

Министерство образования Российской Федерации

Воронежский государственный университет

Химический факультет

Кафедра неорганической химии

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ
ПО КУРСУ ОБЩЕЙ
И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Часть III

Для студентов 1-го курса химического факультета
(дневное и вечернее отделение),
и для студентов факультета фармации

Составители: Угай Я.А., Миттова И. Я.,
Яценко О. Б., Пшестанчик В.Р.,
Прокин А.Н., Лаврушина С. С.,
Самойлов А.М., Томина Е. В.

Воронеж – 2001 г.

В третьей части представлены вопросы по темам: "Периодический закон как основа химической систематики" и химии элементов I – IV групп и их соединений в соответствии с программой курса общей и неорганической химии для студентов химического факультета ВГУ. Предлагаемые вопросы могут быть использованы студентами для самотестирования с целью проверки глубины понимания изучаемого материала, а также могут предлагаться на коллоквиумах по различным разделам курса.

Вопросы разработаны коллективом сотрудников кафедры неорганической химии ВГУ – проф. И.Я.Миттовой, проф. Я.А.Угаем, проф. О.Б.Яценко, доц. В.Р.Пшестанчиком, доц. А.Н.Прокиным, доц. С.С.Лаврушиной, доц. А.М.Самойловым, канд. хим. наук асс. Е.В.Томиной – под общей редакцией проф. Угая Я.А.

Периодический закон как основа химической систематики

1. Структура периодической системы

1. Правильно ли, изучая периодическую таблицу Д.И.Менделеева, рассматривать строение только нейтральных (изолированных) атомов?
2. Как развивались понятия «элемент», «атом» и «простое вещество» в процессе становления химии?
3. Сколько примерно элементов было известно на момент формулировки периодического закона и создания Периодической таблицы?

4. В чем заключалась важность предсказания Менделеевым шести неизвестных химических элементов и описание их физических и химических свойств, а также свойств их соединений?
5. Чем руководствовался Менделеев, нарушая самим же сформулированный закон о расположении элементов в порядке возрастания атомной массы?
6. Какие открытия способствовали утверждению периодического закона еще при жизни Д.И.Менделеева?
7. В чем заключается различие между менделеевской и так называемой современной формулировками периодического закона? Раскрывают ли они его физический смысл?
8. На основании каких признаков элементы распределяются по периодам, группам и подгруппам?
9. В чем состоит принцип инвариантности положения элемента в периодической системе? Всегда ли он соблюдается?
10. Чем определяются групповая и типовая аналогии в свойствах элементов? Что такое полная и неполная электронная аналогия? Совпадают ли между собой эти классификации?
11. Чем и почему различается характер электронной аналогии в I – II и III – VIII группах периодической системы?
12. В чем особенность кайносимметричных орбиталей? К каким последствиям в химических свойствах элементов она приводит? Назовите кайносимметричные элементы в периодической системе.
13. Какие элементы относятся к типическим? В чем заключается качественное своеобразие типических элементов? Какова их роль в фактической неорганической химии?
14. В чем заключаются различия между типическими элементами 2-го и 3-го периодов с электронной точки зрения? Как эти различия проявляются в химических свойствах элементов?

15. Что такое слоевая и контракционная аналогии? Чем они обусловлены? Приведите примеры слоевых и контракционных аналогов.
16. Каковы закономерности изменения орбитальных радиусов атомов для s -, p -, d -, f -элементов в пределах одного периода? В чем сущность эффектов d -сжатия и f -сжатия (лантаноидной контракции)? Почему не рассматриваются, например, p -сжатие или актинидная контракция?
17. В чем заключается принципиальное различие между лантаноидами и актинидами?
18. В чем заключается концепция инертной $6s$ -электронной пары (Сиджвик)? Чем она обусловлена? Проиллюстрируйте правомочность этой концепции примерами.
19. В чем смысл вторичной и внутренней периодичности и чем обусловлены эти эффекты? Как они влияют на характер изменения свойств элементов в группах и периодах? Приведите примеры вторичной периодичности среди элементов главной и побочной подгрупп.
20. Почему d -элементы 5 и 6 периодов близки по свойствам между собой и существенно отличаются от элементов 4 периода?
21. Приведите примеры горизонтальной аналогии и объясните причины этого эффекта. У каких элементов ПС проявляется горизонтальная аналогия и почему?
22. В чем заключается и чем обусловлена диагональная аналогия? Чем различаются диагональные аналогии в широком и узком смысле, нисходящие и восходящие диагональные аналогии? Приведите примеры.

2. Простые вещества как гомоатомные соединения

1. В чем заключается значение простых веществ как объектов неорганической химии?

2. Почему простые вещества мы называем гомоатомными соединениями? Как можно обосновать правомерность существования понятия «гомоатомное соединение»?
3. Чем различаются понятия «химическое строение» и «кристаллохимическое строение» применительно к простым веществам?
4. Чем, в принципе, различается кристаллохимическое строение металлов и неметаллов как простых веществ?
5. Каковы области применения терминов «аллотропия» и «полиморфизм» в химии? Когда эти понятия совпадают?
6. Каков критерий разделения элементов границей Цинтля?
7. Как формулируется кристаллохимическое правило Юм-Розери? В чем его смысл с точки зрения электронного строения атомов и природы химической связи?
8. Можно ли применить правило Юм-Розери для характеристики структур инертных и благородных газов в кристаллическом состоянии при низких температурах?
9. Как проходит граница между металлами и неметаллами в периодической таблице? Почему она не совпадает с границей Цинтля?
10. Совпадает или нет деление химических элементов на металлы и неметаллы по физическим и химическим свойствам?
11. У элементов побочных подгрупп сверху вниз растет химическая благородность простых веществ (за исключением подгруппы скандия). Дайте обоснование этому факту.
12. Как и почему изменяются температуры плавления простых веществ, образованных *s*-, *p*- и *d*-элементами, в подгруппах? Почему изменение температур плавления в периодах не полностью коррелирует с изменением энтальпий атомизации?
13. Для каких химических элементов характерно нахождение их в природе: а) в виде растворимых солей; б) в виде нерастворимых солей; в) в виде оксидов и гидроксидов; г) в виде оксидов и

сульфидов; д) в самородном состоянии? На чем основаны общие принципы получения соответствующих простых веществ?

14. Каково значение особо чистых веществ в современной науке и технике? В чем заключаются основные аспекты проблемы получения особо чистых веществ?
15. Чем различаются особо чистые вещества и вещества эталонной чистоты?

3. Бинарные химические соединения

1. Всегда ли соблюдается правило формальной валентности в бинарных соединениях?
2. Как применяются правило октета и правило Музера – Пирсона к бинарным соединениям?
3. Используя обобщенный критерий Музера – Пирсона, ответьте, какие связи имеются в кристаллах GeAs , GeAs_2 , SiP , SiP_2 , GaAs , Cd_3P_2 , CdP_2 , CdP_4 , CuP_2 ?
4. Какие существуют закономерности формирования изоэлектронных семейств бинарных соединений?
5. Какие существуют закономерности в изменении типов кристаллических решеток для изоэлектронных рядов?
6. Всегда ли возможно определить дальтонидную или бертоллидную природу односторонних бинарных фаз?
7. К какому классу соединений и почему относятся катионоизбыточные фазы Ti_6O и Ti_3O ?
8. От чего зависят структура, состав и свойства бинарных соединений?
9. Известно, что AlP имеет структуру сфалерита. Что можно сказать о структуре его изоэлектронных аналогов AlN и AlSb и типе связи в них?

10. Почему для неорганических соединений с координационной структурой имеет место нарушение стехиометрического состава? Приведите термодинамическое обоснование и примеры.
11. Как дефекты сказываются на составе бинарных соединений?
12. От чего и как зависит структура оксидов? Какие оксиды относятся к характеристическим соединениям?
13. Каким образом классифицируются характеристические оксиды по типу связи и по структурным особенностям?
14. По каким признакам классифицируются бинарные водородные соединения?
15. Охарактеризуйте общие закономерности образования водородных соединений в зависимости от положения элементов в периодической системе. Какие из них относятся к характеристическим соединениям?
16. Какими особенностями обладают гидриды Be, Mg, Al?
17. От чего зависят кислотно-основные свойства летучих водородных соединений?
18. Приведите аргументы, обосновывающие целесообразность включения галогенидов в число характеристических соединений.
19. Каковы общие закономерности в изменении температур плавления и кипения в рядах галогенидов элемента для соединений с координационной и молекулярной структурой и чем они обусловлены?
20. Каковы основные типы кристаллических структур халькогенидов в зависимости от типа химической связи в них? Приведите примеры.
21. Каковы общие закономерности образования халькогенидов в зависимости от положения элементов в периодической системе?

22. Охарактеризуйте закономерности образования пниктогенидов, карбидов, силицидов, боридов в зависимости от положения элементов в периодической системе и природы химической связи в этих соединениях.

4. Сложные химические соединения

1. Что подразумевает понятие "сложное химическое соединение"?
2. В чем заключаются основные принципы изучения сложных химических соединений?
3. Как сказывается на свойствах сложных химических соединений сходство и различие свойств исходных бинарных соединений, генетически связанных с образованием сложного соединения?
4. В чем заключаются проблемы классификации сложных химических соединений при отсутствии заметного вклада ионной связи?
5. Что объединяет кислоты, основания и соли с точки зрения специфики структуры и особенностей химической связи?
6. Почему гидроксиды химических элементов рассматриваются как характеристические соединения и какова их роль в неорганической химии?
7. Какими факторами определяется устойчивость форм гидроксидов?
8. Каковы общие закономерности образования гидратных форм, отвечающих гидроксидам с основными и кислотными свойствами, в зависимости от положения элементов в периодической системе?
9. Напишите формулы азотной и мышьяковой кислот. Чем объясняются различия?

10. Каковы общие критерии (диапазон степеней окисления и электроотрицательностей элементов) образования амфотерных гидроксидов?
11. Может ли азотная кислота проявлять основные свойства?
12. Как объяснить известный еще со времен алхимии факт, что соли устойчивее кислот? Какую информацию общехимического плана можно извлечь из этого факта?
13. От каких факторов зависит растворимость солей?
14. О чем говорит склонность элемента к образованию кристаллогидратов и двойных солей?
15. Приведите примеры двойных солей. В чем заключается их отличие от комплексных соединений?
16. В природе существует минерал карналлит $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$. Какие выводы, и о каком элементе можно сделать на основании этого факта?
17. В чем Вы видите классификационную роль комплексных соединений и двойных солей для характеристики химических свойств элемента?
18. Какая из двух кислот более сильная: HF или $H[BF_4]$; H_2SO_4 или $H_2S_2O_7$?
19. О чем говорит склонность элемента к образованию гидроксокомплексов?

Химия элементов

5. Водород

1. В некоторых таблицах периодической системы водород помещен в VIIA группу, которую образуют *p*-элементы. Чем это обосновано? Какие существуют варианты расположения водорода в периодической таблице? Охарактеризуйте место водорода в периодической системе.

2. Есть ли элементы-аналоги у водорода?
3. Где встречается водород в виде простого вещества в природе?
4. Какое место по распространенности занимает водород на Земле, а какое – во Вселенной?
5. В каком состоянии (атомном, молекулярном) свободный водород встречается: а) на Земле, б) в космосе? Какой другой элемент, помимо водорода, является основной составляющей космической материи?
6. Известно, что ионосфера (верхний слой атмосферы, расположенный на расстоянии 50 - 80 км от поверхности Земли) содержит частично ионизированные газы, в том числе и водород. В виде каких ионов (H^+ , H_2^+ , H_3^+ , H^- , H_2^-) наиболее вероятно существование водорода в атмосфере?
7. Какие изотопы водорода Вам известны? Все ли они встречаются в природе?
8. Каково возможное объяснение разницы в энтальпиях образования молекулы водорода (436 кДж/моль) и молекулы дейтерия (439 кДж/моль)?
9. Какими способами можно получить молекулярный водород: а) в лаборатории, б) в промышленности?
10. Какими особенностями обладает водород "в момент выделения" (по средневековой латинизированной терминологии – *in statu nascendi*)? Чем это обусловлено? Можно ли ожидать, что другие вещества "в момент выделения" будут обладать особыми свойствами?

11. Чем отличается *орто*-водород от *пара*-водорода?
12. Температуры плавления и кипения водорода очень низки. Является ли он самым трудно сжижаемым газом? Дайте мотивированный ответ.
13. Чем обусловлена крайне низкая растворимость водорода в воде? Какой газ растворим в воде хуже водорода и почему?
14. На основании каких признаков можно отличить образование твердого раствора внедрения от фазы внедрения при поглощении водорода некоторыми металлами (какими)?
15. Объясните, почему высокодисперсная платина (так называемая платиновая чернь) вызывает самовозгорание водорода на воздухе, тогда как контакт водорода с компактной платиной вполне безопасен?
16. Какие физические характеристики Pd меняются при растворении в нем водорода и почему?
17. Какие соединения в современной технологии называются твердыми источниками водорода? Приведите примеры соединений и реакций.
18. Почему взаимодействие водорода с хлором и кислородом не протекает самопроизвольно при комнатной температуре, однако при поджигании эти реакции идут? Правильно ли говорить, что водород сгорает в хлоре и кислороде (а не наоборот, хлор или кислород сгорает в водороде)? Дайте мотивированный ответ.

19. Может ли водород при взаимодействиях с другими элементами выступать в роли окислителя?
20. Какие функции могут выполнять в химических реакциях частицы: а) H_2 , б) H^+ (раствор), в) H^- (твердое состояние)? Проиллюстрируйте Ваши выводы уравнениями реакций.
21. Каковы химические особенности солеобразных гидридов щелочных и щелочноземельных металлов? Какими фактами можно доказать, что водород в таких гидридах отрицательно поляризован?
22. Первая зона гидратации катиона водорода включает одну молекулу воды. Согласно представлениям о строении химических соединений, можно ли указать в ионе гидроксония тот атом водорода, который до образования этого иона был свободным катионом H^+ ? Одинакова или различна длина трех химических связей $O - H$ в ионе H_3O^+ ?
23. В чем Вы видите особую роль воды как важнейшего "минерала" водорода на Земле?
24. В чем состоит особая роль воды в химии? Приведите как можно больше аргументов (не менее 7), подтвердите их примерами.
25. Проследите за изменением валентных углов в ряду $CH_4 - NH_3 - H_2O$. Как можно объяснить наблюдающуюся закономерность? Как особенности строения молекулы воды сказываются на ее свойствах и каких именно?
26. Почему свойства оксида водорода резко отличаются от таковых для его аналогов – халькогенидов?

27. Что такое тяжелая вода и где ее используют в промышленности? Какое вещество – оксид протия или оксид дейтерия имеет более низкую температуру кипения?
28. Каковы особенности химического строения молекулы пероксида водорода? Как они влияют на свойства этого соединения?
29. К какому классу реакций относится реакция разложения пероксида водорода? Какие выводы можно сделать из этого?
30. Как по химическим свойствам можно отличить пероксид от нормального оксида? Являются ли, например, PbO_2 и MnO_2 нормальными оксидами Э^{+4} , или пероксидами Э^{+2} ?
31. Как, ориентируясь на формулу соединения и используя формальные правила расчета степеней окисления, отличить пероксосоединения?
32. К каким классам соединений следует отнести, например, BaO_2 и NaOON ?

6. Элементы I группы

А. Элементы IA-группы

1. Сопоставьте распространенность элементов IA-группы в природе. В виде каких соединений в основном они встречаются?
2. В чем заключаются особенности химии лития по сравнению со свойствами остальных металлов IA группы таблицы Д.И. Менделеева?
3. На чем основаны способы получения щелочных металлов в промышленности?

4. Какие кислородные соединения образуют щелочные металлы при горении на воздухе? Как получают нормальные оксиды натрия, калия, рубидия и цезия?
5. Литий реагирует с сухим азотом только при нагревании, однако в присутствии следов влаги реакция протекает при комнатной температуре. Предложите возможный вариант участия воды в этом процессе.
6. Как можно получить нитриды щелочных металлов?
7. Почему при сильном прокаливании сухих кристалликов поваренной соли они с хрустом рассыпаются?
8. Известно, что гидриды щелочных металлов в твердом состоянии нерастворимы в неполярных органических растворителях, в газообразном состоянии находятся в виде молекул M_eH , но активно реагируют с водой. Как ведут себя эти вещества в расплавах? Подвергаются ли они электролизу? Какой тип химической связи в этих гидридах?
9. Известно, что щелочные металлы обладают способностью растворяться в жидком аммиаке с образованием синих растворов, обладающих достаточно высокой электропроводностью (жидкий аммиак – диэлектрик). Объясните это явление.
10. Как с помощью энергетической диаграммы образования химической связи в рамках метода МО можно объяснить тот факт, что значение энергии ионизации первого порядка для атома натрия или калия выше, чем для двухатомной молекулы Na_2 или K_2 ?
11. На чем основан промышленный способ получения гидроксидов щелочных металлов?
12. Через водный раствор гидроксида калия пропускают смесь газообразного иода и иодоводорода. Какие реакции протекают при этом?
13. На чем основан промышленный способ получения соды? Почему Na_2CO_3 называют кальцинированной содой?

14. Гидрокарбонаты натрия или калия используют в сухих огнетушителях. Чем это обусловлено? Приведите уравнения реакций, которые лежат в основе противопожарного действия этих веществ.
15. Сопоставьте температуры плавления и термическую устойчивость солей кислородсодержащих кислот для лития и щелочных металлов. Какие общие выводы при этом можно сделать?
16. Какой из элементов IA-группы является лучшим комплексообразователем и почему?

Б. Элементы IV группы

1. Медь сравнительно мало распространена на Земле, а содержание серебра и золота еще меньше. Почему же именно эти металлы известны человечеству с глубокой древности?
2. Каковы основные природные минералы меди, серебра и золота?
3. Каковы общие принципы извлечения меди, серебра и золота из природных соединений и их рафинирования?
4. На каком характерном для *d*-элементов свойстве серебра и золота основан цианидный способ их извлечения из руд в промышленности? Приведите уравнения соответствующих реакций.
5. Чем объяснить существование так называемых "экстравалентных состояний" для элементов IV-группы? Почему, тем не менее, для серебра наиболее устойчива степень окисления +1?
6. Укажите возможно больше реактивов, с помощью которых можно перевести в водный раствор: а) медь, б) серебро, в) золото.
7. Какие функции выполняют азотная и соляная кислоты при химическом растворении золота в "царской водке"?

8. При растворении металлического золота в царской водке невозможно получить AuCl_3 . Объясните – почему.
9. Какие продукты получатся на катоде и аноде при электролизе водных растворов следующих веществ: а) сульфата меди (II), б) нитрата серебра (I), в) тетрахлороаурата (III) водорода.
10. Осадок гидроксида меди (II) химически растворили в избытке раствора щелочи и добавили пероксодисульфат калия. При этом выпал осадок темно-красного цвета. При температуре выше $400\text{ }^\circ\text{C}$ он быстро чернеет и при этом выделяется газ. Вещество химически растворяется в хлороводородной кислоте с образованием зеленого раствора и газа с резким запахом, растворяется в концентрированных щелочах, окрашивая раствор в красный цвет. Приведите уравнения описанных процессов. Какие свойства присущи соединениям меди в высоких степенях окисления?
11. В чем заключаются химические причины наличия окраски у твердых солей AgBr и AgI , хотя AgCl и CuI – бесцветны?
12. Сформулируйте общие закономерности существования галогенидов ЭГ , ЭГ_2 и ЭГ_3 для элементов IV-группы и всех галогенов? Чем можно объяснить эти закономерности?
13. Если кристаллы хлорида и сульфата меди (II) не имеют окраски (бесцветны), то водные растворы тех же соединений окрашены в голубой цвет, а водно-аммиачные растворы – в синий цвет. Объясните химические причины этого явления.
14. Используя теорию кристаллического поля, объясните, почему комплексный ион $[\text{CuCl}_2]^-$ в водном растворе бесцветный, а $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ окрашен в зеленый цвет.
15. Почему соединения серебра нужно хранить в темных склянках?
16. Малорастворимые в воде галогениды серебра хорошо растворяются в водном растворе тиосульфата натрия. Но при

пропускании через полученный раствор сероводорода, или при добавлении сульфида натрия образуется черный осадок. Как объяснить наблюдаемые явления? Чем они обусловлены?

17. Какие исходные вещества образуют золотохлороводородную кислоту $\text{H[AuCl}_4\text{]}$? Какая соль этой кислоты имеет техническое название «золотая соль»?
18. В водном растворе или при нагревании хлорид золота (I) распадается с выделением металлического золота. Напишите уравнение реакции и укажите, к какому типу она относится.

7. Элементы II группы

А. Элементы IIА группы

1. Чем определяются специфические особенности химии бериллия в сравнении с остальными элементами IIА-группы и в чем они проявляются?
2. Какие элементы IIА-группы относятся к щелочноземельным металлам и чем обусловлено это название?
3. В чем заключаются особенности химии магния как 2-го типического элемента IIА-группы?
4. Сравните распространенность в природе и основные минеральные формы для элементов IIА-группы. Какие выводы общехимического плана при этом можно сделать?
5. Чем обусловлена наибольшая комплексообразовательная способность бериллия по сравнению с другими элементами IIА-группы?
6. Чем объясняется важность Mg для бионеорганической химии?
7. Какие виды аналогий наблюдаются для элементов подгруппы кальция?

8. На основании положения металлов в Периодической таблице установите, от какого из атомов – натрия или магния – труднее отрывается первый электрон, а от какого - второй? Дайте аргументированный ответ.
9. Сравните комплексообразовательную способность бериллия и магния, магния и цинка. Чем объясняются различия?
10. Почему для бериллия характерна полимеризация его соединений? Чему равно в таких соединениях его координационное число? Приведите примеры.
11. Выясните, в каком структурном типе кристаллизуется BeF_2 . Какие выводы о химии бериллия в целом можно сделать на основании этого факта?
12. Укажите тип гибридизации атомных орбиталей и геометрическую форму следующих ионов:
 $[\text{BeF}_4]^{2-}$, $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$, $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$.
13. Для получения кальция в промышленности CaCO_3 прокаливают в смеси с алюминием. Укажите способ разделения образующихся продуктов.
14. Почему гидроксид магния реагирует с сульфатом аммония в растворе, а гидроксид бериллия – нет?
15. Объясните, почему при пропускании углекислого газа через раствор гидроксида кальция образуется осадок, а при пропускании через раствор хлорида кальция - нет?
16. В три пробирки, содержащие равные объемы растворов хлоридов кальция, стронция и бария одинаковой молярной концентрации, добавляют по каплям при перемешивании раствор карбоната натрия. В какой пробирке осадок появится при наименьшем (наибольшем) объеме введенного раствора карбоната натрия? Образуются ли осадки во всех пробирках? Дайте аргументированный ответ.
17. Укажите, какие свойства элементов ПА группы можно использовать для разделения следующих пар катионов:
а) Be^{2+} и Mg^{2+} , б) Ba^{2+} и Sr^{2+} , в) Be^{2+} и Ca^{2+} .

18. Объясните, почему хромат стронция реагирует с уксусной кислотой, а хромат бария не реагирует. Почему оба хромата реагируют с раствором соляной кислоты? Дайте аргументированный ответ.
19. Как можно отличить известковую воду (насыщенный водный раствор гидроксида кальция) от баритовой воды?
20. Какие соединения относятся к шенитам? Какова их общая формула? Какова их роль в химической характеристике элемента?

Б. Элементы IIВ-группы

1. Сопоставьте распространенность элементов IIВ- и IIА-группы. Какими основными минеральными формами представлены в природе цинк, кадмий и ртуть?
2. На чем основаны общие принципы получения цинка, кадмия и ртути в промышленности?
3. Как сказываются особенности электронного строения металлов подгруппы цинка на их химических свойствах?
4. Какие факты указывают на более близкую аналогию соединений типического элемента магния с соединениями элементов IIВ-группы, чем со щелочноземельными металлами?
5. Известно, что сульфид цинка образует две полиморфных модификации – кубическую (сфалерит) и гексагональную (вюртцит). Какие предположения можно сделать о структурах ZnO , $ZnSe$, $ZnTe$?
6. Чем можно объяснить существенно меньшую термическую устойчивость карбонатов цинка и кадмия по сравнению с аналогичными соединениями элементов IIА-группы?

7. Как изменяется устойчивость одготипных соединений цинка, кадмия и ртути с увеличением порядкового номера элемента и почему это изменение особенно заметно при переходе от кадмия к ртути?
8. В каких свойствах ртути проявляется ее отличие от цинка и кадмия, обусловленное высокой устойчивостью электронной конфигурации $6s^2$?
9. Дают ли элементы ПВ группы внутриорбитальные комплексы? Квадратную или тетраэдрическую конфигурацию имеют ионы, в которых координационное число цинка равно 4, например, $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$?
10. Чем будут отличаться процессы растворения ртути: а) в избытке азотной кислоты, б) в присутствии избытка самой ртути? Напишите уравнения этих реакций и объясните с электронной точки зрения причину образования двухатомной группы $-\text{Hg}-\text{Hg}-$?
11. Какие экспериментальные факты указывают на то, что во всех соединениях "ртути (+1)" в действительности существуют пары ковалентно связанных атомов ртути?
12. Как, пользуясь только индикатором (каким?), различить растворы хлоридов бария и цинка? Какие еще реагенты можно использовать для этой же цели?
13. Как можно отличить латунь (сплав цинка с медью) от чистой меди?
14. Какие свойства гидроксидов цинка и кадмия позволяют сделать вывод об относительной величине степени гидролиза их солей?
15. Как и почему меняется характер гидроксидов элементов ПВ-группы с увеличением порядкового номера элемента?
16. Какими способами можно разделить одновременно находящиеся в растворе ионы Cd^{2+} и Zn^{2+} ?
17. Что такое амальгамы? Изменяются ли химические свойства металлов в амальгамированном состоянии? Как взаимодействует с водой амальгама натрия, почему ее

применяют в качестве восстановителя вместо металлического натрия?

18. Почему случайно пролитая ртуть должна быть тщательно собрана, а те места, где она могла задержаться, рекомендуется засыпать "серным цветом" (что это такое)?
19. Почему ион Cu^{2+} в растворе имеет интенсивную голубую окраску, а ион Zn^{2+} - бесцветен?
20. Ион ртути в растворе бесцветен, как и большинство ее соединений в твердом состоянии. Почему сульфид ртути имеет интенсивную красную окраску (киноварь)?
21. Как можно объяснить изменение окраски в ряду $\text{ZnS} - \text{CdS} - \text{HgS}$? Какие выводы о природе химической связи в этих соединениях можно при этом сделать?

8. Элементы III группы

А. Элементы IIIA-группы

Общая характеристика

1. Охарактеризуйте особенности III группы, которые выделяют ее из остальных групп периодической системы.
2. Почему некоторые авторы относят элементы подгруппы скандия к IIIA-группе, а элементы подгруппы галлия – к IIIB-группе?

Бор

3. В чем заключаются особенности бора как элемента третьей группы периодической таблицы? В чем уникальность этого элемента (и простого вещества) в периодической системе:?

4. Почему для бора не характерны соединения, в которых он был бы одновалентным?
5. Чем можно объяснить неустойчивость гомоатомных цепей $-B-B-$ и, наоборот, большую устойчивость гетероатомных цепей $-B-O-B-O-B-$?
6. Оксид бора – полимерное соединение, образованное за счет связей $B-O-B$. При действии воды эти связи разрушаются в результате гидратации. Какой продукт является конечным, и при каких условиях возможен обратный процесс?
7. Чему равна основность ортоборной кислоты в водных растворах?
8. Что является причиной увеличения кислотности борной кислоты с увеличением ее концентрации?
9. Приведите примеры соединений, образованных атомами бора за счет: а) только валентных электронов; б) всех валентных орбиталей. Какие из них будут координационно-насыщенными? Укажите для того и другого случая координационное число атома бора, тип гибридизации его орбиталей и соответствующую пространственно-геометрическую форму молекул или ионов.
10. За счет чего молекула BF_3 может присоединять к себе другие молекулы или ионы, например молекулы воды и аммиака, фторид-анионы? Почему невозможно присоединение таких молекул, как CH_4 ?
11. Чем обусловлена высокая склонность галогенидов бора к гидролизу? В чем заключается различие между гидролизом фторида бора и остальных галогенидов?
12. Какую функцию выполняют галогениды бора с точки зрения льюисовых представлений?
13. Почему в обычных условиях не существует простое соединение BH_3 , а образуется димер B_2H_6 ? На примере этого соединения покажите, что гидриды бора (бораны) отличаются дефицитом электронов. Как взаимодействуют

бораны с водой? Какие свойства этих соединений дают возможность использовать их в качестве ракетного топлива?

14. Какие полиморфные модификации известны для нитрида бора? Чем объясняется их большее разнообразие по сравнению с изоэлектронным аналогом – углеродом?
15. Как получается боразол, каково его строение и на основании каких общих принципов его можно объяснить?

Алюминий

16. Сопоставьте распространенность в природе элементов IIIA-группы. Что отличает в этом отношении алюминий?
17. Каковы основные формы природных соединений алюминия? Как Вы думаете, почему алюминий не образует сульфидных минералов, хотя для элементов подгруппы галлия они известны и наиболее типичны? Какие выводы можно сделать из этого факта?
18. Какие общие выводы о химии алюминия можно сделать из факта существования в природе минерала криолита?
19. Какие соединения называются шпинелями? Что такое собственно шпинель? Что можно сказать о свойствах компонентов, из которых могут образовываться шпинели? Можно ли их рассматривать как соли?
20. Что такое алюмотермия? На чем основан этот процесс с термодинамической точки зрения?
21. Через какие последовательные стадии протекает реакция при постепенном прибавлении кислоты к раствору, содержащему гексагидроксоалюминат натрия? Какое вещество будет ее конечным результатом? Как провести реакцию в обратном направлении?
22. Почему для осаждения гидроксида алюминия используют не щелочь, а раствор аммиака?

23. Качественной реакцией на алюминий (или кобальт) является образование метаалюмината кобальта синего цвета. Напишите уравнения реакций, которые происходят при сплавлении сульфатов этих металлов.
24. Чем объясняется образование димерных молекул галогенидов алюминия (кроме фторида алюминия)? Покажите их строение на примере димера хлорида алюминия. При каких условиях этот димер диссоциирует на отдельные молекулы?
25. Почему хлорид бериллия полимеризован, а хлорид алюминия только димеризован?
26. Каковы координационные числа алюминия в его комплексных галогенидах? Чем можно объяснить различия в строении и устойчивости этих соединений? Каково пространственно-геометрическое строение этих комплексов и тип гибридизации центрального атома?
27. Учитывая ответ на вопрос 14 из этого раздела, предположите, к какому структурному типу могут относиться AlN , AlP , $AlAs$, $AlSb$. У какого из этих соединений наибольшая склонность к гидролизу и чем это можно объяснить?
28. Чем карбид алюминия отличается от карбидов большинства других металлов?
29. В чем особенность кристаллохимического строения фосфата алюминия и как ее можно объяснить?
30. Какие соединения называются квасцами? Какова их общая формула? Какие элементы склонны к образованию квасцов и как эта способность характеризует данные элементы?
31. Что такое аланаты, каково их номенклатурное название? Как можно получить аланат лития, и на чем основано его применение в неорганическом синтезе?

Подгруппа галлия

32. Известно, что гидроксид галлия является идеальным амфолитом. Что можно сказать о кислотно-основных свойствах гидроксида алюминия?
33. При переходе от алюминия к галлию нарушается общая закономерность усиления металличности в свойствах элементов главных подгрупп с увеличением их порядкового номера. В чем это выражается и что является причиной этого явления?
34. Какова закономерность в изменении степеней окисления в соединениях элементов подгруппы галлия и с чем это связано?
35. Чем "знамениты" фосфиды, арсениды и антимониды (стибиды) алюминия, галлия и индия? Каково их кристаллохимическое строение? Почему в этом ряду не упомянут таллий?
36. Как протекают реакции взаимодействия галогенидов Ga, In, Tl с водой?
37. Что означает термин "субсоединение"? Относятся ли к субсоединениям, например, Al_2O_3 , $AlCl_3$, Tl_2O_3 , $TlCl_3$?
38. Какими свойствами обладает $TlOH$?
39. Какими свойствами обладают моногалогениды таллия? Как и почему изменяется их окраска (от фторида к иодиду)?

Б. Элементы IIIВ-группы

1. Почему элементы подгруппы скандия и лантаноиды называют редкоземельными элементами? Какому химическому термину соответствует слово «земля»? Почему эти элементы назвали редкими?
2. Какое вещество является групповым реагентом на катионы лантаноидов (III)? Предложите способы получения оксида лантана (III).
3. В некоторых учебниках неорганической химии свойства тория, протактиния и урана рассматриваются совместно с элементами IVB, VB и VIB групп соответственно. Оправдано ли такое рассмотрение с Вашей точки зрения? Дайте аргументированный ответ.

4. В некоторых вариантах периодической системы непосредственно под бором и алюминием размещают элементы подгруппы скандия, а не галлия. В какой мере это оправдано?
5. В некоторых вариантах периодической системы предлагается лантан разместить вместе с лантаноидами, а лютеций как элемент ШВ-группы поместить под иттрием. Каковы Ваши соображения по этому поводу?
6. Перечислите лантаноиды, которые в соединениях проявляют: а) степень окисления (+2); б) степень окисления (+4). Приведите примеры их соединений. Объясните причину подобных свойств этих металлов.
7. Можно ли, по аналогии с алюмотермией, осуществить, например, процесс лантанотермии или иттриотермии? Можно ли таким образом получить металлический алюминий? Вопросами экономической целесообразности, разумеется, здесь надо пренебречь.
8. Приведите примеры уравнений реакций, подтверждающие амфотерность гидроксида скандия.
9. Как влияет лантаноидная контракция на свойства лантаноидов и их соединений? На примере каких свойств это влияние можно проиллюстрировать наиболее наглядно?
10. На примере каких свойств можно наглядно проиллюстрировать внутреннюю периодичность в семействе лантаноидов?
11. Связь лантаноид – вода в аквакомплексах $[\text{Me}(\text{H}_2\text{O})_8]^{3+}$ упрочняется при переходе от лантана к лютецию. Как изменяются кислотно-основные свойства комплексов в этом направлении?
12. Как Вы думаете, какой гидроксид в большей мере обладает амфотерными свойствами – $\text{Sc}(\text{OH})_3$ или $\text{Lu}(\text{OH})_3$? Чем Вы можете обосновать Вашу точку зрения?
13. Сопоставьте свойства тригалогенидов лантаноидов и элементов подгруппы галлия. Что можно сказать о природе химической

связи в этих рядах соединений и об их склонности к гидролизу в водных растворах?

14. Чем отличаются по кристаллохимическому строению фосфиды, арсениды и антимониды лантаноидов от аналогичных соединений алюминия, галлия и индия? Какие выводы можно сделать из этого факта?
15. Как в целом можно охарактеризовать способность лантаноидов к комплексообразованию? Какими примерами это можно проиллюстрировать?
16. Почему *5f*-элементы, находящиеся в одной группе с лантаном и актинием, целесообразно называть не актиноидами, а *актинидами*? В чем состоят проблемы их размещения в периодической системе? как можно объяснить особенности их свойств с электронной точки зрения?

9. Элементы IV группы

А. Элементы IVA-группы

Углерод

1. В чем заключается значение IVA-группы как одной из "осевых" групп периодической системы?
2. Почему углерод образует больше химических соединений, чем другие элементы в периодической системе, вместе взятые? Какой еще элемент обладает такими же особенностями? С чем это связано?
3. Какова природа химической связи углерода с другими элементами периодической системы?
4. Какое место занимает углерод по распространенности на Земле? В каком виде находится большая часть углерода в земной коре?
5. Можно ли считать аллотропные формы углерода полиморфными модификациями? Является ли аморфный углерод (например, сажа) его аллотропной формой?

6. Чем обусловлена "металлизация" химической связи в графите, и на каких свойствах графита это сказывается?
7. Какие гомологические ряды органических соединений генетически связаны с его аллотропными формами?
8. Все ли известные оксиды углерода относятся к характеристическим соединениям? На каком основании?
9. Монооксид углерода получается обезвоживанием муравьиной кислоты. Взаимодействие СО с едким натром приводит к образованию формиата натрия. Почему же этот оксид считают несолеобразующим, а не кислотным оксидом муравьиной кислоты?
10. Дайте объяснение химической индифферентности (хотя бы относительно воды) изоэлектронных молекул N_2 и СО.
11. Какие реакции наиболее характерны для СО и чем это объясняется?
12. Чем можно объяснить ядовитость оксида углерода (II)?
13. Какая способность СО используется в пирометаллургии?
14. Чем интересны карбонилы переходных металлов?
15. Для углерода известны CO_2 , CS_2 и COS . В каком агрегатном состоянии находятся эти вещества при обычных условиях? Полярны ли эти молекулы? Как называется, как получается и к какому классу соединений относится последнее из перечисленных веществ.
16. Знаете ли Вы, чем различаются газ и пар с термодинамической точки зрения? В какой мере правомерно CO_2 называть углекислым газом?
17. Чем выгоднее пользоваться для большего поглощения углекислого газа: водой или раствором щелочи? Как можно разделить газы, смесь которых получается при нагревании щавелевой кислоты с концентрированной серной кислотой?

18. Существуют C_2H_6 и B_2H_6 (диборан или борэтан). Почему, в отличие от метана CH_4 , отсутствует моноборан BH_3 ? С чем это связано?
19. Галогениды бора BG_3 бурно (вплоть до взрыва) взаимодействуют с водой – энергично гидролизуются. Почему галогениды углерода CG_4 инертны по отношению к воде? Чем объясняется такое различие?
20. Приведите экспериментальные доказательства того, что дициан по свойствам напоминает галогены (кроме фтора).
21. Что такое таутомерия? В каких таутомерных формах существуют в водном растворе циановая и циановодородная кислоты?
22. Что такое гремучая кислота? Как называются ее соли?
23. Какие свойства характерны для карбида кремния? В какой мере они обусловлены его кристаллохимическим строением?
24. Как можно объяснить, что для угольной кислоты известна только мета-форма, а для кремниевой – и мета-, и орто-формы?
25. Чем в целом определяется термическая устойчивость карбонатов? Приведите примеры наиболее и наименее устойчивых карбонатов.
26. Как можно объяснить, что реакция $Na_2SiO_3 + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + SiO_2$ при комнатной температуре протекает в прямом направлении, а при прокаливании – в обратном?
27. Какие соединения углерода называют тиокарбонатами? Как их можно получить? На какие продукты разлагается водой тиоугольная кислота?
28. Как правило, тиокислоты и устойчивее, и сильнее по сравнению с кислородными кислотами того же элемента. Приведите примеры и дайте объяснение.

Кремний

29. Чем, в принципе, химия кремния как второго типического элемента IV группы отличается от химии углерода? Дайте развернутый ответ.
30. Почему кремний иногда называют "главным элементом неорганической химии"?
31. В чем, на Ваш взгляд, заключается особая роль кремния в геохимическом отношении?
32. Какая связь наиболее характерна для химии углерода, и какая – для химии кремния?
33. С чем связано увеличение валентных возможностей кремния по сравнению с углеродом?
34. Кремний не растворяется в царской водке, но может быть переведен в раствор действием смеси $\text{HF} + \text{HNO}_3$. Дайте химическое объяснение этому факту.
35. Кремний и германий – важнейшие полупроводниковые вещества в современной технике. Германий – редкий и рассеянный элемент, а кремний – один из двух самых распространенных. Как Вы думаете, почему стоимость кремния как полупроводникового материала весьма высока и сопоставима со стоимостью германия?
36. Почему для получения полупроводников применяют так называемую бестигельную зонную плавку?
37. За счет чего связь Si – O более прочна, чем связь C – O?
38. Для кремния характерно и устойчиво координационное число 4. С этой точки зрения объясните существование SiO_2 в виде полимера со структурной единицей SiO_4 . Какую геометрическую конфигурацию она имеет?
39. Чем принципиально отличается кристаллохимическое строение стишовита от кварца, тридимита, кристобалита?
40. Почему CO_2 обладает молекулярной структурой, а SiO_2 – координационной?

41. Почему, в отличие от галогенидов углерода, галогениды кремния энергично гидролизуются водой (подобно галогенидам бора)?
42. Какой вторичной реакцией отличается гидролиз тетрафторида кремния от гидролиза остальных тетрагалогенидов кремния? Какой тип гибридизации АО кремния при этом осуществляется и какую геометрическую конфигурацию имеет структурная единица конечного продукта?
43. Почему плавиковую кислоту нельзя хранить в стеклянной посуде?
44. На чем основано использование тетрахлорида кремния для получения маскировочных туманов? Почему эффект усиливается в присутствии аммиака?
45. Какими свойствами обладают галогениды кремния с точки зрения льюисовых представлений?
46. Какая из кислот сильнее – HF или $H_2[SiF_6]$? Чем это можно объяснить? Почему не существуют $H_2[SiG_6]$ с остальными галогенами?
47. С образованием каких продуктов монооксид кремния реагирует с гидроксидом натрия? О чем это говорит?
48. Какие реакции характерны для SiO и SiG_2 ? Можно ли эти вещества называть субсоединениями? Какие общие выводы при этом можно сделать?
49. В неорганической химии используют так называемые транспортные реакции. Что это такое? Приведите примеры.
50. Приведите примеры, подтверждающие факт стабильности степени окисления +4 для кремния.
51. Какими способами можно получить силаны? Чем они отличаются по свойствам от представителей гомологического ряда предельных углеводородов? Почему гомологический ряд силанов не столь представлен?

52. Как происходит гидролиз полисиланов и о чем это свидетельствует?
53. К каким классам соединений относятся фосфиды кремния SiP и SiP_2 ? Каковы особенности их кристаллохимического строения?
54. Чем со структурной точки зрения обусловлено образование разнообразных силикатов? Каковы особенности строения алюмосиликатов?
55. Почему диоксид кремния является одним из лучших стеклообразователей? Как получают обычное стекло? Какие элементы, в принципе, можно использовать при изготовлении стекол с различными свойствами?
56. Чем хрустальное стекло отличается от "горного хрустала"? Как Вы думаете, откуда вообще произошло слово "хрусталь"?

Подгруппа германия

57. Сопоставьте типичные минеральные формы германия, олова и свинца. Какие общие выводы о химии этих элементов при этом можно сделать?
58. Почему относительная электроотрицательность германия больше, чем у кремния?
59. Природный сульфид свинца PbS (свинцовый блеск или галенит) представляет основную фракцию так называемых полиметаллических руд. С химической точки зрения он является солью слабого многокислотного основания и слабой многоосновной кислоты, т.е. должен подвергаться полному гидролизу. Почему же он устойчиво существует в природе миллионы лет?
60. Соблюдается ли для элементов подгруппы германия кристаллохимическое правило Юм-Розери? Дайте объяснения.
61. Какие свойства олова подтверждают его промежуточное положение в ряду германий – олово – свинец?

62. В каких двух модификациях может находиться олово? Чем они различаются? Какой процесс и почему называется «оловяннй чумой», и при каких условиях он возможен?
63. Как ведет себя олово в концентрированной и разбавленной азотной кислоте? Какие общие выводы при этом можно сделать?
64. Как металлический свинец отличить от германия и олова, пользуясь только азотной кислотой? Приведите примеры реакций.
65. Можно ли отнести к субсоединениям GeO и $\text{Ge}\Gamma_2$; SnO и $\text{Sn}\Gamma_2$; PbO и $\text{Pb}\Gamma_2$? Какие общие выводы можно при этом сделать?
66. Олово и свинец в ряду стандартных электродных потенциалов располагаются перед водородом, однако в разбавленной соляной кислоте растворяются плохо (в отличие, например, от цинка). Почему? Чем обусловлена их значительно лучшая растворимость в концентрированной HCl ?
67. Каковы общие принципы получения водородных соединений для элементов подгруппы германия? Что можно сказать об их сравнительной стабильности и чем можно объяснить наблюдаемые закономерности?
68. Какие оксиды образуют элементы подгруппы германия при нагревании на воздухе? Какие выводы о химии этих элементов можно сделать на основании этого факта?
69. К каким структурным типам принадлежат GeO_2 , SnO_2 , PbO_2 , PbO ? Какие выводы о природе химической связи в этих оксидах можно при этом сделать?
70. Почему при растирании порошка PbO_2 с серой и фосфором происходит воспламенение? В каком производстве это явление используется?
71. Для свинца, помимо PbO и PbO_2 , известны оксиды Pb_2O_3 и Pb_3O_4 . Как Вы объясните отсутствие подобных соединений для германия и олова?

72. Чем объясняется резкое различие свойств α - и β -оловянных кислот? Характерна ли эта особенность именно для гидроксидов олова?
73. Какое соединение является более сильным окислителем – PbO_2 в кислой среде или плумбат натрия $\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6]$ в щелочной? Чем это можно объяснить?
74. Каков состав соединений, образующихся при непосредственном взаимодействии элементов подгруппы германия с галогенами? Каков характер химической связи в этих соединениях? Каковы особенности их химического и кристаллохимического строения?
75. Что характерно для тетрагалогенидов элементов подгруппы германия по отношению к воде? Как можно объяснить эти факты?
76. Тетрахлорид свинца получают косвенными методами. Можно ли его получить путем взаимодействия диоксида свинца с соляной кислотой?
77. Как можно объяснить невозможность существования PbBr_4 и PbI_4 в свободном состоянии? Почему, тем не менее, существуют комплексы $[\text{PbBr}_6]^{2-}$ и $[\text{PbI}_6]^{2-}$?
78. Как получить тиогерманаты и тиостаннаты, исходя из моно- и дисульфидов этих элементов? К каким типам относятся соответствующие реакции?
79. Для элементов подгруппы германия в целом характерна халькофильность, что видно и на примере природных соединений и при образовании тиосолей. Почему тиосоли не характерны для свинца?
80. Для какого элемента подгруппы германия наиболее характерны соли кислородсодержащих кислот и почему?
81. При взаимодействии олова с серной кислотой можно получить как SnSO_4 , так и $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$. Как надо осуществлять взаимодействие для получения указанных соединений? Каковы особенности поведения SnSO_4 при нагревании?

82. Как можно получить PbSO_4 и $\text{Pb}(\text{SO}_4)_2$? Что можно сказать об отношении этих соединений к воде?

Б. Элементы IVB-группы

1. В чем, на Ваш взгляд, состоит уникальность IVB-группы в периодической системе?
2. В чем проявляется и чем обусловлена вторичная периодичность у элементов IVB-группы? В каких побочных подгруппах периодической системы она еще должна наблюдаться, а где – нет?
3. Каковы основные формы соединений элементов подгруппы титана в природе? Какие выводы об особенностях химии этих элементов можно при этом сделать?
4. В периодической системе долгое время существовала "проблема элемента № 72". Как Вы думаете, почему гафний удалось открыть только в XX веке, несмотря на многочисленные более ранние попытки?
5. Почему металлы подгруппы титана в свободном состоянии невозможно получить традиционными методами, например, карботермически или высокотемпературным восстановлением в атмосфере водорода, хотя такие реакции термодинамически возможны, да и кинетически осуществимы?
6. Что такое "иодидный" титан (цирконий, гафний)? На каком принципе основано их получение?
7. Металлы подгруппы титана характеризуются существенно отрицательным стандартным электродным потенциалом ($-1,2 \div -1,7$ В). Почему же они устойчивы по отношению к сильным минеральным кислотам, но в то же время взаимодействуют с такими слабыми кислотами, как HF , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, горячая H_3PO_4 и др.?
8. Как Вы думаете, в какой смеси металлы подгруппы титана химически растворяются более энергично: $\text{HCl} + \text{HNO}_3$ или $\text{HF} + \text{HNO}_3$?
9. Запишите уравнения реакций, отражающих взаимодействие металлов подгруппы титана с расплавом щелочи на воздухе.

Осуществляются ли подобные взаимодействия в растворе щелочи? Какие выводы о природе элементов и их характеристических соединений можно сделать на основании этого факта?

10. Какие оксиды титана Вы знаете? Какими свойствами они обладают? Как меняется характер связи в них с увеличением содержания кислорода? Какими методами их можно получить? Какие из этих оксидов известны для циркония и гафния?
11. Знаете ли Вы, что такое фианиты? Какое отношение они имеют к элементам IVB-группы?
12. Какими способами можно получить гидроксиды элементов подгруппы титана, отвечающие высшей степени окисления? Какими свойствами они обладают? В каких условиях получают производные, отвечающие кислотной функции этих гидроксидов? Для каких элементов и почему более характерны мета-, а для каких – орто-формы производных?
13. Чем знаменит по своим свойствам титанат бария?
14. В чем заключается процесс "старения" гидроксидов $\text{Э}(\text{OH})_4$ элементов IVB-группы? Для всех ли элементов он характерен в равной мере? Проведите аналогию с элементами подгруппы германия.
15. Какой из гидроксидов проявляет более основные свойства:
а) $\text{Ti}(\text{OH})_4$ или $\text{Ti}(\text{OH})_3$, б) $\text{Ti}(\text{OH})_4$ или $\text{Zr}(\text{OH})_4$?
Дайте мотивированный ответ.
16. Какими особыми свойствами обладают гидроксиды титана в степенях окисления +3 и +2? В какой мере выражены эти свойства? Ответ подтвердите примерами.
17. Определите, будут ли взаимодействовать с катионом титана (III) следующие реагенты: а) сульфит калия; б) цинк в кислой среде; в) кислород.
18. Известно, что нитрат- и перхлорат-анионы устойчивы к действию многих восстановителей, однако они могут быть восстановлены катионом титана (III). Составьте уравнения этих реакций.

19. Объясните, почему подкисленный бесцветный раствор хлорида титана (IV) становится фиолетовым после добавления металлического магния и снова обеспечивается после добавления пероксида водорода? Напишите уравнения реакций.
20. Какими фактами можно подтвердить, что тетрагалогениды элементов подгруппы титана не являются солеобразными соединениями?
21. Чем обусловлена склонность элементов IVB-группы к образованию прочных галогенидных ацидокомплексов $[\text{ЭГ}_6]^{2-}$? Можно ли рассматривать эти комплексы с позиций МВС или ТКП?
22. Для титана максимальное и устойчивое координационное число равно 6. Почему для циркония и гафния оно может иметь большие значения – 7 и 8?
23. Какие соединения элементов IVB-группы в большей степени склонны к гидролизу – сами тетрагалогениды или галогенидные ацидокомплексы?
24. В чем причина устойчивого существования "йловых" катионов для элементов IVB-группы (титанила, цирконила, гафнила)? В каких случаях вообще можно ожидать, что элемент способен образовывать подобные катионы? Каков характер связей, например, в TiOCl_2 , и что можно сказать о свойствах этого соединения?
25. Можно ли галогениды ЭГ_2 и ЭГ_3 для элементов IVB-группы рассматривать как субгалогениды? Для всех ли элементов они характерны в равной мере? Почему среди дигалогенидов титана отсутствует фторид? Какое практическое применение находит, например, реакция диспропорционирования диiodида титана?
26. Составьте координационные формулы трех гидратных изомеров состава $\text{TiCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Предложите химический метод идентификации лигандов, входящих в состав внутренней сферы изомерных комплексных соединений.

27. Что в целом можно сказать о солях кислородсодержащих кислот элементов IVB-группы и на основании каких соображений?
28. Почему растворимые производные элементов подгруппы титана (IV) простого состава TiCl_4 , $\text{Ti}(\text{SO}_4)_2$, $\text{Zr}(\text{NO}_3)_4$ и др. нельзя получить в водных растворах?
29. Как можно получить сульфат титана (IV)? Сульфат какого элемента IV группы получают подобным же способом? Какие выводы о природе сульфата титана (IV) можно при этом сделать?
30. Какова характерная особенность сульфата титана (III)? С какими элементами периодической системы Ti^{+3} в этом смысле проявляет аналогию?
31. Какими свойствами обладает кристаллогидрат $\text{Zr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$? Как следует его называть и записывать его формулу с учетом проявляемых функций?
32. Какие соли более стабильны для циркония и гафния: $\text{Э}_3(\text{PO}_4)_2$ или $\text{ЭP}_2\text{O}_7$; $\text{Э}(\text{SiO}_3)_2$ или ЭSiO_4 ? Как можно объяснить эту закономерность?

СОДЕРЖАНИЕ

Периодический закон как основа химической систематики

1. Структура периодической системы
..... 3
- 2. Простые вещества как гомоатомные соединения . . .**
..... 5
- 3. Бинарные химические соединения**
..... 6
- 4. Сложные химические соединения**
..... 7

Химия элементов

5. Водород
..... 9
6. Элементы I группы
..... 12
 А. Элементы IA-группы
 12

 Б. Элементы IB группы
 ..13
7. Элементы II группы
..... 15
 А. Элементы IIA группы
 15
 Б. Элементы IIB-группы
 17
8. Элементы III группы
.....19
 А. Элементы IIIA-группы
 19

 Общая характеристика19
 Бор
 19

Алюминий	20
Подгруппа галлия	21
Б. Элементы IIIВ-группы	22
9. Элементы IV группы	24
А. Элементы IVA-группы	24
Углерод	24
Кремний	26
Подгруппа германия	28
Б. Элементы IVB-группы	30

Составители: Угай Яков Александрович, Миттова Ирина Яковлевна,
Яценко Олег Борисович, Пшестанчик Валерий
Рафаилович,
Прокин Александр Николаевич, Лаврушина Светлана
Семеновна,
Самойлов Александр Михайлович, Томина Елена
Викторовна

Редактор Тихомирова О.А.

Заказ № от 2001 г. Тир. экз. Лаборатория оперативной
полиграфии ВГУ