

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра неорганической химии

**ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ.
МЕТАЛЛЫ**

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве сборника задач*

Самара
Издательство «Самарский университет»
2007

Рецензент д-р хим. наук, проф. В.А. Блатов
Отв. редактор д-р хим. наук, проф. Л.Б. Сережкина

Авторы: Л.М. Бахметьева, Л.С. Лазарева, А.В. Вологжанина,
Д.В. Пушкин, Л.Б. Сережкина

Бахметьева Л.М.

Б302 **Вопросы и задачи по неорганической химии. Металлы:** сборник задач / [Л.М. Бахметьева, Л.С. Лазарева, А.В. Вологжанина и др.]; Федер. агентство по образованию. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2007. – 40 с.

В сборнике задач приведены вопросы и задачи по теме «Металлы» дисциплины «Неорганическая химия», которые рассматриваются на семинарских и лабораторных занятиях.

Предназначен для студентов первого курса биологического факультета и может быть использован студентами при самостоятельной подготовке к лабораторным занятиям и семинарам.

УДК 546
ББК 24.1

© Бахметьева Л.М., Лазарева Л.С., Вологжанина А.В.,
Пушкин Д.В., Сережкина Л.Б., 2007
© Самарский государственный университет, 2007
© Оформление. Изд-во «Самарский университет», 2007

ПРИМЕРНАЯ СХЕМА АНАЛИЗА СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

Общая характеристика металлов подгруппы

1. Место металлов в периодической системе (ПС) и их электронная конфигурация.
2. Сравнение радиусов атомов, энергий ионизации, электроотрицательностей:
 - а) металлов данной подгруппы с аналогичными характеристиками металлов других подгрупп;
 - б) металлов данной подгруппы.
3. Проявление главных тенденций в изменении радиуса, энергии ионизации, электроотрицательности в строении (типе химической связи) и в химических свойствах (активности металлов, кислотно-основных свойствах соединений) металлов и их соединений.
4. Степени окисления металлов в их соединениях:
 - а) связь с электронной конфигурацией атомов;
 - б) основные тенденции в изменении устойчивости высших и низших степеней окисления в подгруппе металлов;
 - в) примеры соединений металлов в различных степенях окисления и их окислительно-восстановительные свойства.
5. Распространенность элементов подгруппы в природе. Основные минералы. Практическое применение их соединений. Биохимическая роль металлов подгруппы.

Анализ свойств металлов подгруппы

1. Строение металлов подгруппы:
 - а) Электронная конфигурация металлов;
 - б) Тип кристаллической решетки металлов.
2. Физические свойства металлов:
 - а) Прочность кристаллических решеток и температура плавления металлов данной подгруппы по сравнению с металлами других подгрупп; тенденции в изменении этих свойств в данной подгруппе;
 - б) электро- и теплопроводность металлов подгруппы по сравнению с аналогичными свойствами металлов других подгрупп; характер их изменения внутри данной подгруппы.
3. Химические свойства простых веществ:
 - а) активность металлов подгруппы по сравнению с активностью металлов других подгрупп, причина высокой или низкой химической активности;

- б) характер изменения химической активности металлов в подгруппе, причина наблюдаемой тенденции;
 - в) положение металлов подгруппы в ряду активности металлов, влияние данного фактора на их химические свойства;
 - г) взаимодействие металлов с простыми веществами (кислородом, галогенами, водородом), с растворами щелочей, кислот неокислителей (соляной, разбавленной серной и др.) и окислителей (концентрированной серной, концентрированной, разбавленной и очень разбавленной азотной);
 - д) тенденции в изменении химических свойств и устойчивости высших и низших степеней окисления в зависимости от места металла в подгруппе на примере рассмотренных реакций.
4. Способы получения металлов подгруппы и их практическое применение.

Анализ свойств оксидов и гидратов оксидов металлов

1. Соотношение между типом химической связи М-О в соединении (ионная, ионно-ковалентная, ковалентная) и принадлежностью соединения к основному, амфотерному, кислотному типам. Влияние места положения металла в ПС и его степени окисления на характер химической связи.
2. Физические свойства соединения:
 - а) температуры плавления, кипения (указать, низкие или высокие), влияние на данные свойства типа химической связи;
 - б) цвет, запах;
 - в) растворимость в воде, влияние, оказываемое на нее характером химической связи и типом кристаллической решетки.
3. Химические свойства:
 - а) привести уравнения реакций, характеризующих данное соединение, как представителя одного из классов неорганических соединений;
 - б) охарактеризовать окислительно-восстановительные свойства соединения, а именно:
 - участие в межмолекулярных окислительно-восстановительных реакциях. Отметить возможность участия вещества в роли: только окислителя, только восстановителя, вещества с окислительно-восстановительной двойственностью (указать преобладающую функцию);
 - реакции внутримолекулярного окисления-восстановления; объяснить причины наличия или отсутствия реакций данного типа;
 - реакции диспропорционирования; объяснить причины наличия или отсутствия данных реакций.
 Привести примеры уравнений окислительно-восстановительных реакций всех типов, характерных для данного соединения.
4. Способы получения соединения и его применение.

ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ БЕРИЛИЙ, МАГНИЙ, ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ

1. Рассмотрите электронное строение атомов щелочных металлов. Какие степени окисления проявляют они в своих соединениях?
2. В каком структурном типе кристаллизуются щелочные металлы? Какое координационное число имеет атом щелочного металла в кристалле?
3. Как изменяются по подгруппе щелочных металлов атомные радиусы, энергии ионизации, температуры кипения и плавления, металлические свойства?
4. Как изменяется химическая активность металлов в ряду литий – цезий? Как относятся щелочные металлы к неметаллам, воде, кислотам?
5. Какими способами получают металлы в свободном состоянии?
6. Каковы структура, физические и химические свойства гидридов? Как их можно получить?
7. Какие соединения с кислородом образуют щелочные металлы? Каково их строение, устойчивость и отношение к воде?
8. Охарактеризуйте физические и химические свойства гидроксидов щелочных металлов. Как изменяется сила оснований в ряду гидроксидов лития – цезия?
9. Опишите промышленные способы получения гидроксидов калия и натрия.
10. Как изменяется термическая устойчивость сульфатов и карбонатов щелочных металлов с точки зрения поляризующего действия катионов?
11. Рассмотрите электронное строение атомов бериллия, магния и щелочноземельных металлов. Какие степени окисления характерны для этих элементов?
12. В каком структурном типе кристаллизуются металлы второй главной подгруппы? Какие координационные числа характерны для этих металлов?
13. Как изменяются в ряду Be-Ba атомные радиусы, энергии ионизации, температуры кипения и плавления?
14. Как изменяется химическая активность металлов в ряду Be-Ba? Как относятся эти металлы к неметаллам, воде, кислотам?
15. Какие способы используются для получения металлов второй главной подгруппы в свободном состоянии?
16. Охарактеризуйте строение, физические и химические свойства гидридов металлов второй подгруппы. Как изменяется природа химической связи, термическая устойчивость в ряду данных гидридов? Каковы способы их получения?
17. Каково строение и свойства бинарных кислородных соединений металлов второй главной подгруппы? Сравните их устойчивость в данном ряду металлов. Как они относятся к воде?

18. Как изменяются основные свойства, растворимость в воде и термическая устойчивость в ряду гидроксидов $\text{Be}(\text{OH})_2$ - $\text{Ba}(\text{OH})_2$?
19. Объясните изменение термической устойчивости карбонатов и сульфатов элементов в ряду Be - Ba .
20. Что такое "жесткость воды" и какие существуют методы ее устранения?
21. Каковы биологические функции лития, натрия, калия, бериллия, магния, кальция, стронция и бария?

Вопросы для самоконтроля

1. Конфигурация валентного уровня щелочных металлов отвечает:
 - а) ns^1 ; б) ns^2 ; в) np^1 ; г) np^2 ; д) nd^1 .
2. Li , Na , K , Rb , Cs кристаллизуются в решетке:
 - а) ОЦК; б) ГЦК; в) ГПУ.
3. Для $\text{Be}(\text{II})$ наиболее характерно координационное число:
 - а) 2; б) 4; в) 6; г) 7; д) 8.
4. Энергия ионизации $\text{Э}^0 \rightarrow \text{Э}^+$ и $\text{Э}^+ \rightarrow \text{Э}^{2+}$ максимальна у:
 - а) Be ; б) Mg ; в) Ca ; г) Sr ; д) Ba .
5. Как изменяется температура плавления щелочных металлов от Li к Cs ?
 - а) понижается; б) повышается; в) изменяется немонотонно; г) не изменяется.
6. Наиболее высокая температура плавления во IIА подгруппе у:
 - а) Be ; б) Mg ; в) Ca ; г) Sr ; д) Ba .
7. Наиболее распространенными элементами земной коры из группы щелочных металлов являются:
 - а) Li ; б) Na ; в) K ; г) Rb ; д) Cs .
8. Магний встречается в природе в виде:
 - а) MgO ; б) $\text{Mg}(\text{OH})_2$; в) MgCl_2 ; г) $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; д) MgH_2 .
9. Металлические свойства наиболее ярко выражены у:
 - а) Li б) Na в) K г) Rb д) Cs
10. Какие металлы на воздухе покрываются оксидной пленкой?
 - а) Be ; б) Mg ; в) Ca ; г) Sr ; д) Ba .
11. При сгорании на воздухе натрий превращается в:
 - а) Na_2O ; б) Na_2O_2 ; в) NaO_2 ; г) NaO_3 .
12. Наименее устойчивый гидрид образует:
 - а) Be ; б) Mg ; в) Ca ; г) Sr ; д) Ba .
13. Магний при обычных условиях растворяется в
 - а) H_2O ; б) HCl (разб); в) NaOH (р-р); г) HF ; д) H_3PO_4 .
14. Какой метод используется для получения металлического калия?
 - а) электролиз раствора KOH ; б) $\text{KCl} + \text{Na}$ (расплав) $\rightarrow \text{K} + \text{NaCl}$;
 - в) электролиз раствора KCl ; г) электролиз раствора KNO_3 ;
 - д) электролиз раствора KI .

15. Наиболее активно взаимодействует с водой:
а) Be; б) Mg; в) Ca; г) Sr; д) Ba.
16. Какие соединения образуются при растворении Na_2O_2 в воде?
а) Na_2O б) H_2O_2 в) O_2 г) NaOH д) O_3 .
17. Какой из указанных гидроксидов является самым сильным основанием?
а) $\text{Be}(\text{OH})_2$; б) $\text{Mg}(\text{OH})_2$; в) $\text{Ca}(\text{OH})_2$; г) $\text{Sr}(\text{OH})_2$; д) $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
18. Наибольшей растворимостью и термической устойчивостью обладает
а) $\text{Be}(\text{OH})_2$; б) $\text{Mg}(\text{OH})_2$; в) $\text{Ca}(\text{OH})_2$; г) $\text{Sr}(\text{OH})_2$;
д) $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
19. Гидролизуются соли:
а) бериллия; б) магния; в) кальция; г) стронция; д) бария.
20. Постоянную жесткость воде придают:
а) хлориды кальция и магния; б) сульфаты кальция и магния;
в) гидрокарбонаты кальция и магния; г) фосфаты кальция и магния.
21. Какое утверждение ошибочно?
а) При взаимодействии с кислородом натрия образует пероксид.
б) Раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – лабораторный реактив для открытия CO_2 .
в) Магний известен как активатор киназ-ферментов, связанных с превращением фосфатов.
г) Соединения натрия имеют ионный характер связи.
д) В электрохимическом ряду напряжений магний расположен после водорода.
22. Какое утверждение ошибочно?
а) С водородом при обычных условиях бериллий не реагирует.
б) Во всех устойчивых соединениях степень окисления магния равна +1.
в) Определенная концентрация калия в клетках растений необходима для активации синтеза углеводов, усвоения нитратов и синтеза белков.
г) Гидроксиды $\text{Э}(\text{OH})_2$ ($\text{Э} = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$) – сильные основания.
д) Озониды ЭO_3 проявляют сильные окислительные свойства.
23. Какое утверждение ошибочно?
а) Организм человека содержит около 140 г калия и около 100 г натрия.
б) Защитная оксидная пленка препятствует взаимодействию бериллия с водой.
в) Магний – малоактивный металл.
г) Озониды щелочных металлов бурно реагируют с водой, выделяя водород.
д) Жесткость воды устанавливают физическими и химическими методами.
24. Какое утверждение ошибочно?
а) В ряду напряжений Ca, Sr, Ba расположены далеко впереди водорода.
б) В горячей воде бериллий полностью растворяется.
в) Во всех устойчивых соединениях степень окисления магния +2.

- г) Замедление поступления кальция в костную ткань вызывает деформацию костей у взрослых и рахит у детей.
- д) Щелочные металлы проявляют степень окисления +1.
25. Какое утверждение ошибочно?
- а) Натрий и калий присутствуют в почвах в трех основных формах: необменной, обменной и водорастворимой.
- б) Важнейшие минералы бериллия: берилл $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ и фенакит Be_2SiO_4 .
- в) MgO (жженая магнезия) – легкоплавкое вещество.
- г) Для лития наиболее характерно образование ионной связи.
- д) Гидроксиды ЭОН ($\text{Э} = \text{Li}, \text{Na}, \text{K}$) – бесцветные очень гигроскопичные вещества.
26. К раствору, полученному при добавлении 4.2 г. гидрида кальция к 100 мл. воды, прилили 100 мл. 30 %-ного раствора азотной кислоты ($\rho = 1.18$). Определите массовую доли соли в полученном растворе.
27. При полном электролизе на инертных электродах водного раствора сульфида рубидия выделилось 560 мл водорода (н.у.). Определите концентрацию (в массовых долях) образовавшегося раствора (плотность 1.075), если его получилось 24 мл.

АЛЮМИНИЙ, ГАЛЛИЙ, ИНДИЙ, ТАЛЛИЙ

1. Рассмотрите электронное строение элементов подгруппы алюминия.
2. Как изменяются в ряду $\text{Al} - \text{Tl}$ значения радиусов атомов, энергий ионизации, электроотрицательности? Дайте объяснение обнаруженным закономерностям.
3. Объясните, почему радиус атома галлия ниже, а электроотрицательность выше, чем у вышестоящего в подгруппе алюминия? На каких свойствах галлия и его соединений отражается указанная аномалия?
4. Охарактеризуйте кристаллические структуры металлов. Укажите значения координационных чисел для каждой структуры.
5. Опишите физические свойства металлов подгруппы алюминия. Сравните их температуру плавления, твердость, тепло- и электропроводность. Чем обусловлены аномально низкие температуры плавления галлия и индия?
6. Какие степени окисления проявляют элементы подгруппы алюминия? Почему характерная степень окисления таллия на две единицы ниже степени окисления других элементов подгруппы?
7. Познакомьтесь с положением алюминия, галлия, индия и таллия в ряду напряжений металлов и охарактеризуйте их отношение к воде, разбавленным и концентрированным растворам соляной, мерной и азотной кислот. Какие из этих металлов реагируют с растворами щелочей и ка-

- кие свойства металлов подчеркивает это взаимодействие? Напишите уравнения реакций?
8. Как изменяются величины теплот образования оксидов в ряду Al – Tl? На чем основан процесс алюминотермии?
 9. Как изменяются основные свойства и термическая устойчивость оксидов $\text{Э}_2\text{O}_3$ и гидроксидов $\text{Э}(\text{OH})_3$ в ряду Al – Tl? Соединения каких элементов проявляют яркую амфотерность?
 10. С помощью каких реакций можно перевести оксиды алюминия, галлия, индия и таллия в раствор? Какой из оксидов растворим в концентрированном растворе аммиака? Напишите уравнения реакций.
 11. Соединения какого элемента в степени окисления +3 проявляют сильные окислительные свойства? Объясните данное свойства и продемонстрируйте его на примере взаимодействия с концентрированным раствором соляной и серной кислот.
 12. Расположите в ряд по глубине гидролиза сульфаты трехвалентных элементов подгруппы алюминия. Напишите уравнение реакции гидролиза сульфата алюминия.
 13. Какая из солей, $\text{Tl}(\text{NO}_3)_3$ или TlNO_3 , подвергается более сильному гидролизу? Дайте аргументированный ответ.
 14. Какими методами получают алюминий в свободном состоянии?

Вопросы для самоконтроля

1. Из элементов III группы главной подгруппы наиболее широко распространены:
 - а) B;
 - б) Al;
 - в) Ga;
 - г) In;
 - д) Tl.
2. Металлический алюминий кристаллизуется в кубической гранцентрированной решетке, поэтому координационное число атомов алюминия в металле равно:
 - а) 4;
 - б) 6;
 - в) 8;
 - г) 10;
 - д) 12.
3. Из указанных металлов самую высокую температуру плавления имеет:
 - а) Al;
 - б) Ga;
 - в) In;
 - г) Tl.
4. Из металлов подгруппы алюминия самой низкой температурой плавления (около 30°C) характеризуется:
 - а) Al;
 - б) Ga;
 - в) In;
 - г) Tl.
5. Из указанных металлов максимальной тепло- и электропроводностью обладает:
 - а) Al;
 - б) Ga;
 - в) In;
 - г) Tl.
6. Радиус атомов элементов подгруппы алюминия возрастает в ряду:
 - а) $\text{Tl} \rightarrow \text{In} \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Ga} \rightarrow \text{B}$;
 - б) $\text{B} \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{Ga} \rightarrow \text{In} \rightarrow \text{Tl}$;
 - в) $\text{B} \rightarrow \text{Ga} \rightarrow \text{Al} \rightarrow \text{In} \rightarrow \text{Tl}$;
 - г) $\text{Al} \rightarrow \text{Ga} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{Tl} \rightarrow \text{In}$.
7. Из элементов III главной подгруппы максимальной электроотрицательностью и, следовательно, максимальной склонностью к образованию ковалентных связей с кислородом обладает:

- а) В; б) Al; в) Ga; г) In; д) Tl.
8. Наибольшей склонностью к образованию соединений с ионным типом связи обладает:
- а) В; б) Al; в) Ga; г) In; д) Tl.
9. Наибольшей энергией ионизации и поэтому максимальной химической активностью из металлов подгруппы алюминия обладает:
- а) Al; б) Ga; в) In; г) Tl.
10. Степень окисления +1 характерна для:
- а) Al; б) Ga; в) In; г) Tl.
11. Сильными окислительными свойствами обладает оксид:
- а) Al_2O_3 ; б) Ga_2O_3 ; в) In_2O_3 ; г) Tl_2O_3 ; д) B_2O_3 .
12. Al растворяется при комнатной температуре в:
- а) H_2O ; б) NH_3 ; в) $NaOH$; г) HNO_3 (конц.); д) H_2SO_4 (конц.).
13. В растворах щелочей не растворяется металл:
- а) Al; б) Ga; в) In; г) Tl.
14. Неметаллические свойства металлов III главной подгруппы проявляются в реакциях:
- а) $2Zn + 3H_2SO_4 = Zn_2(SO_4)_3 + 3H_2$;
 б) $2Zn + 6HCl = 2ZnCl_3 + 3H_2$;
 в) $2Zn + 6NaOH + 6H_2O = 3Na_3[Zn(OH)_6] + 3H_2$;
 г) $4Zn + 9H_2SO_4$ (конц) = $2Zn_2(SO_4)_3 + 3H_2S + 6H_2O$.
15. Амфотерные свойства алюминия проявляются в химической реакции:
- а) $2Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$;
 б) $2Al + 6NaOH + 6H_2O = 3Na_3[Al(OH)_6] + 3H_2$;
 в) $2Al + 3S = Al_2S_3$;
 г) $2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$;
 д) $2Al + 3Cl_2 = 2AlCl_3$.
16. Оксид алюминия вступает в химическое взаимодействие с:
- а) H_2O ; б) SO_3 ; в) CaO ; г) $NaOH$; д) H_2SO_4 (конц.).
17. Яркими амфотерными свойствами обладают гидроксиды:
- а) $B(OH)_3$; б) $Al(OH)_3$; в) $Ga(OH)_3$; г) $In(OH)_3$; д) $Tl(OH)_3$.
18. Только основными свойствами обладает гидроксид:
- а) $Ga(OH)_3$; б) $Tl(OH)_3$; в) $In(OH)_3$; г) $Al(OH)_3$; д) $B(OH)_3$.
19. Среди гидроксидов подгруппы алюминия наиболее сильными кислотными свойствами характеризуется:
- а) $Al(OH)_3$; б) $Ga(OH)_3$; в) $In(OH)_3$; г) $Tl(OH)_3$.
20. Наиболее сильно основные свойства выражены у:
- а) $Al(OH)_3$; б) $Ga(OH)_3$; в) $In(OH)_3$; г) $Tl(OH)_3$; д) $TlOH$.
21. Наиболее сильному гидролизу подвергается соль:
- а) $AlCl_3$; б) $GaCl_3$; в) $InCl_3$; г) $TlCl_3$; д) $Tl(NO_3)_3$.
22. Гидролиз идет до конца в водных растворах солей:
- а) $AlCl_3$; б) $NaAlO_2$; в) $Al_2(CO_3)_3$; г) Al_2S_3 ; д) $Al(NO_3)_3$.
23. Добавлением кислот можно подавить гидролиз солей:

- а) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; б) AlCl_3 ; в) NaAlO_2 ; г) $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$; д) $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$.
24. Какое утверждение ошибочно?
- а) TiOH – сильное основание, хорошо растворимое в воде.
 - б) Соли галлия(III) в водных растворах подвергаются сильному гидролизу.
 - в) Соединение $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ называется алюминатом.
 - г) Металлы III главной подгруппы расположены в ряду активности металлов до водорода.
 - д) Амфотерные свойства галлия выражены сильнее, чем у других металлов данной подгруппы.
25. Какое утверждение ошибочно?
- а) Гидроксид индия(III) плохо растворим в воде.
 - б) Для подавления гидролиза сульфата индия(III) нужно к раствору соли добавить щелочи.
 - в) Алюминий – химически активный металл, но ведет себя при обычных условиях инертно из-за прочной оксидной пленки на поверхности металла.
 - г) Только с помощью сильных окислителей можно получить соединения галлия(III).
 - д) Гидроксид таллия(III) в отличие от других гидроксидов металлов третьей главной подгруппы обладает только основными свойствами.
26. Какое утверждение ошибочно?
- а) Из-за эффекта d-сжатия атомный радиус галлия меньше, чем у алюминия.
 - б) Сульфид алюминия в водных растворах не может существовать из-за необратимого гидролиза.
 - в) Алюминий не растворяется в растворах щелочей.
 - г) Аномально низкая температура плавления галлия обусловлена особенностями строения кристаллической решетки этого металла.
 - д) Температура плавления таллия ниже, чем у алюминия.
27. Какое утверждение ошибочно?
- а) При добавлении к раствору солей алюминия водного раствора аммиака образуется белый гелеобразный осадок гидроксида алюминия переменного состава.
 - б) При сливании водных растворов сульфата алюминия и карбоната натрия выпадает осадок карбоната алюминия.
 - в) Гидроксид алюминия хорошо растворяется в растворах щелочей.
 - г) С помощью оксида таллия(III) можно окислить концентрированный раствор соляной кислоты, в результате чего образуется хлор.
 - д) Соединения алюминия и галлия с кислородом характеризуются значительной долей ковалентности химической связи.
28. Какое утверждение ошибочно?

- а) Эффект “инертной” пары в главной подгруппе III-ей группы приводит к неустойчивости соединений таллия со степенью окисления +3.
 - б) Алюминий хорошо растворяется в растворах щелочи с образованием алюминатов и выделением водорода.
 - в) Среди гидроксидов элементов подгруппы алюминия наиболее сильными кислотными свойствами обладает гидроксид галлия(III).
 - г) По сравнению с алюминием таллий химически менее активен.
 - д) Алюминий не растворяется в очень разбавленных и очень концентрированных растворах азотной и серной кислот.
29. Сколько граммов металлического алюминия полностью растворится в растворе гидроксида натрия, полученного при взаимодействии 23 г металлического натрия с водой?
30. В какой массе раствора с массовой долей $KAl(SO_4)_2$ 10% нужно растворить 200 г $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, чтобы получить раствор с массовой долей $KAl(SO_4)_2$ 16%? Какую среду (нейтральную, кислую или щелочную) будет иметь полученный раствор?

ГЕРМАНИЙ, ОЛОВО, СВИНЕЦ

1. Рассмотрите электронное строение элементов подгруппы германия.
2. Как изменяются в ряду Ge – Sn – Pb значения радиусов атомов, энергий ионизации, электроотрицательности? Как это проявляется в химических свойствах металлов и их соединений?
3. Проследите изменение структур в ряду простых веществ Ge, α -Sn, β -Sn, Pb. Как оно отражается на изменении физических свойств элементов в виде простых веществ? Сравните их температуру плавления, твердость, тепло- и электропроводность.
4. Какие степени окисления проявляют элементы подгруппы германия? Как изменяется устойчивость высшей степени окисления в подгруппе? Почему степень окисления +4 неустойчива для свинца?
5. Какое место в ряду напряжений металлов занимают германий, олово, свинец? Охарактеризуйте отношение этих металлов к разбавленным и концентрированным растворам соляной, серной и азотной кислот. Как реагируют германий, олово, свинец со щелочами? Проявляют ли эти металлы только металлические свойства или являются амфотерными? Напишите уравнения реакций.
6. Написать уравнения реакций, характеризующих кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов элементов подгруппы германия в степенях окисления +2 и +4. Как меняются эти свойства в ряду Ge – Pb с увеличением степени окисления? Дайте объяснение этим явлениям.
7. Сравните термическую устойчивость оксидов германия(IV), олова(IV), свинца(IV). Какой из оксидов термически менее устойчив и почему?

8. Используя таблицу стандартных электродных потенциалов, сравните окислительную способность PbO_2 с окислительным действием таких сильных окислителей как HNO_3 , $NaOCl$, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$. Как объяснить сильное окислительное действие этого соединения? Каковы продукты его восстановления в кислой и щелочной среде?
9. При нагревании оксид свинца(IV) разлагается с образованием других оксидов по схеме: $PbO_2 (300^\circ C) \rightarrow Pb_2O_3 (400^\circ C) \rightarrow Pb_3O_4 (550^\circ C) \rightarrow PbO$. Какую степень окисления проявляет свинец в каждом из этих оксидов? Какие из этих оксидов проявляют окислительные свойства? Приведите примеры уравнений реакций.
10. Обсудите окислительно-восстановительные свойства $SnCl_2$ и объясните причину характерной функции. Приведите уравнения реакций, характеризующих свойства этого соединения.
11. Сравните восстановительную способность соединений германия(II), олова(II) и свинца(II). Объясните причину наблюдаемого отличия. С помощью каких окислителей и в каких условиях можно окислить соединения свинца(II)? Напишите уравнения реакций.
12. Сравните строение α - и β -оловянных кислот. Как изменение структуры сказывается на их химической активности? В чем заключается сущность процесса олашии?
13. Как изменяется склонность к гидролизу в ряду:
а) $GeCl_4 - SnCl_4 - PbCl_4$; б) $GeCl_2 - SnCl_2 - PbCl_2$.
Напишите уравнения реакций гидролиза и объясните причины изменения глубины гидролиза в ряду одноптипных соединений элементов с увеличением степени окисления.
14. Как влияет на равновесие гидролиза хлорида олова(II) добавление:
а) воды, б) соляной кислоты, в) гидроксида натрия, г) ацетата натрия?
15. Какие координационные числа характерны для комплексных соединений германия, олова и свинца? Напишите формулы гидроксокомплексов этих элементов в степенях окисления +2 и +4, в которых в качестве внешнесферного выступает катион натрия.

Вопросы для самоконтроля

1. Олово встречается в природе в виде:
а) Sn; б) $SnCl_4$; в) SnO_2 ; г) SnO; д) $SnCl_2$;
2. Среди элементов четвертой группы главной подгруппы наибольший радиус имеет:
а) Ge; б) Pb; в) Sn; г) Si; д) C.
3. Минимальной электроотрицательностью и, следовательно, максимальной склонностью образовывать ионную связь с кислородом обладает
а) C; б) Si; в) Ge; г) Sn; д) Pb.

4. Максимальной электроотрицательностью и, следовательно, максимальной склонностью образовывать ковалентную связь с кислородом обладает:
 - а) С;
 - б) Si;
 - в) Ge;
 - г) Sn;
 - д) Pb.
5. Минимальной энергией ионизации и поэтому максимальными восстановительными свойствами характеризуется:
 - а) Pb;
 - б) Sn;
 - в) Ge;
 - г) Si;
 - д) С.
6. Металлический свинец кристаллизуется в ГЦК решетке и, следовательно, атомы свинца в металле имеют координационное число:
 - а) 4;
 - б) 6;
 - в) 8;
 - г) 10;
 - д) 12.
7. Ge и α -Sn имеют строение, аналогичное алмазу, поэтому координационное число атомов германия и олова в соответствующих кристаллических веществах равно:
 - а) 4;
 - б) 6;
 - в) 8;
 - г) 10;
 - д) 12.
8. Олово в своих наиболее устойчивых соединениях имеет степень окисления:
 - а) - 4;
 - б) - 2;
 - в) + 2;
 - г) + 4.
9. Свинец в своих наиболее устойчивых соединениях имеет степень окисления:
 - а) - 4;
 - б) - 2;
 - в) + 2;
 - г) + 4.
10. Степень окисления + 4 наиболее характерна для элементов:
 - а) С;
 - б) Si;
 - в) Ge;
 - г) Sn;
 - д) Pb.
11. В ряду напряжений после водорода расположены:
 - а) Ge;
 - б) Sn;
 - в) Pb.
12. Наиболее ярко металлические свойства выражены у:
 - а) Pb;
 - б) Sn;
 - в) Ge;
 - г) Si;
 - д) С.
13. Германий растворяется в растворах:
 - а) H_2O ;
 - б) NaOH;
 - в) HNO_3 (конц.);
 - г) HCl (конц.);
 - д) H_2SO_4 (конц.).
14. При растворении свинца в концентрированной серной кислоте образуется:
 - а) $Pb(SO_4)_2$;
 - б) $PbSO_4$;
 - в) PbO_2 ;
 - г) $Pb(HSO_4)_2$;
 - д) PbO.
15. При нагревании металлический свинец взаимодействует с концентрированным раствором гидроксида калия с образованием:
 - а) PbO_2 и H_2 ;
 - б) PbO и H_2 ;
 - в) $K_2[Pb(OH)_4]$ и H_2 ;
 - г) $K_2[Pb(OH)_6]$ и H_2 ;
 - д) PbO_2 и O_2 .
16. При взаимодействии олова с концентрированной азотной кислотой образуется:
 - а) $Sn(NO_3)_2$;
 - б) $Sn(NO_3)_4$;
 - в) SnO;
 - г) $SnO_2 \cdot xH_2O$;
 - д) $Sn(OH)_4$.
17. При взаимодействии олова с избытком концентрированной соляной кислоты образуется:
 - а) $SnCl_2$;
 - б) $SnCl_4$;
 - в) H_2SnCl_4 ;
 - г) H_2SnCl_6 ;
 - д) SnO_2 .
18. Германий не взаимодействует с растворами:
 - а) NaOH;
 - б) H_2O_2 ;
 - в) HCl (конц.);
 - г) H_2SO_4 (конц.);
 - д) NaOH + H_2O_2 .
19. При взаимодействии с горячим раствором концентрированной азотной кислоты соединение со степенью окисления +2 образует только:

- а) Sn; б) С; в) Si; г) Pb; д) Ge.
20. Неметаллические свойства олова проявляются при взаимодействии с:
а) HCl (разб.); б) HNO₃ (конц.) в) HNO₃ (разб.); г) NaOH (конц.);
д) H₂SO₄ (разб.).
21. Неметаллические свойства свинец проявляет при взаимодействии с:
а) HCl (разб.); б) H₂SO₄ (разб.); в) NaOH г); HNO₃ (разб.);
д) HNO₃ (конц.).
22. Наиболее сильно основные свойства проявляет оксид:
а) GeO₂; б) PbO₂; в) GeO; г) PbO; д) SnO₂.
23. Наиболее сильно кислотные свойства выражены у оксида
а) GeO; б) SnO₂; в) PbO; г) PbO₂; д) GeO₂.
24. При действии избытка концентрированного раствора гидроксида натрия на кристаллы PbO₂ образуется:
а) Na₂PbO₂; б) Pb(OH)₄; в) Na₂[Pb(OH)₆]; г) Na₂PbO₃ д) Pb(OH)₂.
25. При действии избытка раствора гидроксида натрия на хлорид олова(II) образуется:
а) Sn(OH)₂; б) Sn(OH)₄; в) Na₂[Sn(OH)₄]; г) SnO д) Na₂[Sn(OH)₆].
26. Наиболее слабо кислотные свойства выражены у:
а) Pb(OH)₂; б) Ge(OH)₂; в) Sn(OH)₄; г) Sn(OH)₂; д) Ge(OH)₄.
27. Сильными восстановительными свойствами обладают:
а) GeCl₂; б) PbO₂; в) SnCl₂; г) PbCl₂; д) PbO.
28. Сильными окислительными свойствами характеризуются(ется):
а) SnO; б) PbO₂; в) SnO₂; г) GeO₂; д) PbO.
29. Сильнее других в водном растворе гидролизуеться соль:
а) Pb(NO₃)₂; б) SnCl₂; в) Ge(NO₃)₂; г) SnCl₄; д) GeCl₄.
30. Какое из соединений гидролизуеться менее других?
а) SnCl₄; б) Pb(NO₃)₂; в) SnCl₂; г) GeCl₂; д) GeCl₄.
31. Какое утверждение ошибочно?
а) Так как германий в ряду напряжений металлов стоит после водорода, его можно растворить в растворах кислот и щелочей лишь в присутствии окислителей, например, H₂O₂;
б) β-Оловянная кислота SnO₂·xH₂O реагирует со щелочами лишь при сплавлении;
в) Соединения Ge(II) практически не проявляют восстановительные свойства;
г) Олово имеет две наиболее устойчивые кристаллические модификации: α-Sn (серое олово) и β-Sn (белое олово);
д) Хлорид олова(IV) в водных растворах практически не гидролизуеться.
32. Какое утверждение ошибочно?
а) Кислотные свойства оксидов элементов подгруппы германия со степенью окисления +4 существенно преобладают над основными.

- б) Германий не растворяется ни в разбавленной, ни в концентрированной соляной кислоте, так как стоит в ряду активности металлов за водородом.
- в) $Pb(NO_3)_2$ – одна из немногих солей свинца, хорошо растворимая в воде.
- г) $Pb(OH)_2$ не взаимодействует с растворами щелочей.
- д) β-Оловянная кислота $SnO_2 \cdot xH_2O$ образуется при взаимодействии между оловом и горячей концентрированной азотной кислотой.
33. Какое утверждение ошибочно?
- а) При взаимодействии гидроксида олова(II) с гидроксидом натрия образуется гидроксокомплекс состава $Na_2[Sn(OH)_6]$.
- б) β-Олово (белое олово) является металлической модификацией олова и обладает металлической проводимостью.
- в) При действии на раствор $Pb(NO_3)_2$ небольшого количества гидроксида калия можно получить осадок гидроксида свинца(II).
- г) Хлорид олова(II) в водном растворе подвергается обратимому гидролизу.
- д) Перевод соединений $Pb(II)$ в соединения $Pb(IV)$ возможен лишь при действии наиболее сильных окислителей.
34. Какое утверждение ошибочно?
- а) $Sn(OH)_4$ обладает амфотерными свойствами и вступает в реакцию как с растворами кислот, так и с растворами щелочей.
- б) Восстановительные свойства $Sn(NO_3)_2$ выражены очень слабо.
- в) Галогениды Э(II) ($\text{Э} = \text{Ge}, \text{Sn}, \text{Pb}$) гидролизуются в меньшей степени, чем галогениды Э(IV).
- г) В разбавленной соляной кислоте свинец растворяется незначительно из-за образования труднорастворимого $PbCl_2$.
- д) Для подавления гидролиза соли $Pb(NO_3)_2$ раствор следует подкислить азотной кислотой.
35. Смесь германия и олова массой 50 г. обработали избытком соляной кислоты. При этом выделилось 5,6 л. (н.у.) водорода. Определите массовую долю олова в исходной смеси.
36. Какой объем двухмолярного раствора HCl необходим для полного растворения 68,5 г. Pb_3O_4 ?

ХРОМ, МОЛИБДЕН, ВОЛЬФРАМ

1. Рассмотрите электронное строение атомов хрома, молибдена, вольфрама. Укажите характерные степени окисления этих элементов и приведите примеры соединений, содержащих эти элементы в соответствующих степенях окисления.

2. Как изменяются в ряду Cr–Mo–W значения радиусов атомов, энергий ионизации, электроотрицательности? Объясните обнаруженные закономерности.
3. Как объяснить, что молибден и вольфрам, а также их соединения по физическим и химическим свойствам ближе друг к другу, чем к хрому? Приведите примеры, характеризующие данные явления.
4. Опишите кристаллическую структуру металлов подгруппы хрома и их физические свойства. Сопоставьте температуры плавления, твердость, тепло- и электропроводность металлов данной подгруппы с аналогичными свойствами металлов других подгрупп. Как изменяются эти свойства в ряду Cr – Mo – W?
5. Познакомьтесь с расположением металлов подгруппы хрома в ряду напряжений металлов и охарактеризуйте их отношение к воде, разбавленным и концентрированным растворам соляной, серной, азотной кислот, к растворам щелочей. Чем объясняется их низкая химическая активность? Укажите наиболее характерный растворитель для молибдена и вольфрама. Напишите уравнения реакций.
6. Укажите состав оксидов элементов, образующихся непосредственным взаимодействием элементов. Наблюдается ли здесь корреляция со значениями характерных степеней окисления?
7. Охарактеризуйте способы получения и свойства производных Cr(II). Как объяснить их сильные восстановительные свойства? Приведите примеры уравнений реакций, демонстрирующие высокую восстановительную способность соединений хрома(II).
8. Опишите тип химической связи Cr₂O₃, его физические и химические свойства. Укажите наиболее эффективные способы перевода его в раствор.
9. Каково отношение Cr(OH)₂ и Cr(OH)₃ к растворам кислот и щелочей? Какой из гидроксидов обладает яркой амфотерностью и почему?
10. Охарактеризуйте участие соединений Cr(III) в окислительно-восстановительных реакциях. При каких условиях эти соединения выступают в роли: а) окислителя; б) восстановителя. Напишите уравнения реакций.
11. Укажите способы получения оксидов элементов ЭО₃ подгруппы хрома. Как изменяются в ряду CrO₃ – MoO₃ – WO₃ окраска, термическая устойчивость, температуры плавления, кислотно-основной характер, окислительно-восстановительные свойства? Какой из приведенных оксидов хорошо растворим в воде?
12. Укажите способы получения хромовой, молибденовой и вольфрамовой кислот. Какая из кислот является наиболее сильной, какая – наиболее устойчивой, и какая – сильным окислителем? Объясните причины этих явлений.

13. Сравните окислительные свойства хроматов (дихроматов), молибдатов, вольфраматов и объясните причины их различной окислительной способности.
14. Укажите продукты восстановления Cr(VI): а) в кислой среде, б) в нейтральной среде, в) в щелочной среде. Приведите уравнения реакций.
15. При каких условиях молибдаты и вольфраматы проявляют окислительные свойства? Приведите примеры восстановителей, реагирующих с этими окислителями. Каков состав “молибденовой (вольфрамовой) сини”? Напишите уравнения окислительно-восстановительных реакций с участием молибдатов и вольфраматов.
16. Рассмотрите изменение кислотно-основных свойств в ряду $\text{Cr}(\text{OH})_2 - \text{Cr}(\text{OH})_3 - \text{CrO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Объясните причину характера изменения этих свойств.
17. Сопоставьте окислительно-восстановительные свойства соединений хрома в ряду Cr(II) – Cr(III) – Cr(VI).
18. Охарактеризуйте явление гидратной изомерии на примере поведения в водном растворе хлорида хрома(III).
19. Какова причина невозможности получения солей Cr_2S_3 , $\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3$, $\text{Cr}_2(\text{SO}_3)_3$ в водном растворе по обменной реакции? Напишите уравнения протекающих реакций.
20. Опишите способы получения простых хроматов, молибдатов, вольфраматов. Как изменяется склонность к гидролизу в этом ряду солей? Укажите причину существующей тенденции.
21. Какое координационное число характерно для комплексных соединений Cr(III)? Напишите формулу гидроксохромита натрия.
22. Каковы биологические функции молибдена?

Вопросы для самоконтроля

1. Электронная конфигурация атома вольфрама в основном состоянии отвечает:
а) $5d^4 6s^2$; б) $5d^6$; в) $5d^5 6s^1$; г) $6s^2 6p^4$; д) $4d^5 5s^1$.
2. Хром в природе встречается в виде:
а) CrO_3 ; б) CrO ; в) FeCr_2O_4 ; г) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; д) K_2CrO_4 .
3. Радиус атомов и ионов элементов подгруппы хрома изменяется в соответствии с рядом:
а) $r_{\text{Cr}} < r_{\text{Mo}} < r_{\text{W}}$; б) $r_{\text{Cr}} = r_{\text{Mo}} < r_{\text{W}}$; в) $r_{\text{Cr}} < r_{\text{W}} < r_{\text{Mo}}$; г) $r_{\text{Cr}} < r_{\text{W}} = r_{\text{Mo}}$;
д) $r_{\text{Cr}} = r_{\text{Mo}} > r_{\text{W}}$.
4. Хром в своих наиболее устойчивых соединениях имеет степень окисления:
а) +2; б) +3; в) +4; г) +6.
5. Молибден и вольфрам в своих наиболее устойчивых соединениях имеют степень окисления:
а) +2; б) +3; в) +4; г) +5; д) +6.

6. Хром, молибден и вольфрам кристаллизуются в объемноцентрированной кубической решетке, поэтому координационное число атомов в металле равно:
 а) 4; б) 6; в) 8; г) 10; д) 12.
7. Из приведенных металлов самым тугоплавким является:
 а) Zr; б) Nb; в) Mo; г) W; д) Cr.
8. Из приведенных металлов наиболее высокой электропроводностью обладает:
 а) Ti; б) V; в) Cr; г) Mo; д) Sc.
9. В разбавленной соляной и серной кислотах растворяется(ются):
 а) Cr; б) Mo; в) W.
10. С какими из указанных веществ взаимодействует металлический хром?
 а) H_2SO_4 (разб.); б) HCl (разб.); в) HNO_3 (конц.); г) H_2O ;
 д) $NaOH$ (конц.).
11. При взаимодействии хрома с соляной кислотой образуется:
 а) H_2CrO_4 ; б) $CrCl_3$; в) Cr_2O_3 ; г) $CrCl_2$; д) CrO_3 .
12. Активность металлов в подгруппе хрома убывает в ряду:
 а) Cr – W – Mo; б) W – Mo – Cr; в) W – Cr – Mo; г) Cr – Mo – W.
 д) Mo – Cr – W.
13. Соединение $CrCl_2$ образуется при взаимодействии $CrCl_3$ с раствором:
 а) H_2O_2 ; б) $Br_2 + NaOH$; в) Na_2S ; г) $Zn + HCl$; д) $NaBiO_3$.
14. Оксид состава M_2O_3 при окислении кислородом образует(ют):
 а) W; б) Mo; в) Cr.
15. Только основными свойствами обладает гидрат оксида:
 а) $MoO_3 \cdot H_2O$; б) $Cr(OH)_3$; в) $WO_3 \cdot H_2O$.
 г) $Cr(OH)_2$. д) $CrO_3 \cdot H_2O$.
16. Наиболее сильно кислотные свойства выражены у оксида:
 а) CrO_3 ; б) Cr_2O_3 ; в) WO_3 ; г) CrO ; д) MoO_3 .
17. Амфотерные свойства $Cr(OH)_3$ проявляются при взаимодействии с:
 а) $NaBiO_3$; б) KOH ; в) H_2SO_4 (разб.); г) Cl_2 д) HCl .
18. При взаимодействии $Cr(OH)_3$ с раствором KOH образуется:
 а) Cr_2O_3 ; б) $KCrO_2$; в) $K_2Cr_2O_7$; г) K_2CrO_4 ; д) $K_3[Cr(OH)_6]$.
19. Хромиты образуются в результате реакций:
 а) $K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 + KOH = \dots$;
 б) $CrCl_3 + NH_3$ (p-p) = ...;
 в) $Cr(OH)_3 + KOH = \dots$;
 г) $K_2Cr_2O_7 + KNO_2 + H_2SO_4 = \dots$;
 д) $Cr_2S_3 + H_2O = \dots$.
20. При взаимодействии CrO_3 с раствором KOH образуется:
 а) $K_2Cr_2O_7$; б) $K_3[Cr(OH)_6]$; в) $KCrO_2$; г) K_2CrO_4 ; д) Cr_2O_3 .
21. Cr_2O_3 переводится в растворимое состояние в результате реакции:
 а) $Cr_2O_3 + H_2O = \dots$;
 б) $Cr_2O_3 + HCl = \dots$;

- в) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{NaOH}$ (раствор) = ...;
 г) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{NaOH}$ (крист.) (СПЛАВЛЕНИЕ) = ...;
 д) $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$.
22. K_2CrO_4 образуется в результате реакций:
 а) $\text{CrO}_3 + \text{KOH} = \dots$;
 б) $\text{CrCl}_2 + \text{FeCl}_3 + \text{KOH} = \dots$;
 в) $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{KOH} = \dots$;
 г) $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{Cl}_2 + \text{KOH} = \dots$;
 д) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaBiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$.
23. H_2MoO_4 растворяется в растворе (растворах):
 а) HCl ; б) H_2O ; в) H_2SO_4 (разб.); г) KOH ; д) HBr .
24. Окислительно-восстановительные свойства не характерны для
 а) CrCl_2 ; б) K_2CrO_4 ; в) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$; г) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; д) CrSO_4 .
25. Самым сильным окислителем является:
 а) K_2WO_4 ; б) CrCl_2 ; в) CrCl_3 ; г) K_2MoO_4 ; д) K_2CrO_4 .
26. Слабыми окислительными свойствами характеризуются:
 а) K_2MoO_4 ; б) CrCl_2 ; в) K_2WO_4 ; г) K_2CrO_4 ; д) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.
27. Соединения $\text{Cr}(\text{VI})$ в щелочной среде в окислительно-восстановительных реакциях образуют:
 а) $\text{Cr}(\text{OH})_3$; б) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$; в) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$;
 г) Cr_2O_3 ; д) $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$.
28. При взаимодействии водных растворов $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ и K_2S образуется:
 а) Cr_2S_3 ; б) CrS ; в) $\text{Cr}(\text{OH})_3$; г) Cr ; д) $\text{Cr}(\text{OH})_2$.
29. Какое утверждение ошибочно?
 а) В водных растворах не существуют ионы Cr^{6+} ;
 б) Водный раствор $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ имеет щелочную реакцию, поэтому для подавления гидролиза соли к раствору следует добавлять щелочь;
 в) Из оксидов MO_3 ($\text{M} = \text{Cr}, \text{Mo}, \text{W}$) наименьшей термической устойчивостью характеризуется CrO_3 ;
 г) В ряду активности металлов хром расположен левее водорода и растворяется в кислотах, не обладающих окислительными свойствами, с выделением водорода;
 д) С ростом порядкового номера активность металлов подгруппы хрома заметно понижается.
30. Какое утверждение ошибочно?
 а) Окислительные свойства молибдатов и вольфраматов выражены очень слабо;
 б) CrO_3 можно получить при действии концентрированной серной кислоты на дихромат калия;
 в) Cr_2O_3 – вещество с ионно-ковалентными связями, имеющее прочную кристаллическую структуру, и нерастворимое в воде, растворах кислот и щелочей;

- г) Соединения Cr(III) можно окислить только с помощью очень сильных окислителей, например, NaBiO_3 ;
- д) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ проявляет только основные свойства.
31. Какое утверждение ошибочно?
- а) При взаимодействии с сильными восстановителями в кислой среде молибдаты восстанавливаются до "молибденовой сини" условного состава Mo_5O_{14} ;
- б) При высокой температуре хром взаимодействует с кислородом с образованием оксида CrO_3 ;
- в) При растворении $\text{Cr}_2(\text{CO}_3)_3$ в воде в результате необратимого гидролиза образуется осадок гидроксида хрома(III) и выделяется углекислый газ;
- г) Термическая устойчивость оксидов MO_3 возрастает в ряду Cr-Mo-W;
- д) Лучшими растворителями для Mo и W являются расплавы щелочей в присутствии окислителей, например, Na_2O_2 , или горючая смесь $\text{HF} + \text{HNO}_3$ (конц.).
32. Какое утверждение ошибочно?
- а) Соединения Cr(II) – термически устойчивые соединения и не проявляют восстановительные свойства;
- б) Гидроксид хрома(III) проявляет только основные свойства и взаимодействует только с кислотными соединениями;
- в) "Молибденовая синь" не является индивидуальным соединением, а представляет собой смесь оксидов и гидратов оксидов молибдена степени окисления +5 и +6;
- г) Все металлы подгруппы хрома обладают высокими температурами плавления и являются самыми тугоплавкими в своих d-рядах;
- д) При комнатной температуре металлы подгруппы хрома малореакционноспособны из-за наличия на их поверхности прочных оксидных пленок.
33. При действии на смесь лития и хрома избытком воды выделилось 5,6 л водорода (н.у.). При действии на ту же смесь избытком разбавленной серной кислоты выделилось 22,4 л водорода (н.у.). Определите массовые доли металлов в смеси.
34. Сделайте вывод о возможности протекания реакции:
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \Gamma \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{IO}_3^-$ ($E^\circ(\text{IO}_3^-/\Gamma)=1.08\text{В}$ $E^\circ(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+})=1.36\text{В}$).

МАРГАНЕЦ, ТЕХНЕЦИЙ, РЕНИЙ

1. Рассмотрите электронное строение атомов марганца, технеция, рения. Какие степени окисления проявляют они в своих соединениях?
2. Как изменяются в ряду Mn – Tc – Re значения радиусов атомов, энергий ионизации, температуры кипения и плавления?
3. Как изменяется химическая активность в ряду Mn – Tc – Re? Какое место в ряду напряжений они занимают?
4. Как относятся марганец, технеций, рений к неметаллам, воде, кислотам и щелочам?
5. В виде каких минералов встречаются в природе марганец и рений?
6. Как получают металлический марганец, технеций и рений?
7. Перечислите оксиды марганца. Какова их устойчивость? Как изменяются кислотно-основные свойства?
8. Как изменяется характер диссоциации в водных растворах гидратов оксидов марганца с увеличением степени окисления?
9. Что происходит с гидроксидом марганца(II) на воздухе?
10. Какие свойства в окислительно-восстановительных процессах проявляют при действии окислителей производные марганца(II)? Какую роль играет реакция среды? Приведите примеры уравнений реакций.
11. Опишите строение и свойства оксида марганца(IV). Каково его поведение в окислительно-восстановительных процессах?
12. В виде какого иона существует Mn(VI) в водном растворе и какова его окраска? Как получают манганаты? Какими окислительно-восстановительными свойствами они обладают? Напишите уравнения реакций. В какой среде манганат-ион устойчив?
13. Как и почему называются производные Mn(VII)? Какова устойчивость, кислотные и окислительные свойства производных иона MnO_4^- ?
14. Каково окислительное действие перманганата калия в кислой, нейтральной и щелочной среде?
15. Напишите уравнения реакций диспропорционирования соединений Mn(IV) и Mn(VI).
16. Как влияет на ход окислительно-восстановительного процесса концентрация ионов водорода в водных растворах соединений Mn(II), Mn(IV), Mn(VI) и Mn(VII)?
17. Сравните устойчивость, кислотные и окислительные свойства производных иона $ЭO_4^-$, где Э = Mn, Tc или Re.
18. Каковы биологические функции марганца?

Вопросы для самоконтроля

- Какова валентная электронная конфигурация атома марганца в основном состоянии?
а) $4s^2 4p^5$; б) $3d^5 4s^2$; в) $3d^6 4s^1$; г) $3d^3 4s^2 4p^2$; д) $3d^2 4s^2 4p^3$.
- Металлический рений кристаллизуется в решетке с гексагональной плотнейшей упаковкой атомов, поэтому его координационное число равно:
а) 4; б) 6; в) 8; г) 9; д) 12.
- Наиболее характерной степенью окисления марганца является:
а) +2; б) +3; в) +4; г) +6; д) +7.
- Наиболее характерной степенью окисления технеция и рения является:
а) +2; б) +3; в) +4; г) +6; д) +7.
- В земной коре из металлов подгруппы марганца более распространен:
а) Mn; б) Tc; в) Re.
- В ряду напряжений до водорода располагается:
а) Mn; б) Tc; в) Re.
- Металлический марганец при комнатной температуре взаимодействует с растворами:
а) HCl (разб.); б) HNO₃ (конц.); в) H₂O; г) NaOH; д) NH₄OH.
- Металлический рений при комнатной температуре взаимодействует с растворами:
а) H₂O; б) HCl (разб.); в) HNO₃ (конц.); г) NaOH; д) NH₄OH.
- Кислотные свойства наиболее ярко выражены у:
а) MnO; б) Mn₃O₄; в) MnO₂; г) Mn₂O₃; д) Mn₂O₇.
- Какой оксид марганца хорошо растворим в воде?
а) MnO; б) Mn₂O₃; в) MnO₂; г) Mn₃O₄; д) Mn₂O₇.
- Марганец довольно активно взаимодействует с разбавленными HCl и H₂SO₄, образуя ион:
а) $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$; б) $[\text{Mn}(\text{OH})_6]^{4+}$; в) $[\text{Mn}(\text{SO}_4)_2]^{2-}$ или $[\text{MnCl}_4]^{2-}$; г) MnO_4^{2-} ; д) MnO_4^- .
- Только окислительными свойствами обладает марганец в соединении
а) KMnO₄; б) MnSO₄; в) K₂MnO₄; г) Mn(OH)₄; д) Mn(SO₄)₂.
- В какой степени окисления должен находиться марганец, чтобы его гидрат оксида обладал сильными основными свойствами?
а) +2; б) +3; в) +4; г) +6; д) +7.
- Какое соединение образуется при действии концентрированной азотной кислоты на металлический марганец?
а) Mn(NO₃)₂; б) Mn(NO₃)₃; в) MnO₂; г) H₂MnO₄; д) HMnO₄.
- Оксид марганца(IV) можно получить по реакции
а) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 (t^\circ) \rightarrow$; б) $\text{KMnO}_4 (t^\circ) \rightarrow$; в) $\text{MnCO}_3 (t^\circ) \rightarrow$ г);
д) $\text{Mn}(\text{OH})_2 (t^\circ) \rightarrow$; д) $\text{MnC}_2\text{O}_4 (t^\circ, \text{N}_2) \rightarrow$.
- Из указанных гидроксидов наиболее ярко амфотерные свойства выражены у:

- а) $\text{Mn}(\text{OH})_2$; б) $\text{Mn}(\text{OH})_3$; в) $\text{Mn}(\text{OH})_4$; г) H_2MnO_4 ; д) HMnO_4 .
17. Какая из указанных реакций свидетельствует о восстановительных свойствах MnO_2 ?
- а) $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$;
 б) $\text{MnO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$;
 в) $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$;
 г) $\text{MnO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
 д) $\text{MnO}_2 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$.
18. Манганат можно получить в результате реакции:
- а) $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH}$ (сплавление) \rightarrow ;
 б) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (р-р) \rightarrow ;
 в) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
 г) $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
 д) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц) \rightarrow .
19. K_2MnO_4 является восстановителем в реакции:
- а) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{HCl}$ (конц) \rightarrow ;
 б) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow$;
 в) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$;
 г) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KI} \rightarrow$;
 д) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KI} + \text{KOH} \rightarrow$.
20. Добавление какого вещества повышает устойчивость K_2MnO_4 в водном растворе?
- а) KOH ; б) HCl (разб.); в) NH_4Cl ; г) CO_2 ; д) HNO_3 (конц.).
21. В кислых растворах диспропорционируют только частицы:
- а) Mn^{2+} ; б) MnO_2 ; в) MnO_4^{2-} ; г) MnO_4^- .
22. Какая из указанных солей марганца сильнее других подвергается гидролизу?
- а) MnCl_2 ; б) MnSO_4 ; в) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$; г) K_2MnO_4 ; д) KMnO_4 .
23. В результате какой реакции в растворе появляется малиновая окраска, соответствующая иону MnO_4^- ?
- а) $\text{MnSO}_4 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$;
 б) $\text{MnO}_2 + \text{HI} \rightarrow$;
 в) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
 г) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow$;
 д) $\text{Mn} + \text{HCl} \rightarrow$;
24. Какое вещество обесцвечивает подкисленный раствор перманганата?
- а) FeSO_4 ; б) NH_3 ; в) CO_2 ; г) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; д) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.
25. В какой среде проводилось восстановление KMnO_4 , если раствор приобрел зеленую окраску?
- а) сильно кислой; б) слабо кислой; в) нейтральной;
 г) слабо щелочной; д) сильно щелочной.
26. Только окислительными свойствами обладает ион
- а) MnO_3^{2-} ; б) Mn^{2+} ; в) MnO_4^{2-} ; г) Mn^{3+} ; д) MnO_4^- .

27. Какое утверждение ошибочно?
- а) Mn, Tc, Re – полные электронные аналоги.
 - б) Аквакомплексы $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ придают раствору розовую окраску.
 - в) MnO_2 – малоустойчивое соединение марганца.
 - г) Из-за склонности к реакциям диспропорционирования производные MnO_4^{2-} , TcO_4^{2-} и ReO_4^{2-} в водных растворах существуют лишь при большом избытке щелочи.
 - д) Марганец встречается в небольших количествах в тканях растений и животных и является жизненно важным элементом.
28. Какое утверждение ошибочно?
- а) Для марганца наиболее характерна степень окисления +2.
 - б) По химическим свойствам соединения Mn(II) амфотерны (преобладают кислотные свойства).
 - в) MnO_2 (пирролизит) – широко распространенное соединение в земной коре.
 - г) Mn_2O_7 разлагается со взрывом.
 - д) Ионы марганца являются активаторами некоторых ферментов (аргиназы, карбоксилазы и др.).
29. Какое утверждение ошибочно?
- а) Для химии марганца очень характерны окислительно-восстановительные реакции.
 - б) Большинство соединений Mn(II) не растворимы в воде.
 - в) MnO_2 без нагревания устойчив к действию большинства кислот.
 - г) Re_2O_7 кипит без разложения.
 - д) Потребность взрослого человека в марганце составляет около 8 мг в сутки.
30. Какое утверждение ошибочно?
- а) KMnO_4 в нейтральной среде (а также слабокислой и слабощелочной) при окислительно-восстановительных процессах восстанавливается до производных Mn(IV).
 - б) $\text{Э}_2\text{O}_7$ (Э = Mn, Tc, Re) взаимодействуют с водой с образованием кислот HЭO_4 .
 - в) При взаимодействии соединений Mn(IV) с более сильными окислителями образуются производные Mn(II).
 - г) Марганец снижает содержание сахара в крови и благоприятно влияет на состояние больных диабетом.
 - д) По химической природе MnO_2 амфотерен.
31. Какое утверждение ошибочно?
- а) Рений является легкоплавким металлом.
 - б) $\text{Mn}(\text{OH})_2$ получают косвенным путем: действием щелочи на раствор соли Mn(II).
 - в) При нагревании с горячей серной кислотой диоксид марганца разлагается с выделением кислорода.

- г) Степень окисления +6 марганца несколько стабилизируется в анионе MnO_4^{2-} , называемом манганатом.
- д) Предельно допустимая концентрация марганца в воздухе составляет 0.01 мг/м^3 .
32. Для окисления некоторого количества серы потребовался такой объем кислорода (н.у.), который образуется при разложении 330,9 г перманганата калия, содержащего 4,5% бескислородной примеси. Определите массу серы, вступившей в реакцию.
33. Определите направление реакции $MnO_{2(кр.)} + 2H_{2(г.)} \rightleftharpoons Mn_{(кр.)} + 2H_2O_{(г.)}$ в стандартных условиях при 298 К. ($\Delta_f H^\circ_{298}(MnO_2) = -520 \text{ кДж/моль}$, $\Delta_f H^\circ_{298}(H_2O) = -242 \text{ кДж/моль}$, $S^\circ_{298}(MnO_2) = 53 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$, $S^\circ_{298}(H_2O) = 189 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$).

ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ

1. Рассмотрите электронное строение атомов железа, кобальта и никеля. Чем объясняется большое сходство свойств этих соседних по периоду элементов? Какие степени окисления проявляют они в своих соединениях? Укажите наиболее устойчивые степени окисления.
2. Как изменяются в ряду Fe – Co – Ni атомные радиусы, энергии ионизации, температуры кипения и плавления?
3. В чем заключается явление ферромагнетизма?
4. Чем обусловлены каталитические функции металлов VIIA группы?
5. Опишите реакции в доменном процессе. Каковы принципы передела чугуна на сталь и ковкое железо? Как получить химически чистое железо, кобальт, никель?
6. Охарактеризуйте положение железа, кобальта и никеля в ряду напряжений. Как они относятся к неметаллам, воде, кислотам и щелочам?
7. Как ведут себя металлы семейства железа во влажном воздухе? Какой из этих металлов применяют в качестве защитного покрытия? Какие процессы происходят при ржавлении железа?
8. Что такое коррозия металлов? Почему ржавление является частным случаем коррозии?
9. Перечислите формулы всех известных оксидов железа, кобальта, никеля, опишите способы их получения.
10. Какими свойствами обладают оксиды железа, кобальта, никеля(II)?
11. Как получают гидроксиды Э(II) (Э = Fe, Co, Ni)? Охарактеризуйте их кислотно-основные свойства.
12. Какую роль в окислительно-восстановительных процессах играют соединения Fe(II)? Приведите примеры реакций.
13. Опишите кислотно-основные свойства оксидов Э₂O₃ (Э = Fe, Co, Ni).

14. Напишите уравнения реакций получения гидроксидов $\text{Э}(\text{OH})_3$ ($\text{Э} = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$) и их взаимодействия с кислотами.
15. Объясните причину гидролиза солей $\text{Fe}(\text{III})$. Напишите уравнения реакций гидролиза $\text{FeCl}_3, \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.
16. Какие окислительно-восстановительные свойства характерны для производных $\text{Fe}(\text{III})$? Приведите примеры уравнений соответствующих реакций.
17. Что такое ферраты? Как их можно получить? Какова устойчивость ферратов щелочных металлов в водных растворах?
18. Как изменяются кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства в ряду соединений $\text{Fe}(\text{OH})_2 - \text{Fe}(\text{OH})_3 - \text{H}_2\text{FeO}_4$? Напишите соответствующие реакции.
19. Напишите формулы карбониллов железа, кобальта, никеля, руководствуясь методом валентных связей.
20. Какие комплексные соединения железа, кобальта и никеля вам известны? Сравните их устойчивость.
21. Каковы биологические функции железа, кобальта и никеля?

Вопросы для самоконтроля

1. Какова валентная электронная конфигурация атома железа в основном состоянии?
 - а) $3d^6 4s^2$; б) $3d^5 4s^2$; в) $3d^5 4s^1$; г) $3d^7 4s^2$; д) $3d^7 4s^1$.
2. Какая степень окисления наиболее характерна для кобальта?
 - а) +2; б) +3; в) +4; г) +5; д) +6.
3. Металлический никель кристаллизуется в гранецентрированной кубической решетке, поэтому его координационное число в металле равно:
 - а) 4; б) 6; в) 8; г) 10; д) 12.
4. Температура плавления понижается в ряду:
 - а) Ni-Co-Fe; б) Ni-Fe-Co; в) Co-Fe-Ni; г) Fe-Co-Ni; д) Fe-Ni-Co.
5. Какое из указанных соединений растворяет металлическое железо при избыточных условиях?
 - а) HCl (конц.); б) HNO_3 (конц.); в) H_2SO_4 (конц.); г) KOH (конц.); д) NaOH (конц.).
6. Какую реакцию можно использовать для получения производных $\text{Fe}(\text{II})$?
 - а) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц) \rightarrow ;
 - б) $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (разб) \rightarrow ;
 - в) $\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$;
 - г) $\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
 - д) $\text{Fe} + \text{HNO}_3$ (конц) \rightarrow ;
7. Оксид и гидроксид никеля(II) не растворяются в
 - а) H_2O ; б) HCl (разб.); в) HCl (конц.); г) H_2SO_4 (разб.); д) H_2SO_4 (конц.).

8. В соответствии со своей наиболее устойчивой степенью окисления никель при взаимодействии с хлором образует хлорид состава
 а) NiCl_2 ; б) NiCl_3 ; в) NiCl_4 ; г) NiCl_5 ; д) NiCl_6 .
9. Какое соединение железа(II) наиболее устойчиво по отношению к кислороду воздуха?
 а) FeSO_4 ; б) $\text{Fe}(\text{OH})_2$; в) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;
 г) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; д) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
10. Какой из указанных гидроксидов имеет более ярко выраженные основные свойства?
 а) $\text{Fe}(\text{OH})_2$; б) $\text{Co}(\text{OH})_2$; в) $\text{Ni}(\text{OH})_2$.
11. Какая из указанных солей подвергается в растворе более сильному гидролизу?
 а) NaFeO_2 ; б) FeCl_2 ; в) FeCl_3 ; г) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ д) FeSO_4 .
12. Какое из указанных соединений является реактивом на ионы железа(III)?
 а) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; б) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; в) H_2S (газ) г) H_2S (р-р) д) KCN .
13. Какое соединение кобальта образуется при действии сероводорода на водный раствор хлорида кобальта(III)?
 а) $\text{Co}(\text{OH})_2$; б) $\text{Co}(\text{OH})_3$; в) CoS ; г) Co_2S_3 ; д) CoSO_4 .
14. Какое соединение образуется при взаимодействии растворов FeCl_3 и Na_2CO_3 ?
 а) $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$; б) FeCO_3 ; в) $\text{Fe}(\text{OH})_3$;
 г) $\text{Fe}(\text{OH})\text{CO}_3$; д) $\text{Fe}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$.
15. Какую реакцию можно использовать для получения $\text{Ni}(\text{OH})_3$?
 а) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} + \text{O}_2 \rightarrow$;
 б) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{KNO}_3 + \text{NaOH}$ (сплавнение) \rightarrow ;
 в) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH}$ (сплавнение) \rightarrow ;
 г) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{BaO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$;
 д) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow$.
16. Какую реакцию можно использовать для получения K_2FeO_4 ?
 а) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH}$ (сплавнение) \rightarrow ;
 б) $\text{FeO} + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow$;
 в) $\text{Fe} + \text{KNO}_3$ (t°) \rightarrow ;
 г) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$;
 д) $\text{FeCl}_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow$;
17. Какое соединение железа образуется при действии избытка раствора аммиака на раствор хлорида железа(III)?
 а) $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_3$; б) $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$; в) $\text{Fe}(\text{OH})\text{Cl}_2$;
 г) $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Cl}$; д) $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
18. В какой из указанных реакций пирит проявляет окислительные свойства?
 а) $\text{FeS}_2 + \text{HCl} \rightarrow$;
 б) $\text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow$;
 в) $\text{FeS}_2 + \text{H}_2 \rightarrow$;

- г) $\text{FeS}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow$;
 д) $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$.
19. Какая гибридизация соответствует атому железа в молекуле $\text{Fe}(\text{CO})_5$?
 а) dsp^3 ; б) sp^3d^2 ; в) sp^2d^3 ; г) s^2p^2d ; д) sp^3 .
20. Какая гибридизация соответствует атому никеля в молекуле $\text{Ni}(\text{CO})_4$?
 а) sp^2 ; б) sp^3 ; в) dsp^3 ; г) sp^3d^2 ; д) ds^2p .
21. Какое утверждение ошибочно?
 а) Пентакарбонил железа $\text{Fe}(\text{CO})_5$ – желтая летучая жидкость.
 б) Ион Fe^{2+} может окисляться в кислой среде даже молекулярным кислородом.
 в) CoF_2 не растворяется в воде.
 г) Сульфид никеля(II) – вещество черного цвета.
 д) При взаимодействии производных $\text{Co}(\text{II})$ с KCN в отсутствие окислителей образуется $\text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]$.
22. Какое утверждение ошибочно?
 а) Изотоп Co^{60} получил широкое применение в медицине для лечения раковых заболеваний.
 б) При растворении в воде аммиакаты $\text{Fe}(\text{II})$ легко разрушаются.
 в) $\text{Co}(\text{OH})_2$ проявляет амфотерные свойства.
 г) Комплекс $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ имеет ярко-зеленую окраску.
 д) Ионы $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ окисляют воду, в результате чего выделяется кислород.
23. Какое утверждение ошибочно?
 а) При нагревании карбонилы железа, кобальта и никеля разрушаются, что используется для получения очень чистых металлов.
 б) Окисление $\text{Fe}(\text{II})$ особенно легко протекает в щелочной среде.
 в) $\text{Co}(\text{OH})_2$ хорошо растворим в воде.
 г) Аквакомплекс $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ имеет ярко-зеленую окраску.
 д) Соединения типа $\text{H}_2\text{ЭO}_4$ и ЭO_3 не получены ($\text{Э} = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$).
24. Какое утверждение ошибочно?
 а) Железо в чистом виде получают электролизом растворов его солей.
 б) Для $\text{Ni}(0)$ получен комплексный цианид $\text{K}_4[\text{Ni}(\text{CN})_4]$.
 в) Большинство соединений $\text{Co}(\text{II})$ парамагнитны.
 г) Оксид и гидроксид никеля(II) – вещества синего цвета.
 д) В растворах при небольшом нагревании большинство соединений $\text{Fe}(\text{VI})$ разлагаются с выделением кислорода.
25. Какое утверждение ошибочно?
 а) По химической активности кобальт превосходит железо.
 б) Оксид железа(III) существует в виде трех модификаций, по структуре подобных Al_2O_3 .
 в) Для $\text{Co}(\text{II})$ характерны аквакомплексы $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$.
 г) Безводные соли $\text{Ni}(\text{II})$ обычно имеют желтую окраску.

- д) Из катионных комплексов для Co(III) устойчивы многочисленные аммиакаты.
26. После погружения железной пластины массой 5 г в 50 мл раствора сульфата меди с массовой долей 15 % (плотность 1,12) количество сульфата меди в растворе уменьшилось вдвое. Какой стала масса пластины?
27. Сколько граммов FeS_2 было подвергнуто обжигу, если при поглощении всего выделившегося газа водой был получен 1 кг раствора кислоты с массовой долей 0,41 %?

МЕДЬ, СЕРЕБРО, ЗОЛОТО

1. Рассмотрите электронное строение атомов меди, серебра, золота. Какие степени окисления проявляют они в своих соединениях? Почему элементы подгруппы меди могут проявлять степени окисления выше, чем номер группы?
2. Сравните тепло- и электропроводность меди, серебра, золота и металлов других подгрупп. Где находят применение эти металлы?
3. Как изменяются в ряду Cu-Ag-Au атомные радиусы, энергия ионизации, температуры плавления и кипения?
4. Как изменяется химическая активность элементов подгруппы меди? Какое место в ряду напряжений они занимают? В виде каких соединений они встречаются в природе?
5. Как медь, серебро и золото получают в технике?
6. Каково отношение металлов подгруппы меди к неметаллам, воде, кислотам и щелочам?
7. Охарактеризуйте способы получения оксидов и гидроксидов металлов подгруппы меди в степени окисления +1. Опишите их свойства.
8. Объясните устойчивость соединений Ag(I) и склонность к диспропорционированию производных Cu(I) и Au(I) .
9. Как изменяется растворимость в ряду AgCl - AgBr - AgI в воде и в водном растворе аммиака? В чем причина растворимости в аммиаке?
10. Опишите способы получения оксида и гидроксида меди(II). Охарактеризуйте их основные свойства.
11. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные свойства солей Cu(II) . Приведите примеры уравнений реакций. Каковы причины гидролиза солей меди(II)?
12. Чем объясняется появление на изделиях из меди серо-зеленого налета?
13. В природе встречается минерал малахит. Какую формулу имеет это соединение? Как его можно получить в лабораторных условиях?
14. Какие свойства проявляет оксид и гидроксид золота(III)? Опишите способы их получения.

15. Почему соли Au(III) подвергаются гидролизу? Напишите уравнение реакции гидролиза $AuCl_3$.
16. Приведите примеры уравнений реакций, подтверждающих склонность соединений Au(III) к комплексообразованию.
17. Какие соединения Ag(I) используются в фотографии и почему? Напишите уравнения соответствующих реакций.
18. Каковы биологические функции меди и серебра?

Вопросы для самоконтроля

1. Какова валентная электронная конфигурация атома меди в основном состоянии?
 - а) $3d^9 4s^2$; б) $3d^8 4s^2 4p^1$; в) $3d^{10} 4s^1$; г) $3d^8 4s^1 4p^2$; д) $3d^{10} 4p^1$.
2. Медь, серебро и золото кристаллизуются в гранцентрированной кубической решетке, поэтому координационное число атома металла равно:
 - а) 2; б) 4; в) 6; г) 8; д) 12.
3. Для меди наиболее характерна степень окисления:
 - а) 1; б) 2; в) 3; г) 1 и 3; д) 2 и 3.
4. Наибольшей электрической проводимостью обладает:
 - а) Cu; б) Ag; в) Au; г) Sc; д) Mn.
5. Химическая активность убывает в ряду:
 - а) Cu-Ag-Au; б) Au-Ag-Cu; в) Cu-Au-Ag; г) Au-Cu-Ag; д) Ag-Cu-Au.
6. Медь растворяется в:
 - а) HCl (разб.); б) HNO₃ (разб.); в) H₂SO₄ (разб.); г) HNO₃ (конц.).
7. Металлическое серебро на воздухе темнеет из-за образования пленки:
 - а) Ag₂O; б) Ag₂S; в) Ag₂CO₃; г) AgCl; д) AgOH.
8. Непосредственно с кислотами взаимодействует только:
 - а) Cu; б) Ag; в) Au; г) Cu и Ag; д) Cu и Au.
9. Вследствие окисления медь на воздухе покрывается плотной серо-зеленой пленкой:
 - а) CuO; б) Cu₂O; в) Cu(OH)₂·CuCO₃; г) CuCO₃.
10. При растворении золота в "царской водке" образуется:
 - а) AuCl; б) Au₂O; в) H[AuCl₄]; г) Au₂O₃; д) H[AuCl₂].
11. Наименьшей растворимостью обладает:
 - а) AgCl; б) AgBr; в) AgI; г) AgF.
12. Сильное нагревание нитрата меди вызывает термическое разложение с образованием:
 - а) Cu(NO₂)₂ + O₂; б) CuO + NO + O₂; в) CuO + NO + NO₂;
г) CuO + NO₂ + O₂; д) Cu(NO₂)₂ + NO + O₂.
13. В качестве фиксажа в фотографии используется реактив:
 - а) Na₂S₂O₃; б) Na₂SO₃; в) Na₂SO₄; г) KClO₃; д) NaOH.
14. При растворении в воде бесцветного сульфата меди раствор приобретает за счет образования аквакомплекса окраску:

- а) голубую; б) синюю; в) зеленую; г) розовую; д) фиолетовую.
15. В растворимое состояние все галогениды серебра можно перевести с помощью:
- а) Na_2S ; б) HNO_3 ; в) KCN ; г) KOH ; д) H_2O_2 .
16. Золото является благородным металлом и не окисляется:
- а) $\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; б) HNO_3 (конц.); в) $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$;
г) $\text{O}_2 + \text{KCN}$; д) H_2SeO_4 (конц.).
17. При пропускании в раствор солей меди(II) сероводорода выпадает осадок:
- а) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; б) CuO ; в) CuS ; г) Cu_2S ; д) Cu_2O .
18. Поскольку медь – металл с невысокой химической активностью, она может быть вытеснена из растворов своих солей металлом:
- а) Fe; б) Hg; в) Ag; г) Pt; д) Au.
19. Восстановительными свойствами обладают соединения:
- а) Cu(II) и Ag(III); б) Cu(I) и Au(III); в) Cu(I) и Au(I);
г) Cu(III) и Ag(II); д) Ag(I) и Au(III).
20. Окислительными свойствами обладают соединения:
- а) Cu(I) и Ag(I); б) Cu(II) и Au(II); в) Ag(I) и Au(III);
г) Cu(III) и Ag(I); д) Cu(III) и Ag(III).
21. Какое утверждение ошибочно?
- а) Медь применяется в сельском хозяйстве как составная часть микроудобрений.
- б) В присутствии кислорода медь и ее аналоги растворяются в растворах основных цианидов.
- в) Большинство соединений Ag(I) хорошо растворимы в воде.
- г) Среди металлов подгруппы меди степень окисления +2 характерна только для меди.
- д) Галогениды Au(III) – амфотерные соединения с преобладанием кислотных признаков.
22. Какие утверждения ошибочны?
- а) Для меди наиболее характерна степень окисления +1.
- б) Соединения меди необходимы для синтеза гемоглобина и фосфолипидов.
- в) Ag_2SO_4 и Ag_2CO_3 хорошо растворимы в воде.
- г) Большинство кристаллогидратов меди(II) имеют голубую окраску.
- д) Основным исходным продуктом для получения других соединений золота является AuCl_3 .
23. Какие утверждения ошибочны?
- а) Серебро получают при переработке сернистых руд цинка, свинца и меди.
- б) Галогениды Ag(I), Cu(I) и Au(I) хорошо растворимы в воде и кислотах.
- в) Оксид меди(II) имеет голубую окраску.
- г) Все растворимые производные Cu, Ag, Au ядовиты.
- д) Золото хорошо растворимо в H_2SeO_4 (конц.).
24. Какое утверждение ошибочно?
- а) Медь концентрируется преимущественно в печени.

- б) Химическая активность меди и ее аналогов невелика и увеличивается с возрастанием порядкового номера элемента.
 - в) При попытке получения гидроксидов Э(OH), где Э = Cu, Ag, Au, по обменным реакциям выделяются оксиды Э₂O.
 - г) Для Cu(II) характерны как анионные, так и катионные комплексы.
 - д) Au(OH)₃ (крист.) имеет красно-коричневую окраску.
25. Какое утверждение ошибочно?
- а) Медь, серебро и особенно золото встречаются в природе в самородном состоянии.
 - б) Ag и Au непосредственно взаимодействуют с кислородом.
 - в) избыток меди в организме может повлечь перерождение печени и анемичные явления.
 - г) При нагревании Cu(OH)₂ распадается на CuO и H₂O
 - д) Au(OH)₃ – амфотерное соединение.
26. Вычислите массу ионов Ag⁺ в 100 мл. насыщенного раствора Ag₂CO₃ (ПР(AgCO₃)=1.2·10⁻¹²).
27. При взаимодействии 50 мл. раствора CuCl₂ с иодидом калия выделилось 0.635 г. иода. Рассчитайте нормальность раствора CuCl₂.

ЦИНК, КАДМИЙ, РТУТЬ

1. Рассмотрите электронное строение атомов элементов подгруппы цинка. Какие степени окисления характерны для этих элементов?
2. Охарактеризуйте изменение в ряду Zn – Cd – Hg радиусов атомов, энергий ионизации, электроотрицательности.
3. Опишите кристаллическую структуру металлов подгруппы цинка и их физические свойства. Сравните значения температуры плавления, твердость, теплопроводность и электропроводность металлов данной подгруппы, а также металлов соответствующих d-рядов.
4. Где в ряду напряжений металлов расположены цинк, кадмий, ртуть? Сравните значения стандартных электродных потенциалов этих металлов и укажите, как изменяется химическая активность в ряду Zn – Cd – Hg. Охарактеризуйте их отношение к воде, к растворам щелочей, к разбавленным и концентрированным растворам соляной, серной и азотной кислот. Напишите уравнения реакций.
5. Как меняются металлические свойства элементов в ряду Zn – Cd – Hg? Какой из металлов проявляет яркую амфотерность?
6. Опишите способы получения и свойства оксидов цинка, кадмия и ртути. Сравните их кислотно-основные свойства.
7. Как получают гидроксиды цинка, кадмия и ртути? Сравните их термическую устойчивость. Каковы причины низкой термической устойчивости Hg(OH)₂ и существование его в следовых количествах? Как относятся гидроксиды к растворам соляной кислоты, гидроксида натрия, аммония? Сравните характер основных свойств гидроксидов в ряду Zn – Cd – Hg.

8. Охарактеризуйте комплексные соединения Э(II) (Э = Zn, Cd, Hg). Каковы значения координационных чисел? Сравните, воспользовавшись справочными данными, устойчивость комплексных соединений цинка, кадмия, ртути. Приведите примеры комплексных соединений и уравнения реакций их получения.
9. Какое комплексное соединение ртути(II) используется как реагент для количественного обнаружения иона аммония? Напишите уравнение реакции.
10. Опишите строение Hg_2^{2+} . Каковы валентность и степень окисления ртути в этой кластерной группировке? Рассмотрите реакции диспропорционирования соединений ртути(I). Какие условия способствуют протеканию этих реакций? Существует ли связь между малочисленностью соединений ртути(I) и их склонностью к диспропорционированию? Какие соединения Hg(I) должны быть достаточно устойчивы? Какие соединения не существуют?
11. Напишите уравнения реакций:
- $$Hg_2(NO_3)_2 + NaOH = \dots$$
- $$Hg_2(NO_3)_2 + H_2S = \dots$$
- $$Hg_2(NO_3)_2 + KCN = \dots$$
- $$Hg_2(NO_3)_2 + KI = \dots$$
- $$Hg_2(NO_3)_2 + KCl = \dots$$
12. Почему невозможно получить по обменной реакции Hg_2O , Hg_2S , $Hg_2(CN)_2$? Как получают соединения Hg(I)?
13. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные свойства производных Hg(I) и Hg(II). Какие отличия имеются в поведении этих соединений? Приведите уравнения реакций.
14. Сравните растворимость солей цинка, кадмия и ртути в степенях окисления +2. Соли какого металла наименее растворимы? Какие соли данного металла обладают хорошей растворимостью и широко используются в лабораториях?
15. Сравните термическую устойчивость карбонатов и нитратов Э(II) (Э = Zn, Cd, Hg). Почему соли ртути(II) обладают наименьшей термической устойчивостью? Напишите уравнения разложения этих солей.
16. Сравните глубину гидролиза солей $Zn(NO_3)_2$, $Cd(NO_3)_2$, $Hg(NO_3)_2$. Какая из солей в водном растворе гидролизована: а) наиболее сильно, б) наиболее слабо? Объясните причину этого. Растворы какой соли можно использовать без подкисления? Для подавления гидролиза какой соли нужно использовать концентрированный раствор азотной кислоты? Напишите уравнения реакций гидролиза.
17. Что представляют собой вещества, носящие названия сулема, каломель? Опишите области их применения.
18. Какие сплавы называют амальгамами и где их используют?
19. Охарактеризуйте токсикологию ртути и ее соединений и соединений кадмия.

Вопросы для самоконтроля

1. В самородном состоянии в природе встречается:
а) Zn; б) Cd; в) Hg; г) Cd и Hg; д) Zn и Hg.
2. Известны соединения ртути со степенью окисления:
а) +1; б) +2; в) +3; г) 0; д) -3.
3. Известны соединения цинка и кадмия со степенью окисления
а) -2; б) 0; в) +1; г) +2; д) +3.
4. Амфотерность металлического цинка проявляется в реакциях
а) $2Zn + O_2 \rightarrow 2ZnO$;
б) $Zn + S \rightarrow ZnS$;
в) $Zn + 2HI \rightarrow ZnI_2 + H_2$;
г) $Zn + H_2O_2 \rightarrow ZnO + H_2O$;
д) $Zn + 2KOH + 2H_2O \rightarrow K_2[Zn(OH)_4] + H_2$.
5. Металлическая ртуть не растворяется в растворах:
а) KOH (конц.); б) HCl (конц.); в) HNO₃ (конц.);
г) H₂SO₄ (разб.); д) H₂SO₄ (конц.).
6. Водород выделяется при протекании реакций:
а) $Zn + KOH \text{ (конц) } (t^\circ) \rightarrow \dots$;
б) $Zn + H_2SO_4 \text{ (конц) } \rightarrow \dots$;
в) $Zn + H_2SO_4 \text{ (конц) } (t^\circ) \rightarrow \dots$;
г) $Zn + HNO_3 \text{ (очень разб.) } \rightarrow \dots$;
д) $Zn + H_2SO_4 \text{ (разб) } \rightarrow \dots$.
7. При растворении ртути в избытке концентрированной серной кислоты образуется:
а) Hg₂(NO₃)₂; б) HgO; в) Hg₂O; г) Hg(NO₃)₂.
8. Кадмий растворяется в растворах:
а) KOH; б) HCl; в) NH₃; г) H₂SO₄ (конц.); д) H₂SO₄ (разб.).
9. Наиболее сильно кислотные свойства выражены у оксида:
а) ZnO; б) HgO; в) CdO; г) Hg₂O;
10. Амфотерность оксида Zn(II) проявляется во взаимодействии с:
а) C; б) HCl; в) H₂; г) NaOH; д) NH₃.
11. Оксид состава ЭО образуется при действии концентрированного раствора NaOH на:
а) Hg(NO₃)₂; б) Zn(NO₃)₂; в) Cd(NO₃)₂; г) Zn; д) ZnCl₂.
12. При действии избытка концентрированного раствора NaOH на раствор нитрата цинка(II) образуется:
а) Zn(OH)₂; б) ZnO; в) Na₂[Zn(OH)₄]; г) Zn(OH)NO₃.
13. При растворении избытка металлической ртути в концентрированной азотной кислоте образуются продукты
а) Hg(NO₃)₂ + NO₂; б) Hg(NO₃)₂ + NO; в) Hg₂(NO₃)₂ + N₂;
г) Hg₂(NO₃)₂ + NH₄NO₃; д) Hg₂(NO₃)₂ + NO.
14. Из солей ртути(II) хорошо растворимы в воде:
а) HgS; б) HgCl₂; в) HgI₂; г) Hg(NO₃)₂; д) Hg(CH₃COO)₂.

15. В своих комплексных соединениях Hg(II) чаще всего проявляет координационное число:
 а) 2; б) 3; в) 4; г) 5; д) 6.
16. Cd(II) в своих комплексных соединениях чаще всего проявляет координационное число:
 а) 2; б) 3; в) 4; г) 5; д) 6.
17. В своих комплексных соединениях Zn(II) чаще всего проявляет координационное число:
 а) 2; б) 3; в) 4; г) 5; д) 6.
18. Наиболее сильно гидролизуется соль:
 а) $Zn(NO_3)_2$; б) $CdCl_2$; в) $Cd(NO_3)_2$; г) $Hg(NO_3)_2$; д) $ZnCl_2$.
19. Для подавления гидролиза соли $ZnCl_2$ к раствору этой соли необходимо добавить:
 а) NaOH; б) H_2O ; в) NH_3 ; г) HCl; д) NaCl.
20. Восстановительные свойства с сильными окислителями может проявить:
 а) $Zn(NO_3)_2$; б) $CdSO_4$; в) $Hg(NO_3)_2$; г) $Hg_2(NO_3)_2$; д) $ZnSO_4$.
21. Окислительные свойства характерны для:
 а) $Zn(NO_3)_2$; б) $CdSO_4$; в) $Hg(NO_3)_2$; г) $Hg_2(NO_3)_2$; д) $ZnSO_4$.
22. Окислительно-восстановительной двойственностью обладает:
 а) Hg; б) $Hg(NO_3)_2$; в) $Hg_2(NO_3)_2$; г) $HgSO_4$; д) HgO.
23. Реакции диспропорционирования характерны для:
 а) $Hg_2(NO_3)_2$; б) $Hg(NO_3)_2$; в) HgO; г) Hg_2Cl_2 ; д) $HgCl_2$.
24. Металлическая ртуть образуется в результате реакций:
 а) $Hg_2(NO_3)_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$;
 б) $Hg_2(NO_3)_2 + SnCl_2 + HCl \rightarrow \dots$;
 в) $Hg_2(NO_3)_2 + NaOH \rightarrow \dots$;
 г) $Hg_2(NO_3)_2 + KI \rightarrow \dots$;
 д) $Hg_2(NO_3)_2 + PbO_2 + HNO_3 \rightarrow \dots$.
25. $Hg_2(NO_3)_2$ диспропорционирует при добавлении к раствору этого соединения растворов:
 а) Cl_2 ; б) KOH; в) K_2S ; г) $SnCl_2$; д) $KMnO_4$.
26. При действии на нитрат ртути(I) избытка концентрированного раствора гидроксида калия образуется:
 а) $Hg + HgO$; б) $Hg(OH)_2$; в) Hg_2O ; г) $K_2[Hg(OH)_4]$.
27. Металл образуется при сильном нагревании соединений:
 а) $Zn(NO_3)_2$; б) $Cd(NO_3)_2$; в) $Hg(NO_3)_2$; г) ZnO; д) HgO.
28. Какое утверждение ошибочно?
 а) При сплавлении со щелочами оксид цинка образует цинкаты состава M_2ZnO_2 .
 б) Многие металлы, в том числе и золото, образуют сплавы с ртутью (амальгамы) при простом перемешивании металлов. На этом основан метод выделения золота из руды.
 в) В ионе Hg_2^{2+} атомы ртути связаны между собой ковалентной связью.

- г) HgI_2 растворяется в растворе иодида калия за счет реакции комплексообразования: $\text{HgI}_2 + 2\text{KI} = \text{K}_2[\text{HgI}_4]$.
- д) Ртуть хорошо растворяется в концентрированном растворе соляной кислоты с выделением водорода.
29. Какое утверждение ошибочно?
- а) В водных растворах ионы Hg_2^{2+} диспропорционируют по схеме: $\text{Hg}_2^{2+} \leftrightarrow \text{Hg} + \text{Hg}^{2+}$. При этом диспропорционированию способствуют любые реагенты, уменьшающие активность ионов Hg^{2+} за счет образования осадков или комплексных соединений.
- б) Химическая активность металлов подгруппы цинка падает в ряду $\text{Zn}-\text{Cd}-\text{Hg}$.
- в) Соединения кадмия (I) неустойчивы и получены только в расплавах.
- г) Среди оксидов элементов подгруппы цинка наиболее слабыми основными свойствами обладает HgO .
- д) Термическая устойчивость гидроксидов $\text{Э}(\text{OH})_2$ возрастает в ряду $\text{Zn}-\text{Cd}-\text{Hg}$.
30. Какие утверждения ошибочны?
- а) При взаимодействии $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ с раствором сульфида натрия протекает реакция диспропорционирования: $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} = \text{Hg} + \text{HgS} + 2\text{NaNO}_3$.
- б) Гидроксокадматы из-за слабой амфотерности $\text{Cd}(\text{OH})_2$ образуются лишь при длительном кипячении в концентрированных растворах щелочей.
- в) В ряду напряжений металлов кадмий расположен после водорода, поэтому не растворяется в соляной кислоте.
- г) Растворимость $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и $\text{Cd}(\text{OH})_2$ в присутствии аммиака объясняется образованием аммиакатов.
- д) Комплексный ион $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ имеет форму квадрата.
31. Какое утверждение ошибочно?
- а) Оксид цинка обладает сильными окислительными свойствами.
- б) Отсутствие трехвалентных состояний для элементов подгруппы цинка в отличие от элементов подгруппы меди обусловлено особой устойчивостью d^{10} электронных конфигураций.
- в) При нагревании гидроксид цинка легко разлагается с образованием оксида цинка и воды.
- г) В ряду $\text{Zn}-\text{Cd}-\text{Hg}$ радиусы атомов увеличиваются.
- д) Соединения ртути(II) проявляют окислительные свойства только по отношению к сильным восстановителям.
32. Какое количество технического цинка, содержащего 90% Zn , должно быть израсходовано для получения 1 кг. 30%-ного раствора ZnCl_2 ?
33. Какой объем 4н. раствора NaOH способен прореагировать с 200 г. ZnO , содержащего 20 % примесей, не растворяющегося в щелочах?

ОТВЕТЫ К ВОПРОСАМ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

Щелочные металлы, Бериллий, магний, щелочноземельные металлы: 1-а, 2-а, 3-б, 4-а, 5-а, 6-а, 7-б, 8-г, 9-д, 10-вгд, 11-б, 12-а, 13-б, 14-б, 15-д, 16-б, 17-д, 18-д, 19-а, 20-а, 21-д, 22-б, 23-вг, 24-б, 25-в, 26-7%, 27-19.96%.

Алюминий, галлий, индий, таллий: 1-б, 2-вд, 3-а, 4-б, 5-а, 6-в, 7-а, 8-д, 9-г, 10-д, 11-г, 12-в, 13-г, 14-в, 15-бг, 16-бвг, 17-бв, 18-б, 19-г, 20-д, 21-б, 22-бвг, 23-аб, 24-в, 25-б, 26-в, 27-б, 28-г, 29-27 г., 30-1281.7 г., кислая среда.

Германий, олово, свинец: 1-в, 2-б, 3-д, 4-а, 5-б, 6-д, 7-а, 8-г, 9-в, 10-абвг, 11-а, 12-а, 13-вд, 14-г, 15-в, 16-г, 17-в, 18-ав, 19-г, 20-бг, 21-в, 22-г, 23-д, 24-в, 25-в, 26-а, 27-ав, 28-б, 29-д, 30-б, 31-вд, 32-г, 33-а, 34-б, 35-59.3%, 36-400 мл.

Хром, молибден, вольфрам: 1-а, 2-в, 3-г, 4-б, 5-д, 6-а, 7-г, 8-г, 9-а, 10-аб, 11-г, 12-г, 13-г, 14-в, 15-г, 16-а, 17-бв, 18-д, 19-ав, 20-г, 21-г, 22-аг, 23-авгд, 24-в, 25-д, 26-ав, 27-д, 28-в, 29-б, 30-д, 31-б, 32-а. 33-Li-11.86, Cr - 88.14, 34-реакция протекает слева направо.

Марганец, технеций, рений: 1-б, 2-д, 3-а, 4-д, 5-а, 6-а, 7-а, 8-в, 9-д, 10-д, 11-а, 12-а, 13-а, 14-а, 15-аб, 16-в, 17-б, 18-а, 19-б, 20-а, 21-в, 22-г, 23-авг, 24-а, 25-д, 26-д, 27-в, 28-б, 29-б, 30-в, 31-а, 32-32 г., 33-справа налево.

Железо, кобальт, никель: 1-а, 2-а, 3-д, 4-г, 5-а, 6-а, 7-а, 8-а, 9-д, 10-а, 11-а, 12-б, 13-в, 14-в, 15-гд, 16-ад, 17-д, 18-в, 19-а, 20-б, 21-д, 22-г, 23-в, 24-г, 25-а, 26-5.2г, 27 - 3 г.

Медь, серебро, золото: 1-в, 2-д, 3-б, 4-б, 5-а, 6-бг, 7-б, 8-г, 9-в, 10-в, 11-в, 12-г, 13-а, 14-а, 15-в, 16-б, 17-в, 18-а, 19-в, 20-д, 21-в, 22-ав, 23-бв, 24-б, 25-б, 26-0.0014 г., 27-0.1 н.

Цинк, кадмий, ртуть: 1-в, 2-а, 3-г, 4-вд, 5-абг, 6-ад, 7-г, 8-бг, 9-б, 10-г, 11-а, 12-в, 13-д, 14-гд, 15-в, 16-д, 17-в, 18-г, 19-г, 20-г, 21-вг, 22-в, 23-аг, 24-бвг, 25-бв, 26-ав, 27-вд, 28-д, 29-д, 30-вд, 31-а, 32-159.3 г., 33-987.5 мл.

СОДЕРЖАНИЕ

Примерная схема анализа свойств элементов и их соединений	3
Щелочные металлы. Бериллий, магний, щелочноземельные металлы	5
Алюминий, галлий, индий, таллий	8
Германий, олово, свинец	12
Хром, молибден, вольфрам	16
Марганец, технеций, рений	22
Железо, кобальт, никель	26
Медь, серебро, золото	30
Цинк, кадмий, ртуть	33
Ответы к вопросам для самоконтроля	38