учитывается уровень понимания и осмысления химии элементов и основ неорганической химии и приобретенный навык составления химических уравнений и решения химических задач.

В диплом выставляется результирующая оценка по учебной дисциплине. При формировании оценок по дисциплине преподаватель оценивает работу студентов по результатам написания двух контрольных работ и сдачи итогового экзамена:

$$O_{результ} = 0.3O_{к/р (1)} + 0.3O_{к/р (2)} + 0.4 \cdot O_{экз}$$

Способ округления накопленной оценки текущего контроля: арифметический.

4. Примеры оценочных средств

Блокирующие элементы не предусмотрены.

Примерный вариант контрольной работы.

Вариант № 3

1. Используя закон объемных отношений газов, рассчитайте объем диоксида углерода, который образуется при полном сгорании 27 м³ бутана. Полагая, что условия нормальные рассчитайте соответствующие количества образовавшихся веществ.

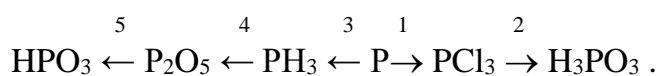
2. Укажите верные и сомнительные знаки в приближенном числе 1032±10, ответ обоснуйте. Предложите корректную запись числа, выполнив необходимые действия, и рассчитайте его относительную погрешность.

3. Дайте веществу название допустимое номенклатурой IUPAC: H₄XeO₆^{*}, (NO)F, N(O)F₃, для формулы, помеченной (*), представьте расчет степени окисления центрального атома аниона.

4. Для калийной соли одной из двухосновных кислородных кислот серы массовые доли элементов равны: K=0,258; S=0,421; O=0,318. Найдите формулу соли, дайте кислоте номенклатурное название. Какие значения могут иметь молярные массы эквивалентов этой кислоты в обменных процессах?

5. К раствору, содержащему 3,40 г нитрата серебра, постепенно приливали раствор бромида бария (масса бромида бария в растворе – 5,94 г). Укажите формулу эквивалента бромида бария и его молярную массу в данном процессе. Написать уравнения реакций, представьте необходимые расчёты.

6. Осуществите цепь превращений, укажите условия проведения реакций:



7. Закончите уравнение ОВР и расставьте коэффициенты методом электронно-ионного баланса: HNO₂ + FeSO₄ + H₂SO₄ → ... + N₂ + H₂O.

Примерный перечень экзаменационных вопросов:

1. Периодический закон и Периодическая система элементов.
2. Обзор физических и химических свойств металлов.
3. Обзор свойств неметаллов.
4. Особенности свойств d-элементов.
5. Элементы 1(I) группы – Кислородные соединения.
6. Элементы 2(II) группы. Причины сходства свойств бериллия и алюминия
7. Элементы 3(III) группы. Характерные степени окисления лантанидов и актинидов.
8. Элементы 4(IV) группы. Примеры полимеризации оксо-соединений
9. Элементы 5(V) группы. Окислительно-восстановительные свойства соединений ванадия
10. Элементы 6(VI) группы. Изо- и гетерополисоединения.
11. Элементы 7(VII) группы. Окислительно-восстановительные свойства соединений марганца.
12. Элементы 8(VIII) группы. Кислородные соединения.
13. Элементы 9(VIII) группы. Комплексные соединения.
14. Элементы 10(VIII) группы. Реакции замещения в соединениях платины и палладия.
15. Элементы 11(I) группы. Эффект Яна-Теллера.
16. Элементы 12(II) группы. Поликатионы ртути.
17. Элементы 13(III) группы. Кислоты бора.
18. Элементы 14(IV) группы. Соединения углерода с металлами и неметаллами.
19. Элементы 15(V) группы. Кислородные соединения азота
20. Элементы 15(V) группы. Кислородные соединения фосфора
21. Элементы 16(VI) группы. Кислород.
22. Элементы 16(VI) группы. Кислородные соединения халькогенов
23. Элементы 17(VII) группы. Кислородные соединения галогенов
24. Элементы 17(VII) группы. Межгалогенные соединения
25. Элементы 18(VIII) группы. Соединения ксенона.

Демо-вариант экзаменационного билета

Билет № 8

1. Элементы 15(V) группы. Кислородные соединения фосфора.
2. Элементы 1(I) группы - щелочные металлы.

5. Ресурсы

5.1. Рекомендуемая основная литература

п/п	Наименование
-----	--------------

1. Химия элементов: учебник для вузов / Э. Т. Оганесян, В. А. Попков, Л. И. Щербакова, А. К. Брель. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 251 с. — (Специалист). — ISBN 978-5-9916-9724-8. — Текст : электронный //— URL:

<http://proxylibrary.hse.ru:2048/login?url=https://www.biblio-online.ru/bcode/437835> (дата обращения: 10.06.2019). - ЭБС Юрайт

2. Гринвуд, Н. Химия элементов: в 2 т. : пер. с англ. / Н. Гринвуд, А. Эрншо. — 3-е изд. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — (Сер. "Лучший зарубежный учебник") . Т.1 : . / Н. Гринвуд, А. Эрншо; Пер. с англ. В. А. Михайлова, и др.. — 2015. — 607 с. - ISBN 978-5-9963-1733-2. (20 экз)

3. Гринвуд, Н. Химия элементов: в 2 т. : пер. с англ. / Н. Гринвуд, А. Эрншо. — 3-е изд. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — (Сер. "Лучший зарубежный учебник") . Т.2 : . / Н. Гринвуд, А. Эрншо; Пер. с англ. Л. Ю. Аликперовой, и др.. — 2015. — 670 с. - ISBN 978-5-9963-1734-9.

а. Рекомендуемая дополнительная литература

п/п	Наименование
-----	--------------

1. Turova N., Inorganic Chemistry In Tables: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. — ISBN 978-3-642-20487-6. — Текст: электронный // Springer [сайт]. — URL: <http://proxylibrary.hse.ru:2048/login?url=https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-20487-6> (дата обращения: 10.06.2019). — БД SpringerLink

2. Суворов, А. В. Общая и неорганическая химия в 2 т : учебник для академического бакалавриата / А. В. Суворов, А. Б. Никольский. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2016. — 607 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-5219-3. — Текст: электронный // URL: <http://proxylibrary.hse.ru:2048/login?url=https://www.biblio-online.ru/bcode/384671> (дата обращения: 10.06.2019). - ЭБС Юрайт

3. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: учебник / Н. С. Ахметов. — Изд. 9-е, стер. — СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2018. — 743 с. — (Сер. "Учебники для вузов. Специальная литература"). - ISBN 9785811417100: 1600.50. (60 экз)

б. Программное обеспечение

п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
	ОС Windows 10	<i>из внутренней сети университета (договор)</i>
	MS Office 2016	<i>из внутренней сети университета (договор)</i>
	ChemOffice: ChemCraft, ChemDraw Pro	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>

с. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
	База данных и ПО Кембриджского центра структурных данных (CCDC)	Свободное лицензионное соглашение от 21.01.2019
	Базы данных с метаданными и полными текстами статей: Web of Science; Scopus; Springer link, ScienceDirect	Из внутренней сети университета (договор) https://library.hse.ru/e-resources
	Специализированные базы данных: American Chemical Society (ACS); SciFinder	Из внутренней сети университета (договор) https://library.hse.ru/e-resources

d. Материально-техническое обеспечение дисциплины
Проектор, доска, ноутбук.

3. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

i. для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

ii. для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

iii. для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.