

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 22.06.2024 08:38:21  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bf0c1e20

**Оценочные материалы**  
**для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Неорганическая химия 1,2 семестр**

Код, направление подготовки	04.03.01 Химия
Направленность (профиль)	инфохимия
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	Химии
Выпускающая кафедра	Химии

**Типовые задания для контрольной работы:**

**1 семестр**

**Теоретические вопросы**

1. Основные понятия химии: атом, молекула, химический элемент, простое и сложное вещество, химическая реакция.
2. Химическая форма движения материи.
3. Место химии в ряду других естественных и гуманитарных наук.
4. Химическая эволюция материи.
5. Возникновение химических элементов.
6. Образование веществ. Развитие химических систем.
7. Основные этапы и диалектика развития химии. Натурфилософия. Алхимия.
8. Становление химии как науки.
9. Эпоха количественных законов.
10. Классическая химия.
11. Современный этап развития химии.
12. Многокомпонентные системы. Компонент. Фаза.
13. Способы выражения состава многокомпонентных систем (концентрации компонентов).
14. Растворы (твердые, жидкие, газообразные).
15. Влияние условий на взаимную растворимость веществ.
16. Роль сольватации.
17. Особенности растворов высокомолекулярных веществ.
18. Типы взаимодействия веществ - образование смесей, растворов, соединений.
19. Физико-химический анализ как метод исследования многокомпонентных систем.
20. Диаграммы состав-свойство.
21. Примеры диаграмм состояния: вода, углерод, иод, вода-хлорид натрия, вода-серная кислота, железо-углерод.
22. Процесс электролитической диссоциации как взаимодействие веществ.
23. Самоионизация.
24. Закон действующих масс в растворах электролитов.
25. Термодинамическая активность ионов.
26. Термодинамическая и концентрационная константы равновесия (в том числе диссоциации).
27. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации.
28. Протолитические равновесия.
29. Кислоты, основания, амфолиты по Брэнстеду.

30. Вода как растворитель.
31. Дифференцирующие и нивелирующие растворители.
32. Автопротолиз. Ионное произведение воды. рН.
33. Гидролиз катионов (как диссоциация кислот - аквакомплексов) и анионов (оснований по Бренстеду).
34. Необратимый гидролиз. Применение гидролиза.
35. Буферные растворы, природные буферные системы.
36. Кислоты и основания по Льюису.
37. Диссоциация комплексных ионов. Константа нестойкости (устойчивости). Двойные соли.
38. Равновесие осадок–раствор. ПР произведение растворимости.
39. Окислительно-восстановительные процессы.
40. Электродный потенциал. Водородный электрод. Уравнение Нернста.
41. Окислительно-восстановительный потенциал.
42. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Ряд напряжений.
43. Гальванические элементы и аккумуляторы. Топливные элементы.
44. Электрохимическая коррозия.
45. Электролиз.
46. Напряжение разложения. Перенапряжение. Особенности электролиза концентрированных растворов.
47. Электронное строение атома.
48. Понятие об описании квантовых систем с помощью волновой функции.
49. Электронная плотность вероятности. Радиальная плотность вероятности.
50. Атомные орбитали. s-, p-, d-, f-АО.
51. Энергетические диаграммы атомов. Заполнение АО электронами. Принцип Паули. Правило Хунда.
52. Размер атомов и ионов. Орбитальный, кристаллохимический и ковалентный радиусы атома.
53. Ионизационный потенциал. Сродство к электрону. Электроотрицательность.
54. Периодический закон Д.И. Менделеева, его физическое обоснование.
55. Особенность тяжелых элементов (ослабление и исчезновение периодичности). Современное значение периодического закона.
56. Химическая связь. Характеристики химической связи: энергия, длина, полярность, валентный угол. Перекрытие АО как условие образования связи.
57. Типы перекрытия. Образование связывающих, антисвязывающих и несвязывающих молекулярных орбиталей (МО).
58. Эффективность (плотность) перекрытия в зависимости от симметрии, относительной энергии АО и расстояния между ядрами.
59. Кратные связи.
60. Метод молекулярных орбиталей в форме ЛКАО-МО.
61. Энергетические диаграммы двухатомных гомо- и гетероядерных молекул, образованных элементами 1-го и 2-го периодов.
62. Электронодефицитные и электроноизбыточные связи.
63. Кратность связи.
64. Магнитные свойства молекул и веществ.
65. Полярность связи и эффективный заряд на атоме. Молекула LiH как пример ионного соединения.
66. Принципы построения энергетических диаграмм простейших многоатомных молекул (CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O). Делокализованные (многоцентровые)  $\pi$  -связи (на примере анионов неорганических оксокислот).
67. Дипольный момент молекулы. Полярные и неполярные молекулы.
68. Координационное число.
69. Катионные, анионные и нейтральные комплексы.
70. Номенклатура.

71. Типичные комплексообразователи и лиганды. Моно- и полидентантные лиганды.
72. Применение метода ЛКАО-МО к описанию химической связи на примерах тетраэдрического иона  $\text{NH}_4^+$  и оксоанионов неорганических кислот и октаэдрических аква-, галогено-, аммино- и цианокомплексов *d*-элементов.
73. π-Связывание. Стабилизация в поле лигандов.
74. Стабильность и реакционная способность комплексных соединений в зависимости от электронного строения.
75. Изомерия.
76. Изменение свойств ионов и молекул при вхождении во внутреннюю сферу комплекса (на примере аквакомплексов как кислот).
77. Основные принципы классификации химических элементов.
78. s-, p-, d-, f-элементы.
79. Положение элементов - металлов и неметаллов в Периодической системе.
80. Основные характеристики металлов по свойствам и химическим связям.
81. Распространенность элементов в природе.
82. Методы исследования неорганических соединений.
83. Окислительно-восстановительные процессы в неорганической химии.
84. Особенности строения атома водорода, изотопы. Химические свойства водорода. Способы получения водорода. Физические свойства водорода. Аллотропия водорода: орто- и параводороды. Атомарный водород.
85. Состав и структура воды. Физические свойства воды. Аномалии физических свойств воды. Строение молекул воды. Полярность молекулы воды. Ассоциация молекул воды. Химические свойства воды. Тяжелая вода.
86. Общая характеристика атомов элементов галогенов. Характерные степени окисления. Строение двухатомных молекул. Изменение химической активности в ряду двухатомных молекул галогенов. Влияние межмолекулярного взаимодействия на агрегатное состояние галогенов.
87. Соединения хлора (-1). Хлороводород и хлороводородная (соляная) кислота. Получение в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства.
88. Соединения хлора (I). Нитрид и оксид. Хлорноватистая кислота. Получение и физико-химические свойства. Жавелевая вода.
89. Окислительные свойства соединений хлора (I). Хлорная известь. Получение и химические свойства.
90. Хлористая кислота. Хлориты. Соединения хлора (V). Хлорноватая кислота. Хлораты. Бертолетова соль. Получение и химические свойства. Оксид хлора (VI) и его применение. Соединения хлора (VII). Оксид хлора (VII). Хлорная кислота. Перхлораты. Получение. Физико-химические свойства. Изменение кислотных и окислительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот хлора и окислительных свойств в ряду  $\text{ClO}^- - \text{ClO}^{2-} - \text{ClO}^{3-} - \text{ClO}^{4-}$ . Применение хлора и его соединений.
91. Бром, иод, астат. Распространенность в природе. Простые вещества. Получение в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства. Соединения брома, иода, астата (-1).
92. Галогеноводороды и их водные растворы. Способы получения галогеноводородов. Физико-химические свойства. Закономерности изменения свойств в ряду галогеноводородов и их водных растворов.
93. Соединения брома (I), иода (I). Соединения брома (V), иода (V). Соединения брома (VII), иода (VII). Применение простых веществ и соединений элементов подгруппы брома.
94. Биологическая роль p-элементов VII группы.
95. Общая характеристика атомов элементов и простых веществ халькогенов. Характерные степени окисления. Кислород. Строение молекулы кислорода с позиций методов ВС и МО. Порядок, длина и энергия связи молекулы  $\text{O}_2$  и ионов  $\text{O}^{2+}$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{O}_2^{2-}$ . Получение кислорода в лаборатории и промышленности. Физико-химические свойства кислорода.

96. Сера. Характерные степени окисления. Нахождение в природе (самородная сера, сульфаты, халькогениды металлов). Простое вещество. Аллотропные модификации серы. Получение серы. Физико-химические свойства.
97. Соединения серы (-2). Сероводород. Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства.
98. Селен, теллур, полоний. Нахождение в природе. Простые вещества. Аллотропные модификации. Получение. Физико-химические свойства.
99. Соединения селена (-2), теллура (-2), полония (-2). Получение и физико-химические свойства.
100. Изменение кислотно-основных и восстановительных свойств халькогеноводородных кислот.
101. Соединения Se(IV), Te(IV), Po(IV). Оксиды. Селенистая кислота. Получение и физико-химические свойства. Сравнение кислотных и окислительно-восстановительных свойств сернистой и селенистой кислот.
102. Соединения Se(VI), Te(VI), Po(VI). Оксиды Se(VI), Te(VI). Селеновая кислота и теллуровая кислоты.
103. Сравнение свойств серной, селеновой и теллуровой кислот и их солей.
104. Применение селена, теллура и полония и их соединений. Биологическая роль соединений селена.
105. Общая характеристика атомов элементов и простых веществ группы азота. Характерные степени окисления. Строение молекулы азота (методы МО и ВС). Распространенность в природе. Простое вещество. Получение азота в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства азота. Применение свободного азота.
106. Фосфор. Распространенность в природе. Простое вещество. Аллотропные модификации. Получение фосфора в промышленности. Физико-химические свойства. Соединения фосфора (-3). Водородные соединения фосфора. Получение. Физико-химические свойства. Соединения фосфора.
107. Мышьяк, сурьма, висмут. Распространенность в природе. Простые вещества. Получение. Соединения мышьяка, сурьмы и висмута (-3). Гидриды. Получение. Физико-химические свойства. Получение. Физико-химические свойства. Мышьяковистая кислота и арсениты.
108. Соединения мышьяка(V), сурьмы(V), висмута(V). Оксиды. Мышьяковая кислота и арсенаты.
109. Сравнение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств одностепенных соединений мышьяка, сурьмы и висмута.
110. Окислительные свойства соединений висмута(V).
111. Применение мышьяка, сурьмы, висмута и их соединений. Токсическое действие соединений мышьяка. Форма текущего контроля: опрос, проверка навыков решения задач.
112. Общая характеристика атомов элементов группы углерода, характерные степени окисления. Углерод. Аллотропные модификации. Распространенность в природе. Химические свойства углерода.
113. Карбиды. Получение и физико-химические свойства. Соединения углерода.
114. Кремний. Нахождение в природе. Получение и физико-химические свойства кремния.
115. Германий, олово, свинец. Распространенность в природе. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства.
116. Углекислый газ. Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства.
117. Карбонаты, их свойства. Сероуглерод. Фосген. Тиокарбонаты. Цианамиды. Цианаты и тиоцианаты. Карбамид.
118. Соединения углерода (II). Оксид углерода (II). Строение молекулы (методы МО и ВС). Получение и физико-химические свойства.
119. Цианид водорода, циановодородная кислота (синильная кислота). Получение и физико-химические свойства. Циан. Применение простых веществ и соединений углерода.
120. Силициды. Карбид кремния. Галогениды кремния. Гексафторокремниевая кислота, ее соли.

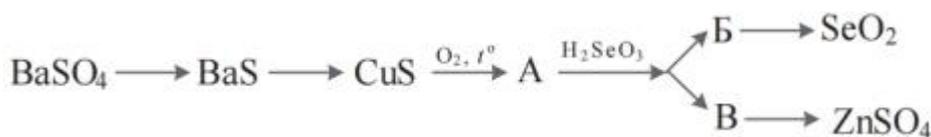
121. Силаны. Строение, получение и свойства. Сравнение свойств силанов и предельных углеводородов.
122. Кислородные соединения кремния. Оксид кремния (IV). Кремниевые кислоты. Свойства кремниевых кислот. Силикагель, получение и применение.
123. Силикаты. Оксид кремния(II), получение и свойства. Применение кремния и его соединений.
124. Гидриды германия, олова, свинца и их свойства. Амфотерные свойства олова и свинца. Соединения германия(II), олова(II) и свинца(II). Оксиды и гидроксиды германия, олова и свинца в степени окисления (+2), изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств.
125. Соединения германия(IV), олова(IV) и свинца(IV). Сравнительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений германия(IV), олова(IV) и свинца (IV).
126. Диоксиды германия, олова и свинца. Германаты, станнаты и плюмбаты. Сурик: строение, взаимодействие с кислотами. Стереохимия и свойства гидроксокомплексов германия, олова и свинца. Тетрагалогениды германия, олова, свинца, их устойчивость.
127. Галогенидные комплексы: строение, устойчивость. Сульфиды германия, олова и свинца: получение и свойства. Тиостаннаты и тиогерманаты.
128. Принцип работы свинцового аккумулятора. Применение германия, олова, свинца и их соединений.
129. Биологическая роль элементов 14-й группы.
130. Общая характеристика атомов элементов группы бора. Бор. Нахождение в природе. Модификации бора. Получение бора. Физико-химические свойства. Бинарные соединения бора их свойства, получение и структуры. Оксид, карбид, нитрид, галогениды бора, борные стекла.
131. Тетрафторборная кислота, ее соли.
132. Гидриды бора. Номенклатура.
133. Диборан. Строение молекулы. Получение и свойства диборана. Бораны, особенности строения их и структуры (клозо-, нидо-, гафно-).
134. Боргидриды, получение, применение и свойства.
135. Борные кислоты, их соли. Применение бора и его соединений.

### Примеры практических заданий

Определить молярные массы: оксида фосфора (V), азотистой кислоты, гидроксида железа (III), сульфата натрия.

1. Масса 2,24 л газа (н.у.) равна 2,8 г. Чему равна молекулярная масса газа? Какой это газ?
2. Алюминий массой 10,8 г сплавил с серой массой 2,4 г. Вычислите количество вещества сульфида алюминия, который образуется в результате реакции.
3. Написать формулы оксидов азота (I, II, III, IV, V) и хрома (II, III, VI).
4. При соединении 1,50 г натрия с избытком хлора образовалось 3,81 г хлорида натрия. Найти молярную массу эквивалента натрия, если известно, что молярная масса эквивалента хлора равна 35,45 г/моль.
5. Сколько литров  $\text{CO}_2$  (н.у.) выделится при действии избытка  $\text{HCl}$  на 500 мл 2 н. раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?
6. Определить массовую долю  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  в растворе, полученном смешиванием 300 г 10% и 500 г 2% растворов  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ .
7. Раствор 9,2 г йода в 100 г метанола закипает при  $65^\circ\text{C}$ , а чистый метанол кипит при  $64,7^\circ\text{C}$  ( $E_{\text{метанола}} = 0,84$ ). Из скольких атомов состоит молекула йода в растворе метанола?

8. При какой концентрации уксусная кислота продиссоциировала на 12%?  $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,9 \cdot 10^{-5}$ .
9. Найти молярную концентрацию ионов  $\text{H}^+$  в растворе, если концентрация гидроксил-ионов  $[\text{OH}^-]$  в нем составляет  $7,4 \cdot 10^{-11}$ , определить pH. Указать среду.
10. Для реакции выполнить следующие задания: а) определить тип ОВР; б) методом электронного (или ионно-электронного) баланса подобрать коэффициенты в уравнении реакции, указав окислитель и восстановитель.
- $$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
11. Вычислить потенциал серебряного электрода в растворе, содержащем ионы серебра с концентрацией  $6 \cdot 10^{-12}$  моль/л.
12. Рассчитайте ЭДС элемента, составленного из цинковой и висмутовой пластинок, погруженных соответственно в 0,1 М раствор нитрат цинка и 2 М раствор нитрата висмута. Напишите уравнение электродных процессов, протекающих при работе элемента.
13. Вычислите объем хлора, выделенного при электролизе хлорида натрия током силой 10 А в течение 0,5 ч. Запишите схему процесса электролиза водного раствора хлорида натрия.
14. Осуществите следующие превращения (в случае необходимости укажите условия протекания реакций в общем виде (t, P):



15. Осушенный и очищенный от  $\text{CO}_2$  воздух объемом 100 л (н. у.) пропустили через озонатор, при этом 8 % кислорода превратилось в озон. Полученный газ пропустили через раствор иодида калия. Какая масса иода образовалась? Какой объем хлора (н. у.) потребуется для превращения этого йода в  $\text{HIO}_3$ ?
16. Образец серебряно-цинкового припоя массой 1,50 г обработали азотной кислотой. При этом образовалось 2,81 г смеси нитратов серебра и цинка. Вычислите массовые доли металлов в припое.
17. В лабораториях оксид азота (II) получают действием азотной кислоты на медь. Какая масса меди взаимодействовала с 30%-й  $\text{HNO}_3$ , если объем выделявшегося  $\text{NO}$  составил 20 л при выходе реакции 80 %?
18. Какие объемы 20%-го  $\text{KI}$  ( $\rho = 1,166$ ) и 30%-го  $\text{KNO}_2$  ( $\rho = 1,203$ ) необходимо смешать в серно-кислом растворе, чтобы при взаимодействии этих веществ выделилось 22,4 л (н.у.) оксида азота (II)?

## 2 семестр

### **Теоретические вопросы**

1. Диагональное сходство. Причины и следствия
2. При каких условиях щелочные металлы взаимодействуют с водородом, какие соединения образуются при этом и как они взаимодействуют с водой? Почему гидриды щелочных металлов называются солеобразными? Как их получают и какие свойства для них характерны?

3. Гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов. Получение, закономерности и причины изменения кислотно-основных свойств.
4. Комплексные соединения щелочных и щелочноземельных металлов. Биологическая роль соединений щелочных и щелочноземельных металлов
5. Напишите электронные формулы s-элементов второй группы. Какой из них амфотерен, какой радиоактивен, какие называются щелочно-земельными элементами? Как изменяются характеристики атомов и свойства элементов в ряду Be – Mg – Ca – Sr – Ba?
6. В чём состоит сходство и отличие щелочных и щелочноземельных металлов? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.
7. Чем отличается бериллий и его соединения от его аналогов и как это отличие объясняется? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций. Как получают бериллий и как этот металл взаимодействует с кислотами, щелочами и водой? Какие свойства бериллия обуславливают его использование в авиастроении, машиностроении и атомных реакторах?
8. Как получают магний, и как этот металл взаимодействует с кислотами, щелочами и водой? Чем отличается его соединения от соединений его аналогов? Где применяются магний, его сплавы и его соединения?
9. В чем проявляется сходство химических свойств бериллия и алюминия? Чем объясняется это сходство?
10. Какие соединения кальция и магния применяются в качестве строительных материалов и входят в их состав? Чем объясняется возможность подобного применения соединений кальция и магния?
11. Опишите распространённость Al, Ga, In, Tl в природе и приведите формулы наиболее известных минералов. Какое отношение к алюминию имеют драгоценные камни рубин и сапфир?
12. Охарактеризовать отношение свинца к воздуху, воде, кислотам. Почему свинец не растворяется в разбавленных соляной и серной кислотах, хотя и расположен в ряду напряжений до водорода?
13. Привести уравнения реакций, свидетельствующих об амфотерности гидроксидов бериллия и цинка.
14. Назвать оксиды германия, олова и свинца. Как изменяются кислотно-основные свойства гидроксидов в рядах  $\text{Ge}(\text{OH})_2$  —  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ge}(\text{OH})_4$  —  $\text{Pb}(\text{OH})_4$ ?
15. Кайносимметрия 2p элементов.
16. Зависимость энергии ионизации и радиуса атома от атомного номера элементов 13 группы
17. Закономерности и причины изменения физических свойств (плотность, температуры кипения и плавления) элементов 13 группы
18. Получение алюминия и его аналогов. Каковы роли криолита в процессе получения алюминия? Как устроен электролизёр для получения алюминия? Какими схемами и реакциями описывается процесс электролиза?
19. Гидроксид алюминия существует в виде четырёх соединений: гидраргиллит (гиббсит), байерит, диаспор и бемит. Чем отличаются эти соединения по своему составу и свойствам? Свежеосаждённый гидроксид алюминия со временем изменяет свой состав, строение и свойства. Как называется этот процесс и почему он происходит самопроизвольно? Как изменяются состав, строение и свойства  $\text{Al}(\text{OH})_3$  в этом процессе? Как влияет температура на этот процесс?

20. Причины и закономерности изменения свойств кислот/гидроксидов В, Al, Ga, In, Tl. Почему кислотные свойства у Ga(OH)<sub>3</sub> выражены сильнее, чем у Al(OH)<sub>3</sub> и почему гидроксид галлия называют идеальным амфолитом? Укажите уравнения соответствующих реакций.
21. Какие степени окисления проявляют элементы подгруппы галлия в своих соединениях? Какая степень окисления устойчива для галлия и индия, и какая – для таллия? Ответ иллюстрируйте примерами соединений и уравнениями реакций.
22. Как изменяется гидролизуемость солей в ряду  $Al_2(SO_4)_3 - In_2(SO_4)_3 - Tl_2(SO_4)_3 - Tl_2SO_4$ ? Напишите уравнение гидролиза сульфата индия по первой ступени в молекулярном и в ионном виде.
23. Объясните, почему таллий, в отличие от алюминия, взаимодействует с водой, хотя его электродный потенциал (-0,71 В) менее отрицателен по сравнению с электродным потенциалом алюминия (-1,66 В). Почему таллий, взаимодействующий с водой активнее, чем алюминий, со щелочами, в отличие от алюминия, взаимодействует лишь в присутствии окислителя
24. Зависимость энергии ионизации, радиуса атома и относительной электроотрицательности от атомного номера элементов 14 группы
25. Почему свинец, стоящий в ряду напряжений до водорода, не взаимодействует с соляной, бромоводородной, йодоводородной и разбавленной серной кислотами и почему он взаимодействует с концентрированной (более 80 %) серной кислотой? Напишите уравнение реакции и структурную формулу образующегося соединения свинца.
26. При каких условиях германий, олово и свинец взаимодействуют с кислородом и какие оксиды при этом образуются? Какие из них относятся к кислотным, а какие – к амфотерным? Имеются ли среди них основные оксиды? Какое практическое значение имеют оксиды олова?
27. Как изменяются окислительно-восстановительные свойства соединений в рядах Ge(II) — Pb(II) и Ge(IV) — Pb(IV)?
28. Какое практическое значение имеют оксиды свинца PbO, PbO<sub>2</sub>, Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> и как их получают? К какому классу соединений относятся Pb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>? Как в технике называют PbO, PbO<sub>2</sub> и Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>?
29. Напишите уравнения реакций получения и гидролиза хлоридов олова и объясните, почему один из них относят к солям, а другой – к галогенангидридам. Почему при приготовлении водных растворов хлоридов олова к воде обязательно добавляется соляная кислота?
30. Опишите получение и свойства сульфидов олова. Какое из этих соединений и почему называется «сусальное золото»? Как можно разделить смесь сульфидов SnS и SnS<sub>2</sub>?
31. В каких минералах содержится титан и как его получают? Чем обусловлены трудности его получения в чистом виде?
32. Опишите получение титана высокой чистоты йодидным методом. Какое отношение к этому методу имеют метод летучих соединений и метод транспортных реакций?
33. Как можно получить титановую кислоту из титаната натрия, из тетрахлорида титана? Какими свойствами обладает это соединение? Чем объясняется разница в химических свойствах свежеприготовленной титановой кислоты и после её хранения?
34. Какое строение имеет тетрахлорид титана? К какому классу соединений он относится? Почему это вещество применяют на флоте в качестве образователя дымовой завесы? Напишите уравнение реакции получения TiCl<sub>4</sub> из оксида титана (IV)
35. Как получают металлический цирконий из природных соединений? Какими свойствами обладает этот металл и каково его применение? С какой целью цирконий вводится в

- сплавы на основе магния, алюминия и железа? Где применяются карбид циркония и оксид циркония (IV)?
36. Как изменяются свойства оксидов в рядах: а)  $\text{VO} - \text{V}_2\text{O}_3 - \text{VO}_2 - \text{V}_2\text{O}_5$ ; б)  $\text{V}_2\text{O}_5 - \text{Nb}_2\text{O}_5 - \text{Ta}_2\text{O}_5$ ? Ответ иллюстрировать уравнениями реакций.
  37. Чем объясняется исключительно высокая устойчивость ниобия и тантала к действию кислот? С какой смесью кислот взаимодействуют эти металлы и какова роль компонентов этой смеси в реакциях? Напишите уравнения этих реакций.
  38. Какие равновесия и чем они обусловлены существуют в водном растворе ванадатов. Напишите в ионной форме уравнения реакций, происходящих при последовательном добавлении к раствору  $\text{Na}_3\text{VO}_4$  серной кислоты. (лекция, Третьяков)
  39. Восстановление соединений ванадия: восстановление цинком, избирательное восстановление в кислой и щелочной среде. (лекция, опыты открытого образования)
  40. Почему в ряду  $\text{Cr} - \text{Mo} - \text{W}$ : а) плотность металлов увеличивается; б) температура плавления возрастает; в) восстановительные свойства уменьшаются; г) радиусы атомов молибдена и вольфрама очень близки?
  41. Равновесия в растворах хроматов. Влияние ионов  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  на смещение равновесия  $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ . С помощью какого реагента можно осадить весь хром из раствора бихроматов. Причины меньшего разнообразия химических форм для  $\text{Cr}^{+6}$  по сравнению с  $\text{V}^{+5}$  (лекция, Третьяков).
  42. Процессы гидролиза солей  $\text{Cr}^{3+}$ . Что препятствует гидролизу солей хрома  $\text{Cr}^{3+}$  с анионами сильных кислот. (лекция, Третьяков).
  43. Смесь каких реагентов называется хромовой смесью, как она готовится и для чего применяется? Какое вещество называется хромпиком и какое отношение оно имеет к хромовой смеси?
  44. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, в качестве доказательств приведите уравнения реакций. Влияние pH.
  45. Полимеризация молибдатов и вольфраматов при подкислении раствора.
  46. Гетерополиосоединения  $\text{W}$ ,  $\text{Mo}^{+6}$ : Анионы Кеггина, Анионы Доусона, Анионы Андерсона (лекции, открытое образование, Третьяков)
  47. Молибденовые сини и вольфрамовые бронзы. Варианты формул соединений, степени окисления металлов, применение.
  48. Опишите физические свойства марганца, технеция и рения (причины изменения температур кипения и плавления), положение в ряду напряжений, взаимодействие с кислородом, водородом, галогенами, водой, кислотами и щелочами. Приведите уравнения реакций.
  49. Распространение в природе и получение  $\text{Mn}$ ,  $\text{Tc}$ ,  $\text{Re}$ .
  50. Почему перманганат калия широко используется в качестве окислителя? Какие внешние признаки свидетельствуют о протекании окислительно-восстановительных реакций с участием  $\text{KMnO}_4$  в разных средах? Как влияет среда раствора на окислительные свойства  $\text{KMnO}_4$ ? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.
  51. Почему раствор перманганата калия хранят в тёмной посуде? Что происходит с ним в подкисленном растворе при длительном хранении? Напишите уравнение реакции.
  52. В чем проявляется сходство свойств  $\text{Mn}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , ответ подтвердите уравнениями реакций. В чем причина этого сходства?
  53. Напишите уравнения реакций рения и технеция с кислородом и азотной кислотой и укажите условия их проведения. Для сравнения приведите уравнения реакций марганца с  $\text{O}_2$  и  $\text{HNO}_3$  и объясните, почему отличаются продукты этих реакций.
  54. Объясните, почему раствор хлорида кобальта  $^{2+}$  имеет розовую окраску, а при добавлении к нему раствора соляной кислоты, цвет раствора меняется. Что происходит, если подсушить бумагу, на которой сделана надпись раствором хлорида кобальта? Почему надпись

обесцвечивается при последующем охлаждении? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

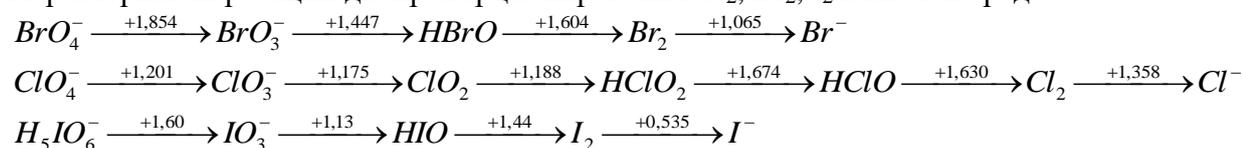
55. Получение и разделение платиновых металлов.
56. На каком свойстве платины основано её применение для изготовления водородного электрода? Опишите устройство и назначение этого электрода.
57. Объясните, почему серебро не взаимодействует с разбавленной серной и соляной кислотами, но взаимодействует с йодоводородной и сероводородной кислотами, а также с соляной, если в ней содержатся цианид-ионы (лекции, Третьяков)
58. Какое отношение к золоту имеют: а) сусальное золото; б) военный городок (форт) Нокс в США; в) организация Гохран в России; г) золотое сечение; д) масса 112 кг; е) механическое устройство *драга*; ж) тройская унция; з) российский химик П.Р. Багратион?
59. Как получить гидроксид меди (II)? Можно ли для этого использовать: а) раствор аммиака, б) раствор NaOH? В чем растворяется гидроксид меди(II)? Можно ли для этого использовать: а) раствор аммиака, б) концентрированный раствор NaOH, в) раствор соляной кислоты? Проявляет ли  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  амфотерные свойства? Напишите уравнения соответствующих реакций.
60. Опишите химические процессы классической фотографии, основанной на использовании одного из галогенидов серебра. Что происходит в момент экспозиции, при проявлении и при закреплении фотографического изображения? Чем отличаются негативные изображения от позитивных?
61. С каким из актиноидов связаны такие важные этапы развития науки и техники как открытие радиоактивности, создание атомного оружия и освоение атомной энергии для мирных целей? В каком виде этот элемент находится в природе, и как его получают в металлическом виде?
62. Получение и разделение f-элементов

### Примеры практических заданий

1. При 298 К произведение растворимости  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  равно  $4,7 \times 10^{-12}$ . Определить, сколько г  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  можно растворить в 130 л воды при этой температуре.
2. Энергия расщепления кристаллическим полем для комплекса  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})]^{2+}$  равна 120 кДж/моль. Вычислите предполагаемую длину волны поглощения, соответствующую возбуждению электрона с нижнего на верхний энергетический уровень d-орбиталей. Будет ли данный комплекс поглощать излучение в видимой области спектра? Укажите распределение электронов на расщепленных d-орбиталях центрального атома и рассчитайте эффективный магнитный момент.
3. Молярная концентрация эквивалента дихромата калия в растворе равна 0,1 моль эк/л. Какой объем этого раствора потребуется для выделения йода из 100 мл 1 М раствора KI, подкисленного серной кислотой?
4. Осуществите следующие превращения:  
 $\text{Ti} \rightarrow \text{TiO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{TiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{TiO}_3 \rightarrow \text{TiOSO}_4 \rightarrow \text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3$   
 $\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_4[\text{Pb}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbS} \rightarrow \text{PbSO}_4 \rightarrow \text{Pb}(\text{HSO}_4)_2 \rightarrow \text{Pb}$
5. Используя диаграммы Латимера для соединений Cl, Br, I, постройте диаграммы Фроста при  $\text{pH}=0$  (на одном графике).

Сопоставьте окислительную способность кислот  $\text{H}\text{Э}\text{O}$  и  $\text{H}\text{Э}\text{O}_3$ .

Характерны ли реакции диспропорционирования  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$  в кислой среде?



## Типовые вопросы (задания) к экзамену:

### 1 семестр

1. Классификация, основы номенклатуры неорганических веществ, координационных соединений. Важнейшие представители минеральных кислот, оснований, солей. Их номенклатура.
2. Электронная теория атомов и молекул. Электронная структура атомов в зависимости от положения в периодической системе Д.И. Менделеева (П.С.). Структура s-, p-, d-элементов. Прогнозирование их свойств на основе положения в периодической системе элементов. Квантование энергии электронов. Характеристика групп и периодов ПС. Особенности электронной конфигурации переходных металлов.
3. Окислительно-восстановительные свойства, способность к комплексообразованию, ионизация s-, p- и d-элементов. Примеры окислительно-восстановительных реакций неорганических и органических соединений. Методом электронного баланса подобрать стехиометрические коэффициенты реакции.
4. Основы теории молекулярных орбиталей и теории направленных валентностей (гибридизации). Природа ковалентных связей в молекулах элементов I и II периодов ПС. Электронная структура молекул:  $F_2$ ;  $O_2$ ;  $H_2$ ;  $N_2$  в терминах теории молекулярных орбиталей (МО ЛКАО) и теории гибридизации.
5. Электронная теория строения молекул. Ковалентные полярные и неполярные связи. Описание электронной и пространственной структуры молекул  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $N_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $CO$ ,  $H_2S$  в терминах теории направленных валентностей (гибридизации).
6. Понятие о донорно-акцепторных и ван-дер-ваальсовых взаимодействиях.
7. *Введение в химию элементов.* Основные принципы классификации химических элементов по Д.И. Менделееву. s-, p-, d-, f-элементы. Положение элементов - металлов и неметаллов - в Периодической системе. Основные характеристики металлов и неметаллов, их различие по физическим и химическим свойствам и типам химической связи.
8. Распространённость элементов в природе. Рассеянные и редкие элементы. Связь распространения и распределения химических элементов в природе с периодической системой и строение атома. Изотопный состав элементов. Кларки.  
Современные композиционные материалы. Принципы получения простых веществ – металлов и неметаллов – из природных соединений.
9. *Химия комплексных соединений.* Общие сведения о комплексных соединениях. Комплексообразователь, лиганды, координационное число, дентатность и амбидентатность лигандов, внутренняя и внешняя сфера комплексного соединения. Классификация комплексов. Изомерия комплексных соединений. Химическая связь в комплексных соединениях. Квантово-механические методы трактовки природы химической связи в комплексных соединениях. Понятие о теории кристаллического поля. Теория кристаллического поля (ТКП). Объяснение устойчивости комплексов. Расщепление d-орбиталей центрального атома в кристаллическом поле октаэдрического, тетраэдрического, тетрагонально-бипирамидального и квадратного комплексов. Низко- и высокоспиновые комплексы. Связь энергии расщепления с окраской комплекса, спектрохимический ряд лигандов. Энергия стабилизации кристаллического поля (ЭСКП). Расчет ЭСКП для октаэдрических и тетраэдрических комплексов. Понятие об эффекте Яна-Теллера. Применение метода МО к координационным соединениям - теория поля лигандов (ТПЛ). Построение энергетических диаграмм МО для октаэдрических комплексов без учета и с учетом и  $\pi$ -перекрывания. Сравнение различных методов описания строения комплексных соединений.  
Спектрохимический ряд. Объяснение магнитных свойств и электронных спектров поглощения комплексных соединений. Образование сигма- и пи-связей в комплексных соединениях.  
Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы образования - полная и ступенчатые; вычисление этих величин с использованием справочных данных по величинам стандартных изменений энергии Гиббса. Реакции с участием комплексных соединений. Хелатный эффект, закономерность трансвлияния.

10. *Окислительно-восстановительные процессы в неорганической химии.* Степень окисления. Важнейшие окислители и восстановители. Окислительно-восстановительные свойства элементов и их соединений и периодический закон. Классификация реакций окисления-восстановления. Составление уравнений реакций окисления-восстановления. Влияние температуры, концентрации реагентов, их природы, среды и других условий на глубину и направление протекания окислительно-восстановительных процессов. Окислительно-восстановительный эквивалент. Понятие об электродных потенциалах. Стандартные электродные потенциалы, Э.Д.С. Окислительно-восстановительной реакции. Электролиз. Коррозия. Вычисление стандартного изменения энергии Гиббса окислительно-восстановительных реакции на основе данных э.д.с. Диаграммы Латимера и их применение для прогнозирования процессов диспропорционирования и сопропорционирования. Диаграммы Фроста и их применение. Диаграммы Пурбэ и их применение для определения границ устойчивости окислительно-восстановительных состояний веществ.

11. *Химия водорода.* Исторические сведения. Нахождение в природе. Положение водорода в периодической системе. Особенности строения атома водорода. Изотопы водорода. Способы получения водорода. Физические свойства водорода. Аллотропия водорода: орто- и параводороды. Атомарный водород. Химические свойства водорода. Водород как восстановитель. Применение водорода. Водород - топливо будущего. Окислительные свойства водорода. Основные виды гидридов. Применение водорода.

12. **Вода.** Вода в природе. Изотопный состав воды. Физические свойства воды. Аномалии физических свойств воды. Строение молекул воды. Полярность молекулы воды. Ассоциация молекул воды. Химические свойства воды. Тяжелая вода.

13. *Элементы 17-й группы Периодической системы Д. И. Менделеева.* Общая характеристика атомов элементов. Характерные степени окисления. Строение двухатомных молекул. Изменение химической активности в ряду двухатомных молекул галогенов. Влияние межмолекулярного взаимодействия на агрегатное состояние галогенов.

**Фтор.** Распространенность в природе. Простое вещество. Получение, физико-химические свойства. Соединения фтора (-1). Фтороводород и фтороводородная (плавиковая) кислота. Получение и физико-химические свойства. Фториды и гидрофториды. Применение фтора и его соединений. Оксид фтора (I), его получение.

**Хлор.** Распространенность в природе. Простое вещество. Получение хлора в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства. Реакции диспропорционирования. Соединения хлора (-1). Хлороводород и хлороводородная (соляная) кислота. Получение в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства. Соединения хлора (I). Нитрид и оксид. Хлорноватистая кислота. Получение и физико-химические свойства. Жавелевая вода. Окислительные свойства соединений хлора (I). Хлорная известь. Получение и химические свойства. Соединения хлора (III). Хлористая кислота. Хлориты. Соединения хлора (V). Хлорноватая кислота. Хлораты. Бертолетова соль. Получение и химические свойства. Оксид хлора (VI) и его применение. Соединения хлора (VII). Оксид хлора (VII). Хлорная кислота. Перхлораты. Получение. Физико-химические свойства. Изменение кислотных и окислительных свойств в ряду кислородсодержащих кислот хлора и окислительных свойств в ряду  $\text{ClO}^-$  -  $\text{ClO}_2^-$  -  $\text{ClO}_3^-$  -  $\text{ClO}_4^-$ . Применение хлора и его соединений.

**Бром, иод, астат.** Распространенность в природе. Простые вещества. Получение в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства. Соединения брома, иода, астата (-1). Галогеноводороды и их водные растворы. Способы получения галогеноводородов. Физико-химические свойства. Закономерности изменения свойств в ряду галогеноводородов и их водных растворов. Соединения брома (I), иода (I). Соединения брома (V), иода (V). Соединения брома (VII), иода (VII). Применение простых веществ и соединений элементов подгруппы брома. Биологическая роль p-элементов VII группы.

14. *Элементы 16-й группы Периодической системы Д. И. Менделеева.* Общая характеристика атомов элементов и простых веществ. Характерные степени окисления.

**Кислород.** Строение молекулы кислорода с позиций методов ВС и МО. Порядок, длина и энергия связи молекулы  $O_2$  и ионов  $O_2^+$ ,  $O_2^-$ ,  $O_2^{2-}$ . Получение кислорода в лаборатории и промышленности. Физико-химические свойства кислорода. Соединения кислорода. Закономерности изменения свойств оксидов, гидроксидов и кислородсодержащих кислот по периодам и группам ПС. Вода. Строение молекулы воды с позиций методов ВС и МО. Физико-химические свойства воды. Пероксиды. Пероксид водорода. Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства. Окислительно-восстановительная двойственность пероксида водорода. Реакция диспропорционирования. Надпероксиды. Озон. Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства. Озоновый слой. Применение кислорода, озона, пероксидов.

**Сера.** Характерные степени окисления. Нахождение в природе (самородная сера, сульфаты, халькогениды металлов). Простое вещество. Аллотропные модификации серы. Получение серы. Физико-химические свойства. Соединения серы (-2). Сероводород. Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Восстановительные свойства сероводорода. Сульфиды. Полисульфаны и полисульфиды. Соединения серы (IV). Оксид серы (IV). Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства. Сульфиты. Окислительно-восстановительная двойственность соединений серы (IV). Тионилхлорид, строение молекулы, получение, свойства. Соединения серы (VI). Оксид серы (VI). Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства. Серная кислота. Строение молекулы. Получение серной кислоты в промышленности. Физико-химические свойства серной кислоты. Олеум. Физико-химические свойства. Взаимодействие серной кислоты с металлами. Влияние концентрации кислоты и активности металла на степень восстановления серной кислоты. Сульфаты. Тиосульфаты. Пероксокислоты серы. Пероксомоносерная кислота (кислота Каро), пероксодисерная кислота. Политионовые кислоты. Полисерные кислоты. Применение серы и ее соединений. Биологическая роль соединений серы. Токсичность соединений серы.

**Селен, теллур, полоний.** Нахождение в природе. Простые вещества. Аллотропные модификации. Получение. Физико-химические свойства. Соединения селена (-2), теллура (-2), полония (-2). Получение и физико-химические свойства. Изменение кислотно-основных и восстановительных свойств халькогеноводородных кислот. Соединения Se(IV), Te(IV), Po(IV). Оксиды. Селенистая кислота. Получение и физико-химические свойства. Сравнение кислотных и окислительно-восстановительных свойств сернистой и селенистой кислот. Соединения Se(VI), Te(VI), Po(VI). Оксиды Se(VI), Te(VI). Селеновая кислота и теллуровая кислоты. Сравнение свойств серной, селеновой и теллуровой кислот и их солей. Применение селена, теллура и полония и их соединений. Биологическая роль соединений селена.

15. *Элементы 15-й группы Периодической системы Д. И. Менделеева.* Общая характеристика атомов элементов и простых веществ. Характерные степени окисления.

**Азот.** Строение молекулы азота (методы МО и ВС). Распространенность в природе. Простое вещество. Получение азота в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства азота. Применение свободного азота. Соединения азота (-3). Аммиак. Строение молекулы. Получение аммиака в промышленности и в лаборатории. Физико-химические свойства. Реакции присоединения, окисления и восстановления. Гидрат аммиака. Соли аммония, их получение и свойства. Термическая устойчивость солей аммония. Гидролиз солей аммония. Аммиакаты. Нитриды и амиды как производные аммиака. Соединения азота (-2). Гидразин. Получение. Физико-химические свойства. Восстановительные свойства гидразина. Соединения азота (-1). Гидроксиламин. Получение. Физико-химические свойства. Сравнение основных и окислительно-восстановительных свойств аммиака, гидразина и гидроксилamina. Соединения азота с галогенами. Кислородные соединения азота. Оксид азота (I): получение, физические и химические свойства, строение молекулы, применение. Оксид азота (II): строение молекулы, физические и химические свойства, лабораторные способы получения. Азотистый ангидрид (оксид азота (III)): строение молекулы, физические и химические свойства, получение. Азотистая кислота: получение, строение, свойства. Окислительное и восстановительное действие азотистой кислоты. Нитриты, их получение и свойства. Диоксид азота (оксид азота (IV)): строение молекулы, димеризация, получе-

ние, физические и химические свойства, взаимодействие с водой, применение. Азотный ангидрид (оксид азота (V)): получение, физические и химические свойства, строение молекулы. Соединения азота (V). Оксид азота (V). Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Азотная кислота. Строение молекулы. Получение в промышленности и лаборатории. Физико-химические свойства. Взаимодействие металлов и неметаллов с азотной кислотой. Влияние активности металла и концентрации кислоты на степень восстановления азотной кислоты. Царская водка. Нитраты. Термическое разложение нитратов. Нитраты, получение и свойства. Азотные удобрения. Азид водорода. Азидоводородная кислота. Применение азота и его соединений. Биологическая роль азота. Кессонная болезнь.

**Фосфор.** Распространенность в природе. Простое вещество. Аллотропные модификации. Получение фосфора в промышленности. Физико-химические свойства. Соединения фосфора (-3). Водородные соединения фосфора. Получение. Физико-химические свойства. Соединения фосфора (I). Фосфорноватистая (фосфиновая) кислота. Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Соединения фосфора (III). Оксид фосфора (III). Строение молекулы. Физико-химические свойства. Фосфористая (фосфоновая) кислота. Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Соединения фосфора (V). Оксид фосфора (V). Строение молекулы. Получение. Физико-химические свойства. Орто-, метафосфорная и дифосфорная кислоты. Строение молекул. Получение в промышленности ортофосфорной кислоты. Физико-химические свойства. Сравнение кислотных, окислительно-восстановительных свойств и термической устойчивости кислородсодержащих кислот фосфора (I), (III), (V). Фосфорные удобрения. Применение фосфора и его соединений. Биологическая роль соединений фосфора.

**Мышьяк, сурьма, висмут.** Распространенность в природе. Простые вещества. Получение. Физико-химические свойства. Соединения мышьяка, сурьмы и висмута (-3). Гидриды. Получение. Физико-химические свойства. Сопоставление свойств водородных соединений азота, фосфора, мышьяка, сурьмы и висмута. Соединения мышьяка (III), сурьмы (III), висмута (III). Получение. Физико-химические свойства. Мышьяковистая кислота и арсениты. Соединения мышьяка (V), сурьмы (V), висмута (V). Оксиды. Мышьяковая кислота и арсенаты. Сравнение кислотных и окислительно-восстановительных свойств одностепенных соединений мышьяка, сурьмы и висмута. Окислительные свойства соединений висмута (V). Применение мышьяка, сурьмы, висмута и их соединений. Токсическое действие соединений мышьяка.

16. *Элементы 14-й группы Периодической системы Д. И. Менделеева.* Общая характеристика атомов элементов. Характерные степени окисления.

**Углерод.** Аллотропные модификации. Распространенность в природе. Химические свойства углерода. Карбиды. Получение и физико-химические свойства. Соединения углерода (IV). Углекислый газ. Строение молекулы. Получение и физико-химические свойства. Карбонаты, их свойства. Сероуглерод. Фосген. Тиокарбонаты. Цианамиды. Цианаты и тиоцианаты. Карбамид. Соединения углерода (II). Оксид углерода (II). Строение молекулы (методы МО и ВС). Получение и физико-химические свойства. Цианид водорода, циановодородная кислота (синильная кислота). Получение и физико-химические свойства. Циан. Применение простых веществ и соединений углерода.

**Кремний.** Нахождение в природе. Получение и физико-химические свойства кремния. Силициды. Карбид кремния. Галогениды кремния. Гексафторокремниевая кислота, ее соли. Силаны. Строение, получение и свойства. Сравнение свойств силанов и предельных углеводородов. Кислородные соединения кремния. Оксид кремния (IV). Кремниевые кислоты. Свойства кремниевых кислот. Силикагель, получение и применение. Силикаты. Оксид кремния (II), получение и свойства. Применение кремния и его соединений.

**Германий, олово, свинец.** Распространенность в природе. Простые вещества. Получение и физико-химические свойства. Гидриды германия, олова, свинца и их свойства. Амфотерные свойства олова и свинца. Соединения германия (II), олова (II) и свинца (II). Оксиды и гидроксиды германия, олова и свинца в степени окисления (+2), изменение кислотных и окислительно-восстановительных свойств. Соединения германия (IV), олова (IV) и свинца (IV). Срав-

нительная характеристика кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений германия (IV), олова (IV) и свинца (IV). Диоксиды германия, олова и свинца. Германы, станнаты и плюмбаты. Сурик: строение, взаимодействие с кислотами. Стереохимия и свойства гидроксокомплексов германия, олова и свинца. Тетрагалогениды германия, олова, свинца, их устойчивость. Галогенидные комплексы: строение, устойчивость. Сульфиды германия, олова и свинца: получение и свойства. Тиостаннаты и тиогерманаты. Принцип работы свинцового аккумулятора. Применение германия, олова, свинца и их соединений. Биологическая роль элементов 14-й группы.

17. *Элементы 13-й группы Периодической системы Д. И. Менделеева.* Общая характеристика атомов элементов.

**Бор.** Нахождение в природе. Модификации бора. Получение бора. Физико-химические свойства. Бинарные соединения бора их свойства, получение и структуры. Оксид, карбид, нитрид, галогениды бора, борные стекла. Тетрафтороборная кислота, ее соли. Гидриды бора. Номенклатура. Диборан. Строение молекулы. Получение и свойства диборана. Бораны, особенности строения их и структуры (клозо-, нидо-, гафно-). Боргидриды, получение, применение и свойства. Борные кислоты, их соли. Применение бора и его соединений.

## 2 семестр

### **Элементы 1-ой группы (Li, Na, K, Rb, Cs)**

Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации атомов. Физические и химические свойства простых веществ. Закономерности в свойствах основных типов соединений: оксидов, пероксидов, гидроксидов, карбонатов, галогенидов. Комплексные соединения щелочных элементов. Нахождение в природе, получение и применение щелочных металлов и их соединений.

### **2. Элементы 2-ой группы (Be, Mg, Ca, Sr, Ba).**

Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации. Изменение химических свойств по группе. Физические и химические свойства простых веществ. Диагональное сходство бериллий - алюминий. Нахождение в природе, получение, применение элементов второй группы.

### **3. Соединения элементов 2-ой группы**

Гидриды, галогениды металлов второй группы, их получение и свойства. Оксиды, гидроксиды и сравнение их кислотно-основных свойств в ряду Be-Mg-Ca-Sr-Ba. Соли оксокислот и координационные соединения.

### **4. Элементы 3-ей группы (Sc, Y, La, Ac)**

Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергии ионизации, характерных степеней окисления, разнообразие кристаллических структур. Изменение химических свойств по группе. Физические и химические свойства простых веществ. Оксиды, гидроксиды, галогениды металлов в степени окисления +3, их свойства. Соединения в «низших степенях окисления». Особенности химии скандия: свойства комплексных соединений и галогенидов. Нахождение в природе, получение, применение элементов третьей группы.

### **5. Элементы 4-й группы (Ti, Zr, Hf).**

Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления, координационных чисел атомов. Физические и химические свойства простых веществ. Нахождение в природе, получение, применение элементов 4-й группы.

### **6. Соединения элементов 4-й группы**

Галогениды Ti, Zr, Hf в различных степенях окисления. Их получение и свойства. Соединения титана в степенях окисления +2 и +3. Получение и свойства.

### **7. Соединения элементов 4-й группы**

Кислородные соединения Ti, Zr, Hf в степени окисления +4 (оксиды, гидроксиды, соли, комплексы). Получение и свойства, сравнение их кислотно-основных свойств в ряду Ti- Zr- Hf.

### **8. Элементы 5-й группы (V, Nb, Ta).**

Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, степеней окисления, координационных чисел атомов. Физические и химические свойства простых веществ. Нахождение в природе, получение, применение элементов 5-й группы.

#### **9. Соединения элементов 5-й группы**

Получение и свойства оксида ванадия (V). Строение и химические свойства катионных и анионных форм соединений ванадия (V) в водном растворе. Другие соединения ванадия (V) (пероксиды, галогенопроизводные). Восстановление соединений ванадия (V).

#### **10. Соединения элементов 5-й группы**

Получение и свойства соединений ванадия (IV, III, II). Получение и свойства соединений Nb, Ta (V, IV, III). Низшие галогениды Nb, Ta.

#### **11. Элементы 6-й группы (Cr, Mo, W).**

Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, степеней окисления, координационных чисел атомов. Физические и химические свойства простых веществ. Нахождение в природе, получение, применение элементов 6-й группы.

#### **12. Соединения элементов 6-й группы**

Соединения металлов группы хрома в степени окисления +6: оксиды, гидроксиды их физические и химические свойства. Принципы получения.

#### **13. Соединения элементов 6-й группы**

Сравнительная характеристика кислотно-основных, окислительно-восстановительных свойств соединений хрома (II, III, VI).

#### **14. Соединения элементов 6-й группы**

Получение и свойства соединений хрома (V, IV, III, II). Получение и свойства соединений Mo, W (V, IV, III). Соединения Mo, W в низших степенях окисления. Особенности соединений молибдена и вольфрама: «синей», «бронз».

#### **15. Элементы 7-й группы**

Закономерности в изменении электронной конфигурации, размеров атомов, энергий ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Физические и химические свойства цинка, кадмия и ртути. Нахождение в природе, получение, применение элементов 7-й группы.

#### **16. Соединения элементов 7-й группы**

Сравнительная характеристика кислотно-основных, окислительно-восстановительных свойств соединений марганца (II, III, IV, VI, VII). Принципы их получения.

#### **17. Соединения элементов 7-й группы**

Сравнение строения и свойств (термической устойчивости, кислотно-основных, окислительно-восстановительных) соединений Mn (VII)–Te (VII)–Re (VII).

#### **18. Соединения элементов 7-й группы**

Получение и свойства соединений Tc, Re (VII, VI, V, IV, III). Соединения Tc, Re в низших степенях окисления.

#### **19. Элементы 8, 9, 10-й группы (Fe, Ni, Co)**

Общая характеристика элементов семейства железа. Распространенность в природе, важнейшие минералы. Получение простых веществ, их физические и химические свойства.

#### **20. Соединения элементов 8, 9, 10-й (Fe, Ni, Co)**

Соединения Fe, Co, Ni со степенями окисления II и III. Получение, свойства, применение. Получение и сопоставление свойств соединений Fe (III) и Fe (VI).

#### **21. Соединения элементов 8, 9, 10-й (Fe, Ni, Co)**

Сравнение строения и свойств комплексных соединений железа, кобальта, никеля.

#### **22. Элементы 8, 9, 10-й группы (платиновые металлы)**

Общая характеристика элементов платиновых металлов. Распространенность в природе, важнейшие минералы. Получение простых веществ, их физические и химические свойства.

#### **23. Соединения металлов 8, 9, 10-й группы (платиновых металлов)**

Соединения элементов семейства платиновых металлов. Оксиды рутения (IV, VI). Рутенаты. Оксиды осмия (VI, VII). Осматы. Оксиды и гидроксиды родия и иридия (III). Оксиды и гидроксид палладия (II). Комплексные соединения платиновых металлов: строение, свойства и их направленный синтез. Комплексные соединения платины: катионные, анионные и нейтральные комплексы платины (II, IV).

#### **24. Элементы 11-й группы**

Сопоставление электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов элементов 11-ой группы. Природные соединения, получение, применение, физические и химические свойства простых веществ.

#### **25. Соединения элементов 11-й группы**

Сопоставление строения и свойств однотипных соединений (оксиды, гидроксиды, галогениды) элементов 11-ой группы. Особенности соединений Cu (II) и Au (III). Строение и свойства соединений элементов Cu, Ag, Au в высших степенях окисления.

#### **26. Соединения элементов 11-й группы**

Комплексные соединения элементов 11-ой группы: координационные числа, зависимость формы координационного полиэдра от электронной конфигурации центрального атома и природы лиганда.

#### **27. Элементы 12-й группы**

Закономерности в изменении электронной конфигурации, размеров атомов, энергий ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов. Физические и химические свойства цинка, кадмия и ртути. Нахождение в природе, получение, применение элементов 12-й группы.

#### **28. Соединения элементов 12-й группы**

Сравнение строения и свойств оксидов, гидроксидов и соли элементов 12-й группы. Строение и диспропорционирование соединений  $Hg_2^{2+}$ .

#### **29. Соединения элементов 12-й группы**

Комплексные соединения элементов 12-ой группы, их устойчивость в ряду цинк-ртуть.

#### **30. Элементы 13-й группы (Al, Ga, In, Tl).**

Закономерности в изменении электронной конфигурации, размеров атомов, энергий ионизации, сродства к электрону, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов, разнообразии кристаллических структур. Физические и химические свойства простых веществ. Химические способы разделения соединений алюминия и бериллия. Нахождение в природе, получение, применение элементов 13-й группы.

#### **31. Соединения элементов 13-й группы**

Гидриды, галогениды металлов второй группы, их получение и свойства. Оксиды и гидроксиды и сравнение их кислотно-основных свойств в ряду Al- Ga- In- Tl.

#### **32. Элементы 14-й группы (Ge, Sn, Pb).**

Закономерности в изменении электронной конфигурации размеров атомов, энергий ионизации сродства к электрону, характерных степеней окисления и координационных чисел атомов, разнообразии кристаллических структур. Физические и химические свойства простых веществ. Нахождение в природе, получение, применение элементов 14-й группы.

#### **33. Соединения элементов 14-й группы**

Соединения Ge, Sn, Pb в степенях окисления +2 и +4. Получение и свойства, сравнение их кислотно-основных свойств в ряду Ge- Sn- Pb.

#### **34. Общая характеристика d-элементов.**

Понятие переходных элементов и их расположение в периодической таблице. 3 ряда d-элементов, исторически сложившиеся блоки d-элементов. d орбитали, особенности d орбиталей 3-го квантового уровня. Закономерности в изменении электронных конфигураций, величин радиусов, энергий ионизации, степеней окисления d-элементов разных переходных рядов. Структурные типы d-элементов. Свойства d-элементов.

#### **35. Лантаниды**

общая характеристика  $f$  элементов (расположение в периодической таблице, характерные особенности, отличия лантанидов и актинидов). Закономерности в изменении электронных конфигураций лантанидов, величин радиусов, энергии ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел. Изменение химических свойств по группе. Физические и химические свойства простых веществ. Нахождение в природе, получение, применение лантанидов.

### **36. Актиниды**

общая характеристика  $f$  элементов (расположение в периодической таблице, характерные особенности, отличия лантанидов и актинидов). Закономерности в изменении электронных конфигураций актинидов, величин радиусов, энергии ионизации, характерных степеней окисления и координационных чисел. Изменение химических свойств по группе. Физические и химические свойства простых веществ. Радиоактивность. Нахождение в природе, получение, применение актинидов.