

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н.Ф. Стась

ЗАДАЧИ И ВОПРОСЫ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

*Рекомендовано в качестве учебного пособия
Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета*

Издательство
Томского политехнического университета
2008

УДК 546(076)
ББК 24.1я73
С77

Стась Н.Ф.

С77

Задачи и вопросы по неорганической химии: учебное пособие / Н.Ф. Стась. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 296 с.

Пособие содержит 1650 задач и вопросов для формирования индивидуальных домашних заданий при изучении второй части дисциплины «Общая и неорганическая химия» – химии элементов. Отличается оптимальным соотношением расчетных задач и упражнений, а также прямых, обратных и комбинированных задач. Содержит 150 вариантов индивидуальных домашних заданий. Является частью учебного комплекса кафедры общей и неорганической химии Томского политехнического университета.

Предназначено для студентов, обучающихся по химическим направлениям и специальностям технических университетов.

**УДК 546(076.1)
ББК 24.1я73**

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой химии ТГАСУ

Ю.С. Саркисов

Доктор химических наук,
профессор кафедры неорганической химии ТГПУ

Л.П. Ерёмин

© Стась Н.Ф., 2008
© Томский политехнический университет, 2008
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2008

ВВЕДЕНИЕ

При составлении задачников по химии авторам приходится решать такие методические проблемы, как последовательность расположения материала, соотношение расчётных задач, упражнений и вопросов по теоретическому материалу, типы задач, объём и уровень требуемых знаний и умений, наличие в заданиях элементов обучения, порядок подачи справочного материала, способы представления ответов и т. д.

Данный сборник является частью учебного комплекса (комплексного методического обеспечения) кафедры общей и неорганической химии Томского политехнического университета. Он отражает методику обучения студентов химико-технологических направлений и специальностей ТПУ по дисциплине «Общая и неорганическая химия», точнее, её второй части – химии элементов.

Химию элементов студенты изучают во втором семестре после изучения (в первом семестре) общей химии. Но после зимних каникул наблюдается некоторая «опустошенность» студентов, поэтому мы начинаем второй семестр с повторения основных закономерностей периодической системы (основно-кислотных свойств и реакций оксидов и гидроксидов в связи с положением элементов в периодах и группах) и закономерностей окислительно-восстановительных реакций на примере взаимодействия простых веществ с кислотами, щелочами и водой. Этим вопросам, а также закономерностям гидролиза солей и распространенности элементов в природе посвящена первая глава задачника.

По традиции, идущей от первых преподавателей неорганической химии в Томском политехническом университете профессоров Д.И. Турбабы и Я.И. Михайленко, изучение химии элементов начинается с водорода. После этого студенты «проходят» р-элементы в порядке, обратном их расположению в периодической системе: галогены, халькогены, главные подгруппы пятой, четвёртой и третьей группы. При такой последовательности наиболее сложный материал изучается в первой половине семестра «на свежую голову».

Во второй половине семестра изучаются s-элементы и химия переходных элементов. В связи с тем, что d-элементы имеют ряд общих свойств, которые закономерно изменяются в периодах, в начале рассматриваются эти общие свойства. Специфические свойства d-элементов рассматриваются по подгруппам в порядке их расположения в периодической системе, т. е. начиная с подгруппы скандия и заканчивая подгруппой цинка. При этом d-элементы восьмой группы подразделяются, как это принято в большинстве вузов и учебных пособий, на два «семейства» – железа и платины.

Соотношение расчётных задач и упражнений в задачнике должно быть оптимальным, но в методическом плане этот вопрос не проработан. Доля расчетных задач в пособиях, изданных в центральных издательствах в последние годы, колеблется в очень широких пределах: от 10 % (Свиридов В.В. с соав. [34]) до 35 % (Любимова Н.Б. [31]) и до 70 % (Гольбрайх З.Е. и Маслов Е.И. [27]). По-разному относятся авторы к включению в свои задачники теоретических вопросов: их доля колеблется от 1–2 % (Гольбрайх З.Е. и Маслов Е.И. [27]) до 25 % (Любимова Н.Б. [31]) и 70 % (Свиридов В.В. с соав. [34]).

В данном пособии предпочтение отдано расчётным задачам (около 40 %) и упражнениям (примерно 45 %); но теоретические вопросы также необходимы – их доля в сборнике составляет около 15 %.

Теоретические вопросы относятся в основном к строению атомов и молекул, закономерностям изменения свойств однотипных соединений, а также получения и применения наиболее важных соединений.

Расчётные задачи, которые приходится решать студентам при изучении современной неорганической химии, весьма разнообразны как по содержанию, так и по форме. Например, классификация по содержанию содержит 19 типов задач.

1. Вычисление атомной массы элемента по его изотопному составу.
2. Стехиометрические расчеты по формулам соединений.
3. Расчёты по уравнениям реакций и закону эквивалентов.
3. Вычисление характеристик газов и газовых смесей.
5. Различные термодимические расчеты.
6. Расчёты энтропии и энергии Гиббса реакций для определения направления их протекания.
7. Вычисление констант равновесия и выхода продуктов обратимых реакций.
8. Расчёты, иллюстрирующие закон действующих масс для скорости геакций (влияние концентрации реагентов на скорость реакций).
9. Расчёты по влиянию температуры на скорость реакций (уравнение Аррениуса, правило Вант-Гоффа).
10. Расчёты показателей окислительно-восстановительных реакций по значениям окислительно-восстановительных потенциалов.
11. Задачи на растворимость веществ и произведение растворимости.
12. Расчёты, связанные с приготовлением растворов.
13. Переходы между способами выражения концентрации растворов.
14. Определение концентрации раствора по результатам титрования.
15. Задачи на коллигативные свойства растворов неэлектролитов.
16. Вычисление количественных показателей электролитической диссоциации и свойств растворов электролитов.

17. Вычисление количественных показателей гидролиза солей.
18. Определение электродвижущей силы гальванических элементов.
19. Расчёты процессов электролиза.

Обычно в задачниках по неорганической химии наиболее полно и в ущерб другим типам представлены задачи на стехиометрию реакций и определение концентрации растворов. В данном пособии стехиометрические и концентрационные расчёты представлены в большом числе, но не в ущерб другим типам задач.

По форме расчётные задачи по химии целесообразно классифицировать на прямые, обратные, комбинированные и с межпредметными связями (Н.Ф. Стась. Классификация расчётных задач по химии. / Материалы региональной научно-практической конференции «Развитие творческого мышления в образовательном процессе». – Томск, 1997. – с. 26). К прямым относятся задачи, решаемые подстановкой данных в условии задачи величин в известную формулу, которая является математическим выражением химического закона или определения. В обратных задачах искомая величина находится в правой части математической формулы и ее необходимо вначале выразить с помощью математических преобразований. Прямые и обратные задачи в данном пособии преобладают по таким элементам содержания дисциплины, которые не изучаются в школьной химии или изучаются, но недостаточно. По элементам содержания, известным студентам по школьному курсу химии, прямые и обратные задачи усложнены приближением их к практическим задачам, которые приходится решать химикам в своей работе.

Комбинированные задачи объединяют материалы двух–трех тем дисциплины. Такие задачи вызывают у студентов повышенный интерес. Поэтому в каждой следующей главе данного пособия комбинированных задач становится больше, так как в них используется материал предыдущих глав.

В последние годы на кафедре общей и неорганической химии ТПУ в методику преподавания вводятся расчетные задачи, которые отражают связь химии с другими дисциплинами. Но в данном пособии таких задач пока немного, поскольку они изданы отдельным сборником [29].

Качественные задачи (упражнения) и теоретические вопросы данного пособия отражают следующий материал.

1. Формулы и названия химических соединений и минералов.
2. Ядерные реакции.
3. Закономерности изменения свойств атомов, элементов и однопериодных соединений в соответствии с расположением элементов в периодической системе.

4. Определение валентных «возможностей» элементов по электронным формулам атомов.

5. Объяснение механизма образования и химической связи в молекулах и ионах, а также их пространственно-геометрического строения.

6. Межмолекулярные взаимодействия.

7. Кристаллическое строение твёрдых веществ.

8. Уравнения основно-кислотных реакций и определение направления их протекания сравнением произведений растворимости и констант диссоциации реагентов и продуктов.

9. Уравнения окислительно-восстановительных реакций и определение направления их протекания сравнением окислительно-восстановительных потенциалов полуреакций окисления и восстановления.

10. Формулы и названия комплексных соединений, химическая связь в комплексах, их строение, магнитные свойства и окраска, «поведение» в растворах.

11. Влияние внешних условий на направление смещения химического равновесия обратимых реакций.

12. Кинетические характеристики реакций (тип, молекулярность, порядок).

13. Схемы электролитической диссоциации электролитов.

14. Сопоставление кислот и оснований по их силе.

15. Уравнения гидролиза соединений, усиление и подавление гидролиза.

16. Токообразующие реакции в химических источниках электроэнергии.

17. Электродные процессы и химические реакции электролиза.

Неорганическая химия охватывает огромный материал, она фактически беспредельна, так как непрерывно углубляется и расширяется. Её основная практическая задача – получение веществ с заданными свойствами в соответствии с потребностями научного и технического прогресса. Желательно, чтобы студент-химик первого курса при изучении неорганической химии «увидел» эту беспредельность знаний и накопил как можно больше информации о химических элементах и соединениях, их строению, свойствах, получению и применению. В то же время наиболее значимые для технического прогресса свойства и закономерности должны быть усвоены глубоко. В связи с этим важны содержание и форма каждого конкретного задания и ответа к нему, объём индивидуальных домашних заданий.

Преподаватели вузов обычно не придают значения форме задач и упражнений: предполагается, что студентам процесс усвоения знаний

интересен уже сам по себе. Действительно, такие студенты есть, но их совсем немного. На первом курсе значительная часть студентов доверяет преподавателю: если преподаватель что-то требует, следовательно, так надо. Но с каждым новым приёмом в вузах возрастает доля студентов-прагматиков. Студент-прагматик хочет и имеет право знать, почему от него требуют усвоения тех или иных знаний, где они ему понадобятся и в каких источниках информации он может их найти. Поэтому в данном пособии мы вносим в некоторые задачи краткую информацию об их практическом значении, а в ответах к сложным и необычным задачам и упражнениям – сведения о том, что необходимо знать или какой материал следует проработать.

Данное пособие предназначено для формирования индивидуальных домашних заданий. Студентам химических направлений и специальностей Томского политехнического университета выдаётся домашнее задание из 50 задач и упражнений, которые распределены по главам следующим образом.

Глава 1. Общие закономерности неорганической химии – 5.

Глава 2. Водород и галогены – 5.

Глава 3. Кислород и халькогены – 6.

Глава 4. Главная подгруппа пятой группы – 6.

Глава 5. Главная подгруппа четвёртой группы – 4.

Глава 6. Главная подгруппа третьей группы – 3.

Глава 7. s-Элементы и их соединения – 4.

Глава 8. Переходные элементы – 16.

Глава 9. Благородные газы – 1.

Варианты домашних заданий составляются при помощи компьютера по программе выбора случайных чисел. В программу работы компьютера внесены такие команды, благодаря которым в соседних вариантах число совпадающих номеров задач и упражнений сведено к минимуму. Компьютеру «запрещено» вносить в вариант номера соседних задач, так как в некоторых случаях они отражают одно и то же свойство или один и тот же химический процесс и поэтому близки по содержанию. Распечатки вариантов выдаются студентам в начале семестра, а проверка решений проводится по частям в сроки, устанавливаемые календарным планом занятий.

В пособии приведено 150 вариантов индивидуальных заданий, что соответствует числу студентов-химиков первого курса в большинстве университетов. При необходимости можно составить любое дополнительное число вариантов, изменить общее число заданий и их распределение по главам и элементам содержания.

Индивидуальное домашнее задание студенты выполняют самостоятельно в свободное от аудиторных занятий время. Оно (задание) является средством организации и контроля самостоятельной работы студентов при изучении химии. Самостоятельная работа студентов становится основной формой учебного процесса в вузах. Этому способствуют: сокращение времени аудиторных занятий, разработка учебных комплексов, наличие большого числа учебных пособий в библиотеках, развитие электронных и дистанционных средств обучения и т. д. В этой связи мы придаём особое значение тому, чтобы в задачниках были методически грамотно сформулированные рекомендации по самостоятельному выполнению заданий и использованию учебной литературы. В этом пособии такие рекомендации имеются по всем заданиям средней и повышенной трудности, а список литературы содержит 63 источника: это учебники, учебные пособия, сборники задач и упражнений, лабораторные практикумы и справочники.

В наше время учебный процесс в вузах осложняется существованием пунктов типа «Учись легко», «Скорая помощь студенту» и т. п., в которых можно купить готовые решения домашних заданий. Некоторые преподаватели не могут этому противодействовать и поэтому отказываются от выдачи студентам индивидуальных домашних заданий. Это неправильно, поскольку альтернативных, эффективных и проверенных временем средств организации самостоятельной работы студентов не существует (таким средством является самостоятельная аудиторная работа студентов по расписанию под контролем преподавателей, которая несколько лет прошлого столетия существовала в наших вузах, но сейчас в учебных планах её нет и время аудиторных занятий сокращено до предела). Опытные преподаватели знают и используют несколько способов пресечения попыток купить выполненных домашних заданий и поэтому у них такие случаи крайне редки.

Отзывы, замечания и предложения просим направлять на кафедру общей и неорганической химии Томского политехнического университета по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, ТПУ, кафедра общей и неорганической химии. E-mail: stanif@mail.ru

Н.Ф. Стась

Глава первая

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Распространённость химических элементов в природе. Закономерности изменения свойств элементов и соединений в периодической системе. Общие закономерности окислительно-восстановительных реакций и реакций гидролиза. Взаимодействие простых веществ с кислотами, щёлочами, водой.

1.1. РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Какая характеристика химического элемента называется его кларком? Какие две единицы измерения имеет эта характеристика? Укажите пять–шесть элементов с наибольшим значением кларка в одной и в другой единице его измерения.

2. Указать пять наиболее распространённых на Земле элементов по количеству их атомов и по общей массе их атомов. Почему водород присутствует в первом списке и отсутствует во втором?

3. На десять наиболее распространённых элементов приходится более 99 % от числа всех атомов и от массы земной коры. Какие это элементы? Какая часть земного шара называется земной корой?

4. По распространённости на Земле химические элементы подразделяются на распространённые, редкие, рассеянные и самородные. Объясните смысл такой классификации и приведите по пять–шесть примеров химических элементов, относящихся к указанным группам.

5. Какие химические элементы встречаются на Земле в виде простых веществ и каково их общее название? Объясните, почему в число этих элементов входят золото и платина, но среди них нет магния и алюминия?

6. Земной кларк золота равен $5 \cdot 10^{-8}$ % ат. и $5 \cdot 10^{-7}$ % мас. Сколько атомов золота имеется на Земле и чему равна масса всего золота, если масса Земли равна $6 \cdot 10^{24}$ кг, а общее число атомов на Земле равно $\approx 10^{50}$?

7. Как называются природные соединения химических элементов и на какие типы они подразделяются? Какие типы природных соединений наиболее распространены в земной коре и в земной атмосфере?

8. Природные соединения химических элементов (минералы) принято классифицировать по составу анионов в их кристаллах. Как называются в этой классификации наиболее распространённые типы минералов? Ответ иллюстрируйте примерами таких минералов.

9. Самые распространённые минералы на Земле – это силикаты и алюмосиликаты. Приведите примеры таких минералов. Вычислите массовые доли элементов в минерале, который называется альбит.

10. Самые распространённые на Земле минералы – это силикаты и алюмосиликаты. Приведите формулы минералов этой группы, имеющих следующие названия: альбит, ортоклаз, анортит, жадеит, нефелин, каолин, диопсид. Вычислите массовые доли элементов в ортоклазе.

11. Напишите формулы минералов, которые называются гематит, магнетит, кварц, касситерит и бадделейт. К какому классу минералов они относятся? Вычислите массовую долю железа в гематите и в магнетите.

12. В чем заключается сходство и различие следующих минералов: а) рутил и анатаз, б) кальцит и арагонит, в) кварц, тридимит и кристобалит, г) гематит и магнетит? В каком минерале (гематите или магнетите) массовая доля железа больше (ответ подтвердите расчётом)?

13. Напишите формулы минералов, которые называются пирит, сфалерит, аргентит, галенит и гринокит. К какому классу минералов они относятся? В чём заключается сходство и различие следующих минералов: а) халькозин и ковеллин; б) вюртцит и сфалерит; в) куприт и киноварь?

14. Многие химические элементы находятся на Земле в виде солей. Приведите пять–шесть примеров таких солей и их минералогические названия. Какие из этих солей непосредственно используются в хозяйственной деятельности людей, а какие являются сырьём для получения простых веществ и химических соединений?

15. Какие минералогические названия имеют природные соединения NaCl , KCl , CaF_2 , MgF_2 , MgCl_2 , $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$? К какому типу минералов они относятся? Какое практическое значение имеют три первых минерала?

16. Шкалой какого физического свойства веществ является данный ряд минералов: тальк–ортоклаз–гипс–кварц–кальцит–топаз–флюорит–корунд–апатит–алмаз? Приведите формулы этих минералов.

17. Каков состав атмосферного воздуха? Объёмная доля радиоактивного элемента радона в воздухе равна $6 \cdot 10^{-18}$. Сколько атомов радона содержится в одном см^3 воздуха? В каком объёме воздуха содержится один моль радона?

18. Концентрация иода (в виде I^- -ионов) в морской воде равна 0,06 мг/л. Вычислите общую массу иода в мировом океане (плотность морской воды в среднем равна 1,05 кг/л), объём которого составляет $1,37 \cdot 10^9 \text{ км}^3$.

19. Какие химические элементы и почему называются самородными? Какую массу имели самый большой самородок золота и самый большой самородок меди, найденные на Земле?

20. Какие химические элементы называются лёгкими, а какие тяжёлыми? Почему лёгких элементов на Земле больше, чем тяжёлых?

1.2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ И СОЕДИНЕНИЙ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

21. Опишите структуру периодической системы. Объясните физический смысл атомного номера элемента, периода и группы, а также число элементов в периодах.

22. Что общего у элементов одного периода и одной группы? Чем отличаются элементы, находящиеся в одной группе, но в разных подгруппах? На какие семейства подразделяются химические элементы, что общего у элементов одного семейства?

23. Объясните, как согласуется структура периодической системы с заполнением электронами атомных орбиталей. В каких случаях ёмкость заполняемого энергетического уровня и число элементов в периоде: а) совпадают, б) не совпадают? Объясните причину.

24. Как можно по известному атомному номеру элемента определить его место в периодической системе? Какую информацию о химических свойствах элемента даёт знание его места в периодической системе? Покажите на примере элементов с атомными номерами 21 и 35.

25. Атомные номера химических элементов 34 и 40. Не пользуясь периодической системой, определите период, группу и подгруппу, в которой находится каждый элемент. Какая информация о химических свойствах элементов следует из этого?

26. Чем отличаются типичные металлы от неметаллов, а амфотерные металлы от типичных металлов? Почему и как изменяются металлические свойства элементов с увеличением их атомного номера? Приведите примеры неметаллов, типичных и амфотерных металлов; принципиальные различия их свойств проиллюстрируйте уравнениями реакций.

27. Как изменяются металлические свойства химических элементов в периодах, при переходе от одного периода к другому и в одной группе? Чем объясняется такое изменение металлических свойств?

28. Чем отличаются химические свойства типичных металлов от неметаллов и от амфотерных металлов? На примере типичного металла,

амфотерного металла и неметалла покажите уравнениями реакций различие их химических свойств.

29. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующие основные свойства оксида магния, амфотерные – оксида алюминия и кислотные – оксида кремния (IV). Определите массу оксида алюминия, взаимодействующую с одним литром 40%-й серной кислоты ($\rho = 1,30$) и с одним литром 40%-го гидроксида натрия ($\rho = 1,43$).

30. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующие основные свойства оксида лантана, амфотерные – оксида хрома (III) и кислотные – оксида серы (VI). Вычислите объём газообразного SO_3 (при 20°C и 101325 Па), необходимый для получения одного кг 96%-й серной кислоты ($\rho = 1,84$).

31. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующие основные свойства оксида кальция, амфотерные – оксида олова (II) и кислотные – оксида фосфора (V). Вычислите массу гашёной извести, получаемой из одного килограмма оксида кальция и имеющей влажность 30 %.

32. Исходя из положения элементов в периодической системе, объясните, у какого из гидроксидов основные свойства выражены в большей степени: а) NaOH или KOH ; б) NaOH или $\text{Mg}(\text{OH})_2$; в) $\text{Sc}(\text{OH})_3$ или $\text{La}(\text{OH})_3$? Вычислите объём 2 М раствора щёлочи, получаемый из 200 г кристаллического гидроксида натрия.

33. Исходя из положения элементов в Периодической системе, объясните, почему $\text{Be}(\text{OH})_2$ являются амфотерным основанием, а $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – типичным. Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения реакций, иллюстрирующие свойства данных гидроксидов. Вычислите массу $\text{Ca}(\text{OH})_2$, взаимодействующую с 0,5 л двумолярной соляной кислоты.

34. Исходя из положения элементов в периодической системе, объясните, у какого из гидроксидов основные свойства выражены сильнее: а) KOH или $\text{Ca}(\text{OH})_2$; б) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $\text{Mg}(\text{OH})_2$; в) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $\text{Zn}(\text{OH})_2$? Напишите в молекулярном и ионном виде уравнения реакций, иллюстрирующие амфотерные свойства гидроксида цинка. Вычислите молярную концентрацию насыщенного водного раствора гидроксида кальция, произведение растворимости которого равно $1,4 \cdot 10^{-4}$.

35. Исходя из положения кислотообразующих элементов в периодической системе, объясните увеличение силы кислот в ряду H_4SiO_4 – H_3PO_4 – H_2SO_4 – HClO_4 и уменьшение в ряду H_2SO_3 – H_2SeO_3 – H_2TeO_3 . Вычислите объём 96%-й серной кислоты ($\rho = 1,84$), который расходуется на приготовление 10 л двунормальной серной кислоты.

36. Исходя из положения кислотообразующих элементов в периодической системе, объясните, как изменяется сила кислот в рядах $\text{HCl}-\text{HBr}-\text{HI}$ и $\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{Se}-\text{H}_2\text{Te}$. Вычислите объём 30%-й соляной кислоты ($\rho = 1,15$), который необходим для приготовления 5 л децимолярного раствора этой кислоты.

37. Формальным показателем кислоты называется число негидроксидных атомов кислорода, соединенных только с атомом кислотообразующего элемента. Определите формальный показатель кислот HNO_3 , HClO_4 , H_2SO_4 , H_3PO_4 , H_3BO_3 и расположите их в ряд по увеличению силы. Вычислите объём 57%-й HNO_3 ($\rho = 1,35$), который расходуется на приготовление одного литра 2 М раствора этой кислоты.

38. Исходя из положения элементов в периодической системе, определите, какая из двух солей будет разлагаться при более высокой температуре: а) NaNO_3 или KNO_3 ; б) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ или $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$? Вычислите объём кислорода (приведенный к н. у.), образующегося при термоллизе 100 г NaNO_3 .

39. Исходя из положения элементов в периодической системе, определите, какая из двух солей будет разлагаться при более высокой температуре: а) Na_2CO_3 или MgCO_3 ; б) Na_2CO_3 или K_2CO_3 ; в) CaCO_3 или ZnCO_3 . Вычислите объём CO_2 (приведенный к н. у.), который образуется при термоллизе одного грамма карбоната кальция и одного грамма карбоната магния.

40. Исходя из положения элементов в периодической системе, определите, у какой из двух данных солей энтальпия образования имеет более отрицательное значение: а) KCl или RbCl ; б) KCl или CaCl_2 ; в) CaCl_2 или ZnCl_2 . При взаимодействии одного грамма кальция с хлором выделилось 20 кДж теплоты. Вычислите энтальпию образования хлорида кальция, сравните со справочным значением, определите погрешность опыта.

1.3. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ

41. Как изменяются окислительно-восстановительные свойства простых веществ в периодах и группах периодической системы? Приведите примеры простых веществ – восстановителей, окислителей и обладающих окислительно-восстановительной двойственностью. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих окислительно-восстановительную двойственность серы, йода и фосфора.

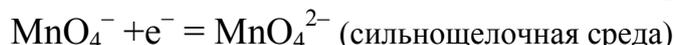
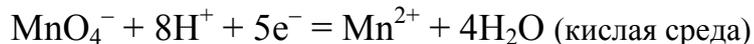
42. Что отличает металлы от неметаллов с точки зрения их окислительно-восстановительных свойств? Напишите уравнения реакций: магния с кислородом и серой; серы – с кислородом. Вычислите расход серы в реакции с кислородом, если израсходованный объём кислорода при 600 °С и 98 кПа составил в этой реакции 50 л.

43. Исходя из положения элементов в периодической системе, напишите уравнения реакций йода с алюминием и фтором. Какова роль йода в этих реакциях? Чему равна масса алюминия и объём фтора (при н. у.), взаимодействующих с одним молем йода?

44. Составьте краткий обзор окислительно-восстановительных свойств неорганических соединений – оксидов, гидроксидов, солей. Какие общие закономерности можно выделить в этом обзоре? Приведите примеры соединений – восстановителей и соединений – окислителей. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих окислительно-восстановительную двойственность Fe_2O_3 , HNO_2 и K_2MnO_4 .

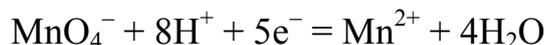
45. Какое название имеет показатель, количественно характеризующий окислительно-восстановительные свойства веществ? От каких условий зависит значение этого показателя? Ответ иллюстрируйте примерами.

46. Укажите значения окислительно-восстановительных потенциалов (найдите в справочной литературе) для полуреакций:



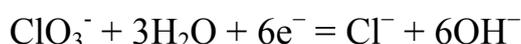
Сделайте вывод о влиянии среды на окислительные свойства веществ, содержащих MnO_4^- -ионы. Напишите уравнения реакций KMnO_4 с KI в кислой, нейтральной и щелочной средах. Вычислите массу перманганата калия, взаимодействующую в кислой среде с 500 мл раствора KI , молярная концентрация которого равна 0,2 М.

47. Найдите справочное значение окислительно-восстановительного потенциала полуреакции:

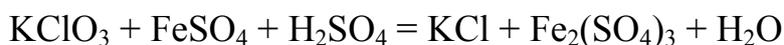


при 25 °С в одномолярном растворе. Какие ионы из числа F^- , Cl^- , Br^- , I^- окисляются MnO_4^- -ионами в 1 М растворе? Напишите уравнения реакций.

48. Сравните значения окислительно-восстановительного потенциала (найдите их в справочной литературе) полуреакций:

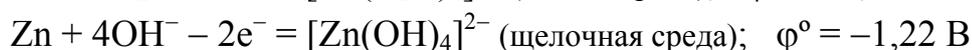
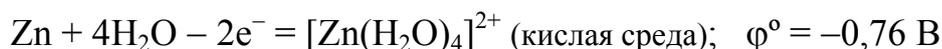


В какой среде хлораты являются более сильными окислителями? Определите методом полуреакций стехиометрические коэффициенты в уравнениях:



Вычислите объём 0,1 М раствора KClO_3 , необходимый для окисления в кислой среде сульфата железа (II), содержащегося в 200 мл 10%-го раствора ($\rho = 1,10$) этого вещества.

49. Сравните значения окислительно-восстановительного потенциала полуреакций:



В какой среде цинк окисляется легче? Напишите уравнения реакций окисления цинка нитратом калия в кислой и щелочной средах, в которых KNO_3 восстанавливается максимально.

50. Сравните значения окислительно-восстановительного потенциала полуреакций:



В какой среде серебро окисляется легче – при отсутствии в растворе CN^- -ионов или в присутствии этих ионов? Напишите уравнение взаимодействия серебра с соляной кислотой, содержащей цианид калия.

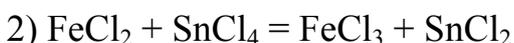
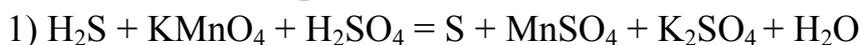
51. С помощью метода полуреакций и стандартных значений окислительно-восстановительных потенциалов выполните для данных реакций следующие задания: а) найдите стехиометрические коэффициенты; б) определите направление протекания; в) вычислите энергию Гиббса при стандартных условиях; г) вычислите константу равновесия:



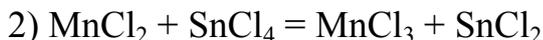
52. Задание в № 51 для реакций:



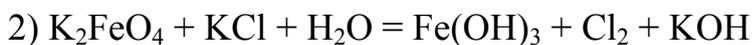
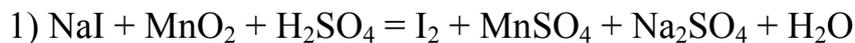
53. Задание в № 51 для реакций:



54. Задание в № 51 для реакций:



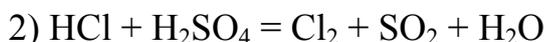
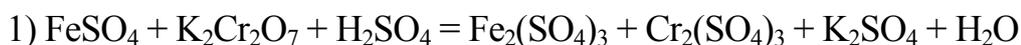
55. Задание в № 51 для реакций:



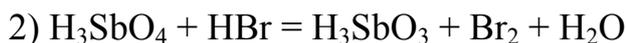
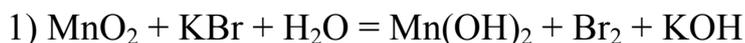
56. Задание в № 51 для реакций:



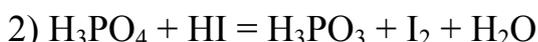
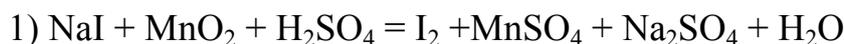
57. Задание в № 51 для реакций:



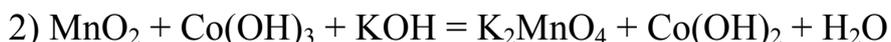
58. Задание в № 51 для реакций:



59. Задание в № 51 для реакций:



60. Задание в № 51 для реакций:



1.4. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГИДРОЛИЗА

61. Для соединений K_2S , AlCl_3 , NH_4NO_2 , PCl_3 : 1) напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза; 2) укажите тип гидролиза; 3) укажите среду раствора; 4) примерно оцените полноту гидролиза; 5) укажите, добавлением каких веществ гидролиз можно увеличить и уменьшить.

62. Задание в № 61 для соединений NaClO_2 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, Al_2S_3 , PCl_5 .

63. Задание в № 61 для соединений CrCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$, NH_4NO_3 , SiCl_4 .

64. Задание в № 61 для соединений KCN , FeCl_3 , $\text{Al}(\text{NH}_2)$, NCl_3 .

65. Задание в № 61 для соединений FeSO_4 , $\text{Al}(\text{CO}_3)_3$, NH_4Cl , SO_2Cl_2 .

66. Напишите уравнения гидролиза хлоридов, образуемых элементами одного периода и одной группы. Сформулируйте и объясните наблюдаемую закономерность.

67. Напишите уравнения гидролиза бромидов, образуемых элементами одного периода и одной группы. Сформулируйте и объясните наблюдаемую закономерность.

68. Напишите уравнения гидролиза йодидов, образуемых элементами одного периода и одной группы. Сформулируйте и объясните наблюдаемую закономерность.

69. Напишите уравнения гидролиза нитратов, образуемых элементами одного периода и одной группы. Сформулируйте и объясните наблюдаемую закономерность.

70. Напишите уравнения гидролиза сульфатов, образуемых элементами одного периода и одной группы. Сформулируйте и объясните наблюдаемую закономерность.

71. Определите константу гидролиза фторида калия. Вычислите степень гидролиза в одномолярном, децимолярном и сантимольном растворах и сделайте вывод о влиянии разбавления на равновесие процесса гидролиза.

72. Определите константу гидролиза нитрита калия. Вычислите степень гидролиза в одномолярном, децимолярном и сантимольном растворах и сделайте вывод о влиянии разбавления на равновесие процесса гидролиза.

73. Определите константу гидролиза гипохлорита калия. Вычислите степень гидролиза в одномолярном, децимолярном и сантимольном растворах и сделайте вывод о влиянии разбавления на равновесие гидролиза.

74. Определите константу гидролиза ацетата аммония. Вычислите степень гидролиза в одномолярном, децимолярном и сантимольном растворах и сделайте вывод о влиянии разбавления на равновесие гидролиза.

75. Определите константу гидролиза нитрита аммония. Вычислите степень гидролиза в одномолярном, децимолярном и сантимольном растворах и сделайте вывод о влиянии разбавления на равновесие гидролиза.

76. Напишите уравнения и вычислите константу гидролиза Na_2CO_3 по обеим ступеням. Определите степень гидролиза по обеим ступеням в децимолярном растворе. Вычислите водородный показатель раствора.

77. Напишите уравнения и вычислите константу гидролиза Na_2SO_3 по обеим ступеням. Определите степень гидролиза по обеим ступеням в децимолярном растворе. Вычислите водородный показатель раствора.

78. Напишите уравнения и вычислите константу гидролиза K_2S по обеим ступеням. Определите степень гидролиза по обеим ступеням в децимолярном растворе. Вычислите водородный показатель раствора.

79. Напишите уравнения и вычислите константу гидролиза Na_2SeO_3 по обеим ступеням. Определите степень гидролиза по обеим ступеням в децимолярном растворе. Вычислите водородный показатель раствора.

80. Напишите уравнения и вычислите константу гидролиза Na_2SiO_3 по обеим ступеням. Определите степень гидролиза по обеим ступеням в децимолярном растворе. Вычислите водородный показатель раствора.

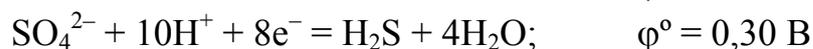
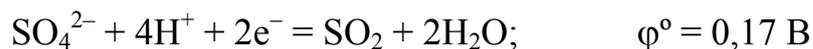
1.5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕТАЛЛОВ И НЕМЕТАЛЛОВ С КИСЛОТАМИ, ЩЕЛОЧАМИ, ВОДОЙ

81. Почему с соляной кислотой взаимодействуют только такие металлы, которые расположены в ряду напряжений до водорода? Почему свинец и таллий с соляной кислотой не взаимодействуют? Определите массу железа, взаимодействующую с одним литром этой кислоты с массовой долей HCl 10,52 % и плотностью раствора $\rho = 1,05$.

82. Почему с разбавленной серной кислотой взаимодействуют только такие металлы, которые расположены в ряду напряжений до водорода? Почему среди этих металлов свинец является исключением? Определите массу цинка, взаимодействующую с одним литром 4,0%-й серной кислоты ($\rho = 1,025$).

83. Почему кремний, не взаимодействующий с сильными кислотами (HCl , H_2SO_4 , HClO_4), взаимодействует со слабой фтороводородной кислотой? Вычислите объём водорода, образующийся при взаимодействии 280 г кремния с избытком этой кислоты при 20 °С и 100 кПа.

84. Концентрированная серная кислота может восстанавливаться по следующим полуреакциям:



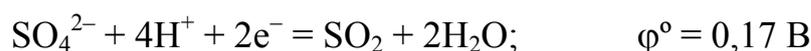
Напишите уравнения возможных реакций цинка с концентрированной серной кислотой и укажите термодинамически наиболее вероятную.

Чему будет равна массовая доля H_2SO_4 в растворе после того, как 300 мл 80%-го раствора этой кислоты ($\rho = 1,73$) провзаимодействуют с 50 г цинка?

85. По уравнению Нернста вычислите значение окислительно-восстановительного потенциала 60%-й серной кислоты ($\rho = 1,50$) при её восстановлении до SO_2 . Напишите уравнение её взаимодействия с серебром. Вычислите массу провзаимодействовавшего серебра по этому уравнению, если объём выделившегося SO_2 (при н. у.) составил 2,80 л.

86. По уравнению Нернста вычислите значение окислительно-восстановительного потенциала 82%-й серной кислоты ($\rho = 1,75$) при её восстановлении до SO_2 . Напишите уравнение её взаимодействия с медью. Вычислите объём сернистого газа (30°C , 100 кПа), образующегося при взаимодействии по этому уравнению 50 г меди.

87. Из сравнения значений окислительно-восстановительного потенциала полуреакций:



следует, что углерод не может быть окислен серной кислотой. В действительности углеродосодержащие вещества (сажа, кокс, активированный уголь и т. д.) взаимодействуют с концентрированной серной кислотой. Объясните это противоречие, напишите уравнения возможных реакций и укажите среди них наиболее вероятное.

88. Опишите термодинамические и кинетические закономерности взаимодействия металлов с азотной кислотой, покажите невозможность описания реакции любого металла с HNO_3 одним уравнением. В качестве примера напишите уравнения возможных реакций железа с азотной кислотой и укажите среди них наиболее вероятное.

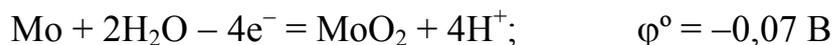
89. Одни авторы считают, что молибден взаимодействует с азотной кислотой в одну стадию



а другие отстаивают двухстадийный механизм:

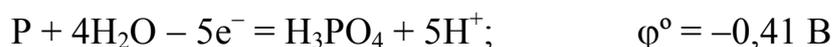
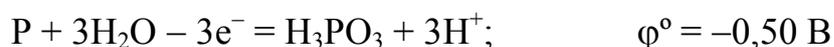


Сформулируйте свою точку зрения, исходя из потенциалов полуреакций:



90. Установлено, что при взаимодействии 48,4%-й HNO_3 ($\rho = 1,30$) с железом (при нагревании) выделяется оксид азота (II). Определите массу железных стружек, которая потребуется для получения 20 л NO по этой реакции при 80 °С и 101325 Па.

91. Фосфор теоретически может взаимодействовать с азотной кислотой в одну стадию ($\text{P} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$) или в две ($\text{P} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$). Исходя из значений потенциалов полуреакций



обоснуйте более вероятный вариант и напишите для него уравнения реакций, считая, что HNO_3 восстанавливается до NO. Вычислите массу H_3PO_4 и объём NO (при н. у.), образующихся при взаимодействии с азотной кислотой 155 г белого фосфора.

92. Для получения царской водки 100 мл 60%-й HNO_3 ($\rho = 1,36$) смешали с 300 мл 40%-й HCl ($\rho = 1,20$). Вычислите массу, объём и плотность полученной царской водки, молярное соотношение $\text{HNO}_3:\text{HCl}$ в ней и массу золота, которую она может «растворить».

93. Смешали 75 мл 60%-й HNO_3 ($\rho = 1,36$) и 350 мл 20%-й фтороводородной кислоты ($\rho = 1,07$). Вычислите массу, объём и плотность полученной смеси, молярное соотношение $\text{HNO}_3:\text{HF}$ в ней и массу вольфрама, которую она может «растворить».

94. Объясните, почему с растворами щелочей взаимодействуют только такие амфотерные металлы, окислительно-восстановительные потенциалы которых φ° меньше величины $-0,83 \text{ В}$. Приведите примеры таких металлов и уравнения их взаимодействия с раствором NaOH.

95. Металлы подразделяются на амфотерные (взаимодействуют с растворами и расплавами щелочей), слабоамфотерные (взаимодействуют только с расплавами щелочей) и неамфотерные (со щелочами не взаимодействуют). Приведите примеры указанных групп металлов и уравнения их реакций с растворами и расплавами щелочей.

96. Напишите уравнения реакций алюминия с раствором гидроксида натрия с образованием тетрагидроксикомплексного и гексагидроксикомплексного соединений и уравнение реакции алюминия с расплавом NaOH с образованием ортоалюмината натрия. Какая масса щёлочи (в чистом виде) расходуется на взаимодействие с 0,54 кг алюминия в каждом случае?

97. Напишите уравнения реакций хрома с раствором и с расплавом KOH при недостатке и при избытке щёлочи. Какая масса KOH потребуется для взаимодействия с 260 г хрома в каждом случае?

98. Напишите уравнения реакций серы, фтора и хлора с гидроксидом калия и укажите их тип. Вычислите массу каждого реагента, взаимодействующую с одним литром 40%-го раствора KOH (плотность раствора $\rho = 1,40$).

99. Опишите закономерности взаимодействия металлов с водой, ответив в описании на следующие вопросы: 1) почему с чистой водой взаимодействуют только такие металлы, электродный потенциал которых φ° меньше величины $-0,41\text{В}$?; 2) почему с технической водой и атмосферной влагой взаимодействуют и такие металлы, электродный потенциал которых φ° больше величины $-0,41\text{В}$?; 3) у каких металлов естественная оксидная пленка на поверхности защищает их от действия воды, а у каких не обладает защитным действием?; 4) почему магний не взаимодействует с холодной водой, но взаимодействует с горячей?; 5) на какой металл и с какой целью в технике действуют водяным паром при 300...400 °С?

100. Опишите взаимодействие неметаллов с водой, поделив их на четыре группы: 1) окисляют воду, 2) восстанавливают воду, 3) диспропорционируют в воде, 4) не взаимодействуют с водой. Для реакции хлора с водой по стандартным значениям окислительно-восстановительных потенциалов полуреакций вычислите энергию Гиббса и константу равновесия и сделайте вывод о полноте ее протекания.

Глава вторая ВОДОРОД И ГАЛОГЕНЫ

Водород и его соединения. Фтор и его соединения. Хлор, бром, йод – простые вещества и соединения между собой. Галогеноводородные соединения и галогениды. Кислородосодержащие соединения галогенов.

2.1. ВОДОРОД И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

101. Почему водород является уникальным химическим элементом, неимеющим близких аналогов? Почему его размещают не только в седьмой, но и в первой группе периодической системы? Какие свойства водорода подобны свойствам галогенов, а какие – щелочных элементов?

102. Объясните химическую связь в молекуле водорода методом валентных связей и методом молекулярных орбиталей. Установите возможность существования молекулярных ионов H_2^+ , H_2^{2+} , H_2^- , H_2^{2-} .

103. Опишите механизм ван-дер-ваальсового взаимодействия между молекулами водорода. Почему водород имеет очень низкие температуры плавления ($-259,1\text{ }^\circ\text{C}$) и кипения ($-252,6\text{ }^\circ\text{C}$)?

104. Для обратимой реакции разложения водорода на атомы ($\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}$) вычислите: а) энергию Гиббса, константу равновесия и степень разложения H_2 при 2000 K ; б) температуру, выше которой прямой процесс (атомизация молекул) преобладает над обратным (рекомбинация атомов). Данные для расчетов: $\Delta_f\text{H}^\circ(\text{H}) = 217,2\text{ кДж/моль}$, $S^\circ(\text{H}_2) = 130,5\text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$, $S^\circ(\text{H}) = 114,5\text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$.

105. Почему водород при его образовании в какой-либо реакции (в момент выделения) является более сильным восстановителем, чем обычный водород? Запишите по стадиям (с расстановкой стехиометрических коэффициентов) уравнения реакций, в которых восстановителем является водород в момент выделения:



106. Приведите по 2–3 примера химических реакций, в которых водород является окислителем и восстановителем. Какова функция водорода при его взаимодействии с оксидами металлов? Вычислите объём водорода (при н. у.), который теоретически потребуется для получения одного килограмма вольфрама из WO_3 . Какой объём будет занимать водород при условиях проведения реакции ($800\text{ }^\circ\text{C}$; 101325 Па)?

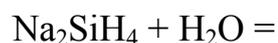
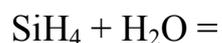
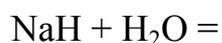
107. Приведите по 2–3 примера химических реакций, в которых водород является окислителем и восстановителем. Какова функция водорода при получении гидридов? Какое количество, объём (при н. у.) и какая масса водорода потребуются для получения гидридов натрия и кальция из одного кг каждого металла?

108. Опишите взаимодействие водорода с кислородом: механизм реакции, влияние катализаторов и т. д. Какая смесь водорода с кислородом называется «гремучим» газом? Определите парциальные давления водорода и кислорода в гремучем газе и его относительную плотность по водороду и воздуху.

109. Какая смесь водорода с воздухом является наиболее взрывоопасной? Какая реакция протекает при взрыве этой смеси и каков её механизм? Вычислите состав этой смеси в объёмных процентах, считая, что воздух состоит из азота (78 %), кислорода (21 %) и аргона (1 %).

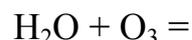
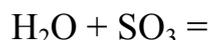
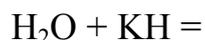
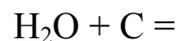
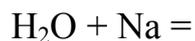
110. При каких условиях водород взаимодействует с галогенами, серой, азотом? Вычислите энтальпию, энергию Гиббса и константу равновесия реакции водорода с йодом при 500 °С.

111. Какие соединения водорода называют гидридами, по каким признакам они подразделяются на ионные, ковалентные и металлические? Напишите уравнения реакций:



112. Объясните, как и почему изменяются свойства гидридов, образованных элементами одного периода, например, в ряду: $\text{NaH}-\text{MgH}_2-\text{AlH}_3-\text{SiH}_4-\text{PH}_3-\text{H}_2\text{S}-\text{HCl}$. Приведите уравнения реакций, иллюстрирующие изменение свойств гидридов.

113. Важнейшим соединением водорода является вода. Опишите химическую связь в молекуле H_2O и её строение, химические свойства воды (основно-кислотные, окислительно-восстановительные, каталитические, как растворителя и т. д.). Напишите продукты реакций, укажите условия их проведения:

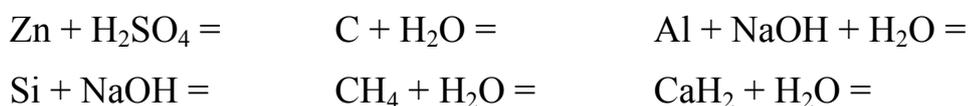


114. Водород входит в состав гидроксидов – оснований, кислот и амфолитов. Приведите их примеры, напишите схемы их электролитической диссоциации.

115. Водород входит в состав гидро- и гидроксо солей. Приведите примеры таких солей и напишите схемы их электролитической диссоциации. Вычислите массовую долю водорода в гидрокарбонате натрия и в сульфате гидроксожелеза (II).

116. Водород хорошо растворяется в некоторых металлах. Например, в одном объёме палладия при н. у. растворяется 800 объёмов водорода. Вычислите растворимость водорода в палладии в граммах на 100 г металла.

117. Напишите уравнения реакций, продуктом которых является водород:



Какие из этих реакций используются для получения водорода в промышленности, а какие – в лабораториях?

118. Сколько электричества (в ампер-часах) необходимо затратить на получение одного м³ водорода при электролизе воды, если выход по току равен 92,5 %? Какой объём кислорода выделяется при этом?

119. Какой объём водорода, приведенный к н. у., можно получить из одного м³ метана при его каталитическом взаимодействии с водяным паром? Какой объём водорода можно получить дополнительно, если проводить конверсию оксида углерода (II), образующего в этой реакции?

120. Какой объём водорода, приведенный к нормальным условиям, выделится при взаимодействии цинка массой 163,5 г с одним литром 30%-й соляной кислоты ($\rho = 1,15$)?

121. Какой объём водорода, приведенный к н. у., выделится при взаимодействии одного килограмма гидрида кальция с водой?

122. Какой объём водорода, приведенный к н. у., получен при взаимодействии водяного пара с железными стружками, если масса железа увеличилась на 8,0 кг?

123. Взаимодействие водяного пара с раскаленным углем – перспективный метод получения водорода: $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$. Вычислите, при какой температуре в этом процессе возможно протекание прямой реакции.

124. Водород в больших количествах используется в производстве аммиака и метанола. Напишите уравнения реакций и вычислите объём водорода (н. у.), теоретически необходимый для получения одной тонны аммиака и одной тонны метанола.

125. Чему равна теплотворная способность водорода как топлива? Почему дальнейший технический прогресс связывается с переходом на водородную энергетику?

126. Какая температура возникает при горении водорода в кислороде и где используется эта высокая температура?

127. Что представляют собой и в каких целях используются водородный электрод и водородно-кислородный топливный элемент?

128. Какое отношение к водороду имеет водородный показатель (рН)? Что характеризует этот показатель и как он определяется? Вычислите рН децимолярных растворов соляной и уксусной кислот, гидроксидов калия и аммония.

129. В современных отраслях техники применяются изотопы водорода дейтерий и тритий. Чем они отличаются от обычного водорода и каково их применение?

130. Какие ядерные реакции с участием изотопов водорода являются источником солнечной энергии и света звёзд?

2.2. ФТОР И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

131. Почему фтор находится в седьмой группе периодической системы? Почему он во всех соединениях одновалентен и имеет степень окисления -1 ? Напишите формулы следующих соединений: фтороводород, фторид кремния, гидрофторид калия, гексафтороплатинат (IV) аммония.

132. Объясните химическую связь в молекуле F_2 методами валентных связей и молекулярных орбиталей. Имеется ли в этой молекуле дополнительное донорно-акцепторное взаимодействие между атомами, укрепляющее основную связь? Чему равна энергия связи в молекуле фтора? Увеличивается или уменьшается энергия связи в процессе: $F_2 - e^- = F_2^+$?

133. Чем объясняется высочайшая реакционная активность фтора и максимальное значение ($2,87$ В) окислительно-восстановительного потенциала полуреакции: $F_2 + 2e^- = 2F^-$?

134. Напишите уравнения реакций фтора с кальцием, железом и золотом. Почему фтор до 300 °С не взаимодействует с медью и до 600 °С – с никелем, хотя с менее активными металлами, например с золотом, он взаимодействует при обычных условиях?

135. Опишите взаимодействие фтора с неметаллами: водородом, серой, фосфором и кремнием. Определите массу серы, которая взаимодействует с 112 л фтора (н. у.) и объём образующегося газообразного гексафторида серы. С какими неметаллами фтор не взаимодействует при любых условиях?

136. Показателем высочайшей химической активности фтора является его взаимодействие с благородными газами: криптоном, ксеноном и радоном. При каких условиях фтор взаимодействует с ксеноном и какие продукты при этом образуются? Напишите уравнения реакций.

137. Показателем высокой химической активности фтора является его взаимодействие с другими галогенами. Напишите уравнения всех возможных реакций фтора с хлором и йодом. Используя теорию гибридизации и метод ОЭПВО, опишите образование молекул ClF_5 , имеющих форму пирамиды.

138. При каких условиях фтор взаимодействует с кислородом и какие продукты при этом образуются? Напишите уравнения реакций.

139. Показателем высочайшей активности фтора является его взаимодействие с таким инертным веществом, как диоксид кремния: аморфный SiO_2 в атмосфере фтора самовоспламеняется. Напишите уравнение реакции и проведите расчёт её стандартных термодинамических параметров.

140. При взаимодействии фтора с водой образуется фтороводород, а также OF_2 (при взаимодействии со льдом), O_3 (при взаимодействии с жидкой водой) и O_2 (при взаимодействии с водяным паром). Напишите уравнения соответствующих реакций. Для реакции фтора с водяным паром вычислить энтальпию, энтропию и энергию Гиббса при 200 °С.

141. В каком виде фтор находится в природе и как его получают в молекулярном виде? Почему невозможно получить фтор из его соединений химическим путем? Какое количество электричества расходуется на получение одного м^3 фтора электролизом расплава KHF_2 , если выход по току равен 90 %? Напишите схемы электродных процессов и общее уравнение электролиза. Почему невозможно получить фтор электролизом раствора KHF_2 ?

142. Фтороводород получают из флюорита, содержащего 92 % CaF_2 . При этом используется 96%-я серная кислота ($\rho = 1,96$), которую берут в 40%-м избытке. Выход реакции составляет 95 %. Вычислите объём HF (н. у.), получаемого из 100 кг флюорита, и объём расходуемой кислоты.

143. Фтороводород, в отличие от HCl , характеризуется необычно высокой теплотой испарения (32,6 кДж/моль) и неограниченной растворимостью в воде. Чем объясняются эти особенности фтороводорода?

144. Как объяснить тот факт, что одноосновная фтороводородная кислота образует ионы HF_2^- и кислые соли? Можно ли утверждать, что существует молекула H_2F_2 ? Какое строение имеет эта «молекула», каков механизм образования химических связей в ней и чему равны характеристики связей (длина, энергия, валентные углы)?

145. Напишите схему диссоциации фтороводородной кислоты в водном растворе и вычислите водородный показатель ее децимолярного раствора. Почему эта кислота, в отличие от соляной, бромоводородной и йодоводородной, является слабой?

146. Напишите уравнения реакций фтороводородной кислоты с гидроксидом алюминия, раствором KOH и газообразным аммиаком. Какой объём 20%-й HF ($\rho = 1,07$) расходуется на взаимодействие с одним молем аммиака, какая масса гидрофторида аммония при этом образуется?

147. Фтороводородную кислоту отличает от остальных кислот её способность взаимодействовать с диоксидом кремния и кремнийсодержащими минералами и «разъедать» стекло. Напишите уравнения двух стадий взаимодействия фтороводородной кислоты с SiO_2 . Какую функцию выполняет эта кислота на первой и второй стадии взаимодействия?

148. Смесь фтороводородной и азотной кислот взаимодействует с металлами (W , Nb , Ta) и неметаллами (B , Si), которые устойчивы даже в царской водке. Напишите уравнения соответствующих реакций и объясните причину их протекания.

149. Фториды каких металлов растворяются в воде, а каких относятся к малорастворимым веществам? Наблюдается ли гидролиз растворимых фторидов? Вычислите константу гидролиза фторида калия, степень его гидролиза в 0,1 М растворе и pH этого раствора.

150. Какие фториды растворяются в воде, а какие относятся к малорастворимым веществам? Определите растворимость фторида кальция, произведение растворимости которого равно $4,0 \cdot 10^{-11}$. Ответ выразите молярной концентрацией насыщенного раствора и в граммах на 100 г воды.

2.3. ХЛОР, БРОМ, ЙОД – ЭЛЕМЕНТЫ, ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА И МЕЖГАЛОГЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

151. Исходя из положения в периодической системе и электронного строения атомов, опишите общие свойства хлора, брома и йода: 1) валентные возможности, 2) степени окисления в соединениях, 3) закономерности изменения металлических и неметаллических свойств, 4) состав: а) молекул простых веществ, б) соединений с водородом и металлами, в) оксидов и гидроксидов, г) соединений между собой.

152. Чему равна энергия связи в молекулах галогенов и почему она уменьшается в ряду $\text{Cl}_2\text{--Br}_2\text{--I}_2\text{--At}_2$? Объясните образование этих молекул методом ВС; определите кратность химической связи. Имеется ли в этих молекулах дополнительное донорно-акцепторное взаимодействие, укрепляющее основную связь? Если имеется, как оно называется?

153. Как и почему изменяются агрегатное состояние, температура плавления и кипения в ряду $\text{F}_2\text{--Cl}_2\text{--Br}_2\text{--I}_2\text{--At}_2$?

154. Почему хлор, бром и йод хорошо растворяются в органических растворителях и плохо растворяются в воде? Найдите в справочниках растворимость хлора в воде при 20 °С и вычислите массовую долю хлора в хлорной воде, принимая ее плотность равной плотности чистой воды. Такой же расчёт проведите для бромной воды.

155. Растворимость хлора в воде (в г на 100 г H_2O) равна 0,73 при 20 °С и 0,46 при 40 °С. Какой объём хлора, приведенный к н. у., выделится из одного м³ воды, насыщенной хлором при 20 °С, при нагревании до 40 °С? Почему растворимость газов при нагревании уменьшается?

156. Объясните плохую растворимость йода в воде и хорошую растворимость во многих органических растворителях (бензоле, сероуглероде, ацетоне и др.). Почему растворимость йода в воде увеличивается, если в ней содержится растворённый йодид калия или натрия?

157. Соединение KI_3 , которое образуется при смешивании йода с водным раствором йодида калия, считается комплексным. Что является в этом соединении комплексообразователем, лигандами, внутренней сферой и внешней сферой? Чему равны заряды комплексообразователя, внутренней сферы и координационное число комплексообразователя?

158. Вычислите энергию Гиббса и константу равновесия при 1000 К реакций атомизации молекул Cl_2 , Br_2 и I_2 и сделайте вывод о прочности этих молекул. Данные для вычислений:

Молекулы и атомы	Cl ₂ (г)	Br ₂ (г)	I ₂ (г)	Cl(г)	Br(г)	I(г)
Δ _f H°, кДж/моль	0	30,9	62,4	121,3	111,8	106,3
S°, Дж/(моль·К)	222,9	245,5	260,6	165,1	186,9	178,8

159. Степень термической диссоциации (атомизации) молекул хлора, брома и йода при 1000 К и стандартном давлении равна $3,5 \cdot 10^{-4}$, $2,3 \cdot 10^{-3}$ и $2,8 \cdot 10^{-2}$, соответственно. Вычислите константы равновесия этих процессов и сделайте вывод о прочности связей в молекулах галогенов.

160. Вычислите термодинамические параметры реакций хлора, брома и йода с водородом. Какие из них при стандартных условиях необратимы, а какая является обратимой реакцией? Для обратимой реакции вычислите температуру, при которой константа равновесия равна единице.

161. Опишите кинетику и механизм реакций хлора, брома и йода с водородом. Какая (или какие) из них является простой, сложной или цепной? Какую реакцию обычно проводят в присутствии катализатора? Для реакции йода с водородом вычислите энергию активации, если константа её скорости при 637 К равна $2,2 \cdot 10^{-4}$, а при 973 К – 8,33.

162. Опишите цепной механизм реакции хлора с водородом. Какое практическое значение имеет эта реакция? Приведите примеры других реакций, протекающих по такому же механизму.

163. Многие металлы сгорают в хлоре. Какая масса алюминия сгорает в одном литре хлора, если объём газа был измерен до опыта при 20 °С и 100 кПа? Какая масса хлорида алюминия при этом образуется?

164. Почему некоторые реакции с бромом (например, взаимодействие порошкообразного алюминия) протекают энергичнее, чем с хлором?

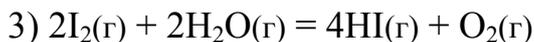
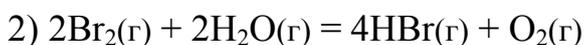
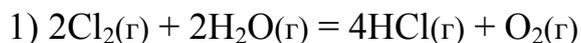
165. Реакцию порошкообразного алюминия с йодом инициирует одна капля воды, поэтому воду можно считать катализатором этой реакции. В чем состоит механизм действия воды как катализатора?

166. Почему золото, невзаимодействующее при обычных условиях с водой и сухим хлором, взаимодействует с влажным хлором? Поэтому хлор тщательно сушат перед наполнением им стальных баллонов или стальных железнодорожных цистерн перед транспортировкой? Какие вещества можно использовать в качестве осушителей хлора?

167. Реакции хлора, брома и йода с NO в химической кинетике рассматриваются как простые. Напишите химические и кинетические уравнения этих реакций и укажите их кинетические параметры: а) порядок по NO и по галогену; б) общий кинетический порядок; в) молекулярность. Случайно или не случайно общий кинетический порядок и молекулярность этих реакций совпадают?

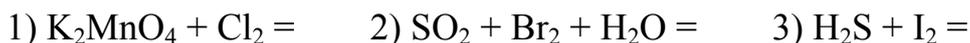
168. Взаимодействие хлора с оксидом азота (II) – простая тримолекулярная реакция. Напишите её химическое и кинетическое уравнения. Как изменится скорость этой реакции при увеличении концентрации в три раза: а) только NO; б) только хлора; в) NO и Cl₂ одновременно?

169. Для реакций хлора, брома и йода с водяным паром можно записать следующие уравнения:



Термодинамическими расчётами установите, при какой температуре возможно протекание каждой реакции. Сделайте вывод об окислительных свойствах галогенов.

170. Выпишите из справочной литературы значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов полуреакций, в которых галогены восстанавливаются до галогенид-ионов. Как и почему изменяются окислительные свойства галогенов? Напишите продукты реакций:



171. Почему и как изменяются окислительно-восстановительные свойства галогенов в ряду F₂–Cl₂–Br₂–I₂–At₂? Напишите продукты реакций:



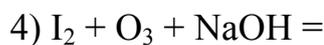
172. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов, для каждой данной реакции вычислите энергию Гиббса прямого процесса при стандартных условиях и определите возможность её протекания:



173. Сколько граммов хлорной воды потребуется для окисления 3,9 г хлорида олова (II) в хлорид олова (IV), если в 100 г воды при 20 °С растворяется 0,73 г хлора?

174. Какая масса бромной воды потребуется для окисления 30,4 г сульфата железа (II) в сернокислом растворе, если в 100 г воды при 20 °С растворяется 3,58 г брома?

175. Выпишите из справочной литературы значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов полуреакций, в которых галогены окисляются до степени окисления +5 в кислой и щелочной средах. Как изменяется восстановительная способность галогенов в ряду $\text{Cl}_2\text{--Br}_2\text{--I}_2$? В какой среде галогены окисляются легче? Напишите уравнения реакций, в которых йод является восстановителем:



176. В 100 мл 60%-й HNO_3 ($\rho = 1,37$) внесли 25,4 г йода, который полностью провзаимодействовал с азотной кислотой с выделением NO . Определите качественный и количественный состав образовавшегося раствора, считая, что его плотность практически не изменилась.

177. В один литр пергидроля (30%-й H_2O_2 , $\rho = 1,12$) внесли 12,7 г йода, который полностью провзаимодействовал с H_2O_2 . Определите качественный и количественный состав образовавшегося раствора, считая, что его плотность практически не изменилась.

178. Напишите уравнения реакций диспропорционирования в воде хлора, брома и йода и названия продуктов. Какие молекулы и ионы содержатся в хлорной воде? Запишите их в ряд по увеличению концентрации.

179. Хлор, бром и йод при растворении в воде диспропорционируют. Напишите уравнения реакций и названия образующихся продуктов. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, вычислите энергию Гиббса и константу равновесия реакций. Какой из галогенов и почему диспропорционирует в воде полнее других?

180. Почему в химических лабораториях обычно используют не хлор, а хлорную воду? Почему хлорная вода обесцвечивает органические красители и обладает обеззараживающим действием?

181. В свежеприготовленной хлорной воде содержится четыре вещества, а после длительного стояния на свету – только два. Какие это вещества? Что происходит с хлорной водой при ее хранении на свету?

182. Определите молярную концентрацию хлора в хлорной воде, если после её длительного стояния на свету на титрование 20 мл раствора потребовалось 4 мл децимолярного раствора NaOH.

183. Напишите уравнения реакций хлора, брома и йода с растворами KOH и Na₂CO₃. Укажите условия их проведения и названия продуктов.

184. Напишите уравнения реакций хлора с водой и растворами KOH и Ba(OH)₂ – горячими и холодными. Укажите тип реакций и названия продуктов. Объясните, почему взаимодействие хлора с водой – обратимая, а со щелочами – практически необратимая реакция.

185. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций хлора с холодным и нагретым раствором гидроксида калия. Используя справочные значения окислительно-восстановительных потенциалов, вычислите энергию Гиббса и константу равновесия реакций.

186. Вычислите объём хлора (20 °C; 102,5 кПа), теоретически необходимый для взаимодействия с одним литром нагретого 11%-го раствора гидроксида калия ($\rho = 1,10$).

187. Какая масса брома расходуется на взаимодействие с одним литром 14%-го раствора Na₂CO₃ ($\rho = 1,15$)? Чему равен объём (н. у.) образующегося в этой реакции углекислого газа?

188. Какое количество электричества (в ампер-часах) потребуется для получения одной тонны хлора при электролизе хлорида натрия, если выход по току составляет 95 %? Какой объём водорода выделится при этом и какая масса NaOH накапливается в растворе?

189. Электролиз раствора хлорида натрия проводился 5 ч при силе тока 10 А. При этом выделилось 20 л хлора (н. у.). Напишите схемы электродных процессов и общее уравнение электролиза. Определите выход по току.

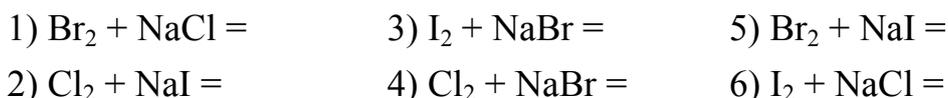
190. Какой объём хлора (н. у.) можно теоретически получить из 1 м³ раствора ($\rho = 1,23$), содержащего 20,7 % NaCl и 4,3 % MgCl₂?

191. Какой объём хлора (при 40 °C и 98 кПа) образуется при взаимодействии концентрированной соляной кислоты с 10 г диоксида марганца, если MnO₂ расходуется на 50 %?

192. Какой объём соляной кислоты ($\omega = 30\%$, $\rho = 1,15$) теоретически провзаимодействует с 15,8 г KMnO_4 и какой объём хлора, приведенный к нормальным условиям, выделится при этом?

193. Какой объём соляной кислоты ($\omega = 35,2\%$, $\rho = 1,175$) и какая масса дихромата калия провзаимодействовали с выделением хлора, если его оказалось достаточно для окисления одного моля FeCl_2 до FeCl_3 ?

194. Какая общая закономерность наблюдается при взаимодействии свободных галогенов с соединениями других галогенов в степени окисления -1 ? Напишите продукты возможных реакций:



195. Какой объём хлора ($25\text{ }^\circ\text{C}$, 100 кПа) и какой объём 40%-го раствора KBr ($\rho = 1,37$) потребуются для получения одного килограмма брома?

196. Какой объём хлора ($25\text{ }^\circ\text{C}$, 100 кПа) необходимо пропустить через 10 л 40%-го раствора KI ($\rho = 1,40$) для выделения из него всего йода?

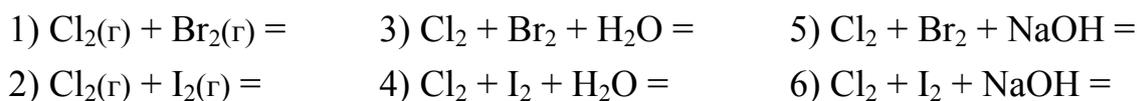
197. Йод содержится в морских водорослях. После их обработки получают раствор, содержащий 45 % йодида калия. Йод получают из этого раствора взаимодействием с диоксидом марганца в присутствии H_2SO_4 . Какая масса раствора и MnO_2 расходуется на получение одного килограмма йода?

198. Какая масса йода образуется при взаимодействии избытка раствора йодида натрия с 100 мл 10%-го раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ($\rho = 1,07$)?

199. Город с населением около 500 тысяч человек потребляет ежедневно до 200000 м^3 водопроводной воды. Какой объём хлора (н. у.) затрачивается на хлорирование этой воды, если содержание хлора в ней должно быть не менее $0,3\text{ мг/л}$?

200. Сколько граммов йода и какой объём спирта ($\rho = 0,79$) надо взять для приготовления 200 г йодной настойки, применяющейся в медицине и представляющей собой 10%-й раствор йода в спирте?

201. Напишите продукты взаимодействия галогенов между собой в газовой фазе, в воде и в растворе щёлочи:



202. Йод образует с хлором два соединения, массовая доля хлора в которых составляет 21,8 % и 45,6 %. Установите формулы соединений.

2.4. ГАЛОГЕНОВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ГАЛОГЕНИДЫ

203. Выпишите из справочной литературы характеристики химических связей (энергию, длину, дипольный момент) в молекулах HF, HCl, HBr, HI и объясните закономерности их изменения. Объясните образование этих молекул методом валентных связей.

204. По разности электроотрицательностей атомов определите степень ионности химических связей в молекулах HF, HCl, HBr и HI. Можно ли сделать вывод, что степень ионности связи в одготипных соединениях является периодическим свойством?

205. Выпишите из справочной литературы температуры плавления и кипения и энтальпии плавления и кипения HF, HCl, HBr и HI. Объясните закономерность изменения этих свойств данных соединений.

206. Определите плотность по водороду, по воздуху и абсолютную плотность (массу одного литра) всех галогеноводородов.

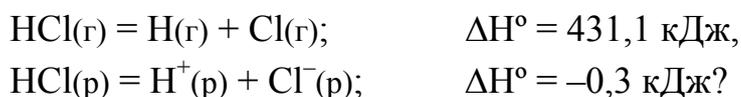
207. Мольный объём идеального газа равен 24,41383 л. Сравните с ним мольный объём хлороводорода (22,345 л), бромоводорода (22,198 л) и йодоводорода (22,096 л). Почему у всех галогеноводородов мольный объём отличается от мольного объёма идеального газа в сторону меньших значений и почему наибольшее отклонение наблюдается у йодоводорода?

208. Вычислите энергию Гиббса и константу равновесия процесса атомизации галогеноводородов при 273 К и 1000 К. По результатам вычислений сделайте вывод. Данные для вычислений:

Частицы	HF(г)	HCl(г)	HBr(г)	HI(г)	F(г)	Cl(г)	Br(г)	I(г)	H(г)
$\Delta_f H^\circ$, кДж/моль	-270,9	-91,8	-34,1	26,6	79,5	121,3	111,8	106,3	218,0
S° , Дж/(моль·К)	173,7	186,8	198,6	206,5	158,7	165,1	186,9	179,8	114,6

209. Как и почему изменяется растворимость в воде HCl, HBr и HI? Почему водные растворы этих соединений – кислоты? Какова сила этих кислот и как она изменяется в ряду HCl–HBr–HI?

210. Почему распад молекул HCl на атомы в газовой фазе и диссоциация на ионы в растворе характеризуется разными по величине и знаку тепловыми эффектами:



211. Опишите свое отношение к различным названиям соединения хлора с водородом, которые можно встретить в химической литературе: а) хлороводород; б) хлористый водород; в) хлорид водорода; г) гидрид хлора; д) соляная кислота; е) хлороводородная кислота.

212. При 0 °С в 100 г воды растворяется 82,3 г хлороводорода, 221 г бромоводорода и 250 г йодоводорода. Определите массовую долю образующихся концентрированных кислот.

213. Какой объём хлороводорода, измеренный при н. у., требуется растворить в одном литре воды, чтобы получить 10%-ю соляную кислоту? В каком объёме воды растворяют 20 г хлороводорода при получении 5%-й соляной кислоты?

214. В одном литре воды растворили 100 л (н. у.) бромоводорода. Определите массовую долю HBr в полученной кислоте и её молярную концентрацию.

215. В одном литре воды растворили 200 л (н. у.) йодоводорода. Определите массовую долю HI в полученной кислоте и её молярную концентрацию.

216. Какое количество и какая масса хлороводорода содержится в 0,1 л 20%-й соляной кислоты ($\rho = 1,10$)?

217. Предположим, что в 1 л соляной кислоты ($\rho = 1,105$) содержится 232 г хлороводорода. Определите массовую долю (%) кислоты в этом растворе, молярную и эквивалентную концентрацию раствора.

218. К 100 мл 37%-й соляной кислоты ($\rho = 1,19$) прибавили один литр воды. Как изменилась массовая доля кислоты?

219. Какие объёмы 30%-й соляной кислоты ($\rho = 1,15$) и воды потребуются для приготовления 250 мл однонормальной соляной кислоты?

220. В каком соотношении смешиваются 37%-я соляная кислота и вода при получении 10 л 15,5%-й HCl?

221. Какой объём 10,52%-й соляной кислоты ($\rho = 1,05$) потребуется для нейтрализации 200 мл 2 М раствора гидроксида натрия?

222. Из 500 мл бесцветного раствора кислоты добавлением раствора AgNO_3 было получено 188 г светло-желтого осадка. Какая кислота находилась в растворе и чему была равна её молярная концентрация?

223. Чему равна молярная концентрация соляной кислоты, при взаимодействии 100 мл которой с избытком раствора AgNO_3 образуется один грамм осадка хлорида серебра?

224. Для определения концентрации соляной кислоты был взят её объём 10 мл и разбавлен до 200 мл. Из разбавленного раствора было взято три пробы по 10 мл для титрования. На титрование проб израсходовано 12,6 мл, 12,4 мл и 12,5 мл децимолярного раствора NaOH. Чему равна молярная концентрация исходной соляной кислоты?

225. Соляную кислоту в промышленности получают взаимодействием водорода с хлором и растворением образующегося хлороводорода в воде. Какие массы и объёмы H_2 , Cl_2 и H_2O теоретически необходимы для получения одной тонны продажной соляной кислоты ($\omega = 37\%$, $\rho = 1,19$)? Сколько тепла выделяется при этом на стадии получения хлороводорода и на стадии его растворения в воде?

226. Лабораторный метод получения хлороводорода и соляной кислоты основан на взаимодействии твердого хлорида натрия с концентрированной серной кислотой. Напишите уравнения этого двухстадийного процесса и укажите условия их осуществления. Можно ли вместо твердого хлорида натрия использовать его растворы, а вместо концентрированной серной кислоты – разбавленную? Можно ли серную кислоту заменить ортофосфорной или азотной?

227. Какой объём 37%-й соляной кислоты ($\rho = 1,19$) можно получить из 100 кг технической поваренной соли, содержащей 5 % примесей? Какой объём 96%-й серной кислоты ($\rho = 1,84$) потребуется для реакции?

228. Бромоводородную кислоту получают гидролизом бромид фосфора (III). Вычислите массу PBr_3 , необходимую для получения 100 кг 40%-й HBr ($\rho = 1,377$). Как получают бромид фосфора (III) для этого процесса?

229. Йодоводородную кислоту получают гидролизом йодида фосфора (III). Вычислите массу PI_3 , необходимую для получения 100 кг 50%-й HI ($\rho = 1,56$). Как получают йодид фосфора (III) для этого процесса?

230. Лабораторный метод получения бромоводорода и йодоводорода основан на взаимодействии твердых KBr и KI с концентрированной ортофосфорной кислотой. Напишите уравнения реакций. Можно ли вместо твердых солей использовать их растворы, а вместо концентрированной кислоты – разбавленную? Можно ли вместо ортофосфорной кислоты использовать серную кислоту, а вместо бромид (йодид) калия – бромид (йодид) кальция?

231. Йодоводородную кислоту можно получить, пропуская сероводород в водную суспензию йода. Напишите уравнение реакции, имея в виду, что в ней также образуется сера. Вычислите объём H_2S (н. у.) и массу йода, необходимых для получения этим методом 1 кг йодоводородной кислоты с массовой долей HI 50% и плотностью 1560 кг/м^3 .

232. Бромоводородную кислоту можно получить по схеме:



Напишите уравнение этой реакции. Вычислите массы сульфида бария и брома, необходимые для получения 1 кг 40%-й HBr ($\rho = 1,377$).

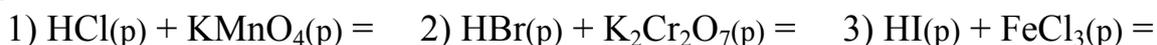
233. В каком смысле соляную кислоту относят к кислотам – неокислителям? Опишите её взаимодействие с металлами. Почему она не взаимодействует со свинцом? Насколько обосновано утверждение о том, что концентрированная HCl может взаимодействовать с висмутом и медью, расположенными в ряду напряжений после водорода?

234. На 10 г железа подействовали 250 мл соляной кислоты ($\omega = 20,4\%$, $\rho = 1,10$). Какое вещество образовалось в растворе и чему равна его масса в чистом виде? Какой объём водорода при 20°C и 100 кПа выделился из раствора? Какое вещество – железо или соляная кислота было взято в избытке и чему равна масса избытка этого вещества?

235. Смесь порошков алюминия и меди массой 15 г обработали избытком соляной кислоты: при этом выделилось 5,25 л водорода (н. у.). Определите массовые доли металлов в смеси.

236. Образец латуни массой 2,0 г обработали избытком соляной кислоты, при этом выделилось 300 мл водорода при 18°C и 98600 Па . Определите состав латуни в массовых процентах.

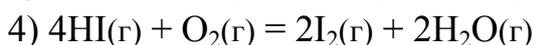
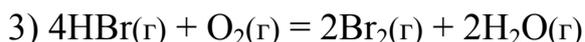
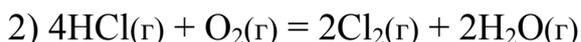
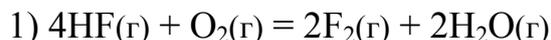
237. Почему HCl , HBr и HI обладают восстановительными свойствами, тогда как HF восстановителем не может быть? Как изменяются восстановительные свойства в ряду HCl – HBr – HI ? Напишите уравнения реакций:



238. Увеличение восстановительных свойств в ряду HCl – HBr – HI объясняют так: а) увеличивается радиус атомов галогенов; б) уменьшается электроотрицательность галогенов; в) возрастает молекулярная масса веществ; г) увеличивается длина и уменьшается энергия связи в молекулах; д) уменьшается значение окислительно-восстановительного потенциала; е) увеличивается сила этих кислот. Какие аргументы (и почему?) в этом объяснении неправильные?

239. Какой объём газообразного хлороводорода (измеренный при нормальных условиях) надо пропустить через 0,1 л одномолярного раствора KMnO_4 для обесцвечивания раствора? Какой объём 35,2%-й соляной кислоты ($\rho = 1,175$) потребуется для этой же цели?

240. Восстановительные свойства галогеноводородов сравнивают по их взаимодействию с кислородом:



Вычислите энергию Гиббса и константу равновесия этих реакций при стандартных условиях и сделайте выводы. Как будет влиять повышение температуры и давления на смещение равновесия этих реакций?

241. Восстановительные свойства галогеноводородов сравнивают по их взаимодействию с концентрированной серной кислотой: HF и HCl серную кислоту не восстанавливают, HBr восстанавливает до SO_2 , а HI - до серы и даже до сероводорода. Напишите уравнения соответствующих реакций.

242. Что происходит с йодоводородной кислотой при её хранении в негерметичной посуде в темноте? На свету? Сравните её «поведение» с другими галогеноводородными кислотами, напишите уравнения реакций.

243. К какому типу реакций относится взаимодействие HCl с NH_3 при получении хлорида аммония? По какому механизму образуется химическая связь в NH_4Cl ? Какие объёмы газообразного хлороводорода и аммиака (при н. у.) необходимы для получения одного килограмма хлорида аммония? Какие объёмы 26%-го раствора NH_3 ($\rho = 0,94$) и 30%-й соляной кислоты ($\rho = 1,15$) потребуются для этой же цели?

244. Соляную кислоту используют для «травления» металлов, т. е. для снятия с их поверхности плёнок оксидов перед пайкой или сваркой. Напишите уравнения реакций соляной кислоты с железной окалиной, в состав которой входят оксиды железа FeO , Fe_2O_3 и Fe_3O_4 .

245. «Паяльную» кислоту готовят взаимодействием избытка цинка с концентрированной соляной кислотой. Какую массу цинка необходимо ввести в один литр 37%-й HCl ($\rho = 1,19$), чтобы его избыток был не менее 20 % по сравнению со стехиометрическим?

246. Хлороводородная, бромоводородная и йодоводородная кислоты образуют с водой азеотропные растворы. Какие растворы называются азеотропными? Каков их состав применительно к данным кислотам?

247. Галогениды натрия растворимы в воде и их растворимость (она указана в скобках в граммах на 100 г воды при 20 °С) увеличивается: NaCl (35,9), NaBr (90,8), NaI (179,3). Галогениды серебра, напротив, малорастворимы и их растворимость (в скобках после формул приведены значения ПР при 20 °С) уменьшается: AgCl ($1,8 \cdot 10^{-10}$), AgBr ($5,3 \cdot 10^{-13}$), AgI ($8,3 \cdot 10^{-17}$). Объясните эти справочные данные.

248. Какая масса NaCl и какой объём воды требуются для приготовления одной тонны насыщенного раствора поваренной соли при 100 °С? Какая масса соли выпадает в осадок при охлаждении этого раствора до 0 °С, если растворимость хлорида натрия при 0 °С равна 35,7, а при 100 °С – 39,4?

249. На примере хлорида натрия, хлорида калия, хлорида кальция, бромида серебра и йодида калия покажите широкое применение галогенидов в различных областях человеческой деятельности.

250. Каким образом из хлорида натрия получают хлор, гидроксид натрия, карбонат натрия, металлический натрий и соляную кислоту? Почему хлорид натрия в большом количестве используется в пищевой промышленности?

251. Йодид калия используется как восстановитель. Напишите уравнения окислительно-восстановительных реакций с его участием:

- | | |
|--|--|
| 1) $KI + KMnO_4 + H_2SO_4 = I_2 + \dots$ | 4) $KI + MnO_2 + H_2SO_4 = I_2 + \dots$ |
| 2) $KI + KMnO_4 + H_2O = I_2 + \dots$ | 5) $KI + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 = I_2 + \dots$ |
| 3) $KI + KMnO_4 + H_2O = KIO_3 + \dots$ | 6) $KI + KNO_2 + H_2SO_4 = I_2 + \dots$ |

Сравните реакции 2 и 3 по значениям окислительно-восстановительных потенциалов и определите, какая из них более вероятна при стандартных условиях.

252. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно обнаружить в растворе анионы Cl^- , Br^- , I^- . Как называются эти реакции?

2.5. КИСЛОРОДОСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ ГАЛОГЕНОВ

253. Объясните существование оксидов хлора, брома и йода в нечетных степенях окисления галогенов. То же самое выполните для оксидов, содержащих галогены в чётных степенях окисления. Почему оксид ClO_3 образует димеры Cl_2O_6 , а оксид ClO_2 димеров не образует? Относятся ли оксиды галогенов к термодинамически устойчивым соединениям?

254. Установите формулу вещества (плотность которого по водороду равна 43,5), содержащего 81,6 % хлора и 18,4 % кислорода. Опишите свойства этого вещества, его получение и применение. Выполните такое же задание для соединения, содержащего 47,42 % кислорода (остальное хлор), плотность которого в газообразном состоянии по водороду равна 33,73.

255. Напишите молекулярные и структурные формулы следующих соединений: а) хлорная кислота, б) хлористая кислота, в) гипохлорит кальция, г) хлорат калия, д) перхлорат магния. Каковы тривиальные названия двух последних веществ и с чем эти названия связаны?

256. Напишите формулы всех оксидов хлора, брома, йода и соответствующих им кислот. Как называются эти кислоты и как называются их соли? Какие кислоты и соли имеют наибольшее практическое значение?

257. Напишите формулы и названия всех оксокислот хлора и их солей. Какая из кислот существует в очень разбавленных растворах, какая – в разбавленных, какая – до 40%-й концентрации и какая – в растворе любой концентрации и в свободном состоянии? Почему соли этих кислот более устойчивы, чем сами кислоты?

258. Опишите химическую связь и строение ионов ClO^- , ClO_2^- , ClO_3^- и ClO_4^- . Сделайте вывод об их устойчивости и окислительных свойствах. Как и почему изменяются эти свойства ионов в составе кислот и в составе солей?

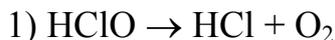
259. Как взаимодействуют с водой и щелочами оксиды Cl_2O , ClO_2 , Cl_2O_6 , Cl_2O_7 и I_2O_5 ? Напишите уравнения реакций и названия продуктов этих реакций.

260. Приведите справочные данные, свидетельствующие о том, что сила кислот в ряду HClO – HClO_2 – HClO_3 – HClO_4 увеличивается, а окислительная способность уменьшается. Объясните эти закономерности.

261. Приведите данные о том, что сила и окислительные свойства кислот в ряду HClO – HBrO – HIO уменьшаются. Объясните эту закономерность.

262. Определите pH децимолярных растворов HCl , HClO , HClO_2 , HClO_3 и HClO_4 . Почему для пяти данных кислот достаточно провести только три расчёта?

263. При каких условиях происходит распад хлорноватистой кислоты соответственно следующим схемам:

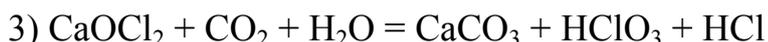
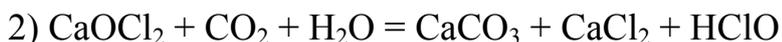
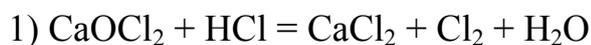


Определите стехиометрические коэффициенты и тип каждой реакции. Какое из уравнений объясняет дезинфицирующее и отбеливающее свойства этой кислоты?

264. Напишите уравнение взаимодействия хлора с холодным раствором гидроксида калия. Укажите тип реакции и названия продуктов. Вычислите массы хлора и КОН, теоретически необходимые для получения 100 кг гипохлорита калия. Какая часть хлора и КОН расходуется на образование КСlО, а какая часть – на образование хлорида калия?

265. Через холодный раствор гидроксида калия пропустили 280 л хлора (н. у.), который на 80 % провзаимодействовал с КОН. Какие массы КСl и КСlО образовались в результате реакции? Какой объём хлора пошёл на образование хлорида калия и какой – на образование гипохлорита калия?

266. Опишите состав и строение, получение и применение хлорной извести, определите коэффициенты в уравнениях реакций с её участием:



Какая из этих реакций объясняет резкий запах, дезинфицирующие и отбеливающие свойства хлорной извести?

267. На химический завод поступают карбонат кальция, хлорид натрия и вода, а выпускает завод хлорную известь, хлор и гидроксид натрия. Какие химические реакции проводятся в заводских цехах?

268. Для получения хлорной извести заготовили 100 кг гашёной извести. Какой объём хлора (н. у.) потребуется теоретически для превращения её в хлорную известь, и какая масса хлорной извести будет получена?

269. При взаимодействии оксида хлора (IV) с водой образуются две кислоты. Напишите уравнение реакции, названия кислот, опишите их свойства. При каких условиях и на какие продукты эти кислоты разлагаются? Почему их соли более устойчивы к разложению?

270. Хлорноватую кислоту в лабораториях получают взаимодействием раствора хлората бария с разбавленной H_2SO_4 . Вычислите объём 20%-й H_2SO_4 ($\rho = 1,14$), который необходимо прибавить к 500 г 20%-го раствора $Ba(ClO_3)_2$. По результатам реакции найдите массу осадка $BaSO_4$, массу раствора и массу $HClO_3$ в чистом виде, массовую долю $HClO_3$ в растворе.

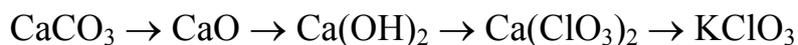
271. В результате взаимодействия 100 г раствора хлорноватой кислоты с избытком соляной кислоты образовалось 15,9 л хлора (н. у.). Вычислите массовую долю $HClO_3$ в растворе.

272. Хлорноватая кислота – сильный окислитель. По значениям стандартных окислительно-восстановительных потенциалов определите возможность ее восстановления до Cl^- -ионов, Cl_2 , $HClO$ и ClO_2 . Напишите уравнения её наиболее вероятных реакций с магнием и с серой.

273. Один из лабораторных методов получения хлората калия состоит в пропускании хлора через горячий раствор гидроксида калия. Какой объём хлора (н. у.) теоретически необходимо пропустить через 700 г 40%-го раствора KOH ? Какая масса хлората калия будет получена? Как отделяют хлорат калия от хлорида калия, также образующегося в этом процессе?

274. Один из лабораторных методов получения хлората калия состоит в пропускании хлора через горячий раствор K_2CO_3 . Какой объём хлора (н. у.) теоретически необходимо пропустить через 400 г 35%-го раствора K_2CO_3 ? Какая масса $KClO_3$ будет получена? Какой объём CO_2 (н. у.) выделится и какой будет масса побочного продукта – хлорида калия?

275. В промышленности используется известковый метод получения хлората калия, схему которого можно записать так:



Напишите уравнения реакций для каждой стадии, укажите условия их проведения.

276. В промышленности используется известковый метод получения хлората калия, по которому известковое молоко – $Ca(OH)_2$ сначала хлорируют, а затем прибавляют KCl для перевода хлората кальция в хлорат калия. Вычислите расход негашёной извести, хлора и хлорида калия на получение одной тонны $KClO_3$, выход которого составляет 80 %.

277. При действии на кристаллический хлорат калия концентрированной серной кислоты он взаимодействует с ней с образованием хлора и диоксида хлора. Какие другие продукты образуются в этой реакции? Напишите её уравнение, определите её тип.

278. При действии на 59 г бертолетовой соли избытка концентрированной соляной кислоты выделился газ желто-зеленого цвета. Какой это газ и чему равен его объём после приведения к нормальным условиям?

279. Какими уравнениями описывается разложение бертолетовой соли при 400 °С, при 550–600 °С и при 200–250 °С в присутствии катализатора? Какой максимальный объём кислорода, приведенный к н. у., можно получить при полном разложении одного килограмма этого вещества?

280. Какую массу бертолетовой соли, содержащей 2 % KCl, необходимо нагреть для того, чтобы выделившимся кислородом заполнить газометр емкостью 20 л, в котором кислород находится при 20 °С и 105 кПа?

281. Хлораты калия и натрия используются в качестве окислителей при сплавлении с твердыми веществами, например:



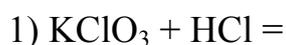
Задание: а) объясните высокую окислительную активность KClO_3 при сплавлении; б) определите стехиометрические коэффициенты; в) вычислите массы KClO_3 и KOH , необходимые для окисления 1 кг Cr_2O_3 ; д) какой массой хлората натрия NaClO_3 можно заменить хлорат калия в этой реакции?

282. Бертолетова соль используется в качестве окислителя при вскрытии минералов. Напишите уравнение реакции, проходящей при сплавлении хлората калия с пиролюзитом в присутствии KOH . Объясните высокую окислительную активность KClO_3 при сплавлении, определите стехиометрические коэффициенты, вычислите массы KClO_3 и KOH , необходимые для окисления 1 кг MnO_2 .

283. Бертолетова соль взаимодействует с красным фосфором по схеме: $\text{KClO}_3(\text{к}) + \text{P}(\text{красный}) \rightarrow \text{KCl}(\text{к}) + \text{P}_2\text{O}_5(\text{к})$. Определите стехиометрические коэффициенты и вычислите энтальпию реакции. Объясните причины взрыва, который происходит при растирании или при ударе смеси бертолетовой соли с фосфором.

284. Смесь хлората калия с сахаром вспыхивает от капли концентрированной серной кислоты. Объясните этот процесс, напишите уравнения реакций этого стадийного процесса.

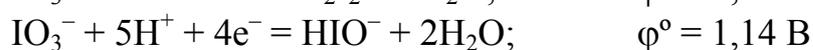
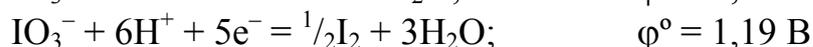
285. Напишите уравнения реакций в подкисленном растворе с участием хлората калия:



286. При взаимодействии хлората калия с аммиаком в щелочной среде хлорат калия восстанавливается максимально, а аммиак окисляется максимально. Какой объём газообразного аммиака, взятого при н. у., взаимодействует с 1 моль KClO_3 ?

287. В лаборатории имеются йод, серная кислота, хлорид натрия, диоксид марганца и вода. Как получить из этих веществ йодноватую кислоту? Напишите уравнения реакций. Вычислите объём 35%-й HIO_3 ($\rho = 1,19$), получаемой из 20 г йода.

288. Исходя из полуреакций



определите наиболее вероятный продукт восстановления йодат-ионов сернистой кислотой в кислой среде и напишите уравнение реакции.

289. Какой объём 5%-го раствора HIO_3 ($\rho = 1,02$) требуется для окисления 40 мл 8%-го раствора HI ($\rho = 1,06$) и какая масса йода образуется при этом?

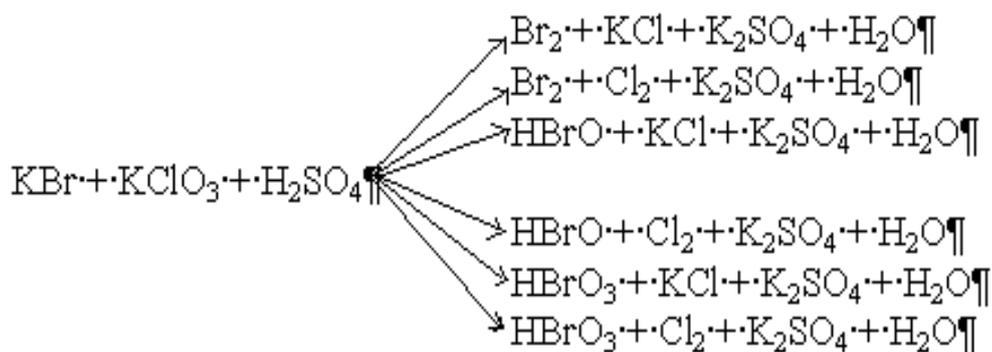
290. Раствор KIO_3 с плотностью 1,072 объёмом 20 мл провзаимодействовал с избытком йодида калия в присутствии серной кислоты. Образовалось 4,634 г йода. Вычислите массовую долю KIO_3 в растворе.

291. Опытные данные свидетельствуют о том, что в окислительно-восстановительных реакциях хлораты восстанавливаются почти всегда до хлоридов, йодиды – до йода, а броматы – до бромидов или до брома в зависимости от того, с какими восстановителями они взаимодействуют. Объясните эти опытные данные.

292. Какой объём 6%-го раствора KBrO_3 ($\rho = 1,04$) потребуется для окисления в сернокислом растворе 100 мл 0,5 М раствора FeSO_4 , если восстановление бромата калия происходит до бромидов?

293. При нагревании гипобромита натрия образуется бромид и бромат натрия. Напишите уравнение реакции, определите ее тип.

294. Взаимодействие бромидов калия с хлоратом калия в кислой среде можно выразить схемой, включающей несколько параллельных реакций:



Используя значения φ° , определите наиболее вероятные продукты реакции и стехиометрические коэффициенты в её уравнении.

295. При пропускании хлора через раствор йодида калия раствор сначала желтеет, а потом обесцвечивается. Напишите уравнения соответствующих реакций.

296. Почему хлорную кислоту считают самой сильной кислотой? Почему константа и степень её диссоциации в справочниках отсутствуют? Напишите формулу этой кислоты, объясните химическую связь в молекуле и её строение. Как получают эту кислоту? Как называются её соли?

297. Какая из оксокислот хлора в безводном состоянии взрывается при 92°C , воспламеняет бумагу, дерево, уголь? Что представляет собой бесцветная маслянистая жидкость, образующаяся при взаимодействии этой кислоты с фосфорным ангидридом?

298. По значениям окислительно-восстановительных потенциалов определите возможность восстановления при стандартных условиях хлорной кислоты до HCl , Cl_2 , HClO_3 . При взаимодействии хлорной кислоты с йодом выделяется хлор и образуется метайодная кислота, которая при хранении самопроизвольно превращается в ортойодную. Напишите уравнения соответствующих реакций.

299. В одном литре раствора содержится 10,05 г хлорной кислоты. Определите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента HClO_4 как окислителя в реакции: $\text{HClO}_4 + \text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$

300. Напишите уравнения реакций с участием хлорной кислоты и определите в них стехиометрические коэффициенты:



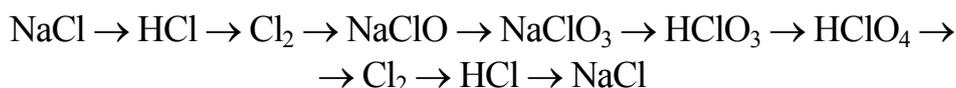
301. Считают, что существование соединений INO_3 , $\text{I}(\text{NO}_3)_3$, I_2SO_4 , $\text{I}(\text{CH}_3\text{COO})$ и $\text{I}(\text{CH}_3\text{COO})_3$, получаемых в неводных растворителях, свидетельствует о металлических свойствах йода. В чём состоит сходство этих соединений с солями металлов и чем они отличаются от солей?

302. Объясните, как и почему изменяется гидролизуемость солей в рядах $\text{NaClO}-\text{NaClO}_2-\text{NaClO}_3-\text{NaClO}_4$ и $\text{NaClO}-\text{NaBrO}-\text{NaIO}$. Для тех солей, которые подвергаются гидролизу, напишите уравнения реакций гидролиза в молекулярном и ионном виде.

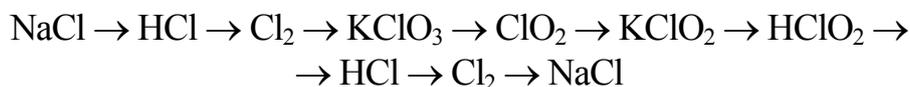
303. Вычислите константу гидролиза гипохлорит-иона. Чему равна его степень гидролиза в децимолярном растворе? Добавлением каких веществ можно уменьшить гидролиз гипохлорита калия?

304. Выпадет ли осадок хлората серебра (произведение растворимости равно $5 \cdot 10^{-2}$), если смешать одинаковые объёмы растворов AgNO_3 и KClO_3 , молярные концентрации которых в растворах равны 0,1 М?

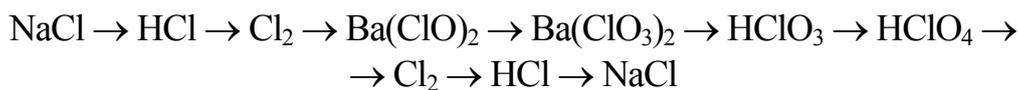
305. Напишите уравнения реакций для осуществления следующей цепочки превращений:



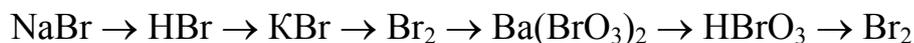
306. Задание в № 303:



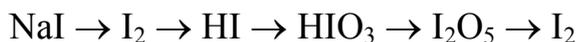
307. Задание в № 303:



308. Задание в № 303:



309. Задание в № 303:



310. Природное соединение хлорид натрия фактически является исходным веществом для получения всех соединений хлора. Покажите в виде наглядной схемы получение из хлорида натрия следующих соединений: HCl , HClO_3 , HClO_4 , KClO , KClO_3 и CaOCl_2 . Укажите названия этих соединений.

Глава третья ХАЛЬКОГЕНЫ

Кислород, воздух, озон. Бинарные соединения кислорода. Сера и её бинарные бескислородные соединения. Кислородосодержащие соединения серы. Селен, теллур, полоний.

3.1. КИСЛОРОД, ВОЗДУХ, ОЗОН

311. Объясните положение кислорода в периодической системе. Какие значения стехиометрической валентности и степени окисления характерны для кислорода в его соединениях (приведите примеры)? Чему равна электронная валентность кислорода в O_2 , H_2O , H_2O_2 , CO , H_3O^+ ? С какими элементами кислород не образует соединений?

312. Кислород состоит из смеси трех изотопов: $^{16}_8O$ (99,759 %), $^{17}_8O$ (0,037 %) и $^{18}_8O$ (0,204 %). Вычислите его среднюю атомную массу с точностью до четвертого знака после запятой. Почему результат вычисления не совпадает с атомной массой кислорода в периодической системе?

313. Чему равны энергия и длина связи в молекуле O_2 ? Почему для описания связи в этой молекуле не применяют метод ВС? Применяя метод МО, приведите энергетическую диаграмму этой молекулы, определите кратность химической связи, объясните парамагнитные свойства кислорода и увеличение прочности связи при отрыве электрона от молекулы.

314. Почему кислород обладает парамагнитными свойствами? Почему магнитная восприимчивость жидкого и твердого кислорода, определяемая опытным путем, оказывается меньше теоретически рассчитанной?

315. Опишите физические свойства кислорода. Вычислите его относительную плотность по водороду и воздуху и абсолютную плотность (массу одного литра). Приведите данные о растворимости кислорода в воде. В какой воде кислород растворяется лучше: в холодной или горячей? в пресной или соленой? в подкисленной или содержащей щёлочь?

316. Вычислите константу и степень диссоциации молекул O_2 на атомы при стандартных условиях, при 2000 °С и при 5000 °С и сделайте выводы. Данные для расчёта:

Частица	$O_2(g)$	$O(g)$
$\Delta_f H^\circ$, кДж/моль	0	246,8
S° , Дж/(моль·К)	205,0	160,9

317. Чему равен земной кларк кислорода в атомных и массовых процентах? Приведите три примера наиболее распространённых природных соединений, содержащих кислород, и вычислите в них массовую долю этого элемента. В каком соединении массовая доля кислорода наибольшая?

318. Опишите состав атмосферного воздуха. Какой объём при н. у. занимает 10 г чистого кислорода и какой объём занимает при таких же условиях воздух, содержащий 10 г кислорода? Чему равна масса кислорода в 10 л чистого вещества и в таком же объёме воздуха?

319. Какой круговорот претерпевает кислород в природе? На каком принципе основано получение кислорода из воздуха? Как очищают воздух от паров воды и углекислого газа при его разделении на азот и кислород?

320. На каких принципах основаны промышленные и лабораторные методы получения кислорода? Какие вещества из числа H_2O , H_2O_2 , Al_2O_3 , NaNO_3 , KMnO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ можно использовать для получения кислорода в лаборатории? Напишите уравнения соответствующих реакций.

321. Напишите уравнения реакций получения кислорода из KMnO_4 , NaNO_3 , KClO_3 и H_2O_2 и укажите условия их проведения. Вычислите массу каждого вещества, необходимую для получения 10 л (н. у.) кислорода.

322. Какую массу перманганата калия надо разложить, чтобы полученного кислорода хватило для окисления 89,6 л (н. у.) аммиака на платиновом катализаторе с образованием NO ? Какой массой KClO_3 можно заменить эту массу KMnO_4 ?

323. Большой объём кислорода образуется при взаимодействии KMnO_4 (окислитель) с H_2O_2 (восстановитель) в среде H_2SO_4 . Используя метод полуреакций, напишите уравнение этой реакции и вычислите массы H_2O_2 и KMnO_4 , необходимые для получения 10 л кислорода.

324. В лабораториях кислород часто получают электролизом водного раствора NaOH с применением железных, никелевых или платиновых электродов. Выразите схемами электродные процессы и уравнением суммарный процесс электролиза. Почему при электролизе разлагается вода, а не NaOH ? Какова роль щёлочи в этом процессе? Сколько электричества затрачивается на получение 100 л кислорода этим методом?

325. Какие электролиты из числа HCl , H_2SO_4 , NaCl , KOH , Na_3PO_4 можно использовать для получения кислорода методом электролиза? Приведите схемы электродных процессов и общие уравнения электролиза.

326. Чем обусловлены окислительные свойства кислорода? Приведите примеры окислительно-восстановительных реакций с участием кислорода, которые осуществляются при обычных условиях без катализатора, в присутствии катализаторов и при нагревании. Почему для многих реакций с участием кислорода необходимы катализаторы или нагрев?

327. На окисление 2,0 г двухвалентного металла израсходовано 560 мл кислорода (н. у.). Какой металл был окислен?

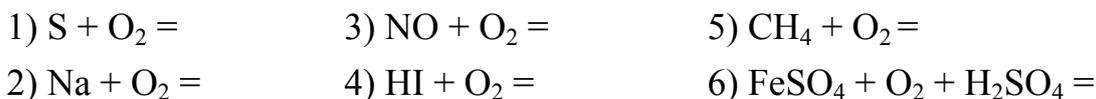
328. Каковы общие признаки процессов окисления и горения и чем они отличаются? Определите тепловые эффекты реакций горения угля и метана. Какую массу угля и какой объём (н. у.) метана необходимо сжечь для получения 10^6 кДж тепла?

329. Какой объём воды образуется при сгорании смеси, состоящей из 10 л водорода и 50 л воздуха? Какое вещество взято в избытке и чему равен объём избытка?

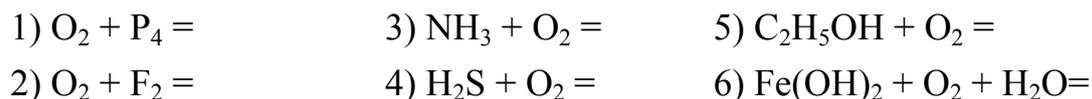
330. Почему многие химические процессы, неидущие в воздушной среде, интенсивно идут в атмосфере кислорода? Приведите примеры веществ, которые устойчивы в воздухе, но интенсивно горят в кислороде. Почему температура горения в кислороде выше, чем горения в воздухе?

331. Какой объём кислорода следует добавить к одному литру воздуха, чтобы содержание в нём кислорода повысилось до 40 % (объёмных)?

332. Напишите продукты реакций с участием кислорода и укажите условия их протекания:



333. Напишите продукты реакций с участием кислорода и укажите условия их протекания:



334. Опишите применение кислорода в металлургии, в химической промышленности при получении азотной и серной кислот, в медицине. Приведите другие примеры применения кислорода. Объясните роль кислорода в жизни человека и животных.

335. В каких химических реакциях образуется озон? Почему невозможно получение чистого озона ни в озонаторах, ни в химических реакциях?

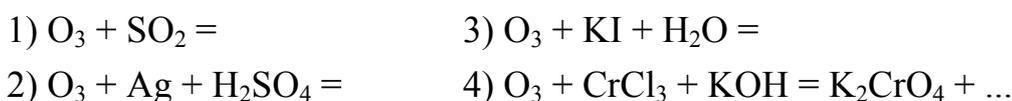
336. Как образуется озон в природе и как его получают в технике? Какой объём кислорода необходимо пропустить через озонатор, который даёт выход озона 10 %, чтобы получить 1 л озона?

337. Чем является озон по отношению к кислороду? Опишите образование химических связей в молекуле озона и её строение. Чем отличается озон от кислорода по физическим свойствам? Какова его плотность по водороду, азоту, воздуху и кислороду и как он растворяется в воде? Взаимодействует ли озон с водой?

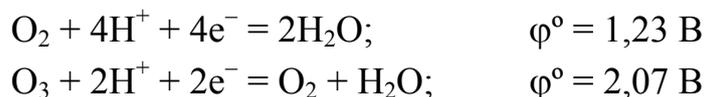
338. При озонировании 20 л кислорода его объём уменьшился до 18 л. Определите объём полученного озона и его объёмную долю (%) в озонированном кислороде.

339. Определите состав озонированного кислорода, плотность которого по водороду равна 18.

340. Объясните окислительные и отбеливающие свойства, дезинфицирующее и бактерицидное действие озона. Напишите уравнения реакций:



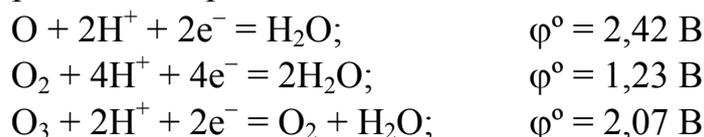
341. Из полуреакций



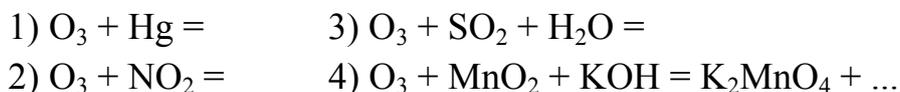
следует, что озон – более сильный окислитель, чем кислород. Почему? Напишите уравнения реакций:



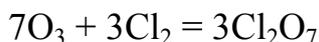
342. Объясните различие окислительных свойств атомарного кислорода, молекулярного кислорода и озона:



Напишите уравнения реакций:



343. Известно, что термодинамически неустойчивые вещества получить из простых веществ невозможно, но Cl_2O_7 ($\Delta_f G^\circ = 399,1$ кДж/моль) образуется из простых веществ – хлора и озона по реакции:

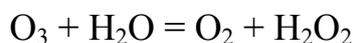


Объясните это противоречие.

344. Термодинамическими расчётами покажите возможность осуществления при стандартных условиях реакции, в которой оба реагента (O_3 и NO) и продукт реакции (N_2O_5) – термодинамически неустойчивые вещества:

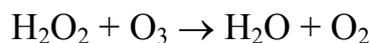


345. Термодинамическими расчетами покажите возможность взаимодействия при стандартных условиях озона с водой по уравнению:

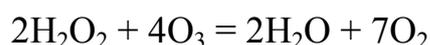
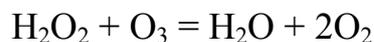


Каков тип этой реакции, какое вещество является в ней окислителем и какое – восстановителем?

346. В одной из химических статей утверждается, что в реакции



озон является восстановителем. Правильно ли это? Как можно объяснить тот факт, что эту реакцию можно выразить различными уравнениями:



347. Исходя из энтальпии образования воды ($-241,6$ кДж/моль) и энтальпии реакции:



вычислите энтальпию реакции $\text{H}_2 + \frac{1}{3}\text{O}_3 = \text{H}_2\text{O}(г)$.

348. При пропускании через раствор йодида калия 2,6 л озонированного кислорода (20°C , 100 кПа) выделилось 2,54 г йода. Вычислите содержание озона в кислороде, ответ выразите в объёмных процентах.

349. Осушенный и очищенный от CO_2 воздух объёмом 100 л (н. у.) пропустили через озонатор, при этом 8 % кислорода превратилось в озон. Полученный газ пропустили через раствор йодида калия. Какая масса йода образовалась? Какой объём хлора (н. у.) потребуется для превращения этого йода в йодноватую кислоту?

350. Как возникает озоновый слой в атмосфере, почему его существование является условием жизни на Земле? Какие промышленные газы, выбрасываемые в атмосферу, разрушают озоновый слой? Почему для озонового слоя в атмосфере особенно опасны фреоны?

3.2. БИНАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КИСЛОРОДА

351. Опишите строение молекулы воды и механизм образования в ней химических связей, укажите валентный угол и дипольный момент молекулы. Объясните возможность образования молекулой воды дополнительных донорно-акцепторных связей и приведите примеры соответствующих соединений.

352. Приведите физические характеристики воды и укажите, какие из них приняты как эталонные. Вычислите абсолютную массу одной молекулы воды и число молекул, находящихся в одной капле (0,1 г) воды.

353. Почему, как показывает рис. 1, вода плавится и кипит при аномально высоких температурах в сравнении со своими однотипными соединениями?

354. Водородная связь между молекулами воды слабее, чем между молекулами HF, молекулярная масса H_2O также меньше, чем HF. Но температура плавления (273 К) и кипения (373 К) воды значительно выше, чем фтороводорода (190 К и 292 К). Почему?

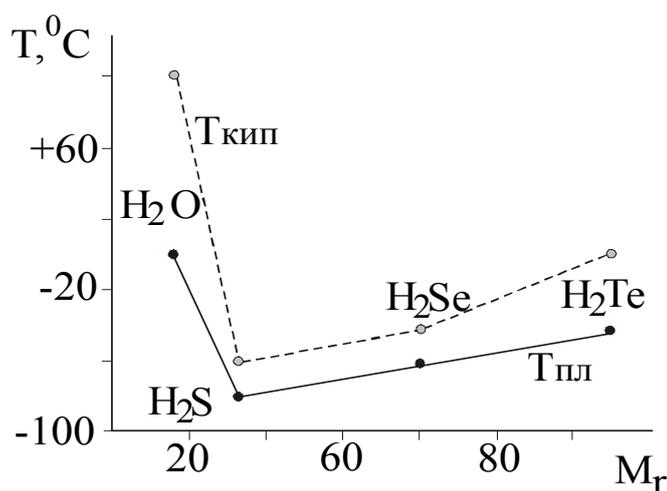


Рис. 1. Зависимость температур плавления и кипения воды и её аналогов от молекулярной массы соединений

355. Какое строение имеет лёд и жидкая вода? Почему при плавлении льда плотность не уменьшается, а увеличивается? При какой температуре вода характеризуется максимальной плотностью, какое значение имеет эта особенность воды для жизни на Земле? Какую массу имеет один м³ воды при температуре её максимальной плотности?

356. Какая вода называется тяжёлой водой, как её получают и каково её применение? Какая вода называется баритовой, жавелевой, известковой, хлорной, жёсткой, мягкой? К какому типу относится вода, в 10 л которой содержится 6 г растворённого хлорида кальция?

357. Какая вода называется дистиллированной, природной, минеральной, водопроводной, сточной, морской? Каковы особенности состава каждой из этих вод? Содержание брома в морской воде в среднем составляет 65 мг/л. Какой объём воды необходимо переработать для получения одной тонны брома при его 100%-м извлечении?

358. Почему вода широко используется как растворитель? Как классифицируются соли, основания и кислоты по их растворимости в воде? Какой объём воды потребуется для растворения в воде при 20 °С хлорида натрия и хлорида серебра, взяты по одному грамму? Чему равны массовые доли и молярные концентрации насыщенных растворов NaCl и AgCl?

359. Почему растворение веществ в воде сопровождается тепловыми эффектами? Почему растворение кислот сопровождается выделением тепла, а растворение солей – поглощением тепла? Сколько тепла выделится при растворении одного моля безводной серной кислоты в одном литре воды и на сколько градусов при этом может повыситься температура при отсутствии теплоотвода в окружающую среду?

360. Почему при растворении многих (каких?) веществ в воде происходит их электролитическая диссоциация? Опишите механизм этого процесса на примере HCl и NaCl. Напишите схемы диссоциации H₂SO₄, Na₂SO₄, KHSO₄ и (FeOH)₂SO₄. Определите степень диссоциации гидросульфата калия в одномолярном растворе по первой и второй ступеням.

361. Почему при кристаллизации из воды многих солей они выделяются в виде кристаллогидратов? Один из кристаллогидратов называется кристаллической содой. Определить формулу этого соединения, если оно содержит 16,08 % натрия, 4,20 % углерода, 72,72 % кислорода и 7,00 % водорода.

362. Почему растворенные соли при выделении из воды образуются в виде кристаллогидратов? Кристаллогидраты сульфата натрия и хлори-

да бария взяли по одному грамму и прогрели до постоянной массы, которая оказалась равной 0,4410 г для первого вещества и 0,8526 г – для второго. Определите формулы кристаллогидратов.

363. Почему вода часто содержится во внутренней сфере комплексных соединений? Как называются эти соединения? Определите формулу такого соединения, в котором массовые доли воды, ионов Cl^- и Fe^{3+} равны 39,97 %, 39,36 % и 20,67 %, соответственно.

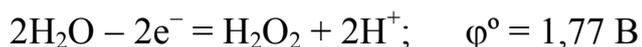
364. Почему в чистой дистиллированной воде имеются катионы гидроксония и гидроксид-анионы? Каким показателем выражается их концентрация? Вычислите этот показатель для чистой воды, после растворения в одном литре воды 2,45 г H_2SO_4 и после растворения в одном литре воды одного грамма NaOH .

365. При растворении в воде многих веществ происходит их взаимодействие с водой, в результате которого изменяется среда раствора. Как называется это взаимодействие и как оно объясняется? Приведите примеры и классификацию этого взаимодействия. Для 0,1 М раствора NH_4Cl вычислите константу равновесия (как она называется?) этого взаимодействия.

366. Приведите примеры химических реакций, в которых вода выступает в роли окислителя, восстановителя, катализатора или только среды. Какая масса алюминия может быть окислена 100 мл H_2O в щелочном растворе? Какой объём водорода (40 °С; 105 кПа) выделится при этом?

367. За счёт водорода (+1) вода может быть окислителем. По уравнению Нернста вычислите окислительно-восстановительный потенциал воды при 25 °С. Исходя из свойств ряда электродных потенциалов, укажите металлы, которые окисляются водой. Какая масса воды окисляет 200 г кальция, и какой объём водорода при 60 °С и 105 кПа выделяется при этом?

368. За счет кислорода (-2) вода может быть восстановителем:



Приведите уравнения реакций воды с окислителями – фтором, гексафторидом платины, пентафторидом золота, озоном. Какой объём выделяющегося кислорода (н. у.) соответствует одному молю израсходованного окислителя в этих реакциях?

369. Вода, присутствующая в воздухе и газах, «мешает» проведению некоторых химических реакций, «отравляет» катализаторы, вызывает гидролиз и т. д. Какие вещества используются в качестве осушителей и что является показателем эффективности того или иного осушителя? Почему в качестве осушителя используют концентрированную серную кислоту, хлорид кальция, ангидрон, фосфорный ангидрид, силикагель и цеолиты? Какие из перечисленных осушителей нельзя (почему?) использовать для осушки аммиака и углекислого газа?

370. Перед употреблением воды для получения пара на тепловых электростанциях она проходит водоподготовку. Из каких операций состоит процесс водоподготовки, какие реагенты используются в этом процессе?

371. Приведите примеры бинарных соединений кислорода (оксидов, пероксидов, надпероксидов, озонидов). Укажите в них степень окисления кислорода; кратко опишите их важнейшие свойства.

372. Почему в ряду оксидов, образованных элементами одного периода, эффективный заряд атома кислорода уменьшается, например:



Соответствует ли изменение основно-кислотных свойств оксидов изменению эффективного заряда кислорода? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

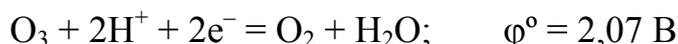
373. Какие оксиды относятся к веществам с молекулярной структурой, кристаллического строения, к дальтонидам и бертоллидам? Каковы электрофизические свойства оксидов переменного состава – бертоллидов? Ответ иллюстрируйте примерами. Определите точную формулу одного из оксидов марганца, массовая доля кислорода в котором составляет 31,8 %.

374. Опишите строение молекулы и свойства пероксида водорода H_2O_2 , сравнивая их со свойствами воды. Какой объём пергидроля (30%-й раствор H_2O_2 , плотность $\rho = 1,112$) можно получить из одного килограмма BaO_2 по его обменной реакции с серной кислотой?

375. Чем объясняется неограниченная растворимость H_2O_2 в воде и то, что в безводном виде это вещество само по себе является хорошим ионизирующим растворителем? Какой объём пергидроля (30%-й раствор H_2O_2 , плотность $\rho = 1,112$) можно получить из одного килограмма пероксомоносерной и пероксодисерной кислот при взаимодействии каждой из них с водой?

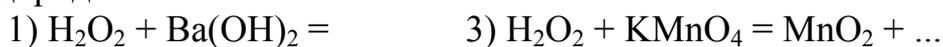
376. Выпишите из справочной литературы данные, характеризующие окислительно-восстановительные свойства пероксида водорода. В какой среде его целесообразно использовать в качестве окислителя и в какой – восстановителя? Напишите уравнение диспропорционирования H_2O_2 и укажите условия протекания этой реакции. Вычислите массовую долю пероксида водорода в растворе, если при полном диспропорционировании H_2O_2 из 100 г этого раствора выделяется 11,2 л (н. у.) кислорода.

377. Сравните потенциалы φ° полуреакций:



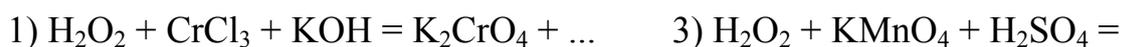
Почему пероксид водорода является более сильным окислителем, чем кислород, но менее сильным, чем озон? Какая масса $\text{Fe}(\text{OH})_2$ окисляется до $\text{Fe}(\text{OH})_3$ при взаимодействии с 100 мл 8%-го раствора H_2O_2 ($\rho = 1,028$)?

378. Напишите уравнения реакций, укажите в них функцию пероксида водорода:



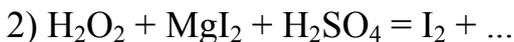
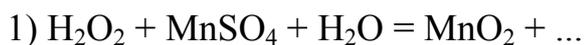
При взаимодействии 100 г раствора H_2O_2 с подкисленным серной кислотой раствором йодида калия образовалось 76,2 г йода. Вычислите массовую долю H_2O_2 в растворе.

379. Напишите уравнения реакций, укажите в них функцию пероксида водорода:



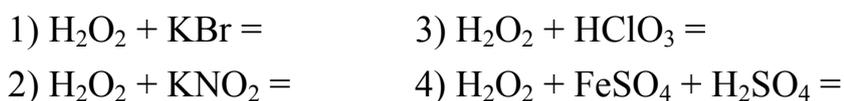
Какой объём кислорода (15 °С; 110 кПа) выделится при взаимодействии 100 мл 0,05 М раствора перманганата калия с избытком пероксида водорода в сернокислом растворе?

380. Напишите уравнения реакций, укажите в них функцию пероксида водорода:



Какой объём 22%-го раствора H_2O_2 ($\rho = 1,08$) потребуется для восстановления в присутствии серной кислоты всего дихромата калия в 0,5 л децимолярного раствора? Какой объём кислорода, измеренный при нормальных условиях, выделится из раствора?

381. Напишите уравнения реакций, укажите в них функцию пероксида водорода:



Какой объём 10%-го раствора H_2O_2 ($\rho = 1,035$) потребуется для окисления в присутствии серной кислоты всего FeSO_4 в 0,1 л его 1 М раствора?

382. Вычислите и сравните термодинамические параметры двух близких реакций:



Можно ли получить пероксид водорода при непосредственном взаимодействии водорода с кислородом? Если можно, то при каких условиях следует проводить эту реакцию?

383. Пероксид водорода относится к термодинамически устойчивым веществам ($\Delta_f G^\circ = -120,4$ кДж/моль), но при стандартных условиях он самопроизвольно разлагается. Чем объясняется разложение пероксида водорода? Почему разбавленные растворы H_2O_2 более устойчивы, чем концентрированные? Какой объём кислорода получается при полном разложении 100 мл 75%-го H_2O_2 ($\rho = 1,29$)?

384. Какие соединения называются пероксидами? Какие из элементов образуют наиболее стабильные пероксиды? Как получают технически наиболее важные пероксиды натрия и бария? Определите массовую долю кислорода в оксиде и в пероксиде натрия. Какое из этих соединений более «богато» кислородом?

385. К какому классу химических соединений относятся Na_2O_2 , BaO_2 , ZnO_2 ? Напишите структурную формулу BaO_2 , уравнение реакции его получения и разложения при нагревании. Какой объём кислорода (н. у.) выделяется при разложении 1 кг BaO_2 ?

386. Пероксид натрия поглощает аммиак, максимально его окисляя. Напишите уравнение реакции. Какая масса Na_2O_2 расходуется на поглощение 11,2 л NH_3 (н. у.), какие массы NaNO_3 , NaOH , Na_2O при этом образуются?

387. Пероксид натрия поглощает сероводород, максимально его окисляя. Образующиеся «побочные» продукты NaOH и Na₂O, в свою очередь, взаимодействуют с сероводородом по типу основно-кислотных реакций. Напишите уравнения всех стадий и общее уравнение процесса. Какой объём H₂S (н. у.) поглощается одним килограммом Na₂O₂, сколько литров сероводорода при этом окисляется, а сколько превращается в сульфид натрия?

388. Пероксид натрия поглощает углекислый газ с выделением кислорода, что можно использовать для регенерации кислорода в замкнутых помещениях. Напишите уравнение реакции. Вычислите массу Na₂O₂, которая потребовалась бы для поглощения 100 л CO₂? Происходит ли при этом полная регенерация кислорода?

389. Смесь пероксида натрия и надпероксида калия (техническое название – ксилит) используется для регенерации воздуха в замкнутых помещениях. Покажите уравнениями реакций, при каком мольном соотношении Na₂O₂:KO₂ происходит полная регенерация воздуха. Вычислите массы Na₂O₂ и KO₂ и общую массу ксилита, которые потребуются для восстановления воздуха в помещении объёмом 30 м³ после того, как кислород в нём был израсходован (на дыхание) на 50 %.

390. Чем отличаются от всех соединений кислорода его соединения с фтором и диоксигенильные соединения? Приведите формулы соединений, имеющих названия: а) дифторид кислорода, б) дифторид дикислорода, в) гексафтороплатинат (IV) диоксигенила, г) гексафторостибат(V) диоксигенила, д) тетрафтороборат(III) диоксигенила. Имеют ли эти соединения практическое значение? Опишите электронное и геометрическое строение дифторида кислорода и дифторида дикислорода.

3.3. СЕРА И ЕЁ БИНАРНЫЕ БЕСКИСЛОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

391. Опишите строение атома серы. Какие валентности и степени окисления возможны для серы? Почему для серы характерно образование цепочечных химических связей? Изобразите строение молекулы циклооктасеры. Какое образное название отражает строение этой молекулы?

392. В каком виде сера находится в природе, чему равен её кларк? Какая из аллотропных модификаций представляет собой самородную серу? В состав каких минералов входит сера? Встречаются ли на Земле газообразные соединения серы? Какими химическими формулами выражается состав пирита, мирабилита, смитсонита?

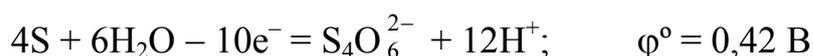
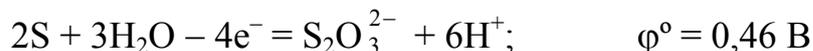
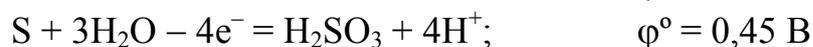
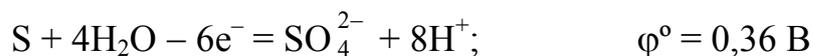
393. Как выделяют самородную серу из «пустой» породы? Как получают серу из природного? Как очищают серу от примесей? Какие объёмы H_2S и SO_2 взаимодействуют при образовании 100 кг серы?

394. Какие изменения происходят при нагревании серы? Что происходит с серой при её смешивании с водой, сероуглеродом, ацетоном, бензолом? Какая химическая реакция протекает при кипячении серы в растворах щелочей, к какому типу реакций она относится?

395. При растворении 3,24 г серы в 40 г бензола температура его кипения повысилась на 0,81 градуса. Из скольких атомов состоит молекула серы в растворе бензола?

396. Приведите примеры реакций, в которых сера является окислителем, восстановителем и диспропорционирует. Что свидетельствует об уменьшении окислительных свойств серы в сравнении с кислородом? Почему реакции окисления серой в ряде случаев (привести примеры) идут с бóльшей скоростью, чем окисление кислородом? Вычислите энтальпию реакций серы с магнием, кальцием, стронцием, барием и объясните увеличение её абсолютного значения.

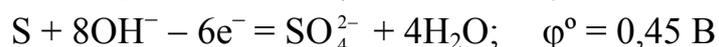
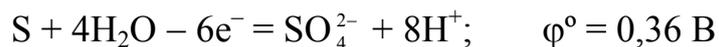
397. Окисление серы в кислой среде возможно по следующим полуреакциям:



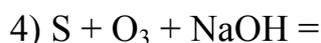
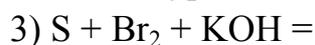
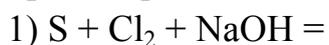
Почему сера, как правило, окисляется до серной кислоты? Что происходит при взаимодействии серы с концентрированной серной кислотой? Напишите уравнения реакций:



398. Восстановительные свойства серы в кислой и щелочной средах характеризуются следующими полуреакциями и потенциалами:



В какой среде сера легче окисляется? Напишите уравнения реакций:



399. Какое отношение к сере имеет «серный цвет» и где он применяется? Сера используется для вулканизации каучука – в чём состоит сущность этого процесса, как изменяются свойства каучука при его вулканизации, как называется вулканизированный каучук и где он применяется?

400. Каков тип гибридизации орбиталей серы в молекулах H_2S , SO_2 , SO_3 и ионах SO_3^{2-} и SO_4^{2-} ? Сколько σ - и π -связей имеется в этих молекулах и ионах? В составе каких соединений имеются ионы SO_3^{2-} и SO_4^{2-} ?

401. Объясните химическую связь в молекуле сероводорода и ее строение, приведите характеристики связи: длину, энергию, валентный угол, дипольный момент. Почему валентный угол в молекуле H_2S меньше, чем в H_2O ? Образуются ли водородные связи между молекулами сероводорода?

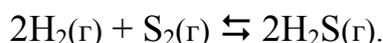
402. Опишите физические свойства сероводорода, вычислите его относительную плотность по водороду, воздуху и абсолютную. Приведите данные о растворимости сероводорода в воде; почему она невелика, ведь старинное правило гласит: подобное растворяется в подобном?

403. По растворимости сероводорода в воде при $20\text{ }^\circ\text{C}$ в справочной литературе и учебных пособиях имеются такие данные: а) 2,6 мл газа (н. у.) в 100 г H_2O ; б) 0,378 % (мас.); в) 2,91 объёма в одном объёме воды. Вычислите по этим данным (согласуются ли они между собой?) молярную концентрацию насыщенного раствора H_2S при $20\text{ }^\circ\text{C}$? Какой объём сероводорода выделится из 10 л такого раствора при его нагревании до $60\text{ }^\circ\text{C}$, если при $60\text{ }^\circ\text{C}$ растворимость сероводорода составляет 1,2 мл газа в 100 г воды?

404. Концентрация насыщенного водного раствора сероводорода при $20\text{ }^\circ\text{C}$ приблизительно равна 0,1 М. Вычислите степень диссоциации H_2S в этом растворе по первой и второй ступеням и рН раствора. Какое из названий – сероводородная кислота или сероводородная вода – более соответствуют этому раствору?

405. Предельно допустимой концентрацией сероводорода в воздухе промышленных помещений считается 0,01 мг/л. Какая масса и какой объём H_2S в чистом виде находится в помещении объёмом 100 м^3 при этой концентрации?

406. Сероводород можно получать из водорода и серы по реакции:



Вычислите энергию Гиббса этой реакции при нескольких температурах в интервале от 273 К до 1000 К и постройте график зависимости ΔG_T^0 от температуры. Определите по графику температуру, при которой прямое направление реакции изменяется на обратное. Совпадают ли результаты расчетов с литературными данными о том, что равновесие этой реакции около 350 °С смещено в сторону продукта, а при 400 °С начинается термическая диссоциация H_2S ?

407. Для лабораторных целей сероводород получают действием серной или соляной кислоты на сульфид железа (II). Напишите уравнение реакции. Можно ли использовать в этой реакции азотную кислоту? Какая масса FeS понадобится для того, чтобы выделившегося сероводорода оказалось достаточно для получения одного литра сероводородной воды с молярной концентрацией H_2S 0,1 М, если через воду обычно пропускают двукратный избыток сероводорода?

408. Соляной кислотой обрабатывали вещество, в котором содержится 95 % FeS , остальное – свободное железо. Какой объем сероводорода (н. у.) выделился из 100 г такого вещества? Какой газ будет примесью в сероводороде и чему равна объемная доля этой примеси?

409. Какая масса сульфида алюминия образуется в результате взаимодействия 10,8 г алюминия с 9,6 г серы? Какое вещество взято в избытке? Определите массу избытка. Вычислите объем 20%-й соляной кислоты ($\rho = 1,10$), который потребуется для взаимодействия с продуктом реакции.

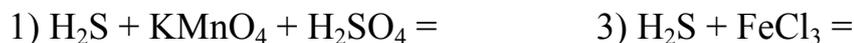
410. Для реакции взяли 13,08 г цинка и 6,00 г серы. Продукты реакции обработали 10%-й серной кислотой, взятой в избытке. Определите объемы выделившихся газов.

411. При поглощении сероводорода растворами щелочей образуется или нормальная соль, или кислая. Какой объем H_2S (н. у.) поглощается одним литром одномолярного раствора $NaOH$ при образовании нормальной и какой – при образовании кислой соли?

412. Сероводород, образующийся при взаимодействии кислот с сульфидами – влажный. Для осушения сероводорода предлагаются три вещества: концентрированная серная кислота, безводный хлорид кальция и твердая щелочь. Какой из этих осушителей можно использовать, а какие – нельзя?

413. Почему нельзя сушить сероводород концентрированной серной кислотой? Напишите уравнения возможных реакций. Какая из них термодинамически наиболее вероятна?

414. Почему сероводород считается сильным восстановителем? Напишите уравнения реакций, в которых сероводород окисляется до серы:



Какой объём сероводорода, измеренный при 17 °С и 98 кПа, пропустили через 100 мл 6%-го раствора перманганата калия ($\rho = 1,04$), подкисленного серной кислотой, если перманганат калия полностью обесцветился?

415. Какой объём сероводорода при 20 °С и 100 кПа необходимо пропустить через один литр раствора, в котором содержится 0,1 моль йода, чтобы произошло полное восстановление йода?

416. Дихромат калия в одном литре децинормального раствора был восстановлен пропусканием через раствор 10 л воздуха, содержащего сероводород. Чему равно содержание H_2S в воздухе в объёмных процентах?

417. Напишите уравнения реакций, в которых сероводород окисляется до серной кислоты:



Чему равно содержание сероводорода в одном литре воздуха, если после его окисления на нейтрализацию образовавшейся серной кислоты было израсходовано 100 мл децимолярного раствора гидроксида натрия?

418. Горение сероводорода можно выразить уравнениями:



Вычислите термодинамические параметры реакций. Какая из них более вероятна? Чему равен объём воздуха, теоретически необходимый для сжигания 100 л H_2S (н. у.) по термодинамически более вероятной реакции?

419. Продукты сжигания 29,6 л сероводорода (н. у.) поглотили 500 мл 25%-го раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,28$). Каким стал качественный и количественный состав раствора щёлочи?

420. Какие соединения называются сульфидами, полисульфидами, персульфидами, сульфанами? Напишите уравнения реакций для осуществления следующей цепочки превращений:



421. Напишите уравнения реакций получения сульфида натрия: а) из простых веществ, б) из оксида натрия и сероводорода, в) из гидроксида натрия и сероводорода, г) из сульфата натрия. При какой температуре термодинамически возможно получение Na_2S восстановлением сульфата натрия углеродом? Какую массу сульфида натрия можно получить из одной тонны Na_2SO_4 , если выход реакции равен 90 %?

422. Перечислите сульфиды, которые растворяются: а) в воде, б) в соляной и разбавленной серной кислотах, в) в азотной кислоте и в царской водке, г) в растворах сульфида аммония и щелочных металлов. Напишите уравнения реакций, которыми сопровождается растворение Na_2S , FeS , PbS и Sb_2S_3 в соответствующих средах.

423. Вычислите показатели гидролиза сульфидов натрия и аммония в децимолярных растворах. Почему раствор сульфида аммония готовят в лабораториях непосредственно перед употреблением и ежедневно обновляют?

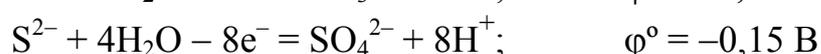
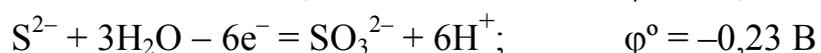
424. В раствор, содержащий сульфаты меди(II), марганца(II), цинка и кадмия одинаковой концентрации, медленной струей пропускается сероводород. Какие реакции и в какой последовательности идут в растворе?

425. При каком соотношении молярных концентраций ионов свинца (II) и меди (II) их осаждение при пропускании сероводорода через раствор произойдет одновременно? При каком соотношении молярных концентраций ионов железа (II) и цинка их осаждение при смешивании с раствором сульфида натрия произойдет одновременно? Почему в первом случае для осаждения сульфидов используется H_2S , а во втором – Na_2S ?

426. Какие сульфиды разлагаются в воде полностью с выделением сероводорода и образованием оснований и кислот? Напишите уравнение гидролиза одного из этих сульфидов.

427. Вследствие закономерного изменения свойств сульфидов в периодах и в группах, возможны реакции соединения сульфидов. Объяснить, между какими сульфидами и почему возможны такие реакции и привести их примеры (3 уравнения). К какому классу соединений относятся образующиеся продукты и как они называются?

428. Сравните окислительно-восстановительные потенциалы:



До каких соединений окисление сульфидов и гидросульфидов более вероятно и до каких менее вероятно? Приведите примеры реакций.

429. Напишите формулы всех соединений серы с галогенами. Объясните химическую связь и строение молекул SF_4 , SF_6 и S_2Cl_2 . Какими необычными свойствами отличается гексафторид серы и чем они объясняются?

430. Напишите уравнения реакций гидролиза галогенидов серы: SF_4 , SCl_4 , SCl_2 , S_2Cl_2 , S_2Br_2 . Чем отличается гидролиз последних трёх от гидролиза первых двух? Почему гексафторид серы SF_6 устойчив к гидролизу?

3.4. КИСЛОРОДОСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ СЕРЫ

431. Как получают и где используют оксид серы (IV)? Какое строение имеет молекула этого вещества и как возникает в ней химическая связь между атомами? Покажите уравнениями реакций основно-кислотные и окислительно-восстановительные свойства этого соединения.

432. В промышленности оксид серы (VI) получают каталитическим окислением оксида серы (IV). Вычислите термодинамические параметры этой реакции и температурный интервал, в котором она возможна.

433. Какие катализаторы используются в контактном и в нитрозном методах получения серной кислоты? Какая масса серы содержится в одной тонне товарной серной кислоты ($\omega = 96\%$), какой объём газообразного оксида серы (VI) затрачивается на получение одной тонны такой кислоты?

434. Вычислите, какая масса пирита потребуется для получения одной тонны 92%-й серной кислоты, если: 1) содержание FeS_2 в пирите 90%; 2) степень обжига пирита составляет 95%; 3) степень окисления SO_2 до SO_3 равна 98%; 4) степень превращения SO_3 в H_2SO_4 равна 100%.

435. Из 100 тонн пирита с содержанием серы 50% получили 150 т 96%-й серной кислоты. Определите выход кислоты.

436. Какая масса пирита, содержащего 45% серы, требуется для получения одной тонны безводной H_2SO_4 , если потери серы в производстве составляют 5%?

437. Завод ежедневно потребляет 100 т серы, содержащей 4% примесей. Какую массу олеума с содержанием 20% SO_3 он выпускает ежедневно, если выход готового продукта составляет 95% от теоретического?

438. Вычислите энтальпию реакции: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$. Почему выделение тепла в этой реакции осложняет получение серной кислоты в промышленности? Чем поглощают SO_3 , как называют образующийся продукт, как из него получают серную кислоту?

439. Какова причина осушающего и водоотнимающего действия концентрированной серной кислоты и большого тепловыделения при её растворении в воде? Какие из указанных газов можно, а какие нельзя осушать концентрированной серной кислотой: H_2 , O_2 , N_2 , NH_3 , H_2S , HCl , HBr , CH_4 , Cl_2 ?

440. Почему ёмкости с концентрированной серной кислотой нельзя оставлять открытыми? В колбе содержится 920 г 96%-й серной кислоты ($\rho = 1,84$). При хранении в открытом виде на воздухе её масса через некоторое время увеличилась до 1000 г. Почему увеличилась масса кислоты? Чему равна массовая доля H_2SO_4 в новом растворе?

441. Сколько граммов растворённого вещества содержат: 1) 100 мл 60%-й серной кислоты ($\rho = 1,50$); 2) 400 мл 0,7 н серной кислоты; 3) 250 мл 2 М серной кислоты?

442. Вычислите эквивалентную концентрацию: 1) 12%-й серной кислоты (плотность $\rho = 1,08$); 2) 0,4 М серной кислоты.

443. Определите эквивалентную концентрацию и массовую долю серной кислоты в 6 М растворе, плотность которого 1,340 кг/л.

444. Вычислите молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента, моляльность и титр: 1) 4,0%-й серной кислоты ($\rho = 1,025$); 2) 96%-й серной кислоты ($\rho = 1,84$).

445. В 1018 мл воды растворили 80 г серного ангидрида. Вычислите все известные виды концентраций полученной серной кислоты.

446. Какой объём 50%-й серной кислоты ($\rho = 1,40$) потребуется для приготовления 500 мл 1 М и 1 н растворов?

447. Какой объём 0,5 н серной кислоты можно приготовить из 100 мл 75%-й серной кислоты ($\rho = 1,675$)?

448. Какой объём 30%-й серной кислоты ($\rho = 1220 \text{ кг/м}^3$) необходимо для приготовления: 1) 200 мл 2 М раствора; 2) 100 мл 1 н раствора?

449. В одном литре воды растворили 56 л SO_3 (н. у.). Чему равны моляльность и массовая доля полученного раствора?

450. Какую массу оксида серы (VI) необходимо растворить в 100 г 96%-й серной кислоты для получения 100%-й H_2SO_4 ?

451. Необходимо нейтрализовать 50 мл 0,1 н раствора KOH. Какой объём для этого потребуется: 1) 0,1 н H_2SO_4 ; 2) 0,1 М H_2SO_4 ?

452. Какой объём 0,4 н. серной кислоты будет израсходован на нейтрализацию 800 мл 0,25 н. раствора NaOH?

453. Смешали 800 мл воды и 200 мл 85%-й серной кислоты ($\rho = 1,78$). Чему равна массовая доля H_2SO_4 в полученном растворе? Какое правило и почему необходимо соблюдать при смешивании серной кислоты с водой?

454. Один литр воды смешали с 500 мл 70%-й H_2SO_4 ($\rho = 1,67$). Чему равна массовая доля и молярная концентрация полученного раствора? Какое правило и почему необходимо соблюдать при смешивании серной кислоты с водой?

455. С каким объёмом воды надо смешать 200 мл 20%-й серной кислоты ($\rho = 1,14$), чтобы получить 15%-й раствор? Какое правило и почему необходимо соблюдать при смешивании серной кислоты с водой?

456. С каким объёмом воды необходимо смешать 0,5 л 80%-й серной кислоты ($\rho = 1730 \text{ кг/м}^3$), чтобы получить 15%-й раствор? Какое правило и почему необходимо соблюдать при смешивании серной кислоты с водой?

457. Определите массовую долю и молярную концентрацию раствора, который образуется при смешивании 100 мл 30%-й H_2SO_4 ($\rho = 1,22$) и 150 мл 15%-й H_2SO_4 ($\rho = 1,10$).

458. Смешали 200 мл 1,2 М раствора и 150 мл 0,1 М раствора серной кислоты. Определите молярную концентрацию полученного раствора.

459. Из 5 л 26%-й серной кислоты ($\rho = 1,19$) необходимо приготовить 20%-й раствор. Какой объём воды потребуется для этой цели?

460. Какое количество H_2SO_4 содержится в одном килограмме 98%-й серной кислоты? Сколько литров одномолярной H_2SO_4 можно приготовить из 1 кг 98%-й серной кислоты? Какое правило и почему необходимо соблюдать при смешивании серной кислоты с водой?

461. Опишите взаимодействие разбавленной и концентрированной серной кислоты с металлами. Концентрированную серную кислоту и олеум перевозят в стальных цистернах и хранят в ёмкостях из обычной стали. Почему при этом не происходит взаимодействие с железом? Почему для этих целей нельзя использовать медные и свинцовые ёмкости? Что произойдёт, если в стальную ёмкость с олеумом попадёт вода?

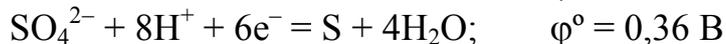
462. Как можно аргументировать утверждение о том, что концентрированная серная кислота является окислителем за счет атома серы (+6), а разбавленная – за счет атома водорода (+1). Напишите уравнения реакций:



463. Опишите строение SO_4^{2-} -ионов и молекул H_2SO_4 и объясните различие окислительных свойств сульфатов, разбавленной серной кислоты и концентрированной H_2SO_4 . Напишите уравнения реакций:



464. В окислительно-восстановительных реакциях серная кислота может восстанавливаться по полуреакциям:



Почему при взаимодействии концентрированной H_2SO_4 с металлами образуются не более вероятные продукты (сера или сероводород), а наименее вероятный – SO_2 ? Какой объём этого газа образуется при взаимодействии 10 г меди с избытком концентрированной серной кислоты?

465. Почему, несмотря на небольшое значение окислительно-восстановительного потенциала полуреакции



концентрированная серная кислота окисляет все металлы, кроме благородных? В 100 мл 60%-й H_2SO_4 ($\rho = 1610 \text{ кг/м}^3$) внесли один грамм серебра. Вычислите: 1) массу образовавшегося сульфата серебра; 2) объём выделившегося SO_2 (н. у.); 3) массовую долю H_2SO_4 в растворе после реакции.

466. Какая масса железа потребуется для его взаимодействия с разбавленной серной кислотой, чтобы выделившимся водородом провести восстановление до металла 23,15 г Fe_3O_4 ? Иметь в виду, что выход реакции восстановления равен 50 %.

467. Напишите уравнения реакций концентрированной серной кислоты с неметаллами – углеродом, фосфором, серой. Какой объём SO_2 образуется при сжигании 32 г серы и при взаимодействии такой же массы серы с концентрированной серной кислотой?

468. Какая масса оксида фосфора (III) взаимодействовала с избытком концентрированной серной кислоты, если при этом выделилась 112 л SO_2 ?

469. При взаимодействии кристаллического йодида калия с концентрированной серной кислотой образуются различные продукты окисления йода(-1) и восстановления серы(+6). Укажите возможно большее число таких продуктов и условия их образования. Напишите уравнения реакций; какая из них термодинамически наиболее вероятна?

470. Самыми крупными потребителями серной кислоты являются производства минеральных удобрений. Какие удобрения получают с использованием серной кислоты? Какая масса H_2SO_4 (в чистом виде) расходуется на получение одной тонны суперфосфата и сульфата аммония?

471. Автомобильные аккумуляторы «заправляют» серной кислотой с плотностью 1,28. Чему равна массовая доля H_2SO_4 в такой кислоте? В каком соотношении смешиваются 96%-я H_2SO_4 ($\rho = 1,84$) и вода при приготовлении аккумуляторной серной кислоты? Какой объём 96%-й H_2SO_4 требуется для приготовления 300 л аккумуляторной серной кислоты?

472. Почему серная кислота образует два ряда солей (сульфаты и гидросульфаты)? Какая соль образуется при взаимодействии: 1) 98 г H_2SO_4 с 80 г NaOH ; 2) 49 г H_2SO_4 с 28 г KOH ; 3) 223,1 мл 36%-й H_2SO_4 ($\rho = 1,22$) с 425,5 мл 16%-го раствора NaOH ($\rho = 1,175$)?

473. Почему большинство солей – сульфатов выделяется из растворов в виде кристаллогидратов? При нагревании одного из таких кристаллогидратов, образованного двухвалентным металлом, его масса уменьшилась с 5,5 г до 3,0 г. Безводный остаток (3,0 г) был растворен в воде и действием щёлочи из него образовалось 1,8 г малорастворимого гидроксида. Определите формулу кристаллогидрата.

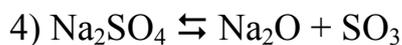
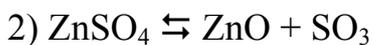
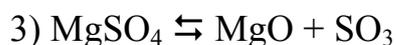
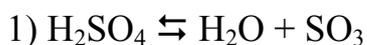
474. Растворимость сульфата натрия при 0 °С составляет 4,5 г/100 г H_2O , а при 40 °С – 48,4 г/100 г H_2O . Какой объём воды потребуется для растворения 800 г Na_2SO_4 при 40 °С и какая масса соли выпадает в осадок при охлаждении раствора до 0 °С?

475. Произведение растворимости сульфата лантана равно $2,5 \cdot 10^{-5}$. Образуется ли эта соль при смешивании одинаковых объёмов: 1) 0,2 М раствора $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ с 0,2 М раствором K_2SO_4 ; 2) 0,2 М раствора $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ с 2 М раствором K_2SO_4 ?

476. Расположите в ряд по уменьшению растворимости сульфаты: BaSO_4 , K_2SO_4 , Ag_2SO_4 , CaSO_4 , Na_2SO_4 . Приведите данные о растворимости солей при 20°C , вычислив концентрацию их насыщенных растворов в массовых процентах.

477. Сульфаты подразделяются на две группы: разлагающиеся при температуре выше 1000°C и ниже этой температуры. Разделите данные соли на эти группы: CuSO_4 , BaSO_4 , K_2SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 и Ag_2SO_4 . Разделение объясните. Для одного из сульфатов вычислите температуру, при которой термодинамически возможно его разложение на оксид металла и оксид серы (VI).

478. Вычислите температуру, при которой равновесие данных реакций смещено в сторону образования продуктов:



и объясните результаты вычислений.

479. Как проще всего можно получить сульфат натрия, пентагидрат сульфата меди (II) и сульфат аммония? Какой объём NH_3 (н. у.) необходимо пропустить через один литр 20%-й серной кислоты ($\rho = 1,14$) для её полного превращения в сульфат аммония? Чему будут равны: 1) масса полученного раствора; 2) масса сульфата аммония в растворе; 3) массовая доля сульфата аммония в растворе?

480. Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза сульфатов аммония, цинка и алюминия. Для сульфата аммония вычислите: 1) константу гидролиза; 2) степень гидролиза в одномолярном растворе; 3) pH одномолярного раствора.

481. Опишите состав, строение и свойства тиосерной кислоты и тиосульфата натрия. Как и с какой целью получают тиосульфат натрия, чем обусловлены его восстановительные свойства? Напишите уравнения реакций $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с перманганатом калия, галогенами (Cl_2 , Br_2 , I_2) и его разложения при нагревании.

482. При взаимодействии раствора тиосульфата натрия с серной кислотой при 20°C реакция продолжалась 90 с, а при 50°C – 15 с. Напишите уравнение реакции и вычислите её энергию активации.

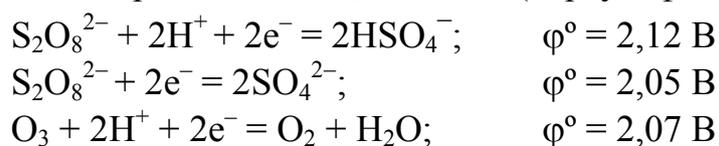
483. Четыре соли – Na_2SO_4 , Na_2SO_3 , Na_2S и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ можно идентифицировать с помощью одного реактива. Какой это реактив и почему с его помощью идентифицируются данные соли? Напишите уравнения реакций.

484. В каком количественном и массовом соотношениях необходимо смешивать безводную серную кислоту и SO_3 , чтобы получаемый продукт можно было бы рассматривать как новое вещество? Приведите формулу и название этого вещества, изобразите геометрическое строение молекулы. Напишите название продукта, который образуется при смешивании безводной серной кислоты с любым количеством SO_3 .

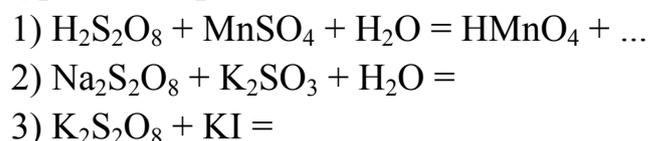
485. Выразите в общем виде состав всех полиотионовых кислот и укажите способы их получения. Напишите обычные и структурные формулы дитионовой, тритионовой и тетратионовой кислот, приведите примеры их солей. Напишите уравнения реакций разложения дитионата бария и тетратионата натрия при нагревании.

486. Опишите состав, получение и применение пероксомоносерной и пероксодисерной кислот. Вычислите массу безводной пероксодисерной кислоты, расходуемой на получение 100 кг пергидроля.

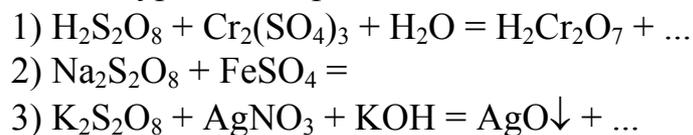
487. Приведены полуреакции, характеризующие окислительные свойства пероксодисерной кислоты, её солей (персульфатов) и озона:



Можно ли окислить серную кислоту до пероксодисерной действием озона? Напишите уравнения реакций:



488. Опишите состав и строение пероксодисерной кислоты и её солей. Чему равны валентность и степень окисления атомов серы в этой кислоте? Чем обусловлены сильные окислительные свойства этих соединений? Напишите уравнения реакций:



489. Опишите состав, получение и свойства фторсульфоновой и хлорсульфоновой кислот. Какая масса хлорсульфоновой кислоты взаимодействовала с водой, если для нейтрализации продуктов израсходовано 100 мл 0,5 н. раствора NaOH ?

490. Опишите состав, строение молекул, получение и свойства хлористого тионила и хлористого сульфурила. Каковы современные названия этих соединений? Обладают ли они свойствами галогеноангидридов?

3.5. СЕЛЕН, ТЕЛЛУР, ПОЛОНИЙ

491. Опишите строение атомов селена, теллура и полония в сравнении с серой. Какие валентности, степени окисления и координационные числа для них характерны? Каковы формулы их оксидов и гидроксидов?

492. Природный селен состоит из шести изотопов с массовыми числами 74 (0,87%), 76 (9,02 %), 77 (7,58 %), 78 (23,52 %), 80 (49,82 %) и 82 (9,19 %). Вычислите среднюю атомную массу селена. Почему результат не совпадает со справочным значением атомной массы селена?

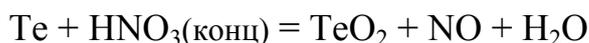
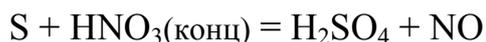
493. Селен с водой и разбавленными HCl и H₂SO₄ не взаимодействует, с концентрированной HNO₃ и царской водкой взаимодействует, со щелочами взаимодействует в присутствии окислителей, горит в кислороде, взаимодействует с фтором при комнатной температуре, с хлором и бромом при небольшом нагревании. Напишите уравнения этих реакций.

494. Теллур горит в кислороде; взаимодействует с галогенами на холоду; с водой реагирует в порошкообразном состоянии при 100–160 °С; медленно взаимодействует с HCl; легко взаимодействует с HNO₃ и царской водкой; медленно взаимодействует со щелочами, но этот процесс ускоряется в присутствии окислителей. Напишите уравнения реакций.

495. Наиболее долгоживущий изотоп полония Po-210 содержится в урановых рудах. При получении его переводят в раствор в виде PoCl₂ и восстанавливают сероводородом или активным металлом. Его получают также искусственно, облучая висмут-209 нейтронами. Напишите уравнения химической и ядерной реакции получения Po-210.

496. Химические реакции полония осложнены его радиоактивностью. Например, полоний взаимодействует с HCl с образованием Po(+2), который окисляется до Po(+4). Предполагают, что окисление происходит пероксидом водорода, который образуется в воде под действием α-излучения полония. Напишите уравнения реакций полония с HCl и окисления продукта реакции пероксидом водорода.

497. Определите коэффициенты перед веществами в реакциях:

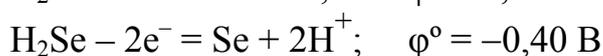
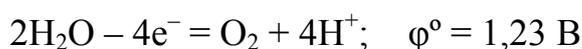


Какие выводы о свойствах серы, селена, теллура и полония следуют из сравнения продуктов их взаимодействия с азотной кислотой?

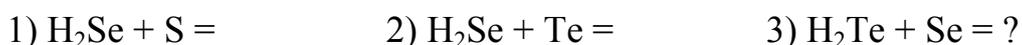
498. Массовая доля водорода в его соединении с р-элементом шестой группы составляет 2,47 %. Определите этот элемент, напишите формулу и название его соединения с водородом.

499. Для H_2O , H_2S , H_2Se , H_2Te энергия Гиббса образования равна $-288,8$; $-33,0$; $+71,1$; $+138,5$ кДж/моль, соответственно. Сделайте вывод об устойчивости этих соединений и возможности их получения из простых веществ. Исходя из общих закономерностей периодической системы, предскажите возможность существования подобного соединения для полония.

500. Сравните потенциалы полуреакций:



Как и почему изменяются окислительно-восстановительные свойства соединений в ряду $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{Se}-\text{H}_2\text{Te}$? Приведите примеры реакций, в которых селеноводород и теллуrowодород являются восстановителями. Какая из трех данных реакций в принципе невозможна:

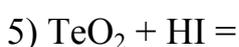
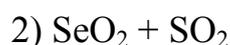
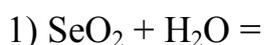


501. Вычислите степень диссоциации H_2S , H_2Se и H_2Te в 0,1 М водных растворах; вычислите рН этих растворов. Как и почему изменяются основно-кислотные свойства этих соединений?

502. Высший оксид элемента (из числа оксидов селена, теллура, полония) содержит 37,8 % кислорода. Определите этот элемент, напишите формулу оксида, опишите его свойства.

503. Опишите окислительно-восстановительные свойства, устойчивость и кислотные свойства H_2SeO_3 и H_2TeO_3 в сравнении с сернистой кислотой. Как называются соли этих кислот, какова их растворимость, и как они гидролизуются в растворе? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

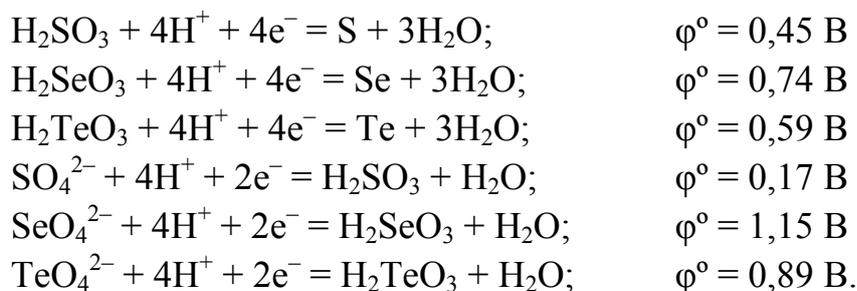
504. Напишите уравнения основно-кислотных и окислительно-восстановительных реакций с участием соединений $\text{Se}(+4)$ и $\text{Te}(+4)$:



505. Селеновую кислоту получают в результате следующих превращений:
 $\text{Se} \rightarrow \text{SeO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4$.

Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их проведения. Вычислите массу селена, которая затрачивается на получение 1 кг безводной селеновой кислоты.

506. Сравните потенциалы полуреакций:



Можно ли: 1) сернистую кислоту окислить в серную действием H_2SeO_3 ? 2) селенистую кислоту окислить в селеновую действием H_2TeO_3 ? 3) получить селен из H_2SeO_3 действием H_2TeO_3 ? Напишите уравнения возможных реакций.

507. Как можно объяснить тот факт, что селеновая кислота является более сильным окислителем, чем серная и теллуровая? Напишите уравнения реакций и укажите условия их осуществления:



508. Объясните, почему из всех р-элементов шестой группы только теллур образует ортокислоту (H_6TeO_6)? Охарактеризуйте силу, устойчивость к нагреванию и окислительные свойства этой кислоты. Напишите уравнения реакций:



509. Напишите названия соединений: K_2Se , KHSe , Al_2Te_3 , K_2TeF_8 , K_2TeI_6 , $\text{PoO}(\text{OH})_2$, SeO_2 , SeO_3 , Na_2SeO_3 , Na_2SeO_4 , NaHSeO_4 , H_6TeO_6 , $\text{K}_4\text{H}_2\text{TeO}_6$. К каким классам (группам) веществ относятся четвертое, пятое и последнее соединения?

510. Селен и теллур используются в качестве полупроводников. Объясните существование трех классов веществ: металлов, полупроводников и изоляторов. Исходя из закономерностей периодической системы, предсказать, у какого полупроводника – селена или теллура – величина запрещенной зоны должна быть меньше.

Глава четвертая

ГЛАВНАЯ ПОДГРУППА ПЯТОЙ ГРУППЫ

Азот и его водородсодержащие соединения. Соединения азота с кислородом и галогенами. Фосфор и его соединения. Мышьяк, сурьма, висмут и их важнейшие соединения.

4.1. АЗОТ И ЕГО ВОДОРОДОСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ

511. Опишите электронное строение атомов p-элементов пятой группы. Что общего у этих элементов и чем они отличаются? Сравните строение и свойства простых веществ этих элементов.

512. Объясните образование химической связи в молекуле азота методами валентных связей и молекулярных орбиталей, напишите электронную формулу молекулы. В каких других молекулах или ионах имеется точно такой же набор молекулярных орбиталей и их «заселённость» электронами? Приведите данные о длине и энергии связи в молекуле азота.

513. Максимальная степень окисления азота +5, а максимальная электронная валентность равна четырём. Как объяснить это противоречие? Приведите примеры соединений азота, в которых его электронная валентность максимальна и укажите его степень окисления в этих соединениях.

514. Проведите термодинамический расчет процесса атомизации азота ($N_2 \rightleftharpoons 2N$). При какой температуре возможен этот процесс? Сравните с аналогичными процессами для кислорода и водорода и объясните различие. Данные для расчетов:

Частицы:	N ₂	N	O ₂	O	H ₂	H
$\Delta_f H^\circ$, кДж/моль:	0	472,8	0	246,8	0	218,0
S° , Дж/(моль·К):	199,9	153,2	205,0	160,9	130,5	114,6

515. Объясните способность азота входить в состав комплексных соединений в виде лигандов. Примерами таких соединений являются $[Ru(NH_3)_5N_2]Cl_2$, $[Os(NH_3)_5N_2]Br_2$, $K_3[Fe(N_2)(CN)_5]$. Напишите названия этих соединений. Почему к этим соединениям проявляется особый интерес?

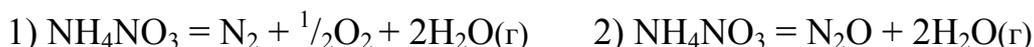
516. Азот в промышленности получают из воздуха. Как отделяют азот от других составляющих воздуха: кислорода, углекислого газа, аргона, паров воды? Какой объём воздуха (н. у.) необходимо переработать (теоретически) для получения одной тонны жидкого азота?

517. Азот получают: 1) разложением нитрата аммония; 2) взаимодействием сульфата аммония с азотной кислотой; 3) нагреванием смеси калийной селитры и железных опилок. Напишите уравнения реакций. Какая масса реагентов необходима в первом и третьем способах для получения 100 л N_2 (н. у.)?

518. Азот можно получать взаимодействием: 1) гидросиламина с $KMnO_4$ в сернокислом растворе; 2) гидразина с $K_3[Fe(CN)_6]$ в щелочной среде; 3) оксида азота (II) с $CrCl_2$ в растворе HCl . Напишите уравнения реакций.

519. Если смешать и нагреть насыщенные растворы хлорида аммония и нитрита натрия, то выделится азот. Напишите уравнение реакции. Сколько граммов насыщенных растворов той и другой соли надо взять для получения 10 л азота (н. у.) если они приготовлены при температуре $20\text{ }^\circ\text{C}$, при которой коэффициенты растворимости NH_4Cl и $NaNO_2$ равны 37,2 и 84,5, соответственно?

520. Для получения азота в лабораторных условиях иногда используют нитрат аммония, разложение которого при нагревании возможно по двум уравнениям:

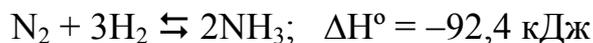


Какая из реакций более вероятна и более экзотермична при $25\text{ }^\circ\text{C}$? Ответ подтвердите расчётом. Как изменяется вероятность протекания этих реакций при повышении температуры? Какой объём азота образуется из 1 кг NH_4NO_3 при его разложении только по первой реакции?

521. Объясните, почему азот с большей, чем хлор, электроотрицательностью, является инертным веществом? При каких условиях он взаимодействует с кислородом, водородом, углеродом, галогенами, металлами? С какой целью многие металлы и сплавы выдерживают в нагретом состоянии в атмосфере азота, как называется этот процесс?

522. На основании закономерностей строения вещества, химической термодинамики и кинетики объясните, почему азот не взаимодействует с кислородом, но взаимодействует с водородом. Пользуясь принципом Ле Шателье, укажите условия, обеспечивающие увеличение выхода аммиака при его синтезе из азота и водорода. Почему синтез проводят при $450\text{--}500\text{ }^\circ\text{C}$ и используют катализатор?

523. Получение аммиака в промышленности проводится по обратной реакции:



Опишите влияние воздействий на направление смещения равновесия этой реакции: 1) повышение и понижение температуры; 2) повышение и понижение давления; 3) повышение и понижение концентрации азота; 4) использование катализатора; 5) введение сорбента – поглотителя аммиака, 6) введение инертного газа.

524. Какие объёмы (н. у.) водорода и азота теоретически необходимы для получения: а) одного м³ газообразного аммиака; б) одной тонны жидкого аммиака; в) одной тонны 25%-го раствора NH₃?

525. Вычислите энергию Гиббса и константу равновесия при 25 °С и 500 °С реакции:



Почему в промышленности синтез аммиака проводят при 450...500 °С? Какой фактор, кроме термодинамического, влияет на выбор условий синтеза аммиака?

526. В начале 20-го столетия (1904–1920 гг.) применялся цианамидный способ получения аммиака, основанный на цепочке следующих превращений:



Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их проведения. Почему в настоящее время этот способ не применяется? Где применяется сейчас цианамид кальция CaCN₂?

527. В лабораториях аммиак получают приливанием концентрированного раствора щёлочи (KOH) к твёрдому хлориду аммония. Напишите уравнение реакции и вычислите объём NH₃ (н. у.), получаемый из 50 г NH₄Cl. Можно ли для получения аммиака этим способом использовать: а) NaOH, б) (NH₄)₂SO₄, в) NH₄NO₃?

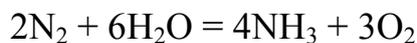
528. Аммиак можно получать из хлорида аммония. Используя термодинамические свойства веществ, определите температуру, при которой разлагается хлорид аммония. Как отделить образующийся аммиак от другого продукта реакции – хлороводорода?

529. В лабораториях аммиак получают, нагревая хлорид аммония с гашёной известью. Напишите уравнения двух стадий и общее уравнение реакции. Какая масса NH₄Cl необходима для получения 100 л аммиака (н. у.)?

530. В лабораториях аммиак получают нагреванием смеси хлорида аммония с гашёной известью. Какая масса NH₄Cl, содержащего 5 % примесей, и извести, содержащей 10 % примесей, потребуются для получения 10 л 25%-го раствора аммиака (ρ = 910 кг/м³)?

531. Аммиак образуется при обработке водой нитрида магния. В чём заключаются преимущества этого метода получения NH_3 по сравнению с синтезом из простых веществ? Какие недостатки этого метода препятствуют его применению в промышленности?

532. Очень заманчиво получать аммиак из азота и воды по реакции:



Проведите термодинамические расчёты и сделайте вывод о возможности синтеза аммиака по этой реакции при стандартных условиях и при нагревании.

533. Опишите электронное и геометрическое строение молекулы NH_3 , объясните её полярность. Почему эффективные заряды атомов азота ($-0,45e^-$) и водорода ($+0,15e^-$) в этой молекуле сильно отличаются от степеней окисления? Чем объясняются следующие свойства аммиака: 1) растворимость в воде; 2) взаимодействие с кислотами; 3) вхождение во внутреннюю сферу комплексных соединений?

534. Опишите физические свойства аммиака. Почему он имеет температуру кипения, не соответствующую его небольшой молекулярной массе? Вычислите плотность аммиака по водороду, воздуху, азоту и абсолютную плотность. Объясните, почему мольный объём аммиака (22,089 л/моль) меньше мольного объёма идеального газа?

535. Имеются три осушителя: концентрированная серная кислота, фосфорный ангидрид и натронная известь (смесь извести с едким натром). Какой из них и почему можно использовать для осушки аммиака?

536. Почему аммиак хорошо растворяется в воде? Как влияет на растворимость аммиака повышение и понижение температуры и давления; добавление в воду кислоты или щёлочи? Определите массовую долю NH_3 в растворе при 20 °С, если коэффициент абсорбции аммиака водой равен 700. При нагревании одного литра такого раствора ($\rho = 0,89$) из него выделилось 100 л NH_3 (н. у.). Как изменилась при этом концентрация аммиака в растворе?

537. Вычислите массовую долю NH_3 в децимолярном растворе (плотность раствора практически равна плотности воды) и рН этого раствора.

538. Вычислите молярную концентрацию и рН раствора, полученного при растворении 1,12 л аммиака в одном литре воды.

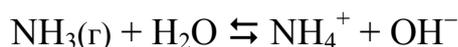
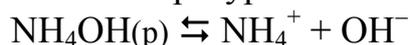
539. Какой объём аммиака (н. у.) необходимо растворить в 5 л воды для получения 10%-го раствора?

540. Нашатырный спирт, используемый в медицине, – это 10%-й раствор NH_3 в воде плотностью 958 кг/м^3 . Какой объём NH_3 , приведенный к н. у., можно получить при кипячении 100 мл нашатырного спирта?

541. По поводу концентрированного раствора аммиака в настоящее время говорят, что это концентрированный раствор гидрата аммиака, но разбавленный раствор гидроксида аммония. На чём основано это утверждение?

542. Какие молекулы и ионы находятся в водном растворе аммиака (перечислить в порядке уменьшения их концентрации)? Напишите уравнение цепочки равновесий, существующих в водном растворе NH_3 . Каким образом можно увеличить и уменьшить растворимость аммиака в воде? Почему даже разбавленные растворы всегда пахнут аммиаком?

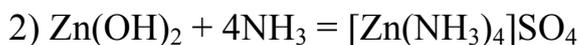
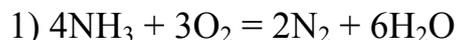
543. К какому типу электролитов (кислоты, щёлочи, слабые основания, амфолиты) относится водный раствор аммиака? Какая из схем, встречающихся в химической литературе:



наиболее правильно описывает процесс диссоциации в этом растворе? Вычислите степень диссоциации в одномолярном растворе и pH этого раствора.

544. Жидкий аммиак – пример неводных растворителей, которые используются в химии и химической технологии. Какие металлы растворяются в жидком аммиаке и какими свойствами обладают эти растворы?

545. Напишите уравнения реакций, характеризующие химические свойства аммиака как: а) окислителя, б) восстановителя, в) основания, г) лиганда. Определить роль аммиака в каждой из реакций:



546. Используя знания о строении и свойствах аммиака, предскажите, какие из перечисленных веществ могут получаться при его пропускании через раствор соли меди(II): Cu , CuO , Cu_2O , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$?

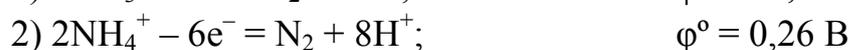
547. Почему при получении некоторых малорастворимых оснований, таких как $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$ и т. д., рекомендуется проводить их осаждение из растворов солей не щелочами, а раствором аммиака? Покажите уравнения реакций взаимодействия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ с NH_4OH и NaOH при стехиометрическом количестве и при избытке осадителя.

548. Почему при получении таких малорастворимых оснований, как $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{OH})_2$ приливать раствор аммиака к растворам их солей необходимо в стехиометрическом количестве? Напишите уравнения реакций получения гидроксида цинка и его взаимодействия с избытком аммиака.

549. Какие вещества могут получаться при пропускании через водный раствор аммиака следующих газов: CO_2 , SO_2 , NO , NO_2 ? Какие реакции могут протекать при пропускании газообразного аммиака через хлорную, бромную и йодную воду?

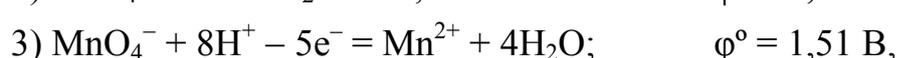
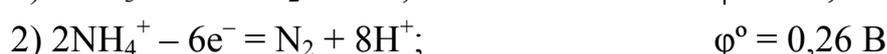
550. Напишите уравнения реакций газообразного аммиака с галогенами, кислородом, щелочными и щелочно-земельными металлами и укажите условия проведения этих реакций.

551. Используя потенциалы полуреакций, характеризующие свойства аммиака в водных растворах:



объясните: а) почему аммиак – более сильный восстановитель, чем катионы аммония (сравните 1 и 2); б) почему в щелочной среде (см. 4) восстановительные свойства аммиака выражены гораздо сильнее, чем в кислой (см. 2); в) почему аммиак окислить до азота легче, чем до HNO_2 (сравните 2 и 3)?

552. Учитывая потенциалы полуреакций:



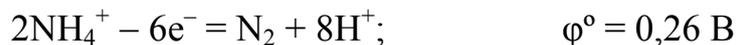
напишите уравнения реакций окисления NH_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ перманганатом калия в кислой среде. Вычислите молярную концентрацию раствора сульфата аммония, если на взаимодействие с 100 мл этого раствора было израсходовано 24 мл 0,5 М раствора перманганата калия.

553. Учитывая потенциалы полуреакций:

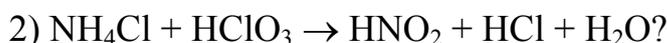


напишите уравнение окисления NH_4OH перманганатом калия в щелочной среде. Вычислите энергию Гиббса реакции при стандартных условиях.

554. Учитывая потенциалы полуреакций:



определите, какая реакция (1 или 2) более вероятна:



В обеих реакциях определите стехиометрические коэффициенты методом полуреакций.

555. Как получают соли аммония, по каким свойствам они подобны солям щелочных металлов, а по каким заметно отличаются от них? Одни соли аммония (какие?) разлагаются по основно-кислотному механизму, а другие (какие?) – по окислительно-восстановительному. Напишите уравнения реакций разложения сульфата, карбоната, нитрата и нитрита аммония.

556. Напишите уравнения реакций разложения при нагревании следующих солей аммония: NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, NH_4ClO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Какие из них разлагаются по основно-кислотному механизму, а какие – по окислительно-восстановительному? Какие из этих реакций можно использовать для получения аммиака?

557. Какая масса 60%-й HNO_3 и какой объём NH_3 (н. у.) необходимы теоретически для получения 100 т аммиачной селитры? Какова массовая доля питательного для растений элемента азота в этом удобрении?

558. На получение одной тонны сульфата аммония завод расходует 970 кг 78%-й серной кислоты и 270 кг аммиака. Каковы потери H_2SO_4 и NH_3 на заводе?

559. Если поднести к пробирке, из которой выделяется аммиак, стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой, то образуется белый дым. Каков химический состав дыма? Можно ли вместо концентрированной соляной кислоты использовать: а) разбавленную HCl ; б) концентрированную H_2SO_4 ; в) концентрированную уксусную кислоту; г) разбавленную и концентрированную азотную кислоту?

560. Как проще всего разделить смесь хлоридов аммония (NH_4Cl) и натрия (NaCl)? Объясните и напишите уравнения реакций.

561. На чём основано применение гидрокарбоната аммония при выпечке хлеба? Какой объём занимают газы при $200\text{ }^\circ\text{C}$, образующиеся при разложении одного грамма этого вещества?

562. Алюминий и магний, не взаимодействующие при обычных условиях с водой, взаимодействуют с водным раствором хлорида аммония. Почему? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

563. Какую среду имеют водные растворы NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_4Cl ? Напишите уравнения реакций гидролиза этих солей.

564. Вычислите pH одномолярного, децимолярного и сантимольярного раствора NH_4Cl . По результатам вычисления сделайте вывод.

565. Какая соль – нитрат аммония или нитрит аммония – гидролизуется полнее? Ответ подтвердите расчётом степени гидролиза в 1 М растворах..

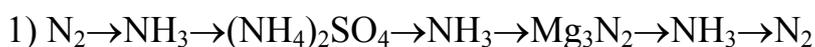
566. Соли ацетат аммония $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, нитрит аммония NH_4NO_2 и карбонат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ расположите по увеличению степени их гидролиза. Ответ подтвердите расчётом степени гидролиза в 1 М растворах.

567. Почему в катионе NH_4^+ эффективный заряд атома азота (+0,40e) не совпадает со степенью окисления ни по величине, ни по знаку? При ответе учтите, что эффективные заряды атомов водорода в NH_4^+ равны +0,10e, а эффективные заряды в NH_3 равны –0,45e (азот) и +0,15e (атомы водорода).

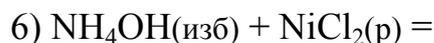
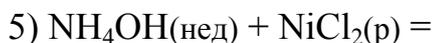
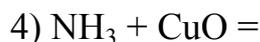
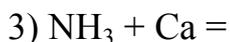
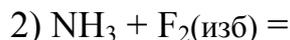
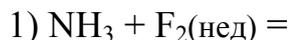
568. Существуют производные аммиака амиды, имиды и нитриды. Приведите примеры этих соединений. Чем отличаются ионные, ковалентные и металлоподобные нитриды? Каково применение нитридов? Какие из данных нитридов относятся к ионным, ковалентным и металлоподобным: AlN , CrN , TiN , Si_3N_4 , Na_3N ?

569. Какое вещество имеет тривиальное название нашатырь? С какой целью применяют нашатырь при пайке металлов? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

570. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения) для осуществления данных цепочек превращений:



571. Напишите уравнения реакций с участием аммиака и его производных; укажите, какие из них проводятся при нагревании:



572. Напишите обычные и структурные формулы гидразина и гидроксилamina. Объясните, почему в этих соединениях степень окисления азота не совпадает с его электронной валентностью. Напишите уравнения реакций, в которых образуются эти соединения:

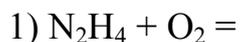


573. Опишите геометрическое строение молекул гидразина и объясните их полярность, донорные свойства и способность к образованию водородных связей между собой и с молекулами воды при растворении гидразина в воде. Напишите уравнения реакций гидразина с соляной и серной кислотами и названия продуктов этих реакций.

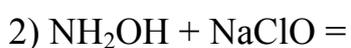
574. Опишите геометрическое строение молекул гидроксилamina и объясните их полярность, донорные свойства и способность к образованию водородных связей между собой и с молекулами воды при растворении гидроксилamina в воде. Напишите уравнения реакций гидроксилamina с соляной и серной кислотами и названия продуктов этих реакций.

575. Как взаимодействуют с водой и как диссоциируют гидразин и гидроксилamin в водных растворах? Чем (кислотами, щелочами, слабыми основаниями или амфолитами) являются их водные растворы? В ответе приведите схемы диссоциации и уравнения реакций и сравните со свойствами аммиака.

576. Почему N_2H_4 и NH_2OH – более сильные восстановители, чем NH_3 , хотя степень окисления азота в них (-2 и -1) ниже, чем в аммиаке (-3)? Напишите уравнения реакций, в которых гидразин окисляется до азота:



577. В реакциях, которые приведены ниже, гидроксилamin окисляется до N_2 (реакция 1), N_2O (2), HNO_2 (3) и HNO_3 (4). Напишите уравнения этих реакций:



578. Гидразин и гидроксилламин, проявляя окислительные свойства, восстанавливаются до аммиака в реакциях:



Напишите уравнения реакций и объясните, какое вещество в обеих реакциях в действительности является восстановителем?

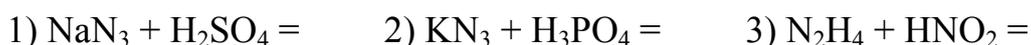
579. Гидразин и гидроксилламин могут быть восстановлены до аммиака, если использовать водород в момент выделения. Как провести эти процессы на практике? Напишите уравнения реакций.

580. Покажите уравнениями реакций, как взаимодействуют N_2H_4 и NH_2OH с хлорноватой и азотной кислотами? Почему не существуют хлораты и нитраты гидразина и гидроксилламина?

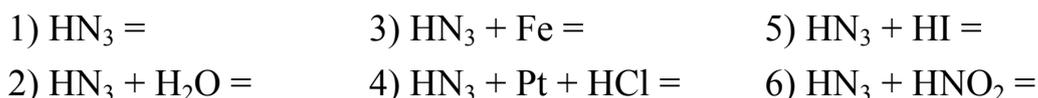
581. Какие из перечисленных веществ могут получаться при добавлении гидразина к раствору соли меди (II): Cu , Cu_2O , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $[\text{Cu}(\text{N}_2\text{H}_4)_2]^{2+}$?

582. Чем объясняется применение гидразина в качестве ракетного топлива, а гидроксилламина – в качестве восстановителя металлов из оксидов и солей? Вычислите тепловой эффект реакции горения гидразина. Напишите уравнение реакции гидроксилламина с оксидом серебра (I).

583. Азидоводород неограниченно растворяется в воде, в разбавленных растворах является слабой кислотой, в безводном состоянии взрывается при сотрясении и соприкосновении с нагретыми предметами. Объясните эти свойства HN_3 , исходя из строения его молекулы и строения азид-иона. Напишите уравнения реакций, в которых образуется азидоводород:



584. Напишите уравнения реакций, по которым азидоводород взрывается в безводном состоянии (1), медленно разлагается в водных растворах (2), проявляет окислительные (3–5) и восстановительные (6) свойства:



585. Приведите примеры растворимых, нерастворимых, ионных, ковалентных и комплексных азидов. Напишите уравнение реакции взрывообразного разложения азидата натрия. Вычислите массу NaN_3 , при разложении которой выделяется 22,4 л (н. у.) азота.

4.2. СОЕДИНЕНИЯ АЗОТА С КИСЛОРОДОМ И ГАЛОГЕНАМИ

586. Напишите названия веществ, определите в них степень окисления азота: N_2O , N_2O_3 , HNO_2 , NH_4NO_2 , NH_4NO_3 , $N_2H_5HSO_4$, $NOCl$, $(NO)HSO_4$, $Na_3[Co(NO_2)_6]$, $[Rh(NH_3)_5(NO_2)]SO_4$, $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$.

587. Сколько оксидов образует азот? Какие из них относятся к солеобразующим, а какие – к «безразличным»? Напишите уравнения реакций солеобразующих оксидов с водой и гидроксидом калия.

588. Все оксиды азота взаимодействуют с раскаленной медью, образуя оксид меди (II) и азот. Какова формула оксида азота, если масса полученного оксида меди составила 0,7105 г, а азота выделилось 200 мл (н. у.)?

589. Оксид азота (I) окисляет сернистую кислоту и сероводород, воспламеняет водород, аммиак и тлеющую лучину. Напишите уравнения соответствующих реакций. Почему N_2O называют веселящим газом? Какая масса нитрата аммония необходима для получения 20 л N_2O (н. у.), если выход реакции равен 75 %?

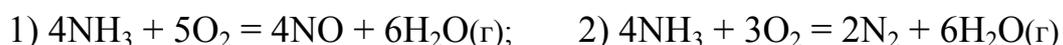
590. Опишите электронное строение молекул NO методами ВС и МО, объясните их большую прочность (627 кДж/моль), парамагнитные свойства и склонность к образованию димеров.

591. С позиций химической термодинамики объясните: 1) почему ни один из оксидов азота нельзя получить из азота и кислорода при стандартных условиях; 2) какой из оксидов и почему может быть получен из N_2 и O_2 при нагревании; 3) при какой температуре возможно его получение?

592. Вычислите энергию Гиббса и константу равновесия реакции синтеза оксида азота (II) из простых веществ при 2000 К; вычислите концентрацию получающегося при этой температуре NO , если исходные концентрации азота и кислорода одинаковы и равны 1 моль/л.

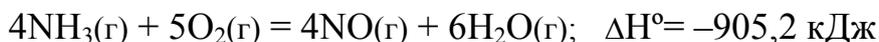
593. Изучается возможность получения NO из азота и кислорода в плазмохимических реакторах при 3000...6000 К. Почему в этом случае выход NO увеличивается при быстром охлаждении выходящей из плазмотрона газовой смеси? Можно ли подобрать катализатор, в присутствии которого происходило бы образование оксида азота (II) из N_2 и O_2 при низких температурах?

594. Оксид азота (II) получают в производстве азотной кислоты окислением аммиака; при этом возможно не только образование NO (реакция 1), но и потеря связанного азота (реакция 2):



Термодинамическими расчётами установите, какая из реакций более вероятна. Каким образом в промышленности обеспечивается преимущественное протекание первого процесса?

595. Оксид азота (II) получают в промышленности по реакции:



Исходя из энтальпии реакции и энтальпий образования аммиака ($-46,2$ кДж/моль) и газообразной воды ($-241,8$ кДж/моль), вычислите энтальпию образования оксида азота (II) и сравните со справочным значением.

596. В лабораториях оксид азота (II) получают действием азотной кислоты на медь. Какая масса меди взаимодействовала с 30%-й HNO_3 , если объём выделявшегося NO составил 20 л при выходе реакции 80 %?

597. Какие объёмы 20%-го KI ($\rho = 1,166$) и 30%-го KNO_2 ($\rho = 1,203$) необходимо смешать в сернокислном растворе, чтобы при взаимодействии этих веществ выделилось 22,4 л (н. у.) оксида азота (II)?

598. Оксид азота (II) взаимодействует как окислитель с H_2S и SO_2 , как восстановитель – с O_2 , F_2 , Cl_2 и Br_2 , а под высоким давлением при небольшом нагревании он диспропорционирует. Напишите уравнения соответствующих реакций.

599. Взаимодействие оксида азота (II) с галогенами – простая тримолекулярная реакция. Напишите стехиометрическое и кинетическое уравнения взаимодействия NO с хлором и определите, как изменяется скорость этой реакции при увеличении концентрации в пять раз: а) только NO ; б) только хлора; в) NO и хлора одновременно.

600. Считают, что при взаимодействии гидросульфата нитрозила с водой образуется N_2O_3 , но в действительности получается стехиометрическая смесь из двух газов. Объясните: 1) состав этой смеси; 2) что происходит при её взаимодействии с водой при 0°C ; 3) какие продукты образуются при взаимодействии этой смеси с KOH , Na_2CO_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$?

601. Оксид азота (IV) образуется из оксида (II) по обратимой реакции:



Вычислите все термодинамические характеристики (ΔH° , ΔS° , ΔG°) этой реакции при стандартных условиях и температуру, при которой константа равновесия равна единице. Объясните, почему скорость этой реакции с повышением температуры уменьшается.

602. Опишите, как образуется химическая связь в молекулах оксида азота (IV) и её геометрическое строение. Объясните причину её полярности, парамагнетизма и склонности к димеризации.

603. Димеризация NO_2 – обратимый процесс ($2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$). Как влияет на направление протекания этого процесса повышение и понижение температуры и давления? Вычислите температуру, при которой энергия Гиббса равна нулю, а константа равновесия – единице.

604. Реакция димеризации NO_2 в химической кинетике рассматривается как простая бимолекулярная реакция второго порядка. Напишите её химическое и кинетическое уравнения. Как изменяется её скорость при увеличении давления в 3 раза? Во сколько раз необходимо повысить давление, чтобы скорость реакции увеличилась в 100 раз?

605. В обратимом процессе димеризация оксида четырёхвалентного азота ($2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$) обе реакции (прямая и обратная) – простые. Как изменяется скорость прямой и обратной реакции при увеличении давления в 10 раз? В какую сторону смещается при этом равновесие, согласуется ли оно с принципом Ле Шателье?

606. Напишите уравнения реакций оксида азота (IV) с водой и раствором гидроксида натрия, в которых NO_2 проявляется как ангидрид двух кислот. Покажите окислительные свойства NO_2 уравнениями реакций с серой, газообразным йодоводородом, растворами HI и H_2SO_3 .

607. Азотный ангидрид получают взаимодействием N_2O_4 с озоном, азотной кислоты с фосфорным ангидридом и AgNO_3 с хлором. Напишите уравнения реакций. Покажите расчётами, что все эти реакции при стандартных условиях возможны.

608. Объясните, почему азотный ангидрид считается солью, а не оксидом? Напишите уравнения реакций N_2O_5 с водой, сероводородом, оксидом серы (IV) и разложения при нагревании. Сделайте выводы о химических свойствах этого соединения.

609. Известно, что разложение газообразного оксида азота (V) по уравнению $2\text{N}_2\text{O}_5 = 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ протекает в две стадии:

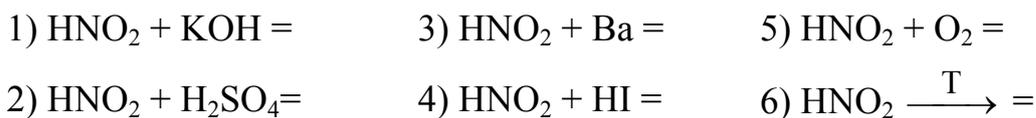


Лимитирующей является вторая стадия. Определите кинетический порядок реакции по N_2O_5 и напишите кинетическое уравнение реакции.

610. Опишите образование химических связей и строение молекулы HNO_2 и NO_2^- -иона. Объясните, почему азотистая кислота разлагается при комнатной температуре, а её соли (нитриты) – при нагревании.

611. Константа диссоциации азотистой кислоты равна $5,1 \cdot 10^{-4}$. Вычислите степень диссоциации HNO_2 в растворах с молярной концентрацией 0,1 М, 0,01 М и 10^{-3} М; вычислите также рН этих растворов. По результатам расчетов сделайте вывод.

612. Напишите продукты реакций, в которых HNO_2 является кислотой (1), основанием (2), окислителем (3, 4), восстановителем (5) и проявляет окислительно-восстановительную двойственность (6):

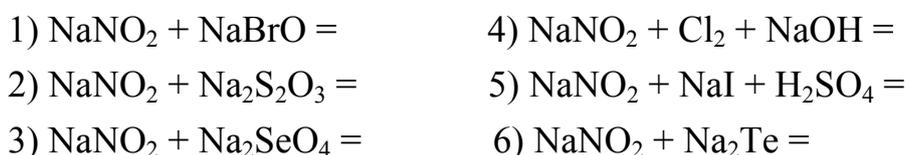


613. Сколько граммов нитрита калия необходимо внести в 100 мл 20%-го раствора KI ($\rho = 1,166$), подкисленного серной кислотой, для выделения всего йода в молекулярном виде?

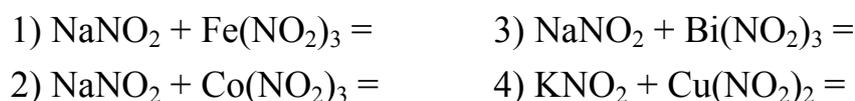
614. Какой объём 0,05 М раствора перманганата калия потребуется для окисления в сернокислом растворе 25 мл 0,1 М раствора нитрита калия?

615. В растворе содержится 8,5 г KNO_2 . Какой объём 0,2 М перманганата калия потребуется для его окисления в сернокислом растворе?

616. Определить роль нитрита натрия в данных реакциях и напишите их продукты:



617. Напишите формулы и названия продуктов реакций комплексообразования с участием нитритов щелочных металлов:



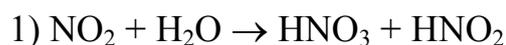
618. При нагревании одни нитриты плавятся без разложения, другие разлагаются до оксидов, а третьи – до свободных металлов. Какие нитриты относятся к первой, второй и третьей группам? Напишите уравнения реакций разложения по одному нитриту из второй и третьей группы.

619. Опишите по методу ВС образование химических связей в молекуле HNO_3 . Чему равны стехиометрическая валентность, степень окисления и электронная валентность каждого элемента в этом соединении?

620. Опишите электронное и геометрическое строение молекулы HNO_3 и ионов NO_3^- , укажите характеристики связей между атомами в этих частицах. Какой вывод можно сделать на этом основании о химических свойствах и устойчивости азотной кислоты и её солей?

621. Опишите, начиная с азота, всю цепочку получения азотной кислоты в промышленности. Обычно производят 60%-ю HNO_3 ($\rho = 1,37$). Чему равна молярная концентрация такой кислоты?

622. Известно, что взаимодействие оксида азота (IV) с водой может протекать по схемам:



Как на химических заводах по производству азотной кислоты добиваются максимального превращения NO_2 в HNO_3 ?

623. Какую массу 60%-й азотной кислоты можно получить теоретически из одного м^3 аммиака, если объём измерен при н. у.?

624. В лабораторных условиях азотную кислоту иногда получают взаимодействием её солей с серной кислотой. Какой объём 2 М HNO_3 можно получить из 127,5 г NaNO_3 , если выход кислоты составляет 80 %?

625. Сколько мл 57%-й азотной кислоты ($\rho = 1,35$) потребуется для приготовления 500 мл 5%-й HNO_3 ($\rho = 1,025$)?

626. Какой объём 40%-й HNO_3 ($\rho = 1,25$) потребуется для приготовления одного литра одномолярной азотной кислоты?

627. Чему равна массовая доля HNO_3 в пятимолярном растворе, плотность которого равна 1160 кг/м^3 ?

628. Смешали 300 мл 10 М раствора с 200 мл 1 М раствора азотной кислоты. Определите молярную концентрацию полученного раствора.

629. Определите массовую долю HNO_3 в растворе, если 200 г этого раствора нейтрализуют раствор, в котором содержится 11,2 г KOH .

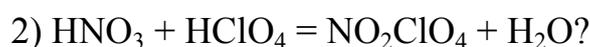
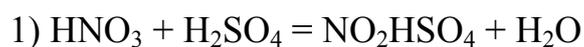
630. Титр раствора HNO_3 равен 0,0126, а титр раствора NaOH – 0,016. Определите молярные концентрации растворов. В каком соотношении надо смешивать эти растворы для получения нейтральной среды?

631. Стандартная энергия Гиббса образования азотной кислоты отрицательна ($-80,8 \text{ кДж/моль}$). Почему водород, азот и кислород при

стандартных условиях и при повышенной температуре не взаимодействуют с образованием азотной кислоты?

632. Стандартная энергия Гиббса образования азотной кислоты отрицательна ($-80,8$ кДж/моль), но в концентрированных растворах азотная кислота разлагается. Почему идет процесс разложения и почему она вполне устойчива в разбавленных водных растворах?

633. Какую функцию выполняет азотная кислота в данных реакциях, почему они возможны, как называются и где применяются образующиеся продукты:



634. Напишите полуреакции всех возможных случаев восстановления азотной кислоты. Насколько правомерно утверждение о том, что при взаимодействии с любым металлом образуется не один, а несколько продуктов восстановления HNO_3 ? Напишите уравнения возможных реакций азотной кислоты с цинком.

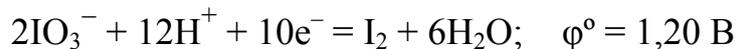
635. Напишите полуреакции процессов восстановления азотной кислоты. Почему при взаимодействии HNO_3 с восстановителями образуются оксиды NO и NO_2 , хотя термодинамически более вероятно её восстановление до азота? Напишите уравнения реакций HNO_3 с серой и магнием.

636. Объясните, почему в окислительно-восстановительных реакциях концентрированная азотная кислота восстанавливается до NO или NO_2 , а разбавленная – вплоть до иона NH_4^+ ? Напишите уравнения реакций кальция с разбавленной и концентрированной азотной кислотой. Почему при взаимодействии HNO_3 даже с очень активными металлами не выделяется водород или выделяется в незначительном количестве?

637. По значениям стандартных окислительно-восстановительных потенциалов оцените, до каких степеней окисления азотная кислота может окислять железо (до +2 или +3), олово (до +2 или +4), свинец (до +2 или +4), марганец (до +2, +4 или +7). Напишите уравнения реакций.

638. По значениям стандартных окислительно-восстановительных потенциалов оцените, до каких степеней окисления азотная кислота может окислять углерод (до +2 или +4), фосфор (до +3 или +5) и серу (до +4 или +6)? Напишите уравнения реакций.

639. Из сравнения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов полуреакций:



следует, что азотная кислота не должна окислять йод. Тем не менее, кислоту HIO_3 получают взаимодействием йода с HNO_3 . Почему и при каких условиях это возможно? Сколько граммов HNO_3 расходуется на получение одного литра 21%-й HIO_3 ($\rho = 1,21$) и какой объём NO (н. у.) образуется при этом?

640. По отношению к азотной кислоте металлы можно разделить на четыре группы: 1) не взаимодействуют вследствие термодинамической устойчивости; 2) не взаимодействуют ни при каких условиях вследствие пассивирования; 3) пассивируются при обычных условиях, но взаимодействуют при нагревании; 4) взаимодействуют при любых условиях. Приведите по 2–3 примера соответствующих металлов.

641. Какая смесь называется царской водкой? Почему благородные металлы, устойчивые к действию азотной кислоты, окисляются царской водкой? Напишите уравнения реакций с царской водкой золота и платины.

642. Какой объём 35%-й HCl ($\rho = 1,175$) необходимо смешать с одним литром 60%-й HNO_3 ($\rho = 1,37$), чтобы в полученной смеси (царской водке) количества кислот соответствовали стехиометрии её взаимодействия с золотом и платиной?

643. Влияет ли добавление фтороводородной кислоты к HNO_3 на окислительные свойства азотной кислоты? Почему ниобий, тантал, вольфрам и кремний, устойчивые в азотной кислоте и царской водке, взаимодействуют со смесью азотной и фтороводородной кислот? Напишите уравнения реакций.

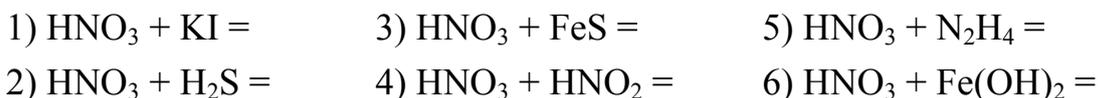
644. Для анализа состава латуни её навеску (порцию) массой 2,00 г растворили в азотной кислоте; при этом образовалась смесь нитратов меди (II) и цинка массой 5,87 г. Вычислите массовые доли меди и цинка в латуни.

645. Сплав серебра с медью массой 1,25 г растворили в азотной кислоте; при этом образовалась смесь нитратов меди (II) и серебра (I) массой 2,37 г. Определите состав сплава в массовых процентах.

646. Образец серебряно-цинкового припоя массой 1,50 г обработали азотной кислотой. При этом образовалось 2,81 г смеси нитратов серебра и цинка. Вычислите массовые доли металлов в припое.

647. Сплав серебра с золотом вначале обработали азотной кислотой, при этом образовалось 1,57 г AgNO_3 . Остаток сплава обработали царской водкой, при этом образовалось 1,72 г комплексной кислоты. Чему была равна общая масса сплава и массовые доли серебра и золота в этом сплаве?

648. Напишите уравнения реакций азотной кислоты с соединениями:

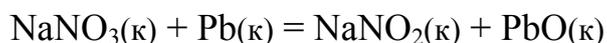


649. Соли азотной кислоты (нитраты) известны почти для всех металлов. Опишите их состав и свойства: растворимость в воде, гидролиз, окислительные свойства. Почему сильные окислительные свойства нитратов проявляются при их нагревании? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

650. Соли азотной кислоты (нитраты) известны почти для всех металлов. Опишите их состав и свойства: растворимость в воде, гидролиз, окислительные свойства. Почему одни из них при нагревании разлагаются до нитритов, другие – до оксидов, третьи – до металлов? Приведите примеры соответствующих нитратов и уравнения их разложения при нагревании.

651. Какие массы NaNO_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ и $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ при нагревании выделяют одинаковый объём кислорода, равный 11,2 л при н. у.? При каких температурах они разлагаются с выделением кислорода? Напишите уравнения реакций.

652. Покажите термодинамическими расчётами возможность осуществления при стандартных условиях восстановления нитрата натрия свинцом по уравнению:



Объясните, почему эту реакцию на практике проводят при 350...400 °С, то есть выше температуры плавления нитрата натрия (318 °С)?

653. Пиролюзит (MnO_2) переводят в растворимую форму взаимодействием с расплавленной смесью KNO_3 с KOH . Какова роль нитрата калия в этой реакции? Напишите её уравнение и вычислите теоретический расход KNO_3 на взаимодействие с одним килограммом MnO_2 . Определите, сколько тепла выделяется (или поглощается) в реакции при взаимодействии 1 кг MnO_2 .

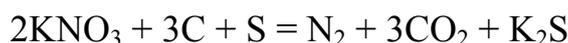
654. Содержание нитратов в растворах определяют по объёму аммиака, который образуется при их восстановлении до аммиака, например:



Что известно о химизме этой реакции (восстановителем является металл или другое вещество, образующееся при взаимодействии металла с щёлочью)? Вычислите содержание NaNO_3 в одном литре раствора, если из него при взаимодействии по данному уравнению выделилось 1120 мл аммиака (н. у.).

655. При кипячении раствора нитрата натрия с порошкообразным магнием он последовательно восстанавливается до нитрита, гидроксиламина, гидразина и аммиака. Напишите уравнения реакций. Вычислите содержание NO_3^- -ионов в растворе (г/л), если из 200 мл раствора выделилось 448 мл NH_3 (н. у.).

656. Нитрат калия вместе с древесным углем и серой входит в состав черного (дымного) пороха, горение которого происходит без участия кислорода:



Определите энтальпию этой реакции и роли KNO_3 , угля и серы.

657. Нитраты калия, натрия, кальция и аммония используются в качестве азотного удобрения. Вычислите массовую долю азота в каждом из них.

658. Аммиачную селитру (богатое азотом удобрение) получают нейтрализацией разбавленной азотной кислоты аммиаком. Какие объёмы аммиака (н. у.) и 40%-й HNO_3 ($\rho = 1,25$) необходимы для получения одной тонны аммиачной селитры, в которой содержание NH_4NO_3 составляет 99,2 %?

659. Кальциевую селитру, применяемую в качестве азотного удобрения, получают взаимодействием азотной кислоты с известняком. Какие массы известняка (с содержанием 96 % CaCO_3) и 45%-й HNO_3 необходимы для получения одной тонны селитры, в которой содержание $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ равно 99 %?

660. Один из способов получения калиевой селитры, применяемой в качестве удобрения, – взаимодействие азотной кислоты с карбонатом калия. Напишите уравнение реакции и вычислите массы K_2CO_3 и 50%-й HNO_3 , необходимые для получения одной тонны этого удобрения.

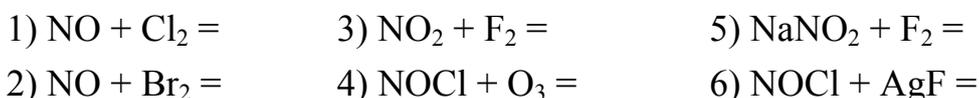
661. При выращивании пшеницы из почвы извлекается 20,5 кг азота на одну тонну зерна. Какую массу аммиачной селитры необходимо внести на один гектар пашни при урожайности пшеницы 5 т/га, чтобы компенсировать унос азота?

662. При выращивании картофеля из почвы извлекается около 4 кг азота на одну тонну урожая. Какую массу кальциевой селитры необходимо внести на один гектар пашни, на котором выращено 30 т картофеля, чтобы компенсировать унос азота?

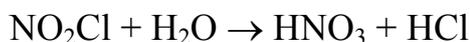
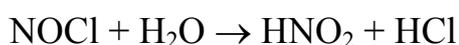
663. Нитрат натрия, применяемый в сельском хозяйстве (удобрение), в пищевой промышленности (консервант), в металлургии (солевые закалочные ванны), в стекольной промышленности (окислитель загрязняющих примесей), получают взаимодействием нитрата кальция с хлоридом натрия. Почему возможна эта реакция? Какие массы реагентов необходимы для получения одной тонны продукта?

664. С галогенами азот образует устойчивый фторид, неустойчивые хлорид и йодид, а также соединения с фтором, хлором и бромом, в которых содержатся не только азот и галоген, но и кислород. Напишите формулы, названия и реакции получения этих соединений.

665. Укажите условия проведения и напишите уравнения реакций, в которых образуются оксогалогениды азота:



666. Объясните различие в продуктах гидролиза соединений хлора с галогенами:



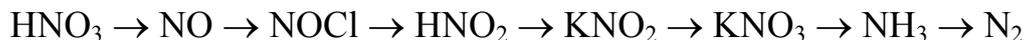
667. Напишите уравнения реакций для осуществления цепочки следующих превращений:



668. Напишите уравнения реакций для осуществления цепочки следующих превращений:



669. Напишите уравнения реакций для осуществления цепочки следующих превращений:



670. Атмосферный азот – сырье для получения всех соединений азота. Изобразите в наглядном виде схему, иллюстрирующую получение из азота аммиака, азотной кислоты и азотных удобрений. Объясните, почему в природе эти соединения отсутствуют.

4.3. ФОСФОР И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

671. Напишите электронную формулу атома фосфора и электронно-графическую схему его валентных электронов в нормальном и возбужденном состояниях. Чему равно максимальное и другие значения электронной валентности, степени окисления и координационного числа фосфора? Сравните с азотом и объясните причину сходства и различия.

672. Из скольких атомов состоят при обычных условиях молекулы белого фосфора и какое они имеют строение? Каковы физические и химические свойства белого фосфора? Чем отличаются от белого фосфора красный и черный фосфор?

673. Раствор 6,2 г белого фосфора в 100 г сероуглерода закипает при температуре 41,45 °С, а чистый сероуглерод кипит при 40,30 °С. Эбуллиоскопическая константа сероуглерода равна 2,29. Из скольких атомов состоят молекулы растворенного в сероуглероде белого фосфора?

674. Плотность паров фосфора по водороду до температуры 800 °С равна 62,0. При 800...900 °С она уменьшается и при 900...1200 °С составляет 31,0. При дальнейшем нагревании паров (без доступа воздуха) их плотность по водороду снова уменьшается и при 1500 °С стабилизируется на значении 15,5. Что происходит с фосфором при 800...900 °С и при 1200...1500 °С?

675. Определите энергию Гиббса процессов:



Почему, несмотря на отрицательные значения энергии Гиббса, эти процессы самопроизвольно не идут? При каких условиях их осуществляют на практике и при каких условиях наблюдаются обратные процессы?

676. Напишите уравнение реакции получения белого фосфора в промышленности. Вычислите её энтальпию, энтропию и энергию Гиббса при стандартных условиях. Объясните, почему этот процесс невозможен при обычных условиях, но возможен при 1500 °С. Можно ли в

этом процессе вместо углерода использовать более активные восстановители – металлы: кальций, магний, алюминий?

677. Напишите уравнение реакции получения белого фосфора и вычислите её энтальпию. Определить массы фосфата кальция, углерода и SiO_2 , которые расходуются (теоретически) на образование одной тонны фосфора.

678. Белый фосфор (P_4) горит в атмосфере кислорода, оксида азота (IV), хлора и углекислого газа. Напишите уравнения соответствующих реакций и проведите по ним полные стехиометрические расчёты, принимая массу фосфора равной одному килограмму.

679. Фосфор окисляется концентрированными азотной и серной кислотами при обычных условиях и водой – при $700\text{ }^\circ\text{C}$ в присутствии порошка меди как катализатора. Какая масса фосфора участвует в каждой реакции, если образуется одинаковая масса ортофосфорной кислоты, равная $6,32\text{ кг}$?

680. С чем связано название фосфора, которое в переводе с греческого означает «светоносный»? Какие фосфоросодержащие соединения, кроме самого фосфора, и при каких условиях светятся? Что является причиной их свечения?

681. Какой объём газообразного соединения фосфора образуется при взаимодействии $15,5\text{ г}$ фосфора с концентрированным раствором гидроксида натрия? Как называется это соединение и на каком основании степень окисления фосфора в нём считается равной -3 ?

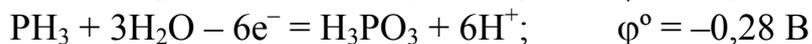
682. Опишите электронное и геометрическое строение молекулы PH_3 , укажите длину и энергию связей, проведите сравнение с молекулой аммиака. Почему валентный угол в молекуле фосфина (92°) меньше, чем в молекуле аммиака ($107,5^\circ$)?

683. Химические связи $\text{P}-\text{H}$ слабее, чем связи $\text{N}-\text{H}$, поэтому фосфин, в отличие от аммиака, неустойчив и из простых веществ не образуется. Связи $\text{P}-\text{O}$, наоборот, более прочны, чем $\text{N}-\text{O}$, поэтому фосфор интенсивно взаимодействует с кислородом и его кислородосодержащие соединения прочны и многообразны. Что является причиной этих отличий фосфора от азота?

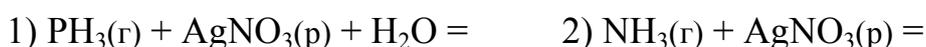
684. Почему фосфин, несмотря на бóльшую, чем у аммиака, молекулярную массу, более летуч и менее растворим в воде, чем NH_3 ? При $20\text{ }^\circ\text{C}$ и 101325 Па в 100 г воды растворяется 27 мл PH_3 . Чему равна массовая доля и молярная концентрация раствора?

685. Фосфин при нагревании (выше 450 °С) без доступа воздуха разлагается на простые вещества. Вычислите термодинамические параметры этого процесса: энтальпию, энтропию и энергию Гиббса при 25 °С и 450 °С.

686. Из сравнения окислительно-восстановительных потенциалов полуреакций:

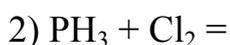
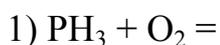


видно, что фосфин является более сильным восстановителем и окисляется до более высоких степеней окисления, чем аммиак. Объясните причину. Напишите уравнения реакций:



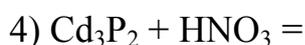
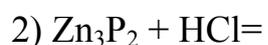
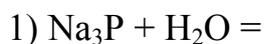
687. Опишите основно-кислотные свойства фосфина в сравнении с аммиаком. Напишите уравнения реакций PH_3 с соляной, бромоводородной, йодоводородной и разбавленной серной кислотами и названия продуктов. Объясните, почему PH_3 , в отличие от NH_3 , не образует солей фосфония с азотной и хлорноватой кислотами?

688. Напишите уравнения реакций с участием фосфина и солей фосфония:



689. Опишите классификацию, свойства и применение фосфидов. Ответ иллюстрируйте примерами и уравнениями реакций.

690. Напишите уравнения реакций:



Объясните, какие из них характеризуют основно-кислотные свойства фосфидов, а какие – окислительно-восстановительные; вычислите объём газообразного продукта, образующегося в первой реакции при участии в ней 10 г фосфида натрия:

691. Оксид фосфора (III) и оксид фосфора (V) – соединения, истинные формулы которых не совпадают с простейшими. Каковы простейшие и истинные формулы этих соединений? Составьте и решите задачу на определение простейшей и истинной формулы оксида фосфора (V).

692. Напишите уравнения реакций получения оксида фосфора (III) и хлорида фосфора (III), и получения фосфористой кислоты из этих соединений. Приведите структурную формулу кислоты и опишите её свойства.

693. Безводная фосфористая кислота при 250 °С диспропорционирует, а при нагревании её водных растворов выделяется водород. Напишите уравнения этих реакций и структурную формулу кислоты, опишите её свойства.

694. Как можно получить фосфорноватистую кислоту, имея фосфор, гидроксид бария и серную кислоту? Напишите уравнения соответствующих реакций, структурную формулу кислоты и опишите её свойства.

695. Безводная фосфорноватистая кислота при нагревании диспропорционирует в две стадии, а с концентрированными растворами щёлочей взаимодействует с выделением водорода. Напишите уравнения этих реакций и структурную формулу кислоты, опишите её свойства.

696. На нейтрализацию 50 мл децимолярного раствора фосфористой кислоты затрачено 10 мл одномолярного раствора гидроксида калия. По этим данным установите основность кислоты, напишите её структурную формулу, определите степень окисления и электронную валентность фосфора.

697. На нейтрализацию 7,330 г фосфорноватистой кислоты затрачено 4,444 г гидроксида натрия. По этим данным установите основность кислоты, напишите её структурную формулу, определите степень окисления и электронную валентность фосфора.

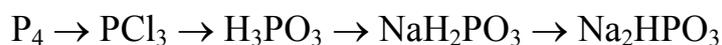
698. Кислоты H_3PO_2 и H_3PO_3 используются для восстановления металлов из растворов солей и нанесения металлических покрытий на неметаллические поверхности, когда нельзя применить электролиз. Какие металлы можно восстанавливать этими кислотами? Напишите продукты реакций:



699. Какая масса фосфористой кислоты потребуется для восстановления всей меди, содержащейся в 2,5 кг медного купороса?

700. Какая масса фосфорноватистой кислоты (в чистом виде) потребуется для восстановления ртути, содержащейся в 5,43 кг сулемы?

701. Приведите уравнения реакций, протекающих при получении гипофосфита и фосфита натрия по следующим цепочкам превращений:



Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих применение этих солей:



702. Какой объём воды необходимо взять для реакции с 1 моль фосфорного ангидрида при получении из него метафосфорной, дифосфорной и ортофосфорной кислот?

703. Какую массу фосфора необходимо сжечь в кислороде, чтобы из образовавшегося фосфорного ангидрида получить одну тонну 80%-й ортофосфорной кислоты?

704. Химически чистую ортофосфорную кислоту получают взаимодействием фосфора с азотной кислотой, а также гидролизом пентахлорида фосфора. Напишите уравнения соответствующих реакций и вычислите массу фосфора в первом способе и массу PCl_5 во втором способе, необходимую для получения 1 кг 60%-й ортофосфорной кислоты.

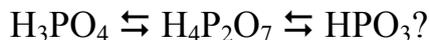
705. Какая масса фосфорита, содержащего 8 % примесей, необходима для получения одной тонны 80%-й H_3PO_4 , если выход реакции равен 90 %?

706. Напишите уравнение реакции получения ортофосфорной кислоты из фторапатита $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$. Какие массы 80%-й ортофосфорной и 40%-й фтороводородной кислот можно получить из одной тонны фторапатита при 100%-м выходе продуктов?

707. Определите тепловой эффект реакции получения H_3PO_4 из фосфорного ангидрида и сравните его с тепловым эффектом реакции получения серной кислоты из серного ангидрида ($SO_3 + H_2O = H_2SO_4$). Объясните, почему при получении H_3PO_4 из фосфорного ангидрида его обрабатывают не водой, а разбавленной кислотой. Какое правило надо соблюдать при приготовлении разбавленной H_3PO_4 из концентрированной?

708. К 500 мл 80%-й ортофосфорной кислоты ($\rho = 1,625$) прибавили 100 г фосфорного ангидрида. Какой стала массовая доля H_3PO_4 в растворе?

709. Каковы простейшая и истинная формулы метафосфорной кислоты, каково строение её молекул? При каких условиях метафосфорная, дифосфорная (пирофосфорная) и ортофосфорная кислоты превращаются одна в другую по схеме:



710. Напишите схемы электролитической диссоциации кислот H_3PO_2 , H_3PO_3 , H_3PO_4 и $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ по всем ступеням и приведите справочные значения констант диссоциации. Вычислите степень диссоциации каждой кислоты по первой ступени в одномолярном растворе и рН растворов. Расположите кислоты в ряд по увеличению их силы.

711. Из одномолярной ортофосфорной кислоты водород вытесняют не все металлы, расположенные в ряду напряжений до водорода, а только щелочные металлы. Используя закономерности химической термодинамики и химической кинетики, объясните эту особенность H_3PO_4 .

712. Расположите в ряд по увеличению степени гидролиза в растворах одинаковой концентрации соли различных фосфорных кислот: Na_3PO_4 , $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, Na_3PO_3 , $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, Na_3PO_2 . Ответ обоснуйте.

713. Однозамещенные фосфаты (дигидрофосфаты) в водном растворе создают кислую среду, двузамещенные (гидрофосфаты) – слабощелочную, трехзамещенные (нормальные фосфаты) – щелочную. Объясните эту закономерность теоретически. Вычислите рН однопроцентных растворов NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 и Na_3PO_4 .

714. Произведение растворимости ортофосфата серебра равно $1,3 \cdot 10^{-20}$, а йодида серебра – $8,3 \cdot 10^{-17}$. Какая из этих солей более растворима? Вычислите концентрацию ионов серебра в насыщенных растворах этих солей.

715. На примере PCl_3 , PCl_5 и POCl_3 опишите образование химических связей в молекулах галогенидов и оксогалогенидов фосфора и изобразите их пространственное строение. Напишите уравнения гидролиза этих соединений. Хлорид фосфора (III) медленно окисляется на воздухе, взаимодействует с серой, восстанавливает SO_3 до SO_2 ; напишите уравнения этих реакций.

716. Почему в качестве фосфорных удобрений используются кислые соли (а не средние) ортофосфорной кислоты? Чем различаются суперфосфат, двойной суперфосфат и преципитат? Напишите уравнения реакций их получения и вычислите массовую долю фосфора в каждом из них.

717. Какое удобрение называется аммофосом и в каких пределах в нем может колебаться содержание азота и фосфора? Что представляет собой нитрофоска, как получают это удобрение?

718. Почему фосфорный ангидрид считается наиболее эффективным осушителем? Можно ли с его помощью осушать воздух, азот, кислород, водород, CO, CO₂, SO₂, HCl, NO, NH₃?

719. С какой целью небольшое количество красного фосфора входит в состав, который наносится на боковую поверхность спичечной коробки? Какие вещества входят в состав спичечных головок?

720. Почему обработка металлов ортофосфорной кислотой и составами, содержащими H₃PO₄, используется в технике как один из методов защиты их от коррозии? Каково применение солей метафосфорной кислоты?

4.4. МЫШЬЯК, СУРЬМА, ВИСМУТ

721. Приведите названия и формулы наиболее распространенных минералов, содержащих мышьяк, сурьму, висмут. Вычислите массовую долю мышьяка в арсенопирите, сурьмы – в антимоните и висмута – в висмутовом блеске.

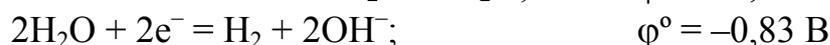
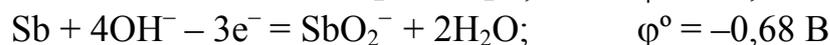
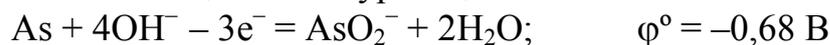
722. Почему при получении мышьяка, сурьмы и висмута из природных сульфидных минералов их сначала обжигают, затем образующиеся оксиды восстанавливают? Почему не проводят восстановление непосредственно сульфидов? Какой объем сернистого газа образуется в качестве побочного продукта при получении 100 кг висмута из висмутового блеска?

723. Какой состав имеют молекулы газообразного мышьяка в парообразном состоянии при 800 °С, если плотность этого пара по водороду равна 150?

724. Как и почему изменяются химические свойства в ряду фосфор – мышьяк – сурьма – висмут? Изменение металлических свойств в этом ряду подтвердите уравнениями реакций простых веществ с азотной кислотой.

725. Напишите уравнения реакций мышьяка, сурьмы и висмута с концентрированной серной кислотой и объясните, почему они не взаимодействуют с соляной и разбавленной серной кислотами.

726. Сравните потенциалы полуреакций:



Определите условия, при которых мышьяк и сурьма взаимодействуют со щелочами, напишите уравнения реакций. Что известно о взаимодействии висмута со щелочами?

727. Почему мышьяк, сурьма и висмут не взаимодействуют с водой? Напишите уравнения реакций этих веществ с нейтральными, подкисленными и щелочными растворами различных окислителей:

- | | |
|--|--|
| 1) $\text{As} + \text{KClO}_3 + \text{KOH} =$ | 2) $\text{As} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$ |
| 3) $\text{Sb} + \text{Br}_2 + \text{NaOH} =$ | 4) $\text{Sb} + \text{NaMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$ |
| 5) $\text{Bi} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} =$ | 6) $\text{Bi} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} =$ |

728. Как в ряду соединений NH_3 – PH_3 – AsH_3 – SbH_3 – BiH_3 изменяются длина и энергия химических связей, валентный угол, дипольный момент, устойчивость к нагреву, восстановительные свойства? Как называются эти соединения мышьяка, сурьмы и висмута? Как их получают?

729. Определите плотность арсина и стибина по водороду и по воздуху. Вычислите объём кислорода, необходимый для сжигания 10 л арсина.

730. Напишите уравнения реакций:

- | | |
|--|--|
| 1) $\text{AsH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$ | 3) $\text{Mg}_2\text{As}_3 + \text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$ |
| 2) $\text{SbH}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} =$ | 4) $\text{Ca}_2\text{Sb}_3 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$ |

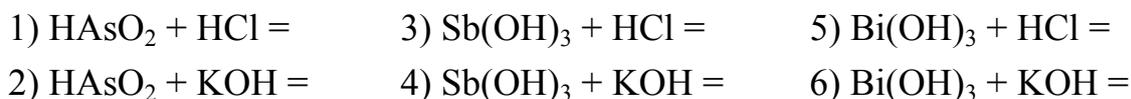
731. Напишите уравнения реакций, которые используются в судебно-медицинской и санитарной практике для обнаружения мышьяка и для его отличия от сурьмы.

732. При нагревании на воздухе мышьяк сгорает, образуя продукт в виде белого дыма. Этот же продукт образуется при обжиге арсенопирита. Его плотность по воздуху равна 13,64, массовая доля мышьяка в нем составляет 75,76 %. Установите его простейшую и истинную формулу и напишите уравнения реакций его получения из мышьяка и арсенопирита.

733. Как изменяются основно-кислотные свойства в ряду однотипных соединений: As_2O_3 – Sb_2O_3 – Bi_2O_3 ? Как можно очистить оксид висмута (III) от примеси Sb_2O_3 ? Напишите уравнения реакций:

- | | | |
|---|---|---|
| 1) $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{HCl} =$ | 3) $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{HCl} =$ | 5) $\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{HCl} =$ |
| 2) $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{KOH} =$ | 4) $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{KOH} =$ | 6) $\text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{KOH} =$ |

734. Опишите получение и свойства гидроксидов мышьяка (III), сурьмы (III) и висмута (III). Изменение свойств соединений в этом ряду иллюстрируйте уравнениями реакций:



Предложите простой способ очистки $\text{Bi}(\text{OH})_3$ от примеси $\text{Sb}(\text{OH})_3$.

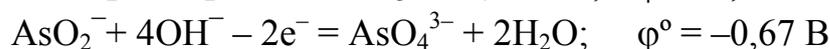
735. Объясните, почему в литературе встречается пять формул гидроксида мышьяка (III): $\text{As}(\text{OH})_3$, H_3AsO_3 , HAsO_2 , $\text{AsO}(\text{OH})$, $\text{H}[\text{As}(\text{OH})_4]$?

736. Как изменяются восстановительные свойства соединений в ряду HAsO_2 – $\text{Sb}(\text{OH})_3$ – $\text{Bi}(\text{OH})_3$? Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов полуреакций:

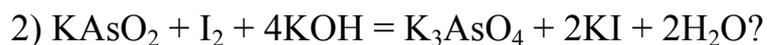


самостоятельно подберите окислители для окисления HAsO_2 и $\text{Sb}(\text{OH})_3$ и напишите уравнения реакций.

737. Сравните потенциалы полуреакций:



В какой среде мышьяковистая кислота (или её соли) является более сильным восстановителем? В каком направлении протекают при стандартных условиях реакции:



Вычислите константу равновесия первой реакции при стандартных условиях.

738. Напишите уравнения реакций получения оксида мышьяка (V) из As , As_2O_3 , AsH_3 и H_3AsO_4 . Ортомышьяковую кислоту получают из As , As_2O_3 , As_2O_5 , AsH_3 и AsCl_5 ; напишите уравнения реакций. Опишите свойства оксида мышьяка (V) и кислоты H_3AsO_4 в сравнении со свойствами аналогичных соединений фосфора.

739. Напишите уравнения реакций, с помощью которых получают оксид сурьмы (V), и его взаимодействия с раствором и расплавом щёлочи. Взаимодействует ли этот оксид с водой? Какое вещество в химии отождествляется с сурьмяной кислотой, какие соли соответствуют этой кислоте?

740. Оксид висмута (V) образуется при взаимодействии Bi_2O_3 с озоном. При нагревании он разлагается с выделением кислорода, а при взаимодействии с Bi_2O_3 образует двойной оксид. Напишите уравнения этих реакций и объясните причину образования двойного оксида. Можно ли получить двойной оксид сурьмы или мышьяка?

741. Исходя из потенциалов полуреакций:



подберите из числа соединений серы восстановители для получения HAsO_2 и HSbO_2 из мышьяковой и сурьмяной кислот в кислой среде. Почему H_3SbO_4 является более сильным окислителем, чем H_3AsO_4 ?

742. Напишите формулы солей: ортоарсенит натрия, ортоарсенат натрия, хлорид оксосурьмы (III), гексагидроксостибат (V) натрия, метастибит калия. Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций гидролиза Na_3AsO_3 и Na_3AsO_4 . Какая соль гидролизуеться при одних и тех же условиях полнее?

743. Метависмутаты щелочных металлов получают действием сильного окислителя (хлор, персульфат калия, гипохлорит натрия) на гидроксид висмута (III) в щелочной среде. Ортовисмутаты получают при нагревании смесей оксида висмута (III) с пероксидами щелочных металлов. Напишите уравнения реакций получения NaBiO_3 и Na_3BiO_4 . В каком количественном соотношении взаимодействуют Bi_2O_3 с Na_2O_2 при получении Na_3BiO_4 ?

744. Висмутаты – сильные окислители: они выделяют хлор из концентрированной соляной кислоты, переводят марганец (+2) в марганец (+7), а хром (+3) – в хром (+6). Напишите уравнения реакций:

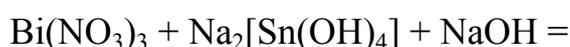
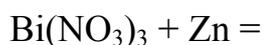


745. При разбавлении водой концентрированного раствора хлорида сурьмы (III) раствор становится мутным, а при добавлении концентрированной соляной кислоты он снова становится прозрачным. Объясните это явление, напишите уравнения реакций.

746. При разбавлении водой концентрированного раствора $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ раствор становится мутным, а при добавлении концентрированной HNO_3 он снова становится прозрачным. Объясните это явление, напишите уравнения реакций.

747. При добавлении к раствору нитрата висмута (III) раствора иодида калия сначала образуется желтый осадок, который в избытке раствора KI растворяется, причем полученный раствор не имеет окраски. Объясните этот опыт.

748. Напишите уравнения реакций, в которых соль висмута (III) является окислителем и докажите, что эти реакции возможны:



749. Какой объём 30%-й азотной кислоты ($\rho = 1,18$) потребуется для превращения 61,0 г основной соли $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ в среднюю?

750. В трехвалентном состоянии мышьяк, сурьма и висмут образуют соединения со всеми галогенами, а в пятивалентном получены только AsF_5 , AsCl_5 , SbF_5 , SbCl_5 , и BiF_5 . Какие соединения мышьяка, сурьмы и висмута являются солями, а какие – галогенангидридами? Почему нельзя получить соединения мышьяка (V), сурьмы (V) и висмута (V) со всеми галогенами?

751. Объясните электронное и геометрическое строение молекулы AsCl_3 и иона AsCl_4^- , молекулы SbCl_5 и иона SbCl_6^- .

752. Мышьяк, сурьма и висмут образуют сульфиды As_2S_3 , As_2S_5 , Sb_2S_3 , Bi_2S_3 . Какие из них взаимодействуют с сульфидами щелочных металлов и аммония? Почему не существует сульфид висмута (V)? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

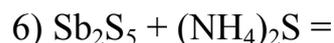
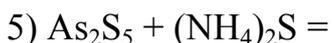
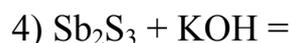
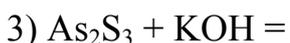
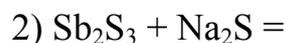
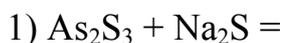
753. Почему и при каких условиях можно получить сульфиды мышьяка действием сероводорода на HAsO_2 и H_3AsO_4 ? Напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения:



754. Сульфиды сурьмы (III) и висмута (III) взаимодействуют с концентрированной соляной кислотой с образованием комплексных кислот H_2SbCl_4 . Напишите уравнения реакций. Почему такая реакция невозможна для As_2S_3 ?

755. Имея сульфид натрия и концентрированную соляную кислоту, можно разделить смесь сульфидов Al_2S_3 , Sb_2S_3 , Bi_2S_3 на отдельные вещества. Покажите уравнениями реакций, как это можно сделать.

756. Напишите уравнения реакций, в которых проявляется кислотный характер сульфидов мышьяка и сурьмы:



757. Напишите уравнения реакций всех сульфидов мышьяка, сурьмы и висмута с азотной кислотой, обратите внимание на сходства и различия свойств реagens, которые проявляются в этих реакциях.

758. Метаарсенит кальция, применяемый для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, получают взаимодействием As_2O_3 с гашёной известью. Вычислите массы As_2O_3 и $\text{Ca}(\text{OH})_2$, необходимые для получения одной тонны этого вещества.

759. Сплав сурьмы со свинцом, содержащий от 5 % до 15 % сурьмы (его называют «твёрдый свинец») используется в автомобильных аккумуляторах. Вычислите минимальную и максимальную массу сурьмы, расходуемую на получение одной тонны этого сплава.

760. Легкоплавкие сплавы висмута широко применяются в технике (автоматические огнетушители, припой, предохранители в паросиловых установках и т. д.). Один из таких сплавов с температурой плавления 47°C содержит 40,95 % висмута, 22,10 % свинца, 10,65 % олова, 8,20 % кадмия и 18,10 % индия. Вычислите состав сплава в мольных процентах.

Глава пятая

ГЛАВНАЯ ПОДГРУППА ЧЕТВЕРТОЙ ГРУППЫ

5.1. УГЛЕРОД И СОЕДИНЕНИЯ УГЛЕРОДА

Углерод в природе. Аллотропия углерода. Взаимодействие углерода с металлами, свойства и применение карбидов. Простейшие соединения углерода с водородом. Оксид углерода (II): строение, свойства, получение и применение. Генераторные газы. Карбонилы. Оксид углерода (IV): строение, свойства, получение и применение. Карбонаты: состав, свойства, получение и применение. Цианиды, роданиды и галогеносодержащие соединения углерода.

761. Опишите электронное строение атома углерода в основном и возбуждённом состояниях, определите его валентные возможности, степени окисления, координационные числа. Приведите примеры соединений углерода в различных степенях окисления. Объясните существование нескольких аллотропных модификаций углерода и огромное число цепочечных соединений углерода, изучаемых органической химией?

762. В каких минералах и природных скоплениях сосредоточены основные запасы углерода на Земле, чему равен его земной кларк? Как осуществляется круговорот углерода в природе?

763. Опишите строение, свойства и применение двух наиболее распространённых аллотропных модификаций углерода – алмаза и графита. Чем обусловлено существование этих модификаций и различие их физических и химических свойств? Какая из этих модификаций более устойчива при стандартных условиях? Почему получение алмаза из графита проводят при высокой температуре под давлением?

764. В технике получают и применяют углерод в виде кокса, сажи и активированного угля. Каковы особенности структуры этих продуктов и основное применение каждого из них?

765. Содержание углерода в каменных углях колеблется, в зависимости от месторождения, в широких пределах: от 60 % до 90 %. При сжигании одного килограмма угля было получено 1,5 м³ углекислого газа (объём приведён к н. у.). Чему равно содержание углерода в этом образце угля?

766. Объём углекислого газа, полученный при сжигании 200 г кокса, составил 358,4 л (приведён к н. у.) Чему равна массовая доля углерода в коксе?

767. Каменный уголь используется как высококалорийное топливо. Какую массу угля, содержащего 80 % углерода, необходимо сжечь для получения одного миллиона килоджоулей тепла, если потери тепла составляют 10 %? Какой объём кислорода затрачивается при этом?

768. При взаимодействии углерода с металлами образуются карбиды. Чем (по составу и свойствам) различаются ионные, ковалентные и металлоподобные карбиды? Приведите примеры ионных (метанидов и ацетиленидов), ковалентных и металлоподобных карбидов. Каково применение карбидов?

769. Карбид кальция получают в электропечах взаимодействием CaO с углеродом без доступа воздуха. Вычислите: а) расход оксида кальция и углерода при получении одной тонны карбида кальция; б) количество потребляемого при этом тепла; в) объём получаемого ацетилена.

770. При взаимодействии карбида кальция с водой образуется гидроксид кальция и ацетилен, а при пропускании паров воды через раскалённый карбид кальция образуются CaCO_3 , CO_2 и H_2 . Вычислите массы твёрдых и объёмы газообразных продуктов при участии в реакциях 1 кг карбида кальция.

771. При взаимодействии с водой 1 кг технического карбида кальция выделилось 315 л C_2H_2 (объём ацетилена приведён к н. у.). Определите содержание CaC_2 в исходном веществе.

772. Карботермия – распространённый способ получения металлов. Какая масса углерода необходима для получения этим способом одной тонны железа из Fe_3O_4 , марганца из MnO_2 и висмута из Bi_2O_3 ?

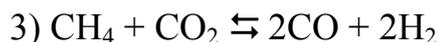
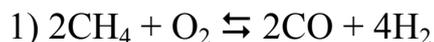
773. При взаимодействии углерода с концентрированной серной кислотой образуются SO_2 , CO_2 и H_2O . Какие вещества образуются при взаимодействии углерода с азотной кислотой? Напишите уравнения реакций:



774. Опишите электронное и геометрическое строение простейших соединений углерода с водородом: CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 , C_2H_2 . Как в ряду соединений C_2H_6 – C_2H_4 – C_2H_2 изменяется кратность, длина и энергия связи между атомами углерода? Какое из этих соединений и почему наиболее инертно?

775. Определите энтальпию реакции горения метана и вычислите его теплотворную способность в кДж/м³ и в кДж/кг. Какой объём природного газа, содержащего 95 % CH₄, необходимо сжечь для получения одного миллиона кДж тепла?

776. Конверсия метана с целью получения CO и H₂ проводится тремя способами:



Вычислите энтальпию реакций. Укажите условия их проведения, способствующие образованию продуктов.

777. Перманганат калия в кислой среде обесцвечивается ацетиленом; карбид кальция в кислой среде изменяет оранжевую окраску дихромата калия на зелёную. Напишите уравнения соответствующих реакций:



778. Объясните химическую связь в молекуле оксида углерода (II) методами ВС и МО. Чем объясняется большая энергия (1066 кДж/моль) и небольшая длина (0,113 нм) связи в этой молекуле? Чем объясняется близость физических свойств оксида углерода (II) и азота?

779. Оксид углерода (II) входит в состав генераторного газа, который в больших масштабах получают в промышленности. Как получают и где используют генераторный газ? Какой объём воздуха (н. у.) теоретически необходим для превращения одной тонны углерода в генераторный газ? Вычислите объём получаемого при этом газа и его состав в объёмных процентах?

780. Как получают и где используют водяной газ? Вычислите теоретический объём и состав водяного газа, получаемого из 100 кг углерода.

781. Вычислить состав смешанного (паро-воздушного) генераторного газа, получаемого при взаимодействии углерода со смесью воздуха и водяного пара в соотношении 3:1 (соотношение объёмное).

782. Покажите влияние температуры и давления на равновесие обратимых реакций получения генераторного и водяного газа из кокса.

783. Сколько тепла можно получить при сжигании 1 м³ водяного газа, взятого при н. у., если в нем содержатся 40 % CO, 50 % H₂ и 10 % CO₂ и N₂?

784. Оксид углерода (II) образуется при взаимодействии углекислого газа с углём по обратимой реакции:

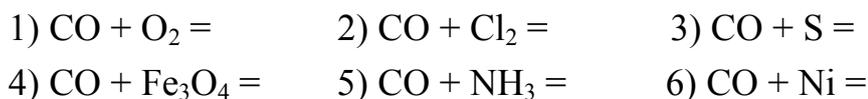


При каких температурах в этом процессе идет прямая реакция, а при каких – обратная? Как влияет на равновесие процесса повышение и понижение давления? Каков тип прямой и обратной реакции?

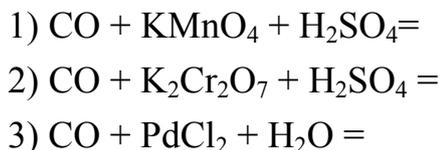
785. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций, используемых в лабораториях для получения оксида углерода (II) из муравьиной кислоты, из щавелевой кислоты и гексацианоферрата (II) калия.

786. Как можно разделить смеси: 1) CO и CO₂; 2) CO и H₂? Как можно очистить оксид углерода (II) от примесей CO₂, O₂ и H₂O (какие вещества можно взять для очистки и в какой последовательности пропускать через эти вещества очищаемый газ)?

787. Напишите уравнения реакций, характеризующие химические свойства оксида углерода (II), укажите условия их протекания и их практическое значение:



788. Напишите уравнения реакций:



Определите: 1) роль CO в этих реакциях; 2) какая реакция протекает без катализатора и какое практическое значение она имеет; 3) какие катализаторы применяются в двух других реакциях?

789. В четырех газометрах (газометр – ёмкость для хранения газа) находятся CO, CO₂, NO и NO₂. Как определить, в каком газометре какой газ находится?

790. Объясните применение CO в качестве топлива, при получении металлов, карбониллов и большого числа органических веществ. Почему реакции с участием CO проводятся обычно при нагревании или с использованием катализаторов? Приведите примеры реакций.

791. При сжигании 1 м^3 (н. у.) газообразного топлива, содержащего CO и негорючие примеси, было получено 10000 кДж тепла. Вычислите объёмную долю (в процентах) негорючих примесей в топливе.

792. Для реакции восстановления железа из FeO оксидом углерода (II) вычислите энергию Гиббса при 25, 500, 1000, 1500 и 2000 °С. Постройте график зависимости энергии Гиббса от температуры и по нему определите температуру, при которой прямое направление реакции изменяется на обратное (температуру инверсии реакции).

793. Что является причиной взаимодействия оксида углерода (II) с металлами с образованием карбониллов? При каких условиях образуются и разлагаются карбониллы, каково их практическое значение? Опишите электронный механизм образования карбониллов железа, кобальта и никеля.

794. При каких условиях проводится синтез метанола из смеси оксида углерода (II) и водорода (эта смесь называется «синтез-газ»)? Какую массу CH_3OH можно получить из 1500 м^3 «синтез-газа», в котором содержится 500 м^3 CO и 1000 м^3 водорода, если выход реакции составляет 92 %? Для получения каких других органических веществ используется оксид углерода (II)?

795. Почему оксид углерода (II) опасен при его вдыхании? В чём состоит причина отравления, и какие меры необходимо принимать при отравлении этим газом для восстановления жизненных сил и работоспособности человека?

796. Автомобильный транспорт является источником загрязнения воздуха угарным газом. Каким образом решается проблема снижения содержания CO в выхлопных газах автомобилей?

797. С помощью метода ВС опишите электронное и геометрическое строение молекул оксида углерода (IV), его физические и химические свойства. Вычислите плотность CO_2 по водороду, по воздуху и абсолютную. Объясните, почему этот газ можно «переливать» из одного сосуда в другой?

798. Как влияют на растворимость CO_2 в воде температура, давление и pH среды? Чему равна массовая доля CO_2 в насыщенном водном растворе при 20 °С, если в одном литре воды растворяется 0,88 л CO_2 ? Происходит ли при растворении химическое взаимодействие CO_2 с водой? Какие молекулы и ионы содержатся в водном растворе CO_2 ?

799. Углекислый газ в лабораториях получают взаимодействием известняка, мела или мрамора с соляной кислотой в аппарате Киппа. Нарисуйте этот аппарат и опишите, как он работает. Вычислите массу известняка, содержащего 95 % CaCO_3 , необходимую для получения 100 л CO_2 (н. у.). Можно ли в аппарате Киппа использовать азотную, серную или ортофосфорную кислоту вместо соляной?

800. Образец мрамора массой 10,5 г при взаимодействии с соляной кислотой выделяет 2,24 л CO_2 (н. у.). Определите массовую долю карбоната кальция в этом образце мрамора.

801. При действии соляной кислоты на 40 г смеси карбоната кальция и негашённой извести выделилось 5,6 л газа (н. у.). Определите массовые доли CaCO_3 и CaO в смеси и объём 2 н соляной кислоты, вступившей в реакцию.

802. Углекислый газ, образовавшийся при действии соляной кислоты на 28,5 г магнезита, поглощен раствором NaOH . При этом масса раствора увеличилась на 13,75 г. Определите массовую долю MgCO_3 в магнезите.

803. Углекислый газ в промышленности получают прокаливанием известняка в известково-обжигательных печах. Как работают такие печи? Какой объём CO_2 , приведённый к н. у., и какую массу негашённой извести можно получить из одной тонны известняка, содержащего 90 % CaCO_3 ?

804. В известково-обжигательные печи загружается смесь известняка с углем (при горении угля выделяется тепло, необходимое для разложения CaCO_3). Исходя из тепловых эффектов реакций:



вычислите теоретическую массу угля, которую необходимо смешать с одной тонной известняка.

805. В известково-обжигательную печь загружена шихта (смесь), состоящая из одной тонны CaCO_3 и 120 кг угля. Какой объём воздуха (н. у.) необходимо подать в печь? Какой объём газа будет получен и каким будет его состав в объёмных процентах?

806. При прокаливании 200 кг известняка выделилось 38 м³ CO_2 (объём приведён к н. у.). Определите массовую долю примесей в известняке.

807. При прокаливании 46 г смеси MgCO_3 и CaCO_3 выделилось 11,2 л CO_2 (объём приведён к н. у.). Определите массы карбонатов в смеси.

808. При пропускании 100 л воздуха (н. у.) через раствор гидроксида кальция образовалось 0,15 г осадка. Вычислите по этим данным объёмную долю углекислого газа в воздухе.

809. При пропускании 1000 л воздуха (н. у.) через раствор гидроксида бария образовалось 2,64 г осадка. Вычислите объёмную долю CO_2 в воздухе.

810. Какой объём воздуха, измеренный при н. у., необходимо пропустить через раствор гидроксида бария, чтобы образовался 1 кг осадка карбоната бария BaCO_3 ?

811. Через раствор (масса 100 г), содержащий 7,4 % гидроксида кальция, пропустили 3 л CO_2 (н. у.). Какие соли при этом образовались и чему равны их массы? Какая из солей выпала в осадок, а какая осталась в растворе?

812. Углекислый газ, образовавшийся при сжигании 4,48 л CO (н. у.), пропустили через 100 мл 32%-го раствора NaOH ($\rho = 1352 \text{ кг/м}^3$). Какая соль образовалась и чему равна ее массовая доля в растворе? Какой стала массовая доля NaOH в растворе?

813. Каким образом можно очистить углекислый газ от примесей воды, аммиака, сернистого газа, оксида углерода (II)?

814. Почему некоторые (какие?) металлы горят в атмосфере CO_2 ? Сколько тепла выделяется при сгорании в углекислом газе 1 кг магния?

815. Почему существуют соли несуществующей кислоты H_2CO_3 ? Почему в ряду солей $\text{Li}_2\text{CO}_3\text{--Na}_2\text{CO}_3\text{--K}_2\text{CO}_3\text{--Rb}_2\text{CO}_3\text{--Cs}_2\text{CO}_3$ температура их разложения на оксиды увеличивается? Приведите в ответе данные по температурам разложения этих карбонатов.

816. Почему существуют соли несуществующей кислоты H_2CO_3 ? Почему в ряду солей $\text{BeCO}_3\text{--MgCO}_3\text{--CaCO}_3\text{--SrCO}_3\text{--BaCO}_3$ температура их разложения на оксиды увеличивается? Вычислите объём CO_2 , приведённый к н. у., образующийся при разложении 100 г каждого карбоната.

817. Кальций и цинк находятся в одной группе периодической системы, но CaCO_3 разлагается при 900 °С, а ZnCO_3 – при 300 °С. Объясните это различие и вычислите объём CO_2 , образующийся при разложении 0,5 кг каждого карбоната.

818. Напишите уравнение разложения гидрокарбоната натрия при 100 °С. Где используется эта реакция? Чему равен объём газов, выделяющихся при нагревании 100 г NaHCO_3 ?

819. Смесь карбоната и гидрокарбоната натрия общей массой 9,6 г нагревали при 100 °С до постоянной массы (6,9 г). Чему равны массы Na_2CO_3 и NaHCO_3 в исходной смеси?

820. Гидрокарбонат натрия используется в огнетушителях. Нарисуйте схему огнетушителя и опишите, как он действует. Вычислите объём CO_2 (н. у.), выделяющийся из огнетушителя, если в нём находится 10 л 8%-го раствора NaHCO_3 (плотность этого раствора $\rho = 1,058$).

821. В огнетушителе находится 10 л 8%-го раствора NaHCO_3 ($\rho = 1,058$). Какая масса NaHCO_3 расходуется на «заправку» огнетушителя и какой объём CO_2 выделяется из него при тушении пожара?

822. Приведите примеры растворимых и нерастворимых карбонатов. Вычислите объём воды, который необходим для растворения 10 г карбоната натрия ($k_m = 21,8$) и 10 г карбоната кальция ($\text{ПР} = 3,8 \cdot 10^{-9}$).

823. Чему равны молярные концентрации насыщенных при 20 °С растворов карбоната свинца ($\text{ПР} = 7,5 \cdot 10^{-14}$) и карбоната калия ($k_m = 111,0$)?

824. К раствору, содержащему катионы Mg^{2+} , Ca^{2+} и Ba^{2+} прибавляется по каплям раствор карбоната натрия. Какие вещества и в какой последовательности будут выпадать в осадок?

825. Порошок карбоната магния ($\text{ПР} = 2 \cdot 10^{-5}$) массой 10 г обработали при 20 °С одним литром воды. Какой стала после этого масса карбоната магния?

826. Произведение растворимости карбоната серебра при 20 °С равно $1,2 \cdot 10^{-12}$. Будет ли наблюдаться образование осадка этого вещества при смешивании одинаковых объёмов растворов AgNO_3 и Na_2CO_3 , молярные концентрации которых одинаковы и равны 10^{-3} М?

827. Если в воду, содержащую взвесь CaCO_3 , MgCO_3 или BaCO_3 пропускать углекислый газ, то вода становится прозрачной, но при нагревании снова становится мутной. Объясните это явление, напишите уравнения реакций.

828. Какими свойствами карбонатов и гидрокарбонатов и какими химическими реакциями объясняется постоянное передвижение карбонатов в природе? Чем объясняется временная жесткость природных вод и как её устраняют?

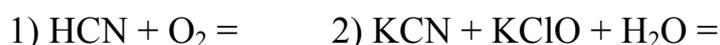
829. К какому типу гидролиза относится гидролиз карбонатов щелочных металлов? Напишите уравнение и вычислите константу гидролиза K_2CO_3 . Вычислите степень его гидролиза в 0,1 М растворе и рН этого раствора.

830. Почему растворы карбоната натрия имеют сильнощелочную среду, а растворы гидрокарбоната натрия – слабощелочную? Вычислите рН децимолекулярного раствора.

831. Как получают карбонат аммония и чем он отличается по своим свойствам от других карбонатов? Почему невозможно получение этого соединения в водном растворе, почему при растворении в воде он превращается в гидрокарбонат?

832. Напишите уравнение реакции получения циановодорода. Опишите его свойства в индивидуальном состоянии и в растворе. Объясните химическую связь в ионе CN^- методом молекулярных орбиталей. Молекулам каких веществ изоэлектронен этот ион?

833. Почему циановодород, циановодородная кислота и её соли, несмотря на низкие степени окисления атомов углерода (+2) и азота (-3) в их составе, являются слабыми восстановителями? Напишите продукты реакций горения циановодорода и взаимодействия цианида калия с гипохлоритом калия в водном растворе:



834. Чем объясняется увеличение восстановительных свойств малоактивных металлов в растворах цианидов? Напишите уравнения реакций:



835. Цианид калия – сильный яд, но при хранении на воздухе его токсическое действие постепенно ослабевает. Объясните, почему это происходит и напишите уравнения соответствующих реакций.

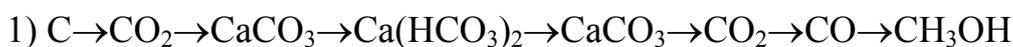
836. Напишите формулы сероуглерода, сульфугольной кислоты, сульфокarbonата натрия, родановодородной кислоты, роданида аммония. Как получают и где применяют сероуглерод, роданид калия и роданид аммония?

837. Как получают и где используют цианамид кальция и карбамид? В каких реакциях образуется дициан и почему его называют псевдогалогеном?

838. Опишите электронное и геометрическое строение молекул SF_4 , CCl_4 , CBr_4 и CI_4 , получение и применение этих соединений. Проведите сравнение строения и свойств CCl_4 и COCl_2 .

839. Какие соединения называются фреонами и чем обусловлено их широкое применение? Почему фреоны считаются наиболее опасными соединениями для существования озонового слоя в атмосфере?

840. Напишите уравнения и укажите условия реакций для осуществления следующих превращений:



5.2. КРЕМНИЙ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

Строение атома и химические свойства кремния. Диоксид кремния: его свойства и применение для получения кремнийсодержащих соединений. Кремниевые кислоты, силикаты натрия и калия. Природные силикаты и алюмосиликаты. Стекло, керамика, фарфор. Кремнийорганические соединения. Цепочки превращений.

841. Опишите строение атомов кремния и объясните: 1) почему этот элемент образует соединения в степенях окисления +2, +4 и -4 и приведите примеры таких соединений; 2) почему кремний образует соединения с координационными числами 4 и 6 и приведите примеры таких соединений.

842. Сравните строение атомов кремния и углерода. Объясните, почему энергия связей Si-H (318 кДж/моль) в силане SiH_4 ниже, чем связей C-H (414 кДж/моль) в метане CH_4 , а энергия связей Si-O (451 кДж/моль) в SiO_2 выше, чем C-O (355 кДж/моль) в CO_2 ?

843. Какой тип кристаллической решётки соответствует структуре кремния? Опишите физические и химические свойства кремния в сравнении со свойствами углерода (алмаза). Вычислите массу кремния, при взаимодействии которой с раствором щёлочи образуется 50 л водорода (20 °C, 98,6 кПа).

844. Почему кремний взаимодействует с растворами щёлочей, но не взаимодействует с кислотами? Напишите уравнения реакций кремния, хлора, серы и фосфора с раствором KOH. В чём их сходство и различие?

845. В 40%-й раствор NaOH ($\rho = 1,40$) объёмом 200 мл внесли 7,0 г кремния, который полностью провзаимодействовал со щёлочью. Какой объём (н. у.) водорода выделился? Чему равны массовые доли NaOH и Na_2SiO_3 в растворе после реакции?

846. Почему кремний, невзаимодействующий с азотной кислотой, взаимодействует со смесью HNO_3 и HF? Напишите уравнение реакции. Какова роль HF в этой смеси? Сходны ли по химизму взаимодействия с веществами смесь $\text{HNO}_3 + \text{HF}$ и царская водка?

847. Какие соединения образует кремний с металлами и водородом и какими свойствами они обладают? Напишите уравнения реакций для осуществления следующих превращений:



Объяснить механизм образования химических связей в молекуле силана.

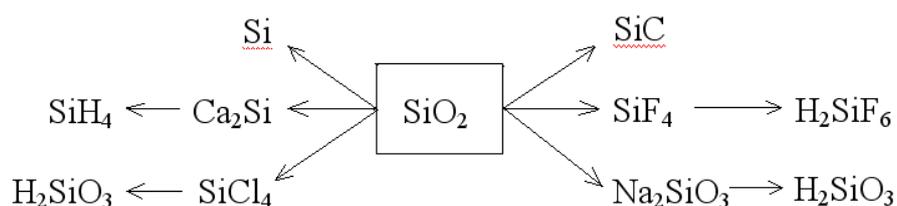
848. Кремний образует с водородом четыре соединения: два газообразных и два жидких. Массовая доля водорода в них составляет 12,5 %, 9,7 %, 8,7 % и 8,2 %, а плотность газов и паров жидких соединений по воздуху равна 1,10; 2,14; 3,17 и 4,21, соответственно. Установите формулы этих соединений.

849. Вычислите энтальпию реакции сгорания силана, сравните с энтальпией реакции горения метана и объясните причину их различия.

850. При сгорании газовой смеси силана и оксида углерода (II) образуется некоторый газ и 12 г твёрдого продукта. При пропускании полученного газа через раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образуется 20 г осадка. Определите объём исходной газовой смеси и объёмные доли SiH_4 и CO в ней.

851. Как называются и чем отличаются три кристаллические модификации SiO_2 и какая из них широко распространена в природе? Что представляют собой песок, горный хрусталь, топаз, аметист, агат, яшма?

852. Диоксид кремния в виде кварцевого песка является исходным веществом для получения кремния и многих его соединений. Напишите уравнения реакций, соответствующих общей схеме применения диоксида кремния:



853. Вычислите массы реагентов, необходимые для получения 70 кг кремния при восстановлении SiO_2 магнием и коксом. Чем отличается кремний, получаемый при восстановлении этими восстановителя?

854. Вычислите массу кальция, которая необходимо для получения из 30 кг SiO_2 : а) кремния; б) силицида кальция. Вычислите объём силана, который может выделиться при обработке соляной кислотой полученного силицида кальция.

855. Вычислите массу углерода (кокса), которая необходима для получения из 30 кг SiO_2 : а) кремния; б) карборунда. Чем объясняется большая твёрдость карборунда, где он применяется?

856. Какая масса кремнезёма, содержащего 98 % SiO_2 , и какая масса кокса, содержащего 96 % углерода, потребуются (теоретически) для получения 800 кг карборунда?

857. Как получают из SiO_2 тетрахлорид и тетрафторид кремния и как протекает их гидролиз? Объясните причину образования кремнефтористоводородной кислоты при гидролизе SiF_4 и опишите её свойства.

858. Как получают из SiO_2 тетрахлорид и тетрафторид кремния, и как протекает их гидролиз? Вычислите массу метакремниевой кислоты, образующейся при гидролизе 8,5 кг SiCl_4 .

859. Какая масса песка, содержащего 98 % SiO_2 , и какой объём 40%-й HF ($\rho = 1,129$) потребуются (теоретически) для получения 112 л (н. у.) газообразного тетрафторида кремния?

860. Жидкий тетрахлорид кремния хранят в герметичной посуде. Почему при её открывании появляется белый туман и резкий запах? Почему плотность тумана увеличивается, если рядом открыта колба с концентрированным раствором аммиака? Напишите уравнения реакций.

861. С какой целью в большом количестве получают гексафторосиликат натрия? Какие вещества требуются для получения этого продукта? Напишите уравнения реакций, которые проводятся при получении Na_2SiF_6 из песка и флюорита. Вычислите массы песка (98 % SiO_2) и флюорита (94 % CaF_2), необходимые для получения одной тонны гексафторосиликата натрия.

862. Какие соединения кремния называются растворимым стеклом и жидким стеклом, как их получают и где их используют?

863. Напишите уравнения и укажите условия получения силиката натрия взаимодействием: а) кремния с NaOH; б) SiO₂ с NaOH; в) SiO₂ с Na₂CO₃; г) SiO₂ с Na₂SO₄. Какие из этих реакций используются для получения силиката натрия?

864. Вычислите массы песка (96 % SiO₂) и соды (98 % Na₂CO₃), необходимые для получения 200 кг силиката натрия.

865. При сплавлении 75 г смеси кремнезёма и поташа масса смеси уменьшилась до 64 г. Определите массовые доли SiO₂ и K₂CO₃ в исходной смеси.

866. При сплавлении 50 кг оксида кремния (IV) с гидроксидом калия образовалось 77 кг силиката калия. Вычислите массу щёлочи, которая была взята для сплавления, и массу SiO₂, которая не вступила в реакцию.

867. Водный раствор силиката натрия раньше использовали в качестве клея, но при его хранении в открытом виде раствор становился сначала мутным, а потом затвердевал и терял клеящие свойства. Чем объясняется это явление?

868. В водном растворе CO₂ вытесняет оксид кремния (IV) из Na₂SiO₃, а в расплаве SiO₂ вытесняет оксид углерода (IV) из Na₂CO₃. Напишите уравнения реакций и объясните причину их противоположного направления протекания.

869. Напишите уравнения гидролиза силиката натрия. Как изменяется степень его гидролиза при добавлении к раствору: а) соляной кислоты; б) гидроксида натрия; в) хлорида аммония?

870. Напишите формулы кремниевых кислот и объясните, чем эти кислоты отличаются от других кислот. Каким образом из кремниевых кислот получают силикагель, каковы его состав, структура и применение?

871. Напишите формулы природных силикатов альбита Na₂Al₂Si₆O₁₆, ортоклаза K₂Al₂Si₆O₁₆, асбеста CaMg₃Si₄O₁₂ и слюды H₄K₂Al₆Si₆O₂₄ в виде соединений оксидов. Вычислите массовые доли оксидов в асбесте.

872. Вычислите массу каолина (глины), которая образуется при выветривании одной тонны ортоклаза.

873. Массовые доли оксидов в каолине (белой глине) таковы: SiO_2 – 46,6 %, Al_2O_3 – 39,48 %, H_2O – 13,92 %. Выведите формулу каолина и запишите её в виде соединения элементов и в виде соединения оксидов.

874. Напишите уравнения реакций получения оконного стекла: а) из песка, известняка и соды; б) из песка, известняка, сульфата натрия и угля. Вычислите массы песка, содержащего 98 % SiO_2 , известняка, содержащего 96 % CaCO_3 , и соды, содержащей 95 % Na_2CO_3 , которые необходимы для получения одной тонны стекла.

875. Определите состав обычного (оконного) стекла: вычислите массовые доли оксидов (SiO_2 , CaO , Na_2O) и элементов в нём. Чем отличаются от оконного стекла по составу и свойствам кварцевое и хрустальное стекло?

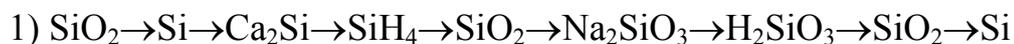
876. Чем отличается хрусталь от других стёкол? Какие массы поташа, оксида свинца (II) и SiO_2 потребуются для получения 100 кг хрустала, если его состав выражается формулой $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{PbO} \cdot 6\text{SiO}_2$?

877. Какие вещества, материалы и изделия называются керамикой и фарфором и для чего они применяются? Напишите уравнение реакции, которая протекает при изготовлении керамических изделий из глины.

878. Опишите состав, получение и применение цемента. Какие физико-химические процессы обуславливают затверждение цемента при его употреблении в качестве вяжущего материала?

879. Приведите примеры кремнийорганических соединений. Чем отличаются кремнийорганические соединения от обычных, каково их применение?

880. Напишите уравнения реакций для осуществления превращений:



5.3. ГЕРМАНИЙ, ОЛОВО, СВИНЕЦ

Германий, олово и свинец в природе. Строение атомов. Аллотропические модификации простых веществ. Взаимодействие с кислотами, щелочами, водой, кислородом. Основно-кислотные и окислительно-восстановительные свойства оксидов и гидроксидов. Наиболее распространённые соли олова и свинца: получение, растворимость, гидролиз, окислительно-восстановительные свойства. Цепочки превращений.

881. Природный германий состоит из пяти изотопов с массовыми числами 70 (20,5%), 72 (27,4 %), 73 (7,7 %), 74 (36,7 %), 76 (7,7 %); олово – из десяти изотопов с массовыми числами 112 (0,9 %), 114 (0,7 %), 115 (0,3 %), 116 (14,2 %), 117 (7,6 %), 118 (24,0 %), 119 (8,6 %), 120 (33,0 %), 122 (4,7 %), 124 (6,0 %); свинец – из четырёх изотопов: 204 (1,5 %), 206 (23,6 %), 207 (22,6 %) и 208 (52,3 %). Вычислите атомные массы германия, олова и свинца.

882. Опишите нахождение германия, олова и свинца в природе (кларки, изотопы, минералы), историю их открытия и роль германия в утверждении Периодического закона. Вычислите массовые доли олова и свинца в их наиболее распространённых минералах – касситерите и галените.

883. Для германия приведите значения атомного радиуса, ионизационного потенциала, сродства к электрону и электроотрицательности; опишите строение и свойства простого вещества, формулы его оксидов, гидроксидов, солей. Сделайте вывод о химической природе этого элемента.

884. В каких аллотропных модификациях существуют германий, олово и свинец? Какое явление называется «оловянной чумой», и какие средства используются для предупреждения этой «болезни»?

885. Опишите заполнение валентных орбиталей электронами в атоме олова и в ионах Sn^{2+} и Sn^{4+} . Объясните окислительно-восстановительные свойства олова и его соединений, приведите примеры соответствующих реакций.

886. Какое сходство и различие наблюдается в строении и характеристиках атомов кремния и свинца и как это отражается на свойствах свинца? Объясните, почему соединения свинца (IV) – сильные окислители. Приведите уравнения реакций, в которых PbO_2 – окислитель.

887. Опишите получение германия из золы после сжигания каменного угля, олова из касситерита, свинца из галенита. Опишите процессы очистки от примесей германия методом зонной плавки, олова электролизом.

888. Свинец очищают от примесей мышьяка, сурьмы и олова методом окислительного рафинирования. Для этого его обрабатывают расплавленной смесью щёлочи (NaOH) и селитры (NaNO₃). В результате каких химических реакций происходит очистка свинца от указанных примесей?

889. Примерами реакций с азотной кислотой покажите увеличение металлических свойств в ряду углерод–кремний–германий–олово–свинец.

890. Опишите взаимодействие олова и свинца с разбавленной и концентрированной HNO₃. В каком случае продуктом реакции является нерастворимое вещество и чему равна его масса, если масса вступившего в реакцию металла равна 59,35 г? Почему результат расчёта является приблизительным?

891. Лучшим «растворителем» для свинца считается разбавленная азотная кислота. Напишите уравнение соответствующей реакции. Объясните, почему свинец с концентрированной HNO₃ не взаимодействует.

892. Почему свинец, стоящий в ряду напряжений до водорода, не взаимодействует с соляной, бромоводородной, йодоводородной и разбавленной серной кислотами и почему он взаимодействует с концентрированной (более 80 %) серной кислотой? Напишите уравнение реакции и структурную формулу образующегося соединения свинца.

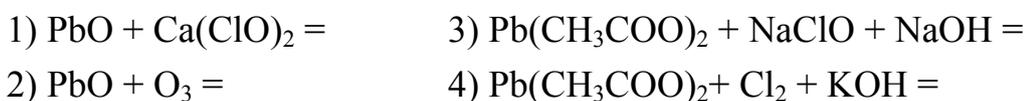
893. Германий взаимодействует с растворами едких щелочей в присутствии окислителей с образованием оксогерманатов (IV), а олово – с образованием гексагидроксостаннатов (II) – в отсутствии окислителей и гексагидроксостаннатов (IV) – в присутствии окислителей. Напишите уравнения реакций и объясните, почему координационное число олова в обоих образующихся комплексах равно шести.

894. Опишите взаимодействие олова и свинца с водой в присутствии кислорода и CO₂, со щелочами (растворами и расплавами) и с кислотами. Приведите уравнения реакций.

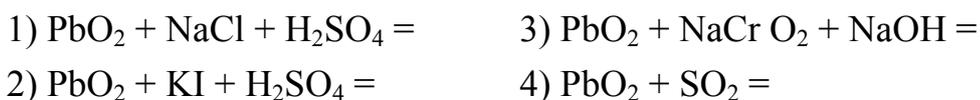
895. При каких условиях германий, олово и свинец взаимодействуют с кислородом и какие оксиды при этом образуются? Какие из них относятся к кислотным, а какие – к амфотерным? Имеются ли среди них основные оксиды? Какое практическое значение имеют оксиды олова?

896. Какое практическое значение имеют оксиды свинца PbO , PbO_2 , Pb_2O_3 , Pb_3O_4 и как их получают? К какому классу соединений относятся Pb_2O_3 и Pb_3O_4 ? Как в технике называют PbO , PbO_2 и Pb_3O_4 ?

897. Напишите уравнения реакций получения оксида свинца (IV):

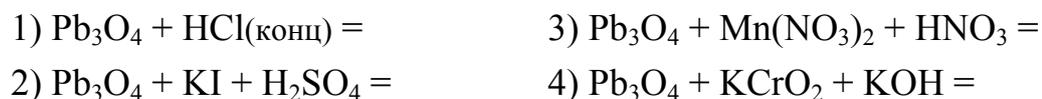


898. Напишите уравнения реакций, в которых оксида свинца (IV) является окислителем:



899. При действии разбавленной HNO_3 на Pb_2O_3 и на Pb_3O_4 образуется в обоих случаях PbO_2 . Напишите уравнения реакций. Какие выводы можно сделать на основании продуктов этих реакций относительно состава Pb_2O_3 и Pb_3O_4 ?

900. Напишите уравнения реакций, в которых свинцовый сурик является окислителем:

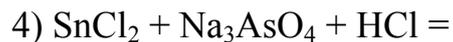


901. Какие из гидроксидов германия, олова и свинца в степенях окисления +2 и +4 относятся к кислотам, а какие – к амфотерным основаниям? Имеются ли среди них неамфотерные основания? Покажите уравнениями реакций амфотерные свойства $\text{Sn}(\text{OH})_2$ и $\text{Pb}(\text{OH})_2$.

902. Напишите уравнения реакций получения и гидролиза хлоридов олова и объясните, почему один из них относят к солям, а другой – к галогенангидридам. Почему при приготовлении водных растворов хлоридов олова к воде обязательно добавляется соляная кислота?

903. Вторичное олово извлекают из отработавших оловосодержащих изделий, использованных консервных банок и из сплавов по следующей технологии: их обрабатывают хлором, полученное вещество подвергают гидролизу и образовавшийся осадок прокаливают в токе водорода. Напишите уравнения соответствующих реакций.

904. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих восстановительные свойства хлорида олова (II):



905. Произведение растворимости хлорида свинца (II) равно $1,7 \cdot 10^{-5}$. В каком объёме насыщенного раствора содержится один грамм PbCl_2 (плотность раствора можно считать равной плотности воды)?

906. Опишите получение и свойства сульфидов олова. Какое из этих соединений и почему называется «сусальное золото»? Как можно разделить смесь сульфидов SnS и SnS_2 ?

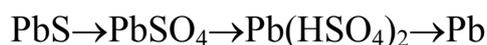
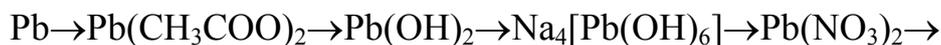
907. К 200 г 5%-го раствора $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ прилили 50 г 4%-го раствора сульфида натрия. Выпавший чёрный осадок обработали избытком раствора H_2O_2 , при этом осадок стал белым. Напишите уравнения реакций и вычислите массы чёрного и белого осадков.

908. Напишите уравнения реакций сульфидов GeS , SnS и PbS с концентрированной азотной кислотой и укажите их сходство и различие.

909. Напишите уравнения реакций для осуществления превращений:



910. Напишите уравнения реакций для осуществления превращений:



Глава шестая

ГЛАВНАЯ ПОДГРУППА ТРЕТЬЕЙ ГРУППЫ

6.1. БОР И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

Бор как химический элемент и простое вещество. Бороводородные соединения, борный ангидрид, борные кислоты и соли борных кислот. Соединения бора с галогенами, серой, азотом и металлами. Применение бора и его соединений.

911. Исходя из положения бора в периодической системе и строения его атомов, объясните валентные возможности и координационные числа этого элемента, его металлические и неметаллические свойства. Почему максимальная электронная валентность бора равна четырём? Приведите примеры соединений бора, в которых его электронная валентность равна четырём, стехиометрическая валентность – трём и степень окисления равна +3.

912. Бор в природе состоит из двух изотопов: с массовым числом 10 (19,57 %) и 11 (80,43 %). Вычислите атомную массу бора. Изотоп бора с массовым числом 10 поглощает нейтроны. При поглощении нейтрона бор испускает α -частицу и превращается в один из изотопов лития. Напишите уравнение этой ядерной реакции и объясните её практическое значение.

913. В парообразном состоянии бора обнаружены двухатомные молекулы B_2 . Объясните их существование методом молекулярных орбиталей, определите кратность связи в этой молекуле и её магнитные свойства. Почему при конденсации пара молекулярный бор превращается в кристаллический?

914. Опишите строение и свойства бора – простого вещества, его отношение к металлам и неметаллам, щелочам, кислотам, воде. Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

915. Бор взаимодействует с кислородом воздуха, водяным паром и серой при нагревании выше 700 °С. Выше 1200 °С бор взаимодействует с азотом, фосфором и углеродом. Напишите уравнения реакций и названия образующихся веществ.

916. Бор взаимодействует при нагревании с концентрированными HNO_3 и H_2SO_4 , царской водкой и смесью концентрированных HNO_3 и HF . Напишите уравнения реакций и названия образующихся продуктов.

917. Бор взаимодействует с щелочами при сплавлении в присутствии кислорода воздуха и окислителей. Он взаимодействует также с расплавленным пероксидом натрия и расплавленной смесью $\text{KNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$. Напишите уравнения соответствующих реакций.

918. Объясните образование бором комплексных соединений и привести 2–3 уравнения реакций, в которых образуются такие соединения. Напишите названия образующихся комплексных соединений.

919. Объясните причины и покажите примерами соединений и уравнений реакций диагональное сходство бора и кремния.

920. Бор образует с водородом два гомологических ряда соединений. Какое общее название имеют эти соединения и каковы их общие формулы? Какое из этих соединений имеет название диборан? Опишите химическую связь в этом соединении; в чём состоит особенность этой связи?

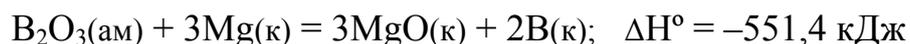
921. Определите энтальпию реакции сгорания диборана и вычислите теплотворную способность этого соединения. Сравните эту характеристику диборана с теплотворной способностью водорода, метана и ацетилена. Расположите эти топлива в ряд по увеличению теплотворной способности.

922. Вычислите энтальпии реакций сгорания диборана B_2H_6 и его однотипных соединений этана C_2H_6 и силана Si_2H_6 . Почему среди этих веществ B_2H_6 можно считать наиболее эффективным топливом?

923. Какая масса борной кислоты и какой объём водорода, приведённый к н. у., образуются при взаимодействии 10 л диборана с водой?

924. Какой газ и в каком объёме (при н. у.) образуется при взаимодействии 20 л диборана с избытком раствора NaOH ? Какое вещество образуется при этом в растворе и чему равна его масса?

925. Опишите состав, строение и свойства оксида бора. Определить энтальпию его образования, исходя из энтальпии образования оксида магния ($-601,8$ кДж/моль) и термохимического уравнения:



926. Опишите состав, строение и свойства оксида бора. Покажите расчётами возможность получения B_2O_3 при взаимодействии бора с термодинамически прочными оксидами: Al_2O_3 , SiO_2 и P_4O_{10} .

927. Почему оксид бора не взаимодействует с соляной кислотой, но взаимодействует с водой? Напишите уравнение реакции B_2O_3 с H_2O и вычислите её энергию Гиббса при $27\text{ }^\circ\text{C}$.

928. Почему оксид бора не взаимодействует с соляной кислотой, но взаимодействует с фтороводородной кислотой? Напишите уравнение реакции B_2O_3 с HF и название образующегося вещества.

929. Оксид бора взаимодействует с растворами щелочей с образованием тетраборатов, а при сплавлении с щелочами и оксидами щелочных металлов образуются метабораты. Напишите уравнения реакций:



930. Бор получают из оксида бора, восстанавливая его магнием. Почему не используются более дешёвые восстановители: углерод, водород или алюминий? Ответ обоснуйте термодинамическими расчётами.

931. Борная кислота – бесцветное кристаллическое вещество. Её коэффициент растворимости в воде равен 4,9 ($20\text{ }^\circ\text{C}$) и 39,7 ($100\text{ }^\circ\text{C}$). Вычислите массовую долю её насыщенных растворов при $20\text{ }^\circ\text{C}$ и при $100\text{ }^\circ\text{C}$. Вычислите молярную концентрацию насыщенного раствора при $20\text{ }^\circ\text{C}$, принимая его плотность равной плотности воды.

932. Какое из определений применимо к ортоборной кислоте: 1) растворимая, 2) малорастворимая, 3) нерастворимая, 4) сильная, 5) слабая, 6) одноосновная, 7) двухосновная, 8) многоосновная, 9) не диссоциирует, 10) диссоциирует в одну ступень, 11) диссоциирует в три ступени, 12) окислитель, 13) восстановитель, 14) амфотерное соединение?

933. Почему формулу ортоборной кислоты часто записывают в виде $B(OH)_3$? Какое взаимодействие H_3BO_3 с водой является причиной кислотности её раствора?

934. При нейтрализации ортоборной кислоты щелочами образуются тетрабораты или метабораты (в зависимости от соотношения реагентов). Напишите уравнения реакций и объясните, почему невозможно образование ортоборатов?

935. Борсодержащими солями являются метабораты, например $NaBO_2$ и тетрабораты, например $Na_2B_4O_7$. Какие кислоты можно получить из этих солей? Напишите уравнения соответствующих реакций. Вычислите массу ортоборной кислоты, образующейся из 1 кг буры $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ при её взаимодействии с раствором серной кислоты.

936. Вычислите массу ортоборной кислоты и объём раствора карбоната натрия ($\omega = 10\%$, $\rho = 1102 \text{ кг/м}^3$), необходимых для получения 1,54 кг буры.

937. Вычислите массы оксида бора и соды, необходимых для получения методом сплавления 10 кг безводного тетрабората натрия.

938. В 814 мл воды растворили 191 г буры. Чему равна массовая доля тетрабората натрия в полученном растворе?

939. При прокаливании буры в присутствии солей хрома, марганца и других металлов образуются метаборат натрия и B_2O_3 . Оксид бора, взаимодействуя с солями, образует окрашенные стеклообразные метабораты – «перлы буры». Напишите уравнения стадий и суммарные уравнения реакций, протекающих при прокаливании буры в присутствии сульфатов марганца (II) и хрома (III).

940. Расплавленная бура взаимодействует с оксидами металлов, удаляя их с поверхности металлов, поэтому её используют в качестве флюса при пайке металлов. Напишите уравнения реакций расплавленной буры с оксидами меди (II) и железа (III).

941. Как можно получить фторид бора BF_3 и тетрафтороборат кальция $\text{Ca}(\text{BF}_4)_2$ при наличии оксида бора, фторида кальция и серной кислоты? Напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения.

942. Для получения трифторида бора смесь оксида бора с фторидом кальция обрабатывают серной кислотой при нагревании. Какие массы B_2O_3 , CaF_2 и 96%-й H_2SO_4 требуются для получения 44,8 л BF_3 (н. у.)?

943. Для получения хлорида бора BCl_3 смесь оксида бора с углеродом нагревают в атмосфере хлора. Чему будут равны объёмы (после приведения к н. у.) полученных газообразных веществ (при 100%-м выходе), если для реакции взято 60 г B_2O_3 , 36 г углерода и 67,2 л (н. у.) хлора?

944. Опишите образование химической связи в молекулах BF_3 , BCl_3 и в ионе BF_4^- и их строение. Почему не существуют ионы BCl_4^- ?

945. Почему молекула BF_3 может присоединять к себе другие молекулы или ионы, например молекулы H_2O , NH_3 или ионы F^- ? Почему невозможно присоединение молекул CH_4 или SiH_4 ? Какое строение имеют молекулы $\text{BF}_3 \cdot \text{NH}_3$ и как можно назвать это соединение?

946. Галогениды бора активно взаимодействуют с водой. Напишите уравнения гидролиза BF_3 и BCl_3 . Чем различаются уравнения их гидролиза? Сравните с гидролизом SiF_4 и SiCl_4 .

947. Почему хлорид бора дымит на воздухе и почему плотность дыма увеличивается в атмосфере аммиака?

948. Объясните закономерности изменения характеристик в ряду галогенидов бора:

Формула галогенида	BF_3	BCl_3	BBr_3	BI_3
Энергия связи В–Гал, кДж/моль	635,4	434,7	405,5	351
$\Delta_f H^\circ$, кДж/моль	-1137,0	-427,1	-240	-37,2
$T_{\text{пл}}$, °С	-128	-107	-46	49,9
$T_{\text{кип}}$, °С	-100	12,5	89,8	209,5

949. При нагревании бора в парах серы образуется сульфид бора, который взаимодействует с водой, с сульфидом калия (или натрия) и с HNO_3 . Напишите уравнения соответствующих реакций.

950. Какой состав, строение, свойства и практическое значение имеет соединение, которое в технике называют эльбор, кубонит и боразон? Почему твёрдость этого соединения почти не уступает твёрдости алмаза? Как получают это соединение и при каких условиях оно взаимодействует с фтором, фтороводородной кислотой, кислородом, щелочами? Напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения.

951. Какой состав, строение, свойства и практическое значение имеют карбид бора и соединения бора с металлами – бориды?

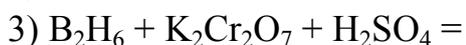
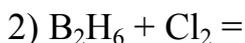
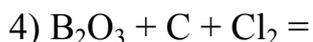
952. Какое соединение называется боразолом и почему его строение и физические свойства очень близки бензолу? Имеется ли сходство в химических свойствах этих соединений?

953. Напишите уравнения реакций получения борнометилового и борноэтилового эфиров и их структурные формулы. Какое практическое значение имеют эти соединения? Какие продукты образуются при их горении?

954. С какой целью в стекло вводится бор? Выразите состав борсодержавшего стекла «пирекс» мольным соотношением оксидов, если их массовые доли следующие: оксид кремния (IV) – 80,67 %; оксид бора – 12,55 %; оксид натрия – 4,45 %; оксид алюминия – 1,83 %; оксид кальция – 0,50 %.

955. Амфотерные свойства бора проявляются в существовании таких соединений, как ортофосфат бора, перхлорат бора, гидросульфат бора и ацетат бора. Напишите формулы этих соединений. Чем отличаются эти солеобразные соединения от солей типичных металлов?

956. Напишите уравнения реакций с участием бора и его соединений:



957. Напишите уравнения реакций: 1) азотная кислота вводится в разбавленный раствор буры; 2) трифторид бора пропускается через раствор карбоната натрия; 3) прокаливается смесь оксида бора, фторида кальция и ортофосфорной кислоты.

958. Напишите названия соединений: B_4H_{10} , FeB , $NaBH_4$, $K_2B_4O_7$, $Ba(BO_2)_2$. Напишите формулы соединений: фтороборная кислота, трихлорборазин, пероксоборат натрия, метафосфат борила.

959. Тетрагидрат пероксобората натрия $NaBO_3 \cdot 4H_2O$ получают окислением смеси растворов буры и $NaOH$ пероксидом водорода. Вычислите массу буры, объём 30%-го раствора $NaOH$ ($\rho = 1,33$) и объём 3%-го раствора H_2O_2 ($\rho \approx 1$), которые необходимы для получения 1 кг этого вещества. Напишите структурную формулу безводного пероксобората натрия.

960. При получении бора из буры проводятся реакции: 1) получение ортоборной кислоты из буры; 2) получение оксида бора из ортоборной кислоты; 3) магниитермическое восстановление B_2O_3 ; 4) обработка полученного продукта соляной кислотой для удаления MgO ; 5) обработка фтороводородной кислотой с целью удаления невосстановленного оксида бора. Напишите уравнения этих реакций.

6.2. АЛЮМИНИЙ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

Алюминий в природе. Получение алюминия. Взаимодействие алюминия с кислотами, щелочами, водой, оксидами и солями других металлов. Амфотерность оксида и гидроксида алюминия. Растворимость, гидролиз, получение и применение солей алюминия.

961. Опишите строение и характеристики атома алюминия в сравнении с бором. Объясните: 1) почему при переходе от бора к алюминию резко изменяются свойства элемента; 2) почему у алюминия координационное число равно шести, тогда как у бора – четырём.

962. Опишите распространённость алюминия в природе и приведите формулы наиболее известных алюминийсодержащих минералов (корунд, боксит, нефелин, каолин, альбит, ортоклаз, анортит). Какое отношение к алюминию имеют драгоценные камни рубин и сапфир?

963. Определите массовые доли оксида алюминия и алюминия в нефелине, если он не содержит примесей и если он содержит 12 % примесей.

964. Алюминий получают электролизом расплавленного криолита Na_3AlF_6 , в котором содержится 6–8 % оксида алюминия и 8–10 % смеси фторидов $\text{CaF}_2 + \text{MgF}_2$. Каковы роли криолита и фторидов кальция и магния в этом процессе? Как устроен электролизёр для получения алюминия? Какими схемами и реакциями описывается процесс электролиза?

965. Алюминий получают электролизом глинозёма в расплавленном криолите. Опишите процесс электролиза и вычислите массу глинозёма и количество электроэнергии, необходимых для получения 1 кг алюминия, если выход по току равен 60 %.

966. При получении алюминия электролизом глинозёма в расплавленном криолите сила тока составляет 30 кА, а выход по току 60 %. Какая масса алюминия образуется за одни сутки?

967. Опишите физические и химические свойства алюминия и его применение. Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

968. Как взаимодействует алюминий с разбавленной H_2SO_4 и концентрированной H_2SO_4 при нагревании? Напишите уравнения реакций, указав окислитель в каждой из них. Почему алюминий не взаимодействует с концентрированной серной кислотой при обычной температуре?

969. Какая масса алюминия потребуется для того, чтобы при реакции с соляной кислотой получить такое же количество водорода, какое выделяется при взаимодействии 11,5 г натрия с водой?

970. Смесь порошка алюминия и меди массой 15 г обработали раствором HCl ($\omega = 30,55\%$, $\rho = 1155 \text{ кг/м}^3$). Выделилось 5,25 л водорода (н. у.). Определите массовые доли (%) металлов в смеси.

971. Напишите уравнение реакции алюминия с разбавленной азотной кислотой, в которой одним из продуктов является нитрат аммония.

972. На сплав массой 20 г, состоящий из алюминия и меди, подействовали избытком концентрированной азотной кислоты. Выделилось 2,24 л газа (н. у.). Вычислите массовые доли (%) компонентов сплава.

973. Напишите уравнения реакций алюминия с раствором NaOH с образованием тетрагидроксоалюмината и гексагидроксоалюмината натрия. Одинаковы или различны объёмы водорода, выделяющегося в этих реакциях при взаимодействии одного и того же количества алюминия?

974. При обработке 22,5 г сплава алюминия с магнием раствором NaOH выделилось 16,8 л водорода при н. у. Вычислите массовые доли алюминия и магния в этом сплаве.

975. Почему алюминий взаимодействует с водой только в щелочной или в кислой среде? Почему амальгамированный алюминий хорошо взаимодействует с водой, а обычный – не взаимодействует?

976. Почему алюминий, не взаимодействующий с водой, взаимодействует с водными растворами хлорида аммония и карбоната натрия? Напишите уравнения соответствующих реакций.

977. Какой из растворов и почему нельзя кипятить в алюминиевой посуде: нитрат натрия, карбонат калия, хлорид калия, сульфат цинка?

978. При сгорании 18 г алюминия выделилось 558 кДж тепла. Вычислите энтальпию образования оксида алюминия, сравните со справочным значением, определите ошибку опыта.

979. Алюминий горит в углекислом газе, в оксиде азота (I) и в хлоре. Вычислите энтальпию этих реакций. В каком случае выделяется наибольшее количество теплоты при одной и той же массе сгоревшего алюминия?

980. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций получения оксида алюминия из простых веществ, из гидроксида и из нитрата алюминия. Покажите уравнениями реакций амфотерность оксида алюминия.

981. Вычислите температуру, при которой становится возможным получение оксида алюминия из $Al_2(SO_4)_3$. Целесообразно ли получение Al_2O_3 из этого соединения?

982. Покажите амфотерность оксида алюминия уравнениями его взаимодействия с кислотами (HCl и H_2SO_4) и с гидроксидом натрия в расплаве (с образованием мета- и ортоалюмината) и в растворе (с образованием тетрагидрокси- и гексагидрокси-комплексов).

983. Гидроксид алюминия осаждают из растворов солей раствором гидроксида натрия или аммиака. Напишите уравнения реакций. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при использовании раствора щёлочи, и почему они не нужны при использовании раствора аммиака?

984. Свежеосаждённый гидроксид алюминия применяется для осветления водопроводной воды, для сорбции из растворов радиоактивных элементов и тяжёлых металлов. Его получают непосредственно в очищаемой воде из сульфата алюминия и соды или из сульфата алюминия и гидрокарбоната кальция. Напишите уравнения реакций. Почему образующийся гидроксид алюминия обладает сорбционными свойствами?

985. Гидроксид алюминия существует в виде четырёх соединений: гидрагиллит (гиббсит), байерит, диаспор и бемит. Чем отличаются эти соединения по своему составу и свойствам?

986. Свежеосаждённый гидроксид алюминия со временем изменяет свой состав, строение и свойства. Как называется этот процесс и почему он происходит самопроизвольно? Как изменяются состав, строение и свойства $\text{Al}(\text{OH})_3$ в этом процессе? Как влияет температура на этот процесс?

987. Вычислите концентрацию OH^- -ионов в водной суспензии гидроксида алюминия ($\text{pH} = 1,6 \cdot 10^{-32}$). Изменяет ли эта концентрация нейтральную среду воды на щелочную?

988. Напишите схемы диссоциации гидроксида алюминия по типу кислот и оснований (не упрощая, с участием H_2O) и уравнения реакций, иллюстрирующих амфотерность этого соединения.

989. Как получают и где применяют алюмогель? Какая (или какие) из приведенных формул соответствует алюмогелю: $\text{Al}(\text{OH})_3$, AlOOH , Al_2O_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $\text{H}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$?

990. Напишите формулы солей алюминия: 1) бромид алюминия, 2) гексагидрат хлорида алюминия, 3) наногидрат нитрата алюминия, 4) сульфат алюминия (безводный), 5) сульфат алюминия (кристаллогидрат), 6) алюмокалиевые квасцы, 7) алюмоаммониевые квасцы, 8) гексагидрат перхлората алюминия, 9) ортофосфат алюминия, 10) сульфид алюминия.

991. Молекулярная масса вещества равна 213. Массовые доли алюминия, азота и кислорода в нём составляют 12,67 %, 19,72 % и 67,61 %. Определите формулу вещества.

992. Почему в водных растворах нельзя получить сульфид алюминия, карбонат алюминия, сульфит алюминия и цианид алюминия? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

993. Напишите уравнения гидролиза $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3 , $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$, Al_2S_3 . Какая из этих солей и почему подвергается полному гидролизу?

994. Напишите уравнения гидролиза (в молекулярном и в ионном виде) сульфата алюминия по всем ступеням. При каких условиях гидролиз идёт в основном по первой ступени и при каких – по всем ступеням?

995. Что происходит на электродах и в растворе сульфата алюминия при его электролизе?

996. Сульфат алюминия получают из глины, богатой каолинитом. Для этого глину обжигают при $700\dots 800\text{ }^\circ\text{C}$, а затем обрабатывают 75%-й серной кислотой (плотность 1670 кг/м^3). Какая масса глины, содержащей 90 % каолинита, и какой объём 75%-й H_2SO_4 необходимы для получения одной тонны $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$? Для каких целей получают сульфат алюминия?

997. В одном литре воды растворено 400 г кристаллогидрата сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. Чему равна массовая доля сульфата алюминия в полученном растворе (в % с точностью до десятых долей)?

998. Напишите уравнения реакций, с помощью которых осуществляются превращения: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$. Вычислите молярную концентрацию исходного раствора сульфата алюминия, если после проведения этих реакций из 2,0 л этого раствора получено 6,12 г Al_2O_3 .

999. Криолит в промышленности получают взаимодействием гидроксида алюминия с содой в растворе фтороводородной кислоты. Напишите уравнение реакции. Вычислите массы $\text{Al}(\text{OH})_3$ и Na_2CO_3 и объём 36%-й фтороводородной кислоты ($\rho = 1,118$), необходимые для получения одной тонны криолита. Для каких целей получают криолит?

1000. В реакции 5,4 г алюминия с фтором выделяется 302,0 кДж тепла, а в реакции 16,2 г алюминия с хлором – 422,5 кДж. Вычислите энтальпию образования AlF_3 и AlCl_3 . Почему абсолютная величина энтальпии образования AlF_3 больше?

1001. Безводный хлорид алюминия получают действием смеси хлора и СО на обезвоженный каолинит. Какая масса AlCl_3 может быть получена из одной тонны обезвоженного каолинита, если выход реакции равен 90 %? Для каких целей получают хлорид алюминия?

1002. Хлорид алюминия на воздухе дымит, а в воде растворяется с шипением и разогревом. Объясните причину этих явлений. Можно ли из кристаллогидрата хлорида алюминия $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ получить безводный хлорид алюминия нагреванием?

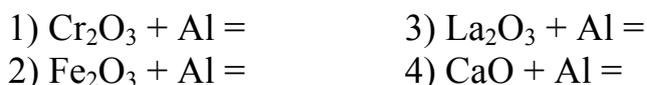
1003. Напишите уравнения ступенчатого гидролиза хлорида алюминия. Добавление каких веществ из числа H_2SO_4 , ZnCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, Zn приводит к увеличению гидролиза AlCl_3 ? Какие вещества образуются при смешивании растворов хлорида алюминия и карбоната натрия?

1004. Из алюмокалиевых квасцов необходимо получить $\text{Al}(\text{OH})_3$, BaSO_4 и KAlO_2 . Напишите уравнения реакций и вычислите массу квасцов, которая потребуется для получения 100 г каждого вещества.

1005. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций алюминия с углеродом, азотом, фосфором, серой. Какие продукты образуются при взаимодействии карбида, нитрида, фосфида и сульфида алюминия с водой? Из какой массы нитрида алюминия можно получить 10 л аммиака (н. у.)?

1006. Напишите уравнения реакций получения тетрагидridoалюмината лития и его взаимодействия с водой и соляной кислотой. Почему это соединение более реакционноспособно, чем такое же соединение бора?

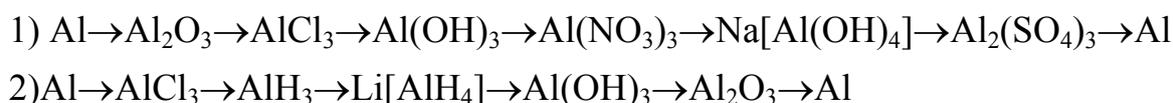
1007. В чём состоит сущность процессов алюмотермии? Для данных реакций получения хрома, железа, лантана и кальция методом алюмотермии вычислите энергию Гиббса при 1500 К и по результатам вычислений сделайте вывод:



1008. Железо-алюминиевый термит (смесь алюминиевого порошка и железной окалины Fe_3O_4) применяется в качестве зажигательного состава, для сварки рельсов и стальных изделий, для размораживания мёрзлых грунтов и т. д. Вычислите энтальпию взаимодействия компонентов термита. Какая температура развивается при «горении» термита?

1009. Напишите уравнения реакций, если: 1) на металлический алюминий действуют щелочным раствором KNO_3 ; 2) соляная кислота приливается к раствору гексагидроксоалюмината натрия; 3) на нитрид алюминия действуют горячим раствором NaOH ; 4) нитрат алюминия вводится в концентрированный раствор сульфида натрия; 5) карбид алюминия обрабатывается концентрированным раствором щёлочи.

1010. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления превращений:



6.3. ГАЛЛИЙ, ИНДИЙ, ТАЛЛИЙ

Положение элементов в периодической системе, строение их атомов. Физические и химические свойства простых веществ. Важнейшие соединения галлия, индия, таллия (состав, строение свойства, получение).

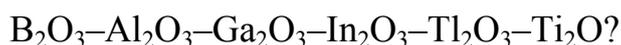
1011. Опишите положение галлия в периодической системе, строение его атома, свойства в сравнении с алюминием. Почему этот металл имеет очень широкий температурный диапазон существования в жидком состоянии? Опишите историю открытия этого элемента, происхождение его названия и его роль в утверждении периодического закона.

1012. Опишите физические и химические свойства индия в сравнении с алюминием и галлием, приведите формулы его наиболее известных соединений, напишите уравнения реакций с кислородом, кислотами и щелочами. С чем связано название этого элемента, каковы природные ресурсы индия, как его получают и где он применяется?

1013. Опишите физические и химические свойства таллия, приведите формулы его важнейших соединений и уравнения реакций с кислородом, галогенами, водой, кислотами и щелочами. Объясните, почему этот элемент в соединениях бывает в двух степенях окисления?

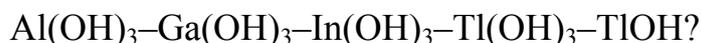
1014. Какие степени окисления проявляют элементы подгруппы галлия в своих соединениях? Какая степень окисления устойчива для галлия и индия, и какая – для таллия? Ответ иллюстрируйте примерами соединений и уравнениями реакций.

1015. Как изменяются основно-кислотные свойства оксидов в ряду



Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

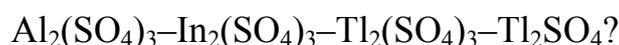
1016. Как изменяются основно-кислотные свойства гидроксидов в ряду



Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1017. Почему кислотные свойства у $\text{Ga}(\text{OH})_3$ выражены сильнее, чем у $\text{Al}(\text{OH})_3$ и почему гидроксид галлия называют идеальным амфолитом? Покажите амфотерные свойства $\text{Ga}(\text{OH})_3$ уравнениями реакций.

1018. Как изменяется гидролизуемость солей в ряду



Напишите уравнение гидролиза сульфата индия по первой ступени в молекулярном и в ионном виде.

1019. Произведение растворимости сульфида индия (III) равно $5,75 \cdot 10^{-74}$. Какой объём воды потребовался бы для растворения одного грамма этого соединения, если бы возникла такая необходимость?

1020. Чем обусловлено сходство химии таллия и щелочных металлов и в чём оно проявляется?

1021. Почему таллий называют «парадоксальным» элементом и в чём проявляется его сходство с серебром?

1022. Почему таллий называют «парадоксальным» элементом и в чём проявляется его сходство со свинцом?

1023. Объясните, почему таллий, в отличие от алюминия, взаимодействует с водой, хотя его электродный потенциал ($-0,71$ В) менее отрицателен по сравнению с электродным потенциалом алюминия ($-1,66$ В).

1024. Почему таллий, взаимодействующий с водой активнее, чем алюминий, со щелочами, в отличие от алюминия, взаимодействует лишь в присутствии окислителя?

1025. Произведение растворимости Tl_2CO_3 равно $4 \cdot 10^{-3}$. Вычислите массовую долю этого соединения в насыщенном растворе.

1026. Произведение растворимости сульфата таллия (I) равно $4 \cdot 10^{-3}$. Чему равна молярная концентрация насыщенного раствора этой соли?

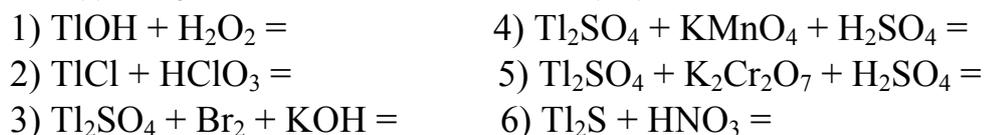
1027. Произведение растворимости $TlCl$ равно $1,7 \cdot 10^{-4}$. Образуется ли осадок этого соединения в сантимольном растворе нитрата таллия (I) при прибавлении к нему равного объёма 1%-го раствора хлорида калия?

1028. Коэффициент растворимости галогенидов натрия при $20^\circ C$ равен: $NaCl - 35,9$; $NaBr - 90,8$; $NaI - 179,3$. Произведение растворимости галогенидов таллия (I) при $20^\circ C$ равно: $TlCl - 1,7 \cdot 10^{-4}$; $TlBr - 3,9 \cdot 10^{-6}$; $TlI - 5,8 \cdot 10^{-8}$. Объясните, почему галогениды таллия, в отличие от галогенидов натрия, малорастворимы в воде и почему их растворимость в ряду $TlCl - TlBr - TlI$ не увеличивается, а уменьшается.

1029. Напишите уравнения окислительно-восстановительных реакций с участием соединений галлия (I), индия (I) и таллия (III):



1030. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из соединений таллия(I) получают соединения таллия(III):



Глава седьмая ХИМИЯ S-ЭЛЕМЕНТОВ

7.1. ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Строение атомов и общие свойства щелочных элементов. Получение, свойства и применение металлов. Получение и свойства гидридов. Соединения щелочных металлов с кислородом. Взаимодействие щелочных металлов с водой. Получение, свойства и применение щелочей и наиболее распространённых солей.

1031. Почему элементы главной подгруппы первой группы периодической системы называются щелочными? Из каких природных соединений и какими методами получают самые распространённые щелочные металлы натрия и калий?

1032. Чем объясняется, что по многим свойствам литий заметно отличается от других щелочных металлов? В чём конкретно проявляется отличие химии лития от химии остальных щелочных металлов?

1033. Приведите значения ионизационных (J) и электродных (φ°) потенциалов щелочных металлов. Объясните, почему по значению φ° литий имеет наибольшие, а по значению J наименьшие восстановительные свойства по сравнению с другими щелочными металлами.

1034. Опишите и подтвердите уравнениями реакций химические свойства щелочных металлов.

1035. Используя методы ВС и МО, объясните образование двухатомных молекул щелочных металлов. При каких условиях они существуют? Как изменяется энергия связи в ряду $\text{Li}_2\text{--Na}_2\text{--K}_2\text{--Rb}_2\text{--Cs}_2$?

1036. Какая масса натрия образуется при электролизе одной тонны расплавленной эвтектической смеси $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$, в которой массовая доля хлорида натрия составляет 45 %? Какое количество электричества затрачивается на проведение электролиза, если выход по току равен 75 %?

1037. Почему при температуре выше 400 °С менее активный металл натрий вытесняет более активный калий из расплавленного гидроксида калия? Какое практическое применение имеет эта реакция?

1038. Почему при температуре выше 800 °С менее активный металл натрий вытесняет более активный калий из расплавленного хлорида калия? Какое практическое применение имеет эта реакция?

1039. Проведите термодинамические расчёты, доказывающие возможность использования натрия для металлотермического получения титана из $TiCl_4$. Какие другие металлы получают натрийтермическим восстановлением? Почему щелочные металлы не применяются для восстановления других металлов из водных растворов солей?

1040. Какие соединения образуются при сгорании щелочных металлов в кислороде и как они взаимодействуют с водой? Напишите уравнения соответствующих реакций для лития, натрия, калия, рубидия и цезия.

1041. Как, имея металлический натрий и кислород, можно получить сначала Na_2O_2 , а затем Na_2O ? С помощью какого реактива можно идентифицировать эти соединения? Напишите уравнения реакций.

1042. Известный российский химик Я.И. Михайленко, работавший в 1900–1924 гг. в Томском технологическом институте (сейчас это Томский политехнический университет) в годы Первой мировой войны организовал в Томске производство пероксида натрия, используемого для регенерации кислорода в изолирующих противогазах и в замкнутых помещениях, в которых накапливается углекислый газ. На какой реакции основано это применение пероксида натрия?

1043. Какой объём (н. у.) углекислого газа может поглотить 1 кг пероксида натрия и какой объём кислорода при этом выделится?

1044. Напишите продукты окислительно-восстановительных реакций с участием пероксида натрия и укажите чем является Na_2O_2 (восстановителем или окислителем?) в каждой из этих реакций:



1045. Пероксид натрия взаимодействует с порошкообразным алюминием с образованием метаалюмината, с оксидом хрома (III) – хромата, с диоксидом марганца – манганата, с оксидом углерода (II) – карбоната. Напишите уравнения этих реакций.

1046. Напишите формулы оксида, пероксида, надпероксида и озонида калия. Какие ионы находятся в узлах кристаллических решёток этих соединений?

1047. Как называется соединение KO_2 и как оно взаимодействует с водой и с углекислым газом? Какой объём CO_2 взаимодействует с 1 кг KO_2 и какой объём кислорода при этом выделяется? Какое практическое применение может иметь эта реакция?

1048. Вычислите энергию Гиббса (при стандартных условиях) для реакций оксидов всех (кроме франция) щелочных металлов с водой:



Какой вывод можно сделать по результатам этих вычислений?

1049. Напишите уравнения всех реакций, протекающих при хранении натрия на открытом воздухе.

1050. Напишите уравнения всех реакций, протекающих при хранении калия на открытом воздухе.

1051. Озонид калия образуется при действии озона на твёрдый гидроксид калия по схеме:

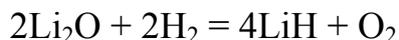


Используя метод электронного баланса, напишите уравнение этой реакции.

1052. При каких условиях щелочные металлы взаимодействуют с водородом, какие соединения образуются при этом и как они взаимодействуют с водой? Как можно теоретически обосновать и практически доказать, что водород в гидридах находится в степени окисления -1 ?

1053. Почему гидриды щелочных металлов называются солеобразными? Как их получают и какие свойства для них характерны? Чему равен объём водорода (при н. у.), получаемого из 1 кг гидрида лития?

1054. Проведите термодинамические расчёты для реакции:



и сделайте по результатам расчёта вывод.

1055. Напишите уравнения и названия продуктов реакций натрия с водородом, кислородом, азотом и серой. Как изменяется степень окисления атомов окислителя в каждой из этих реакций? Что образуется при взаимодействии получаемых соединений с водой?

1056. При взаимодействии с водой щелочного металла массой 5,75 г выделилось 2,8 л газа (н. у.). Какой металл взаимодействовал с водой?

1057. Сплав лития с рубидием массой 13,3 г при взаимодействии с водой выделяет 1,04 г водорода. Определите состав сплава, ответ выразите в массовых процентах.

1058. При взаимодействии с водой 6,2 г сплава калия с другим щелочным металлом образуется 2,24 г водорода (н. у.). Какой щелочной металл находится в сплаве с калием, если состав сплава – эквимольный?

1059. В сосуд, содержащий 100 мл воды, поместили 4,6 г металлического натрия. Вычислите массовую долю NaOH в полученном растворе.

1060. При взаимодействии одной тонны карбоната натрия с гашёной известью было получено 700 кг NaOH. Определите выход продукта.

1061. Какая масса KOH получится при взаимодействии достаточного количества гашёной извести с 500 кг поташа, если выход продукта составляет 90 %?

1062. При электролизе раствора хлорида натрия (сила тока 500 А; время электролиза 10 ч) было получено 50 кг 14%-го раствора гидроксида натрия. Определите выход по току.

1063. Какая масса гидроксида натрия может быть получена из одной тонны хлорида натрия электролизом раствора этого вещества, если в нём содержится 2 % примесей, а выход по току составляет 95 %?

1064. Почему растворы гидроксидов натрия и калия, в особенности концентрированные, нельзя длительное время хранить в стеклянной посуде? Из какого металла должны быть изготовлены тигли, предназначенные для работы с расплавленными щелочами? Можно ли использовать для этой цели тигли из платины, железа, никеля, кварца, фарфора, корунда?

1065. В одном литре воды растворено 2 моль гидроксида натрия. Чему равна массовая доля NaOH в растворе?

1066. Определите массовую долю NaOH в 3 н растворе, если плотность раствора равна 1120 кг/м³.

1067. В каком объёме воды следует растворить 100 г KOH, чтобы получить 5%-й раствор щёлочи?

1068. Какой объём воды необходимо прибавить к 1 кг 25%-го раствора гидроксида натрия, чтобы получить 10%-й раствор щёлочи?

1069. Какой объём 40%-го раствора NaOH ($\rho = 1,43$) потребуется для приготовления 0,5 л однонормального раствора этой щёлочи?

1070. Какой объём 40%-го раствора NaOH ($\rho = 1,43$) надо прибавить к одному килограмму 10%-го раствора, чтобы получить 12%-й раствор?

1071. Какой объём 10%-го раствора NaOH ($\rho = 1,11$) потребуется для нейтрализации 200 мл 10%-го раствора H_2SO_4 ($\rho = 1,065$)?

1072. На нейтрализацию 100 мл 0,5 М раствора азотной кислоты израсходовано 80 мл раствора гидроксида калия. Какая масса KOH содержится в одном литре этого раствора?

1073. Какой объём 2 н раствора гидроксида калия потребуется для осаждения всего железа, содержащегося в одном литре одномолярного раствора $FeCl_3$?

1074. Какие соединения называются: кальцинированная сода, кристаллическая сода, пищевая сода, поташ, глауберова соль? Какие из них встречаются в природе?

1075. Опишите аммиачно-хлоридный способ получения карбоната натрия. Какой объём рассола с содержанием хлорида натрия 300 г/л теоретически необходим для получения одной тонны Na_2CO_3 ?

1076. Напишите уравнение реакции получения соды из сульфата натрия методом спекания его с углём и известняком. Какие функции выполняет при этом уголь и известняк? Чему равен теоретический расход Na_2SO_4 , $CaCO_3$ и угля на получение одной тонны соды?

1077. В каких производствах применяется поташ? Как можно получить поташ, имея в распоряжении вещества K_2SO_4 , $Ba(OH)_2$, $CaCO_3$, HCl , H_2O ? Напишите уравнения реакций.

1078. Какая масса гидроксида калия и какой объём CO_2 при 17 °С и 101325 Па теоретически потребуются для получения 100 кг поташа?

1079. Через раствор, содержащий 160 г NaOH, пропустили углекислый газ, полученный при действии избытка соляной кислоты на 400 г карбоната кальция. Какая соль при этом образовалась, если CO_2 провзаимодействовал с NaOH полностью? Определите её количество и массу.

1080. Какие продукты образуются при термолизе карбонатов щелочных металлов? Почему вначале увеличивается, а затем уменьшается температура разложения карбонатов в ряду Li_2CO_3 (730 °С) – Na_2CO_3 (860 °С) – K_2CO_3 (900 °С) – Rb_2CO_3 (835 °С) – Cs_2CO_3 (739 °С)?

1081. Какая соль получается, если углекислый газ, образующийся при сгорании 18 л метана (н. у.), полностью взаимодействует с гидроксидом калия, который содержится в 100 мл 32%-го раствора этой щёлочи (плотность этого раствора равна 1310 кг/м³)?

1082. Что происходит при нагревании карбонатов и гидрокарбонатов калия и натрия? Напишите уравнения реакций. Как можно гидрокарбонат калия перевести в карбонат без нагревания?

1083. Напишите уравнения реакций получения из кальцинированной соды: а) Na_2SO_4 ; б) NaHSO_4 ; в) NaHCO_3 ; г) Na_2SiO_3 ; д) NaNO_3 .

1084. Напишите уравнения реакций, протекающих при пропускании через раствор карбоната натрия: а) хлора; б) NO_2 ; в) SO_2 .

1085. При действии серной кислоты на смесь карбоната и гидроксида калия выделилось 13,4 л газа (н. у.) и образовалось 32,4 г воды. Определите массы и массовые доли компонентов смеси.

1086. Какая масса карбоната натрия потребуется для нейтрализации одного литра серной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 2 н.?

1087. Какой объём 2 М раствора карбоната натрия потребуется для нейтрализации одного литра ортофосфорной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 3 н.?

1088. Карбонат натрия в водном растворе взаимодействует с хлоридом аммония, но реакция обратима. В каком направлении смещается равновесие этой реакции при нагревании?

1089. Напишите уравнения гидролиза карбонатов натрия и калия. Вычислите константу и степень гидролиза в 0,1 М растворах и рН этих растворов. Почему показатели гидролиза этих солей одинаковые?

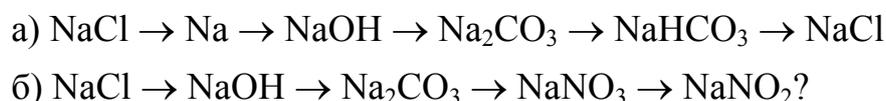
1090. Объясните возможность (или невозможность) и напишите уравнения гидролиза солей калия: KCl , K_3PO_4 , KCN , K_2CO_3 , K_2S , KNO_3 , KNO_2 , K_2SO_3 . Расположите формулы солей в ряд по увеличению рН их растворов одинаковой концентрации.

1091. Как можно получить в водном растворе хлорид калия из сульфата калия по ионообменной реакции сульфата с хлоридом калия?

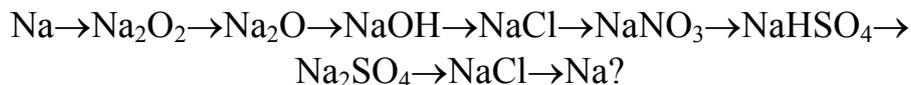
1092. Приведённые схемы заполните таким образом, чтобы получились уравнения реакций, протекающих до конца:



1093. При помощи каких реакций и при каких условиях их проведения можно осуществить следующие превращения:



1094. При помощи каких реакций и при каких условиях их проведения можно осуществить следующие превращения:



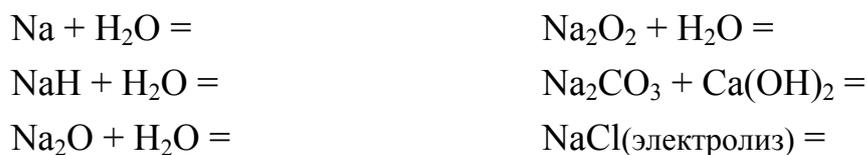
1095. Напишите уравнения реакции с участием лития и его соединений:

$\text{Li} + \text{O}_2 =$	$\text{LiH} + \text{H}_2\text{O} =$	$\text{Li}(\text{OH}) + \text{CO}_2 =$
$\text{Li} + \text{H}_2\text{O} =$	$\text{LiH} + \text{Cl}_2 =$	$\text{LiH} + \text{HCl} =$

1096. Напишите уравнения реакции с участием натрия и его соединений:



1097. Напишите уравнения реакции с участием натрия и его соединений:



1098. Напишите уравнения реакции с участием калия и его соединений:



1099. Какие соединения калия и натрия содержатся в организме человека и в наших биохимических процессах они участвуют? Какие соединения калия и натрия используются в качестве удобрений?

1100. В атомной энергетике используется сплав калия с натрием, мольное соотношение компонентов (K:Na) в котором равно 2:1. Выразите состав этого сплава в массовых процентах и объясните его применение.

8.2. s-ЭЛЕМЕНТЫ ВТОРОЙ ГРУППЫ

Общие свойства элементов. Особенности бериллия. Магний и его важнейшие соединения. Кальций и его соединения. Барий, его соли и соединения с кислородом. Жёсткость воды и её устранение. Цепочки превращений.

1101. Напишите электронные формулы s-элементов второй группы. Какой из них амфотерен, какой радиоактивен, какие называются щелочно-земельными элементами? Как изменяются характеристики атомов и свойства элементов в ряду Be–Mg–Ca–Sr–Ba?

1102. Какие соединения s-элементов второй группы являются природными соединениями, какие из них используются в хозяйственной деятельности человека, как получают из природных соединений простые вещества?

1103. В чём состоит сходство и отличие щелочных и щелочноземельных металлов? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1104. Опишите взаимодействия бериллия, магния, кальция, стронция и бария с кислородом и галогенами и отношение образующихся соединений к воде, кислотам и щелочам.

1105. Опишите взаимодействия бериллия, магния, кальция, стронция и бария с водородом, азотом, серой и углеродом и отношение образующихся соединений к воде, кислотам и щелочам.

1106. Чем отличается бериллий и его соединения от его аналогов и как это отличие объясняется? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1107. Как получают бериллий и как этот металл взаимодействует с кислотами, щелочами и водой? Какие свойства бериллия обуславливают его использование в авиастроении, машиностроении и атомных реакторах?

1108. Покажите уравнениями реакций амфотерность бериллия, оксида бериллия, гидроксида бериллия и фторида бериллия.

1109. Какие типы гибридизации орбиталей бериллия имеют место при образовании его соединений (привести примеры)? Приведите формулы соединений бериллия, в которых химическая связь образуется по донорно-акцепторному механизму, покажите механизм образования этих связей.

1110. Почему галогениды бериллия в твёрдом состоянии являются полимерными соединениями? Чему равно координационное число бе-

риллия в этих соединениях? Покажите механизм образования и схему строения полимерного хлорида бериллия; укажите «мостиковые» связи.

1111. Почему бериллий образует комплексные соединения, тогда как для его аналогов комплексообразование не характерно? Приведите примеры комплексных соединений бериллия. Напишите уравнение реакции получения тетрафторобериллата калия.

1112. Напишите уравнения гидролиза нитрата и хлорида бериллия. Как повлияет на равновесие гидролиза добавление к растворам этих солей: а) кислоты, б) щёлочи, в) соды?

1113. Как получают магний, и как этот металл взаимодействует с кислотами, щелочами и водой? Чем отличается его соединения от соединений его аналогов? Где применяются магний, его сплавы и его соединения?

1114. Энтальпия образования оксида магния равна $-601,8$ кДж/моль. Сколько тепла выделяется при сгорании 100 г магния?

1115. Магний сгорает не только в кислороде, но может гореть и в атмосфере углекислого газа. Напишите уравнение реакции и подтвердите расчётом возможность её самопроизвольного протекания при 1000 К.

1116. Магний применяется в качестве восстановителя при получении титана из $TiCl_4$. Какую массу титана можно получить с помощью 100 кг магния? Какие другие металлы получают магниетермическим способом?

1117. Почему магний устойчив к действию воды при обычной температуре, но взаимодействует с ней при нагревании и в присутствии растворённого хлорида аммония?

1118. Напишите уравнение реакции получения жжёной магнезии из магнезита. При какой температуре возможна эта реакция и с какой целью получают этот продукт?

1119. Почему человеку дают водную суспензию жжёной магнезии, если он нечаянно выпил раствор кислоты? Можно ли в таких случаях MgO заменить оксидом бериллия или оксидом бария?

1120. Как можно очистить гидроксид магния от примеси $Be(OH)_2$, карбонат натрия от примеси $BeCO_3$, фторид магния от BeF_2 ? Напишите уравнения соответствующих реакций.

1121. Выпадет ли осадок MgCO_3 , произведение растворимости которого равно $2 \cdot 10^{-4}$, если к 100 мл 0,01 М раствора MgCl_2 прибавить 100 мл сантимольярного раствора соды?

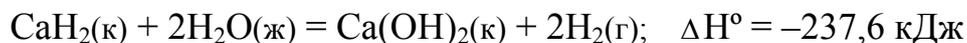
1122. Какая соль при одинаковых условиях в большей степени подвергается гидролизу: $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$ или $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$? Напишите уравнения гидролиза в молекулярном и ионном виде.

1123. Чему равно содержание кальция в земной коре, в состав каких минералов он входит и как его получают? Как этот металл взаимодействует с кислотами, щелочами и водой? Где применяется этот металл?

1124. При сгорании 1,5 г кальция выделяется 23,8 кДж тепла. Вычислите энтальпию образования оксида кальция.

1125. Металлический кальций получают электролизом расплавленного хлорида кальция. Почему не проводят электролиз раствора CaCl_2 ? Какая масса хлорида кальция расходуется на получение одного кг кальция, если выход продукта составляет 95 %? Сколько времени надо проводить электролиз при силе тока 1000 А для получения одного кг металла?

1126. Вычислите энтальпию образования гидроксида кальция, исходя из энтальпий образования гидроксида кальция ($-985,6$ кДж/моль), воды ($-285,5$ кДж/моль) и термехимического уравнения:



1127. Гидрид кальция используют для получения водорода. Какой объём водорода, приведённый к н. у., можно получить из 1 кг CaH_2 при его термическом разложении и при взаимодействии с водой?

1128. С какой целью в промышленности проводят в обжиг известняка? Какой объём CO_2 (н. у.) и какую массу $\text{Ca}(\text{OH})_2$ можно получить из одной тонны известняка, если он содержит 90 % CaCO_3 ?

1129. Равновесное давление газа, получающегося при разложении твёрдого вещества, называется давлением диссоциации этого вещества. Давление диссоциации карбоната калия при различных температурах имеет следующие значения:

T, °C	500	600	700	800	900	1000
P, кПа	0,015	0,313	3,37	22,4	103,1	361,3

При каких условиях необходимо проводить обжиг известняка, чтобы его разложение было полным?

1130. При разложении 142 г смеси карбонатов кальция и магния выделилось 33,6 л (н. у.) углекислого газа. Определите массовые доли (%) CaCO_3 и MgCO_3 в смеси.

1131. При прокаливании 25 кг карбоната кальция его масса уменьшилась на 2,2 кг. Определите массовую долю (%) разложившегося CaCO_3 .

1132. Из 5 т известняка, содержащего 4 % примесей, было получено 3 т гашёной извести. Определите выход продукта.

1133. Смесь мела и гашёной извести, содержащую 5 % CaCO_3 , обработали 10%-й соляной кислотой ($\rho = 1,05$). При этом выделилось 1,12 л газа (н. у.). Чему равна масса взятой смеси и объём кислоты, вступившей в реакцию?

1134. При получении углекислого газа в лабораторных условиях на известняк, мел или мрамор действуют соляной кислотой. Можно ли вместо соляной кислоты использовать серную, азотную или фосфорную кислоту?

1135. Какую массу известняка, содержащего 94 % CaCO_3 , загружают в аппарат Киппа для получения 100 л CO_2 (н. у.)? Изобразите схематически аппарат Киппа и опишите, как он работает.

1136. Если через суспензию карбона магния, кальция или бария пропускать углекислый газ, то раствор становится прозрачным, но если его нагреть, то он снова становится мутным. Объясните этот опыт, напишите уравнения реакций.

1137. Как осуществляется круговорот кальция и магния в природе и какова биологическая роль их соединений?

1138. Какие соединения кальция и магния применяются в качестве строительных материалов и входят в их состав? Чем объясняется возможность подобного применения соединений кальция и магния?

1139. Какой состав имеет натронная известь, применяемая для осушки газов, какие из перечисленных газов (Cl_2 , SO_2 , O_2 , H_2 , H_2S , NH_3 , CH_4) можно сушить натронной известью?

1140. Коэффициент растворимости гидроксидов кальция, стронция и бария при 20 °С равен 1,56; 8,0 и 38,0 соответственно. Чему равны массовые доли этих веществ в их насыщенных растворах? Почему в ряду $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – $\text{Sr}(\text{OH})_2$ – $\text{Ba}(\text{OH})_2$ растворимость увеличивается?

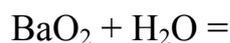
1141. Какой состав имеют «известковое молоко» и «баритовая вода» и где они используются?

1142. Для нейтрализации 100 мл раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$, насыщенного при 25 °С, потребовалось 49 мл децинормальной соляной кислоты. Вычислите произведение растворимости гидроксида кальция при этой температуре.

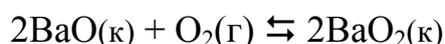
1143. В химической практике часто используется насыщенный раствор сульфата кальция. Чему равна молярная концентрация катионов Ca^{2+} в таком растворе, если произведение растворимости CaSO_4 равно $3,6 \cdot 10^{-5}$?

1144. К раствору, содержащему катионы Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} в одинаковой концентрации, добавляется по каплям в раствор соды. В какой последовательности выпадают в осадок карбонаты?

1145. Как получают пероксид бария и каково его практическое применение? Напишите уравнения реакций с участием этого соединения:



1146. Проведите термодинамический расчёт обратимой реакции:



При каких температурах образуется пероксид бария, а при каких из него можно получать кислород?

1147. Содержание каких солей кальция и магния в воде обуславливает временную и постоянную жёсткость воды? В каких единицах выражается жёсткость воды? Какая вода называется мягкой, жёсткой и очень жёсткой?

1148. На взаимодействие гидрокарбонатов кальция и магния, содержащихся в 2 л воды, израсходовано 2,12 г кальцинированной соды. Вычислите жесткость воды и укажите категорию жёсткости.

1149. Минеральная вода содержит 0,40 г/л ионов кальция и 0,06 г/л ионов магния. Какова жёсткость этой воды?

1150. Определите карбонатную жёсткость воды, в одном литре которой содержится по 100 мг $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$.

1151. Опишите способы устранения жёсткости воды. Жёсткая вода содержит 50 мг/л $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и 15 мг/л CaSO_4 . Какая масса кальцинированной соды потребуется для умягчения одного м^3 этой воды?

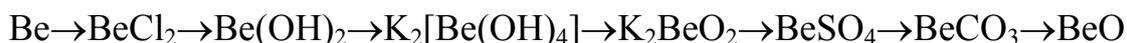
1152. Какую массу кальцинированной соды необходимо добавить к 1 м^3 воды, чтобы устранить её жёсткость, равную 4,5 мэк/л?

1153. В одном литре воды содержится 324 мг гидрокарбоната кальция. Какую массу кальцинированной соды необходимо прибавить к 2 м^3 этой воды для устранения её жёсткости?

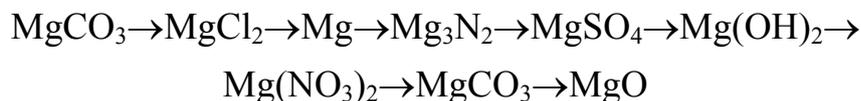
1154. Некарбонатная жёсткость воды равна 4,5 мэк/л. Какая масса ортофосфата натрия потребуется для устранения жёсткости в 1 м^3 этой воды?

1155. Вычислите карбонатную жёсткость воды, если на титрование 100 мл этой воды израсходовано 5,25 мл децинормальной соляной кислоты.

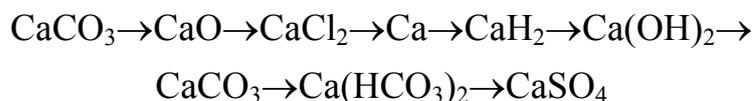
1156. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления следующих превращений:



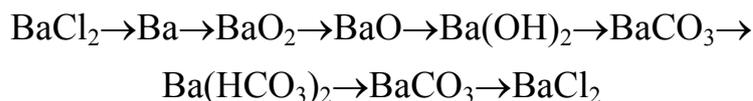
1157. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления следующих превращений:



1158. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления следующих превращений:



1159. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления следующих превращений:



1160. Кальций и барий используется в качестве геттеров. Что означает это понятие? В каких устройствах и с какой целью применяются геттеры?

Глава восьмая ПЕРЕХОДНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

8.1. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Строение атомов и степени окисления d-элементов в соединениях. Общие закономерности получения простых веществ. Свойства простых веществ и соединений и закономерности их изменения в периодах и в группах. Комплексообразование.

1161. В каких периодах, группах и подгруппах периодической системы расположены d-элементы? Что определяет принадлежность элемента к семейству d-элементов? Какие свойства наиболее характерны для d-элементов?

1162. Приведите названия и символы всех d-элементов 4-го периода. Напишите их электронные формулы. Какие орбитали и электроны атомов этих элементов являются валентными?

1163. Приведите названия и символы всех d-элементов 5-го периода. Напишите их электронные формулы. Какие орбитали и электроны атомов этих элементов являются валентными?

1164. Приведите названия и символы всех d-элементов 6-го периода. Напишите их электронные формулы. Какие орбитали и электроны атомов этих элементов являются валентными?

1165. Как в ряду d-элементов 4-го периода изменяется высшая степень окисления и как это связано с электронным строением их атомов? Приведите примеры соединений этих элементов в высшей степени окисления.

1166. Исходя из строения атомов ванадия, железа и циркония, определите максимальную валентность и максимальную степень окисления этих элементов. Приведите примеры соответствующих соединений.

1167. Напишите электронные формулы ионов d-элементов Cr^{2+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} и сравните их с электронными формулами атомов.

1168. Напишите электронные формулы ионов d-элементов Sc^{3+} , Zn^{2+} , Ti^{2+} , Cu^+ , Cu^{2+} и сравните их с электронными формулами атомов.

1169. Почему все d-элементы являются металлами? Почему для большинства d-элементов характерно разнообразие степеней окисления в соединениях? Приведите примеры соединений титана, марганца и железа в различных степенях окисления.

1170. Выпишите из справочника значения металлических радиусов d-элементов первой (4-й период), второй (5-й период) и третьей (6-й период) декад. Постройте графики зависимости металлических радиусов от атомного номера элементов. Опишите и объясните наблюдаемую зависимость.

1171. Выпишите из справочника значения первого ионизационного потенциала для d-элементов 4-го периода. Какова общая закономерность его изменения в декаде? Почему монотонное изменение ионизационного потенциала нарушается при переходе от хрома к марганцу и от меди к цинку?

1172. Выпишите из справочника значения электроотрицательности по Олреду-Рохову для d-элементов 4, 5 и 6-го периодов и объясните наблюдаемые закономерности. Согласуются ли металлические свойства d-элементов с их электроотрицательностью?

1173. Выпишите из справочника значения стандартного электродного потенциала переходных металлов 4-го, 5-го и 6-го периодов. Приведите их классификацию на металлы активные, средней активности и малоактивные. В каких случаях активность металлов согласуется с их положением в Периодической системе, в каких и почему не согласуется?

1174. Выпишите из справочника значения температур плавления и кипения переходных металлов 4-го и 5-го периодов. Используя теорию металлической связи, объясните наблюдаемую закономерность.

1175. Почему и как изменяются основно-кислотные свойства одготипных оксидов и гидроксидов в декадах и в подгруппах d-элементов? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1176. Почему и как изменяется сила кислот в рядах $\text{H}_2\text{TiO}_3\text{--H}_3\text{VO}_4\text{--H}_2\text{CrO}_4\text{--HMnO}_4$ и $\text{H}_2\text{CrO}_4\text{--H}_2\text{MoO}_4\text{--H}_2\text{WO}_4$? Напишите уравнения реакций ангидридов этих кислот с расплавленным гидроксидом натрия.

1177. Как влияет степень окисления d-элемента на основно-кислотные свойства его оксидов и гидроксидов? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций оксидов и гидроксидов Cr(II), Cr(III) и Cr(VI), а также Mn(II), Mn(III), Mn(IV) и Mn(VII) с кислотами и щелочами.

1178. Объясните причину и приведите примеры особенно близких свойств следующих d-элементов и их соединений: циркония и гафния, ниобия и тантала, молибдена и вольфрама.

1179. Переработка минералов переходных элементов обычно начинается с их «вскрытия». Напишите уравнение вскрытия ильменита серной кислотой. Вычислите объём 50%-й H_2SO_4 ($\rho = 1,40$), теоретически необходимой для вскрытия одной тонны ильменита, содержащего 5 % примесей.

1180. Приведите примеры получения d-металлов методами карботермии, металлотермии, восстановлением водородом и электролизом. Какие факторы влияют на выбор того или иного метода получения? Вычислите массу магнетита и кокса, которые необходимы для получения одной тонны железа.

1181. Приведите примеры получения d-металлов методами карботермии, металлотермии, восстановлением водородом и электролизом. Какие факторы влияют на выбор того или иного метода получения? Вычислите, при какой температуре возможно восстановление вольфрама из WO_3 водородом?

1182. Приведите примеры получения d-металлов методами карботермии, металлотермии, восстановлением водородом и электролизом. Какие факторы влияют на выбор метода получения? Какую массу циркония можно получить, восстанавливая одну тонну гексафтороцирконата (IV) калия металлическим натрием?

1183. Как взаимодействуют переходные металлы с кислотами? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1184. Как взаимодействуют переходные металлы с щёлочами? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1185. Почему переходные элементы образуют комплексные соединения? Приведите примеры комплексных соединений катионных, анионных, нейтральных и с комплексными катионами и анионами, в которых комплексообразователями являются d-элементы. Напишите названия соединений.

1186. Почему переходные элементы образуют большое число разнообразных комплексных соединений? Приведите примеры комплексных кислот, оснований, солей и неэлектролитов, в которых комплексообразователями являются различные d-элементы. Напишите названия соединений.

1187. Почему переходные элементы образуют большое число комплексных соединений? Какие теории применяются для объяснения химической связи в комплексах, их состава и строения? Опишите сущность, достоинства и недостатки электростатической теории.

1188. Почему переходные элементы образуют большое число комплексных соединений? Какие теории применяются для объяснения химической связи в комплексах, их состава и строения? Опишите сущность, достоинства и недостатки теории кристаллического поля.

1189. Почему переходные элементы образуют большое число комплексных соединений? Какие теории применяются для объяснения химической связи в комплексах, их состава и строения? Опишите сущность, достоинства и недостатки теории валентных связей.

1190. Почему переходные элементы образуют большое число комплексных соединений? Какие комплексные соединения называются карбонилами? Какие переходные элементы входят в состав карбониллов? Приведите примеры нескольких карбониллов разных элементов.

8.2. ПОДГРУППА СКАНДИЯ

Общая характеристика подгруппы. Свойства простых веществ и соединений. Получение и применение металлов и соединений.

1191. Напишите электронные формулы скандия, иттрия и лантана. Чем отличаются атомы этих элементов от атомов элементов главной подгруппы? Почему они являются элементами постоянной валентности? Приведите примеры обычных и комплексных соединений скандия, иттрия и лантана.

1192. В чём состоит сходство скандия, иттрия и лантана и чем они отличаются? Как изменяются свойства простых веществ, оксидов, гидроксидов в ряду Sc–Y–La? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1193. Из какого сырья получают соединения скандия, почему технология их получения является очень сложной? Какими способами получают металлический скандий, и где он используется?

1194. Из какого сырья получают соединения иттрия, почему технология их получения является очень сложной? Какими способами получают металлический иттрий, и где он используется?

1195. Из какого сырья получают соединения лантана, почему технология их получения является очень сложной? Какими способами получают металлический лантан, и где он используется?

1196. Чему равны значения стандартного электродного потенциала скандия, иттрия и лантана, в какой части ряда напряжений они расположены? Как эти металлы взаимодействуют с кислотами, щелочами и водой?

1197. Скандий, иттрий и лантан восстанавливают HNO_3 максимально, а концентрированную – до NO . При их взаимодействии с разбавленной H_2SO_4 выделяется водород, а с концентрированной – сероводород. Напишите уравнения соответствующих реакций.

1198. Скандий, иттрий и лантан обладают пирофорными свойствами. В чём состоит это свойство? Что является причиной пирофорности этих и других металлов?

1199. Напишите уравнения реакций оксида и гидроксида скандия с HCl , с расплавом и раствором NaOH и названия продуктов. Почему не взаимодействуют со щелочами оксид и гидроксид лантана?

1200. Напишите уравнения реакций получения оксида скандия из металла, оксида иттрия из гидроксида и оксида лантана из нитрата, карбоната и оксалата. При каких условиях возможно протекание этих реакций?

1201. Произведения растворимости гидроксидов скандия, иттрия и лантана равны $2 \cdot 10^{-30}$, $3 \cdot 10^{-25}$ и $1 \cdot 10^{-10}$, соответственно. Вычислите молярные концентрации гидроксидов в насыщенных водных растворах и объясните увеличение растворимости в ряду $\text{Sc}(\text{OH})_3$ – $\text{Y}(\text{OH})_3$ – $\text{La}(\text{OH})_3$.

1202. Относительно свойств гидроксида лантана сведения противоречивы. По одним данным это слабое нерастворимое основание, а по другим – это сильное основание, напоминающее по свойствам гидроксид кальция. По справочным значениям произведения растворимости $\text{La}(\text{OH})_3$ и $\text{Ca}(\text{OH})_2$ вычислите концентрацию и pH насыщенных растворов этих соединений и сделайте выводы.

1203. Произведение растворимости сульфата лантана равно $3 \cdot 10^{-5}$. Выпадет ли осадок этой соли при смешивании одного литра раствора $\text{La}(\text{NO}_3)_3$ с молярной концентрацией $1 \cdot 10^{-3}$ М с таким же объёмом сантиметолярного раствора Na_2SO_4 ?

1204. Произведение растворимости карбоната лантана равно $4 \cdot 10^{-34}$. Выпадет ли осадок этой соли при смешивании одинаковых объёмов нитрата лантана с концентрацией 10^{-3} М и Na_2CO_3 с концентрацией 0,01 М?

1205. Напишите уравнения реакций получения нитратов скандия, иттрия и лантана из металлов, оксидов и гидроксидов, а также реакций их разложения при нагревании.

1206. Как изменяется гидролизуемость одготипных солей скандия, иттрия и лантана, например, в ряду $\text{ScCl}_3\text{--YCl}_3\text{--LaCl}_3$? Напишите уравнения реакций гидролиза.

1207. Скандий, итрий и лантан образуют двойные соли: сульфаты, карбонаты, оксалаты и нитраты, в которых вторым катионом является катион щелочного металла. Напишите формулы этих двойных солей.

1208. Опишите способность скандия, иттрия и лантана к образованию комплексных соединений и приведите их примеры.

1209. Напишите уравнения реакций получения безводного хлорида скандия: а) из простых веществ; б) действием хлора на нагретую смесь Sc_2O_3 с углеродом; в) нагреванием смеси Sc_2O_3 с хлоридом аммония.

1210. Какие соединения образуются при взаимодействии скандия, иттрия и лантана с водородом, по каким свойствам они подобны гидридам s-элементов и по каким – гидридам d-элементов?

8.3. ПОДГРУППА ТИТАНА

Общая характеристика элементов подгруппы титана. Получение, свойства и применение титана. Состав, строение, свойства и применение соединений титана. Свойства циркония и гафния и их важнейших соединений в сравнении с титаном и его соединениями.

1211. Чем отличаются атомы и простые вещества элементов подгруппы титана от атомов и простых веществ главной подгруппы IV группы? Напишите электронные формулы этих элементов и укажите важнейшие характеристики их атомов и простых веществ.

1212. В каких минералах содержится титан и как его получают? Чем обусловлены трудности его получения в чистом виде?

1213. Титан получают из тетрахлорида титана, используя в качестве восстановителей магний или гидрид натрия. Напишите уравнения реакций. Вычислите массы TiCl_4 , Mg и NaH, необходимые для получения 100 кг титана.

1214. Титан получают магниитермическим восстановлением TiCl_4 . Рассчитайте, при какой температуре возможна эта реакция. Почему в качестве исходного соединения используют не оксид титана, а тетрахлорид титана?

1215. Опишите получение титана высокой чистоты йодидным методом. Какое отношение к этому методу имеют метод летучих соединений и метод транспортных реакций?

1216. Титан взаимодействует с соляной и серной кислотами и со щелочами. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и названия продуктов реакций.

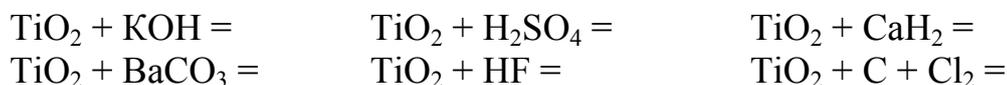
1217. Титан взаимодействует с концентрированной азотной кислотой подобно олову, а с растворами щелочей подобно кремнию. Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания и названия продуктов.

1218. Царская водка и концентрированная серная кислота взаимодействуют с титаном, цирконием и гафнием с образованием комплексных кислот с координационным числом 6. Напишите уравнения реакций.

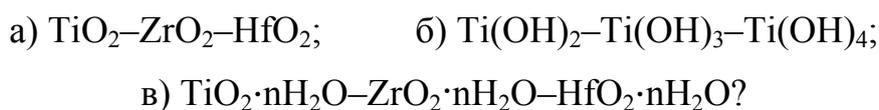
1219. Объясните, почему цирконий и гафний не взаимодействуют с сильной соляной кислотой, но взаимодействуют со слабой фтороводородной кислотой. Напишите уравнения реакций.

1220. Какие продукты образуются при взаимодействии циркония и гафния с царской водкой и со смесью HNO_3 и HF ? Какова роль HNO_3 , HCl и HF в этих реакциях?

1221. Опишите основно-кислотные свойства, получение и применение оксида титана (IV). Напишите уравнения реакций, укажите условия их протекания:



1222. Как изменяются основно-кислотные свойства соединений в рядах:



Какое из этих соединений называется титановой кислотой? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1223. Как можно получить титановую кислоту из титаната натрия, из тетрахлорида титана? Какими свойствами обладает это соединение? Чем объясняется разница в химических свойствах свежеприготовленной титановой кислоты и после её хранения?

1224. Напишите уравнения реакций получения метатитанатов и ортотитанатов натрия и бария из оксида титана (IV) с использованием щелочей и карбонатов натрия и бария.

1225. Какое строение имеет тетрахлорид титана? К какому классу соединений он относится? Почему это вещество сильно дымит на воздухе? Напишите уравнение реакции получения $TiCl_4$ из оксида титана (IV).

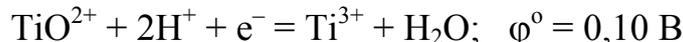
1226. Как связано изменение гидролизуемости соединений в ряду $TiCl_2-TiCl_3-TiCl_4$ с изменением типа химической связи в них? Какая соль гидролизует полнее: а) $TiCl_2$ или $TiCl_3$; б) $TiCl_3$ или $TiCl_4$; в) $TiCl_4$ или $ZrCl_4$? Напишите уравнения гидролиза этих соединений.

1227. При гидролизе тетрахлорида кремния образуются простые оксокислоты, а при гидролизе TiF_4 и $ZrCl_4$ – комплексные кислоты. Напишите уравнения реакций гидролиза и объясните образование комплексных кислот.

1228. При обычных условиях $TiCl_4$ и $Ti(SO_4)_2$ гидролизуются с образованием солей оксотитана (титанила), а при нагревании – гидроксида титанила (метатитановой кислоты). Напишите уравнения реакций. Почему при нагревании гидролиз обоих веществ протекает с большей полнотой?

1229. Напишите структурные формулы $TiOCl_2$ и $TiOSO_4$ и по два названия каждого соединения.

1230. Подберите три восстановителя для проведения процесса:



Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций.

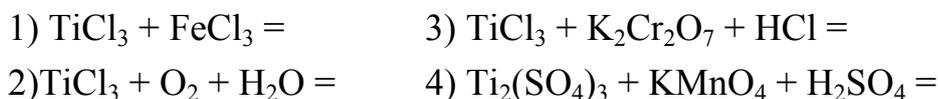
1231. При нагревании хлорида титана (III) протекает реакция:



К какому типу она относится? Выше какой температуры она термодинамически возможна?

1232. Титан(+4) в подкисленном растворе $TiCl_4$ восстанавливается магнием до титана(+3), который при действии пероксидом водорода снова переходит в титан(+4). Напишите уравнения реакций. Насколько обоснованным является утверждение о том, что в первой реакции восстановителем является водород в момент выделения?

1233. Напишите уравнения реакций иллюстрирующих восстановительные свойства соединений титана(+3) и объясните возможность их протекания при стандартных условиях:



1234. При взаимодействии гидроксида титана (III) с нитратом натрия в щелочной среде выделяется аммиак. Напишите уравнение реакции.

1235. Нитриды титана (IV) и циркония (IV), обладающие высокой твёрдостью, образуются при нагревании хлоридов этих металлов в атмосфере аммиака. Напишите уравнения реакций.

1236. Напишите уравнения реакций для осуществления следующей цепочки превращений:



1237. Опишите коррозионную стойкость и связанное с этим применение титана. Почему сплавы титана с алюминием и другими металлами используются в самолёто- и ракетостроении? Как используются соединения титана: карбиды, нитриды, оксид титана (IV) и титанат бария?

1238. Как получают металлический цирконий из природных соединений? Какими свойствами обладает этот металл и каково его применение? С какой целью цирконий вводится в сплавы на основе магния, алюминия и железа? Где применяются карбид циркония и оксид циркония (IV)?

1239. Как получают металлический гафний и чем обусловлено применение гафния и циркония в атомных реакторах?

1240. Приведите данные, свидетельствующие об исключительной близости химических свойств циркония и гафния и объясните причину. Как решается проблема разделения циркония и гафния?

8.4. ПОДГРУППА ВАНАДИЯ

Общая характеристика элементов подгруппы. Получение и свойства металлов и оксидов. Основно-кислотные и окислительно-восстановительные свойства соединений ванадия в различных степенях окисления.

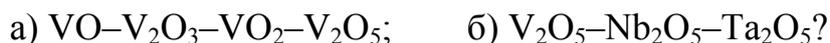
1241. Опишите электронное строение атомов и общие свойства d-элементов V группы. Укажите все возможные степени окисления ванадия, ниобия и тантала и наиболее устойчивые из них. Почему наиболее устойчивая степень окисления ванадия не совпадает с наиболее устойчивыми степенями окисления ниобия и тантала?

1242. Опишите характеристики атомов и свойства простых веществ в ряду V–Nb–Ta. В какой части ряда напряжений расположены эти металлы? Напишите уравнения реакций ванадия с фтороводородной, соляной, серной и азотной кислотами и укажите условия их протекания.

1243. Металлический ванадий восстанавливают из V_2O_5 алюминием или из VCl_3 магнием. Напишите уравнения реакций, вычислить их энтальпии и расход алюминия и магния на получение одной тонны ванадия.

1244. Почему и каким образом большую часть ванадия получают в виде феррованадия? Чем является феррованадий: механической смесью, раствором или химическим соединением? Каким особым свойством отличаются стали, легированные ванадием?

1245. Как изменяются свойства оксидов в рядах:



Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1246. При взаимодействии VO и V_2O_3 с соляной и разбавленной серной кислотами образуются растворимые соли зелёного цвета. Какая из солей является очень сильным восстановителем? Напишите уравнение реакции этой соли с хлоридом олова (IV) и объяснить возможность её протекания.

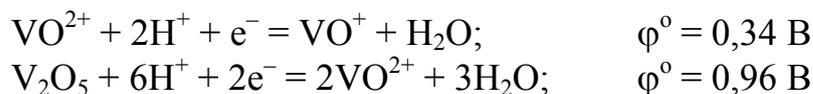
1247. Оксиды ванадия (IV) и ванадия (V) взаимодействуют со щелочами с образованием тетраванадатов (IV) и диоксованадатов (V). Напишите уравнения реакций и сделайте вывод об основно-кислотных свойствах оксидов.

1248. Определите степень окисления ванадия в ионах VO^{2+} , VO_2^+ , VO_3^- , $V_3O_9^{3-}$, $V_4O_9^{2-}$ и $V_2O_7^{4-}$. Приведите примеры и названия соединений, содержащих эти ионы.

1249. При взаимодействии растворов сульфата оксованадия (IV) и щёлочи образуется осадок амфотерного гидроксида $VO(OH)_2$, который взаимодействует с соляной кислотой с образованием хлорида пентаакваоксованадия (IV) и с раствором $NaOH$ с образованием тетраванадата (IV) натрия. Напишите уравнения всех указанных реакций.

1250. Напишите уравнение реакции VCl_2 с $SnCl_4$. По значениям стандартного окислительно-восстановительного потенциала вычислите энергию Гиббса, константу равновесия и оцените полноту протекания реакции.

1251. Подберите восстановители и напишите уравнения реакций, с помощью которых возможно восстановление ионов VO^{2+} и оксида V_2O_5 в соответствии с полуреакциями:



1252. Ванадаты (V) в кислой среде восстанавливаются соответственно полуреакции:



Напишите уравнения реакций восстановления ванадатов:



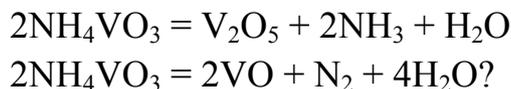
1253. При взаимодействии с сильными восстановителями соединения ванадия (+5) восстанавливаются до соединений ванадия (+3). Напишите уравнения реакций:



1254. При внесении цинка в подкисленный соляной кислотой раствор метаванадата аммония происходит восстановление ванадия (V) последовательно до четырёх-, трёх- и двухвалентного состояния. Напишите уравнения реакций.

1255. Метаванадат натрия можно получить спеканием V_2O_5 с хлоридом натрия в среде кислорода. Напишите уравнение реакции. Термодинамическим расчётом покажите возможность её протекания при 800 °С. Вычислите теоретический расход реагентов на получение 100 кг NaVO_3 этим методом.

1256. Термодинамическими расчётами установите, по какой из двух данных реакций происходит разложение метаванадата аммония при 800 °С:



Чем принципиально отличаются эти реакции?

1257. Как изменяется тип химической связи, строение и свойства соединений (поведение при нагревании, гидролиз, окраска, окислительно-восстановительные свойства) в ряду: VCl_2 – VCl_3 – VCl_4 – VCl_5 ? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1258. При взаимодействии растворов метаванадата аммония и сульфида аммония образуются, в зависимости от соотношения реагентов, метатиованадат или ортотиованадат аммония. Напишите уравнения этих реакций и взаимодействия продуктов с соляной кислотой.

1259. Напишите уравнения реакций, с помощью которых получают ниобий и тантал из оксидов и фторокомплексных соединений этих металлов. Для изготовления каких ответственных изделий и используются ниобий и тантал?

1260. Чем объясняется исключительно высокая устойчивость ниобия и тантала к действию кислот? С какой смесью кислот взаимодействуют эти металлы и какова роль компонентов этой смеси в реакциях? Напишите уравнения этих реакций.

8.5. ПОДГРУППА ХРОМА

Общая характеристика, природные соединения и получение. Взаимодействия металлов с кислотами и щелочами. Соединения хрома (оксиды, гидроксиды, кислоты, соли, комплексные соединения), их свойства. Состав и свойства важнейших соединений молибдена и вольфрама.

1261. Опишите электронное строение атомов хрома, молибдена и вольфрама; определите их валентные возможности; проведите сравнение с элементами главной подгруппы VI группы. Объясните большую близость свойств молибдена и вольфрама.

1262. Укажите все возможные и наиболее устойчивые степени окисления хрома, молибдена и вольфрама в соединениях. Почему наиболее устойчивая степень окисления хрома не совпадает с наиболее устойчивыми степенями окисления молибдена и вольфрама?

1263. Почему в ряду Cr–Mo–W: а) плотность металлов увеличивается; б) температура плавления возрастает; в) восстановительные свойства уменьшаются; г) радиусы атомов молибдена и вольфрама очень близки?

1264. Чему равны электродные потенциалы хрома, молибдена и вольфрама, как они взаимодействуют с водой, кислотами и щелочами?

1265. В составе каких минералов находится хром в земной коре? Напишите уравнение вскрытия хромита железа (II). Какая масса хромата натрия получается из одной тонны руды, содержащей 90 % хромита? Какая дальнейшая обработка хромата натрия приводит к получению хрома?

1266. Каким способом и с какой целью получают в промышленности феррохром? Чем является феррохром – химическим соединением, раствором или механической смесью? Почему хром является наиболее важным компонентом легированных сталей?

1267. Хром можно получать из оксида хрома (III) карботермическим методом, но повсеместно используется метод алюмотермии. Почему? Сколько расходуется алюминия и сколько тепла выделяется (или поглощается?) при получении одного килограмма хрома этим методом?

1268. Напишите схемы электродных процессов, протекающих при электролитическом получении хрома из водных растворов $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$. Какой побочный процесс снижает выход хрома в этом способе?

1269. Почему при взаимодействии хрома с HCl и разбавленной серной кислотой вначале образуются соли хрома (II), которые в дальнейшем переходят в соли хрома (III)? Напишите уравнения соответствующих реакций.

1270. Объясните причины устойчивости хрома в воде и в холодной концентрированной азотной кислоте; напишите уравнения возможных реакций хрома с HNO_3 при нагревании.

1271. Напишите уравнения реакций хрома с окислительными смесями: а) $\text{KNO}_3 + \text{KOH}$; б) $\text{KClO}_3 + \text{KOH}$; в) $\text{NaNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$; г) $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$.

1272. Известны три оксида хрома: CrO , Cr_2O_3 , CrO_3 . Почему при взаимодействии хрома с кислородом образуется только оксид хрома (III), хотя другие оксиды также термодинамически устойчивые соединения? Как из оксида хрома (III) можно получить CrO и CrO_3 ? Напишите уравнения реакций.

1273. Как изменяются устойчивость, основно-кислотные и окислительно-восстановительные свойства соединений в рядах:



Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1274. Как можно получить H_2CrO_4 , H_2MoO_4 и H_2WO_4 из металлов? Как изменяется сила этих кислот, их устойчивость и окислительные свойства? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1275. Почему гидроксид хрома (III) осаждают из растворов солей гидроксидом аммония, а не щелочами? Почему свежесажженный продукт химически более активен? Что происходит с осадком при его хранении, нагревании, взаимодействии с кислотами и щелочами?

1276. Почему в соединении с кислородом хром может быть шестивалентным, а в соединениях с галогенами его валентность ниже? Почему в соединении с фтором максимальная валентность хрома равна пяти (CrF_5), а в соединениях с другими галогенами – трем (CrCl_3 , CrBr_3 , CrI_3)?

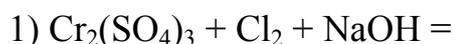
1277. На чём основано использование хлорида хрома (II) (в растворе соляной кислоты) в качестве поглотителя кислорода? Какой объём кислорода поглощается одним литром 1 М раствора этого соединения?

1278. С помощью каких химических реакций можно получить хромат калия из оксида хрома (III), гидроксида хрома (III) и сульфата хрома (III)? Как из хромата получить дихромат, а затем осуществить обратное превращение?

1279. Напишите уравнения реакций окисления соединений хрома (III) в кислой среде:



1280. Напишите уравнения реакций окисления соединений хрома (III):

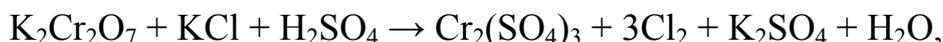


1281. Какие полуреакции и какие значения окислительно-восстановительного потенциала характеризуют окислительные свойства дихромат-ионов в кислой и щелочной средах? В какой среде дихромат калия является наиболее сильным окислителем? Напишите уравнения реакций:



1282. По значениям окислительно-восстановительного потенциала установите, можно ли с помощью дихромата калия при стандартных условиях получить: а) хлор из соляной кислоты; б) азотную кислоту из NO; в) кислород из H₂O₂; г) HIO₃ из йода? Напишите уравнения всех реакций и укажите направления их протекания.

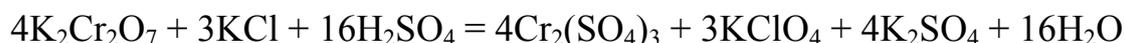
1283. Почему дихромат калия используется для получения хлора в лабораторных условиях по схеме (подобрать коэффициенты):



несмотря на то, что потенциал окислителя ниже потенциала восстановителя:



1284. Вычислите энергию Гиббса и константу равновесия при 25 °С окислительно-восстановительной реакции в растворе:



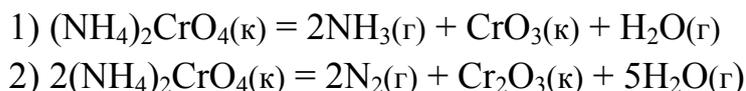
а) при стандартных (1 М) концентрациях ионов, участвующих в реакции; б) при концентрациях $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 2 \text{ М}$; $[\text{Cr}^{3+}] = 0,1 \text{ М}$; $[\text{Cl}^-] = 0,2 \text{ М}$; $[\text{ClO}_4^-] = 0,1 \text{ М}$; $[\text{H}^+] = 5 \text{ М}$.

1285. Молярная концентрация эквивалента дихромата калия в растворе равна 0,1 моль эк/л. Какой объём этого раствора потребуется для выделения йода из 100 мл 1 М раствора KI, подкисленного серной кислотой?

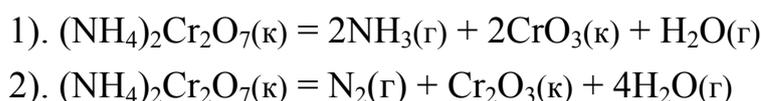
1286. Определите массу хромового ангидрида, образующегося при взаимодействии 10 кг $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ с концентрированной серной кислотой (побочные продукты реакции гидросульфат натрия и вода), если его выход равен 80 %. Почему этиловый спирт воспламеняется при соприкосновении с хромовым ангидридом?

1287. Смесь каких реагентов называется хромовой смесью, как она готовится и для чего применяется? Какое вещество называется хромпиком и какое отношение оно имеет к хромовой смеси?

1288. Рассчитайте, какой из процессов разложения хромата аммония термодинамически более вероятен:



1289. Рассчитайте, какой из процессов термического разложения дихромата аммония термодинамически более вероятен:



1290. Как можно получить хромокалиевые квасцы из дихромата калия? Напишите уравнение реакции и вычислите, сколько граммов $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ потребуется для получения 1 кг квасцов $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

1291. Напишите уравнения гидролиза сульфата хрома (III), сульфида хрома (III) и хромокалиевых квасцов. Какое соединение является преимущественным продуктом гидролиза сульфата хрома (III)? Что следует добавить в раствор $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, чтобы подавить гидролиз этой соли?

1292. Напишите координационные формулы следующих соединений хрома: $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CrCl}_3 \cdot 3\text{KCN}$, $\text{CrBr}_3 \cdot \text{KBr} \cdot 2\text{NH}_3$, $\text{CrCl}_3 \cdot 2\text{KCN} \cdot \text{NH}_3$, $\text{Cr}(\text{NO}_2)_3 \cdot 2\text{NaI} \cdot \text{NaBr}$. Объясните, почему хром (+3) не образует низкоспиновых комплексов и почему все его комплексные соединения окрашены.

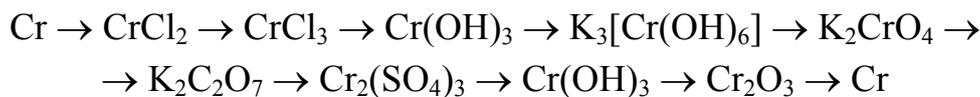
1293. Напишите названия комплексных соединений хрома: $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$, $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{CN})_6]$, $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Br}_3$, $\text{K}[\text{Cr}(\text{CN})\text{Br}_3(\text{NH}_3)_2]$, $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{SO}_3)_3]$, $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{SO}_4)(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$, $[\text{CrCl}_3(\text{NH}_3)_3]$. Объясните, почему комплекс $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$ имеет меньшее значение константы нестойкости, чем $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$?

1294. Комплекс $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ является высокоспиновым и парамагнитным. На этом основании определите: а) распределение электронов по валентным орбиталям в комплексобразователе; б) тип гибридизации орбиталей и геометрическую форму комплекса; в) окрашен или не окрашен этот комплекс.

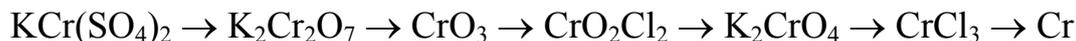
1295. Какая масса AgNO_3 взаимодействует с раствором комплексного соединения $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ (объём раствора 200 мл, концентрация 0,1 М)?

1296. Приведите примеры трех изополикислот хрома, напишите их структурные формулы.

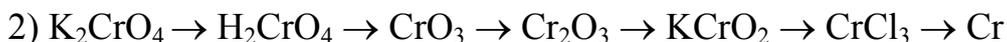
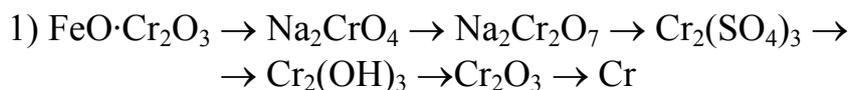
1297. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления следующей цепочки превращений:



1298. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления следующей цепочки превращений:



1299. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления следующих превращений:



1300. В состав каких минералов входит молибден и как его получают в металлическом состоянии? Проведите термодинамические расчёты реакций получения молибдена из MoO_2 с помощью углерода, водорода и алюминия. Почему на практике в качестве восстановителя используется водород?

1301. В состав каких минералов входит вольфрам и как его получают в металлическом состоянии? Проведите термодинамические расчёты реакций получения вольфрама из WO_3 с помощью углерода, водорода и алюминия. Почему на практике в качестве восстановителя используется водород?

1302. Напишите уравнения реакций: а) молибдена с концентрированной HNO_3 ; б) вольфрама со смесью HNO_3 и HF ; в) молибдена с расплавленной окислительной смесью NaNO_3 и NaOH ; г) вольфрама с расплавленной окислительной смесью $\text{KClO}_3 + \text{KOH}$.

1303. Какие соединения образуют молибден и вольфрам с кислородом и какие из них наиболее стабильны? Почему различен состав стабильных оксидов хрома, молибдена и вольфрама?

1304. Молибденовую кислоту можно получить из металлического молибдена, MoO_2 и из молибдатов (VI), а вольфрамовую – только из вольфраматов (VI). Напишите уравнения соответствующих реакций, опишите состав и свойства кислот, их практическое значение.

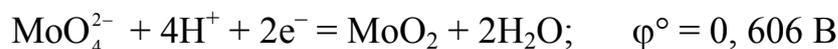
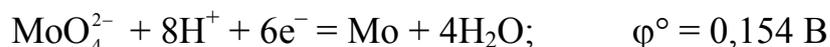
1305. Напишите уравнения реакций: а) получения молибденовой кислоты взаимодействием молибдата (VI) калия с соляной кислотой; б) её взаимодействия с NaOH ; в) её взаимодействия с H_2SO_4 . Сделайте вывод об основно-кислотных свойствах молибденовой кислоты.

1306. Молибденовую кислоту можно получить из хлорида молибдена (V), который образуется при взаимодействии хлора с порошкообразным молибденом при $650\dots 750\text{ }^\circ\text{C}$; напишите уравнения реакций получения кислоты:



1307. Какие продукты образуются при нагревании $\text{Mo}(\text{OH})_3$, MoO_3 и H_2MoO без доступа воздуха, молибдена на воздухе и MoO_3 в атмосфере CO ? Напишите уравнения реакций.

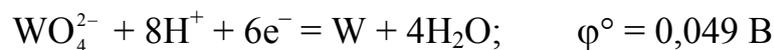
1308. Приведите примеры окислительно-восстановительных реакций с участием молибдатов (VI), учитывая, что окислительные свойства молибдат-ионов характеризуют следующие полуреакции и потенциалы:



1309. При взаимодействии молибдата аммония с цинком в среде HCl происходит восстановление молибдена(+6) до молибдена(+3). Напишите уравнение реакции. Можно ли утверждать, что восстановителем в этой реакции является не цинк, а водород в момент выделения?

1310. Напишите уравнения реакций образования вольфрамата натрия при сплавлении с содой в присутствии кислорода воздуха: а) металлического вольфрама; б) минерала вольфрамита.

1311. Приведите примеры окислительно-восстановительных реакций с участием вольфраматов (VI), учитывая, что окислительные свойства вольфрамат-ионов характеризуются потенциалами:



1312. При взаимодействии подогретого раствора вольфрамата натрия с сульфатом железа (II) в присутствии H_2SO_4 образуется бурый осадок оксида вольфрама (IV). Напишите уравнение реакции, укажите в ней окислитель и восстановитель, подберите коэффициенты методом полуреакций.

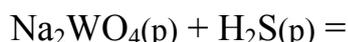
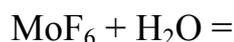
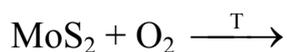
1313. Почему состав соединений молибдена и вольфрама с фтором одинаковый (MoF_6 , WF_6), а с хлором (MoCl_5 , WCl_6) и с бромом (MoBr_4 , WBr_5) различен? К какому классу соединений (солям или галогенангидридам) относятся MoF_6 , WF_6 и WCl_6 ? Каков тип связи в этих соединениях, каково их строение, что происходит при их нагревании и при взаимодействии с водой?

1314. При нагревании порошкообразного молибдена с серой в мольном соотношении 1:2 образуется сульфид молибдена (IV), который взаимодействует с концентрированной азотной кислотой с образованием двух кислот. Напишите уравнения реакций.

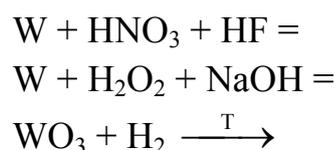
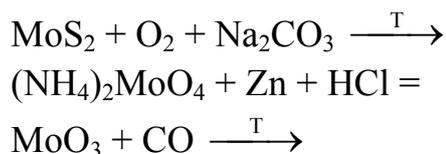
1315. При нагревании порошкообразного молибдена с серой в мольном соотношении 1:3 образуется сульфид молибдена (VI). Он взаимодействует с раствором сульфида аммония с образованием тиосоли, которая разлагается соляной кислотой с выделением сероводорода. Напишите уравнения этих реакций.

1316. Приведите примеры гетерополикислот и кластерных соединений молибдена и вольфрама.

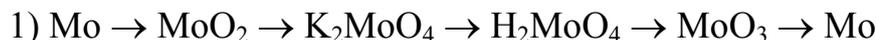
1317. Напишите уравнения реакций с участием соединений молибдена и вольфрама:



1318. Напишите уравнения реакций с участием соединений молибдена и вольфрама:



1319. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления превращений.



1320. Опишите применение молибдена и вольфрама. Какие свойства этих металлов используются при их применении?

8.6. ПОДГРУППА МАРГАНЦА

Общая характеристика марганца, технеция и рения. Получение и свойства металлов. Оксиды, гидроксиды, манганаты, перманганаты и другие марганецсодержащие соединения, их свойства. Свойства соединений технеция и рения в сравнении со свойствами соединений марганца.

1321. Опишите электронное строение атомов d-элементов VII группы, определите возможные степени окисления элементов в соединениях и укажите наиболее устойчивые. Почему у марганца она не совпадает с наиболее устойчивой степенью окисления технеция и рения?

1322. Опишите физические свойства марганца, технеция и рения, положение в ряду напряжений, взаимодействие с кислородом, водородом, галогенами, водой, кислотами и щелочами. Приведите уравнения реакций.

1323. Перечислите восстановители, используемые при получении марганца из пиролюзита. Почему большую часть марганца получают в виде ферромарганца? Чем является ферромарганец – химическим соединением, раствором или механической смесью?

1324. При получении марганца из пиролюзита в качестве восстановителей используются углерод и кремний. Вычислите, при каких условиях возможно самопроизвольное протекание соответствующих реакций.

1325. При алюмотермическом получении марганца используют Mn_3O_4 . Вычислите энтальпию образования этого соединения, исходя из энтальпии образования оксида алюминия и термохимического уравнения:



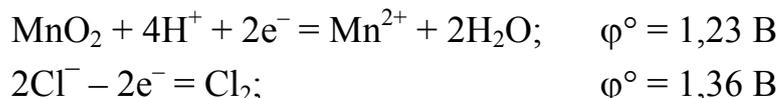
1326. Объясните возможность получения марганца электролизом водных растворов его солей. Какие соли лучше использовать и как уменьшить выделение водорода? Какое количество электричества потребуется для получения 100 кг марганца, если его выход по току составляет 60 %?

1327. Напишите формулы всех оксидов марганца и расположите их в ряд по увеличению валентности (степени окисления) марганца. Как в этом ряду изменяются тип связи, строение и свойства оксидов?

1328. Объясните состав оксида марганца Mn_2O_3 , напишите уравнение его реакции с разбавленной серной кислотой. Одинаковую или разную степень окисления имеют атомы марганца в этом оксиде?

1329. Напишите уравнения реакций, в которых оксид марганца (IV) окисляется, восстанавливается и разлагается вследствие внутримолекулярного окисления-восстановления.

1330. Вычислите pH раствора, при котором возможно получение хлора из соляной кислоты с помощью MnO_2 . В расчётах используйте следующие полуреакции и значения окислительно-восстановительных потенциалов:



1331. Оксид марганца (IV) является составной частью катализатора гопкалита. Каков состав этого катализатора, и в каких реакциях он используется? В каких других целях применяется оксид марганца (IV)?

1332. Какая масса марганца, манганата калия и перманганата калия может быть получена из одной тонны пиролюзита, содержащего 80 % оксида марганца (IV) MnO_2 ?

1333. Чему равна масса калийной селитры, которая расходуется на получение манганата калия из 8,70 кг пиролюзита, содержащего 12 % примесей?

1334. Напишите формулы всех гидроксидов марганца, расположив их в ряд по увеличению степени окисления марганца. Как в этом ряду изменяются свойства соединений?

1335. Напишите уравнение реакции образования гидроксида марганца (IV) из гидроксида марганца (II) в водной суспензии при пропускании через неё воздуха. Почему встречается несколько записей формулы гидроксида марганца (IV): $Mn(OH)_4$, H_4MnO_4 , H_2MnO_3 , $MnO(OH)_2$?

1336. Напишите формулы ортомарганцеватистой, метамарганцеватистой, марганцовистой и марганцевой кислот. Приведите примеры формул и названия солей этих кислот.

1337. Напишите уравнения реакций получения соединений шестивалентного марганца из солей марганца (II) и диоксида марганца (IV):



1338. Катион марганца (+2) окисляется (при нагревании в присутствии катализатора – солей меди Cu^{2+}) бромом в щелочной среде, переходя при этом в манганат-ион MnO_4^{2-} . Напишите уравнение реакции. Какое количество и какая масса брома расходуется на образование одного моля ионов MnO_4^{2-} ?

1339. Какое соединение марганца зеленого цвета можно получить сплавлением $\text{Mn}(\text{OH})_2$, MnO_2 или MnSO_4 со смесью KOH и KClO_3 ? Напишите уравнения реакций.

1340. Напишите уравнения и названия продуктов реакций сплавления MnO_2 с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и со смесью $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NaNO}_3$.

1341. Напишите уравнения реакций, в которых манганат калия является окислителем, восстановителем, диспропорционирует и разлагается в результате внутримолекулярного окисления – восстановления.

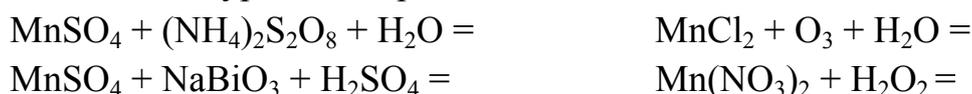
1342. Напишите уравнения реакций с участием манганата калия:



1343. На какие продукты разлагается, вследствие своей неустойчивости, марганцовистая кислота H_2MnO_4 ? Напишите уравнение реакции. К какому типу она относится?

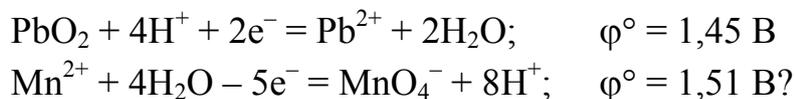
1344. Какой объём хлора, измеренный при н. у., потребуется для превращения 1 кг манганата калия в перманганат? Какую массу KMnO_4 при этом можно получить при отсутствии потерь реагентов?

1345. Напишите уравнения реакций:



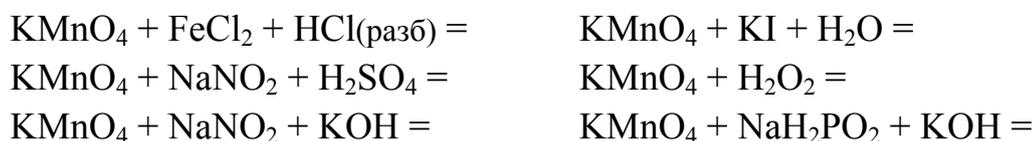
Сравнением окислительно-восстановительных потенциалов покажите возможность получения марганцевой кислоты в этих реакциях:

1346. Для обнаружения ионов Mn^{2+} используется реакция их окисления диоксидом свинца в присутствии азотной кислоты. Напишите уравнение реакции и объясните, почему и при каких условиях она возможна, хотя потенциал окислителя ниже потенциала восстановителя:

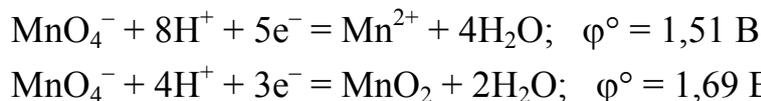


1347. Почему перманганат калия широко используется в качестве окислителя? Какие внешние признаки свидетельствуют о протекании окислительно-восстановительных реакций с участием KMnO_4 в разных средах? Как влияет среда раствора на окислительные свойства KMnO_4 ? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1348. Напишите уравнения реакций с участием перманганата калия:



1349. Окислительные свойства ионов MnO_4^- в кислой среде характеризуют две полуреакции:



Почему восстановление MnO_4^- -ионов происходит по первой полуреакции, хотя потенциал второй выше?

1350. Можно ли перманганатом калия окислить гексацианоферрат (II) калия в гексацианоферрат (III) калия? Если да, то напишите уравнение реакции.

1351. Для проведения окислительно-восстановительных реакций приготовлен подкисленный раствор перманганата калия с молярной концентрацией эквивалента окислителя 0,2 н. Какая масса KMnO_4 содержится в 100 мл этого раствора?

1352. Какую массу железного купороса $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ можно окислить в сернокислом растворе при действии 50 мл 0,2 н раствора KMnO_4 ?

1353. На титрование 25 мл раствора сульфита натрия было израсходовано 20 мл подкисленного раствора перманганата калия с эквивалентной концентрацией 0,05 н. Вычислите молярную концентрацию раствора Na_2SO_3 .

1354. Между перманганатом калия и сульфатом марганца (II) в водном растворе возможна реакция конпропорционирования. Какое соединение марганца при этом образуется и каковы его внешние признаки? Напишите уравнение реакции.

1355. Почему раствор перманганата калия хранят в тёмной посуде? Что происходит с ним в подкисленном растворе при длительном хранении? Напишите уравнение реакции.

1356. Как из перманганата калия, находящегося в растворе можно получить: а) MnSO_4 ; б) K_2MnO_4 ; в) MnO_2 ? Напишите уравнения реакций.

1357. Какова среда водных растворов перманганата калия, хлорида марганца (II) и сульфата марганца (II)? Какими реакциями она обусловлена?

1358. Напишите уравнение реакции получения оксида марганца (VII) из перманганата калия. Почему это термодинамически устойчивое соединение ($\Delta_f G^\circ = -543,2$ кДж/моль) не образуется из простых веществ и разлагается при стандартных условиях?

1359. Каким образом из перманганата калия можно получить кислород? Какая масса KMnO_4 потребуется для получения 20 л O_2 (н. у.)? Как можно превратить оставшиеся после выделения кислорода вещества снова в перманганат калия? Напишите уравнения реакций.

1360. Напишите уравнения реакций получения хлорида марганца (II) взаимодействием марганца с соляной кислотой и его окисления в растворе кислородом воздуха с образованием MnO_2 .

1361. Хлориды марганца (III) и (IV) неустойчивы и легко разлагаются по реакциям внутримолекулярного окисления – восстановления. Напишите уравнения реакций. Почему фториды MnF_3 и MnF_4 , в отличие от хлоридов, более устойчивы?

1362. Сульфат марганца (II), получаемый по реакции MnO или MnCO_3 с разбавленной H_2SO_4 , устойчив и применяется в качестве электролита, микроудобрения и т. д. Сульфат марганца (III) разлагается при 160°C , а сульфат марганца (IV) – при 80°C . Напишите уравнения соответствующих реакций.

1363. Металлический марганец взаимодействует с разбавленной азотной кислотой с образованием нитрата марганца (II), разложением которого при нагревании получают чистый оксид марганца (IV) для гальванических элементов. Напишите уравнения реакций.

1364. При взаимодействии раствора MnSO_4 или MnCl_2 с раствором кальцинированной соды в осадок выпадает соединение, которое при нагревании на воздухе разлагается с образованием MnO_2 . Напишите уравнение образования соединения и его разложения на воздухе и в инертной атмосфере.

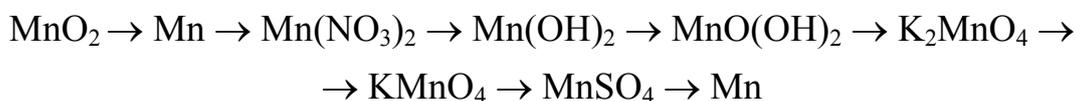
1365. Светлорозовый осадок сульфида марганца (II) образуется при взаимодействии раствора соли марганца (II) с раствором сульфида аммония. Напишите уравнение реакции и объясните, почему осадок не образуется при пропускании сероводорода через раствор соли марганца (II).

1366. Объяснить состав, механизм образования химических связей, условия получения, свойства и применение карбонила марганца.

1367. К раствору аквакомплексного соединения марганца (II) прибавили раствор аммиака. Какой продукт образуется: MnO , Mn(OH)_2 , $[\text{Mn(NH}_3)_6](\text{OH})_2$, MnO(OH)_2 или MnO_2 ?

1368. Почему все комплексные соединения марганца (II) высокоспиновые, парамагнитные и окрашенные? Приведите примеры и названия соединений.

1369. Напишите уравнения реакций для осуществления цепочки превращений и укажите условия их проведения:



1370. Технеций – первый химический элемент, полученный искусственным путем. Он был получен в 1937 г. из молибдена с помощью ядерной реакции. Напишите уравнение этой реакции с пояснениями.

1371. Опишите нахождение рения в природе, его получение, важнейшие физические и химические свойства, применение.

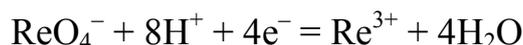
372. Напишите уравнение реакции получения рения из перрената аммония. Какая масса перрената и какой объем водорода расходуются на получение 1 кг металлического рения?

1373. Сравните электродные потенциалы рения и технеция с электродным потенциалом марганца, объясните причины их большого отличия. Опишите взаимодействие рения и технеция с кислотами и щелочами.

1374. Почему ренат калия окисляется в перренат кислородом (напишите уравнение реакции), тогда как для окисления манганатов применяют более сильные окислители или электрохимическое окисление?

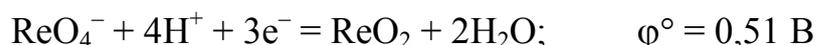
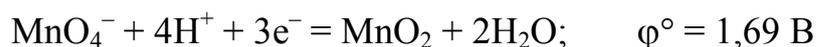
1375. Напишите уравнения реакций рения и технеция с кислородом и азотной кислотой и укажите условия их проведения. Для сравнения приведите уравнения реакций марганца с O_2 и HNO_3 и объясните, почему отличаются продукты этих реакций.

1376. Окислительно-восстановительный потенциал φ° полуреакции:



равен 0,422 В. Можно ли получить хлор действием концентрированной HCl на $KReO_4$? Если можно, то напишите уравнение реакции, а если нельзя, то объясните причину.

1377. Какой из оксидов (ReO_2 или MnO_2) может быть окислен хлорной водой до семивалентного состояния? Напишите уравнение реакции с учетом следующих полуреакций и потенциалов:



1378. Почему устойчивы галогениды рения, содержащие 5, 6 и 7 атомов галогена (ReF_7 , ReF_6 , ReF_5 , $ReCl_6$, $ReCl_5$, $ReBr_5$), тогда как подобные галогениды марганца не образуются?

1379. Интересной особенностью кислот $HReO_4$ и $HTcO_4$ и их солей является их взаимодействие (в растворах) с H_2S с образованием нерастворимых в воде сульфидов, растворяющихся в азотной кислоте. Напишите уравнения образования сульфидов и их взаимодействия с HNO_3 .

1380. Напишите уравнения реакций с участием различных соединений рения, в которых образуются соединения рения(+7):



1381. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления следующей цепочки превращений:



8.7. ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ

Общая характеристика железа, кобальта и никеля. Получение железа, его оксиды, гидрооксиды, соли, комплексные соединения. Получение кобальта, его свойства и его важнейшие соединения. Получение никеля, его свойства и его важнейшие соединения. Сплавы железа, кобальта и никеля. Применение металлов и сплавов.

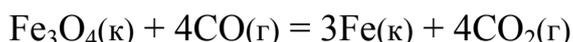
1382. Опишите электронное строение атомов, приведите характеристики атомов и свойства простых веществ железа, кобальта и никеля. На каком основании эти элементы объединяются в одно семейство и рассматриваются совместно?

1383. На основании строения атомов определите валентные возможности и степени окисления железа, кобальта и никеля в соединениях. Объясните, почему максимальная валентность железа равна VI, кобальта – V, а никеля – IV. Приведите примеры соединений во всех возможных степенях окисления.

1384. Опишите нахождение железа в природе (кларк, минералы), его получение и применение. Какие из реакций обеспечивают получение технического, а какие – высококачественного чистого железа:

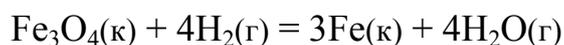
- | | |
|---|---|
| 1) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{C} =$ | 5) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Cr} =$ |
| 2) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{Al} =$ | 6) $\text{Fe}(\text{CO})_5 =$ |
| 3) $\text{FeO} + \text{CO} =$ | 7) $\text{FeSO}_4(\text{электролиз}) =$ |
| 4) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 =$ | 8) $\text{Fe}^{2+}(\text{p}) + \text{Zn}(\text{к}) =$ |

1385. Для реакции получения железа в доменном процессе:



вычислите энергию Гиббса и константу равновесия при температурах 25, 500, 1000 и 1500 °С. Как влияет повышение температуры на направление протекания этой реакции?

1386. Для реакции получения железа:



вычислите энергию Гиббса и константу равновесия при температурах 25, 500 и 1000 °С. Как влияет повышение температуры на направление самопроизвольного протекания этой реакции?

1387. Какая масса железной руды, содержащей 85 % Fe_3O_4 , потребуется для получения одной тонны железа, если его выход равен 94 %?

1388. Из каких последовательных реакций состоит доменный процесс получения железа? Напишите уравнения реакций.

1389. Какие сплавы называются чугуном, сталью и мягким железом? С какой целью в железо вводятся легирующие добавки марганца, хрома, ванадия, никеля, титана и вольфрама и других металлов? Какой состав имеет применяемая в химическом машиностроении сталь X18H9T?

1390. В каком месте ряда напряжений находится железо и как оно взаимодействует с водой, кислотами и щелочами?

1391. Образование какого оксида – FeO, Fe₂O₃ или Fe₃O₄ наиболее вероятно при нагревании железа в сухом кислороде?

1392. К какому типу соединений (основный оксид, амфотерный оксид, кислотный оксид, двойной оксид, соль, дальтонид, бертоллид) относится каждый из трех оксидов железа: FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄? При возможности ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1393. Объясните состав Fe₃O₄, напишите его структурную формулу и уравнения реакций с соляной и азотной кислотами.

1394. Почему при обычных условиях железо с водой, не содержащей растворенного кислорода, не взаимодействует, но взаимодействует с водными растворами солей цинка, хрома, магния? Напишите уравнениями реакций.

1395. Какие процессы идут при коррозии железа во влажном воздухе, как на них влияет присутствие в воздухе кислорода, углекислого газа и промышленных газов (SO₂, H₂S, NO)? Как защищают железо от коррозии?

1396. Как происходит коррозия оцинкованного, луженого, хромированного и никелированного железа при повреждении покрытия?

1397. Опишите восстановительные свойства ионов Fe²⁺ и гидроксида железа (II), приведите примеры реакций.

1398. Напишите по две реакции получения гидроксида железа (II) и его превращения в гидроксид железа (III). При использовании каких окислителей Fe(OH)₃ не загрязняется продуктами их восстановления?

1399. Произведение растворимости Fe(OH)₂ и Fe(OH)₃ равно соответственно $1,6 \cdot 10^{-15}$ и $3,8 \cdot 10^{-38}$. Вычислите молярную концентрацию гидроксидов в насыщенных растворах и pH этих растворов.

1400. Объясните разнообразие встречающихся формул гидроксида железа трёхвалентного железа: $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeOOH , HFeO_2 , $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих его амфотерность.

1401. Почему при взаимодействии растворов солей железа (II) с растворами щелочей невозможно получить чистый $\text{Fe}(\text{OH})_2$? Какое вещество образуется при этом в виде примеси к $\text{Fe}(\text{OH})_2$? Напишите уравнения соответствующих реакций.

1402. Напишите уравнения реакций, протекающих: а) при сплавлении Fe_2O_3 с окислительной смесью $\text{KClO}_3 + \text{KOH}$; б) при пропускании хлора через взвесь $\text{Fe}(\text{OH})_3$ в растворе KOH ; в) при действии гипохлорита калия на осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$ в присутствии щёлочи. Как называется образующееся соединение и чему равна в нём степень окисления железа? Как это соединение взаимодействует с соляной кислотой?

1403. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующих свойства ферратов:



1404. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов, опишите восстановительные свойства ионов Fe^{2+} и окислительные – ионов Fe^{3+} . Могут ли в растворе сосуществовать ионы Fe^{2+} и Sn^{2+} ; Fe^{3+} и Sn^{2+} ; Fe^{2+} и MnO_4^- ; Fe^{3+} и MnO_4^- ; Fe^{2+} и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$? Какие смеси невозможны и почему?

1405. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов, оцените возможность использования FeCl_3 в качестве окислителя в реакциях:



Напишите уравнения возможных реакций.

1406. Сульфат железа (II) восстанавливается гидразином с образованием азота, а гидросиламином – с образованием оксида азота (I). Напишите уравнения реакций.

1407. Сравните гидролизуемость солей железа FeSO_4 и FeCl_3 ; FeCl_3 и $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$; FeCl_3 и NaFeO_2 . Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза сульфата железа (II), хлорида железа (III) и феррата натрия.

1408. Почему раствор FeCl_3 имеет жёлтокоричневую окраску, которая при нагревании раствора становится более тёмной, а при добавлении кислот, наоборот, светлеет? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1409. Почему в осадок выпадает одно и то же вещество (какое?) при смешивании растворов: FeCl_3 и KOH ; FeCl_3 и K_2CO_3 ; FeCl_3 и K_2SO_3 ? Напишите уравнения реакций.

1410. Что происходит при пропускании газообразного сероводорода через раствор FeCl_2 и через раствор FeCl_3 ? Что происходит при действии раствора сульфида натрия на раствор, содержащий смесь этих хлоридов?

1411. Образование какого хлорида более вероятно в реакции железа с хлором? Для обоснования ответа проведите термодинамические расчёты.

1412. К растворам FeSO_4 и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ прибавили раствор Na_2CO_3 . Чем отличаются продукты реакции? Напишите уравнения реакций.

1413. Почему раствор FeSO_4 в химических лабораториях готовят непосредственно перед опытом? В каком виде и почему кристаллический сульфат железа (II) лучше сохраняется: в растворе, в виде кристаллогидрата $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ или в виде двойной соли (т. н. соль Мора) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4$?

1414. Карбонат железа (II) по свойствам близок к карбонатам кальция и магния. Что происходит при пропускании углекислого газа через взвесь FeCO_3 в воде, почему она становится прозрачной? Что происходит при кипячении этого прозрачного раствора?

1415. Какими реакциями можно обнаружить примесь ионов Fe^{3+} в сульфате железа (II) и какими – примесь ионов Fe^{2+} в хлориде железа (III)?

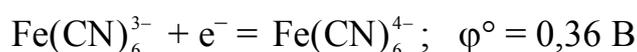
1416. Как называются комплексные соединения $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, как их получают и какое практическое значение они имеют? Почему в этих соединениях комплекс $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ парамагнитен, а комплекс $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ диамагнитен?

1417. Объясните химическую связь в комплексах $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{2-}$ и $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$. Установите: а) тип гибридизации орбиталей комплексообразователя и геометрическое строение комплексов; б) их магнитные свойства; в) являются ли они высоко- или низкоспиновыми; г) какой из них более прочен; д) какова их прочность по сравнению с аквакомплексами железа (II) и железа (III).

1418. При действии на растворы солей железа (II) цианида калия образуется осадок цианида железа (II), который в избытке цианида растворяется с образованием *желтой кровяной соли*. При действии на её раствор бромной воды желтая кровяная соль превращается в *красную кровяную соль*. Напишите уравнения реакций и номенклатурные названия комплексных соединений.

1419. Какие продукты образуются при взаимодействии *желтой кровяной соли* с хлором и *красной кровяной соли* с H_2O_2 в щелочной среде? Напишите уравнения реакций.

1420. Учитывая потенциал полуреакции:



подберите три окислителя для перевода желтой кровяной соли в красную кровяную соль и напишите уравнения реакций.

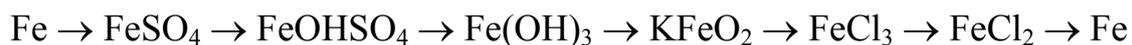
1421. Напишите схемы диссоциации комплексов $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ и $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ и выражения для констант их нестойкости. По справочным значениям $K_{\text{н}}$ вычислите концентрацию ионов железа в одномолярных растворах желтой кровяной соли и красной кровяной соли.

1422. Как можно получить *железистосинеродистую* и *железосинеродистую* кислоты из $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и из $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$? Напишите уравнения реакций. Почему эти кислоты являются сильными в отличие от слабой циановодородной кислоты HCN ?

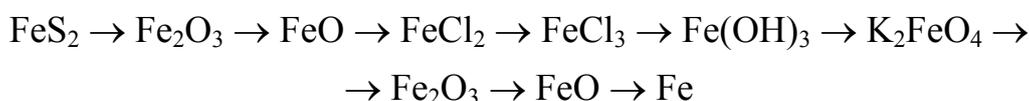
1423. В каких реакциях получают *берлинскую лазурь* и *турнбулеву синь* и какое практическое значение имеют эти реакции? Почему строение этих соединений считается одинаковым и почему они имеют различную окраску?

1424. Объясните химическую связь, строение, свойства, получение и применение пентакарбонила железа.

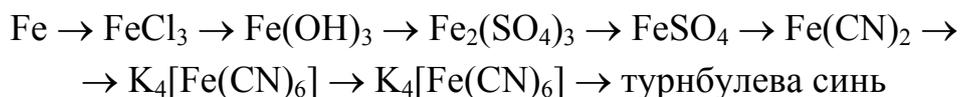
1425. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления цепочки превращений:



1426. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления цепочки превращений:



1427. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления цепочки превращений:



1428. Опишите нахождение кобальта в природе, его получение, физические свойства и применение. С какой целью кобальт вводится в сплавы, а его оксиды – в стекла? Как называются соединения кобальта: CoO , Co_2O_3 , Co_3O_4 , $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$, $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, $\text{Co}_2(\text{CO})_9$, CoSO_4 , $(\text{CoOH})_2\text{SO}_4$?

1429. Чему равен электродный потенциал кобальта, и в каком месте ряда напряжений металлов он находится? Как взаимодействует кобальт с водой, кислотами и щелочами? Какие соединения он образует с кислородом, серой, галогенами и другими неметаллами?

1430. Объясните существование трёх оксидов кобальта: CoO , Co_2O_3 и Co_3O_4 . К какому классу соединений относится Co_3O_4 и чему равна в нём степень окисления кобальта? Какие оксиды образуются при термическом разложении карбоната и нитрата кобальта (II)?

1431. При взаимодействии оксида кобальта (III) с серной кислотой выделяется бесцветный газ, в котором вспыхивает тлеющая лучина, а при взаимодействии с соляной кислотой – тяжелый ядовитый газ зеленого цвета. Напишите уравнения реакций и сделайте вывод о свойствах Co_2O_3 .

1432. Как получают гидроксид кобальта (II) из хлорида кобальта (II) и нитрата кобальта (II)? С помощью каких окислителей его превращают в гидроксид кобальта (III) так, что $\text{Co}(\text{OH})_3$ не загрязнен продуктами восстановления окислителя? Напишите уравнения реакций.

1433. Свежеосажденный $\alpha\text{-Co}(\text{OH})_2$ синего цвета при хранении раствора переходит в $\beta\text{-Co}(\text{OH})_2$ розового цвета. Как называется этот процесс, и как при этом изменяются растворимость и химические свойства гидроксида кобальта (II)?

1434. Почему при осаждении гидроксида кобальта (II) из растворов солей в избытке щёлочи он не растворяется, а при осаждении в избытке аммиака – растворяется? Как называется образующееся при этом соединение?

1435. Объясните, почему аквакомплекс $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ парамагнитный и высокоспиновый, а аммиокомплекс $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ диамагнитный и низкоспиновый. Напишите уравнение реакции получения второго комплекса из первого.

1436. Комплексное соединение $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_x$ диамагнитно, а соединение $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_y$ парамагнитно. Каковы формулы и названия этих соединений?

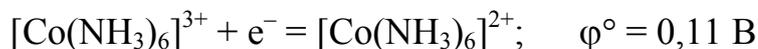
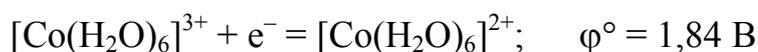
1437. Применяя к комплексам $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ и $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ электростатическую теорию, метод валентных связей и теорию кристаллического поля, объясните их пространственную конфигурацию, магнитные свойства, окраску и почему первый комплекс ($K_H = 3,1 \cdot 10^{-39}$) прочнее второго ($K_H = 7,8 \cdot 10^{-6}$).

1438. Применяя к комплексам $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ и $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{2-}$ электростатическую теорию, метод ВС и теорию кристаллического поля, объясните их пространственную конфигурацию, магнитные свойства, окраску и почему первый комплекс ($K_H = 1 \cdot 10^{-64}$) прочнее второго ($K_H = 3,1 \cdot 10^{-19}$).

1439. Напишите продукты реакции и объясните возможность её протекания при стандартных условиях:

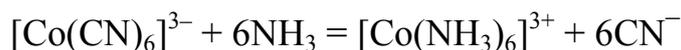


1440. Объясните различные значения окислительно-восстановительного потенциала полуреакций:



Подберите окислитель для перевода комплекса $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ в комплекс $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ и напишите уравнение реакции.

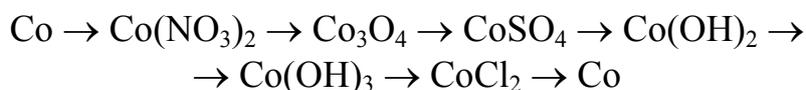
1441. Определите направление ионной реакции:



Напишите молекулярное уравнение, соответствующее ионному (с учётом направления протекания реакции).

1442. При взаимодействии порошкообразного кобальта с СО при повышенной температуре и давлении образуется карбонил кобальта. Объясните его состав, образование химической связи, его физические и химические свойства, применение.

1443. Напишите уравнения реакций для осуществления цепочки превращений, укажите условия проведения реакций:



1444. Опишите нахождение никеля в природе, его получение, свойства и применение. Выделите в описании наиболее заметные отличия никеля от железа и кобальта.

1445. Чему равен электродный потенциал никеля, в какой части ряда напряжений он находится и как взаимодействует с водой, кислотами, щелочами, кислородом и галогенами? Чем объясняются высокая устойчивость никеля к действию щелочей и фтора и его каталитические свойства.

1446. С какой целью никель вводится в сплавы? Данные никельсодержащие сплавы разделить на жаропрочные, магнитные и сплавы с особыми свойствами: нимоник, инконель, хастеллой, нихром, пермаллой, монель-металл, никелин, константан, инвар, платинит. Содержит ли платину сплав платинит, каким особым свойством он обладает?

1447. Для определения состава монель-металла 8,24 г этого сплава обработали соляной кислотой. Объём выделившегося водорода составил 2,24 л (н. у.) Вычислите массовые доли (в процентах) никеля и меди в монель-металле. Где применяется этот сплав?

1448. Мольная доля никеля в сплаве пермаллой равна 0,78, остальное железо. Определите состав сплава в массовых процентах. Где применяется этот сплав?

1449. Сплав нихром содержит 80 % никеля и 20 % хрома. Выразите состав нихрома в мольных процентах. Где применяется этот сплав?

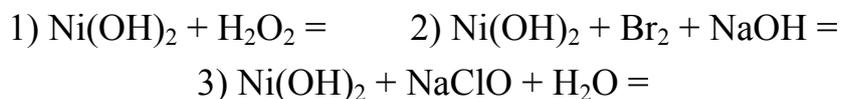
1450. Сплав инвар содержит никель и железо. При взаимодействии 10 г этого сплава с избытком соляной кислоты выделилось 3,94 л водорода (н. у.) Определите массовые доли никеля и железа в сплаве.

1451. Катализатор *никель Ренея* готовят сплавлением никеля с алюминием с последующим выщелачиванием алюминия раствором щёлочи. При этом катализатор имеет множество пор и большую поверхность. Вычислите состав исходного сплава и массу получаемого катализатора, если при выщелачивании 1 кг выделяется 392 л водорода (н. у.).

1452. Опишите состав, получение и свойства оксидов и гидроксидов никеля. Почему встречается несколько формул гидроксида никеля (III): $\text{Ni}(\text{OH})_3$, NiOOH , $\text{Ni}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$?

1453. Напишите уравнения реакций NiO и Ni_2O_3 с серной и соляной кислотами. Какие свойства оксиды проявляются в этих реакциях?

1454. С помощью справочных данных установите, каким должно быть значение окислительно-восстановительного потенциала окислителя, применяемого для окисления $\text{Ni}(\text{OH})_2$ до $\text{Ni}(\text{OH})_3$? Напишите уравнения и покажите возможность протекания реакций:



1455. Почему гидроксид никеля (II) не растворяется в щелочах, но растворяется в растворах аммиака? Как называется образующееся соединение?

1456. Объясните, почему при добавлении щелочи к раствору хлорида гексаамминникеля (II) осадок гидроксида никеля (II) образуется, а при добавлении к раствору тетрацианоникелата (II) калия – не образуется?

1457. Методом валентных связей и теорией кристаллического поля объясните парамагнитные свойства комплексов $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ и $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ и диамагнитные – $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$.

1458. Опишите карбонил никеля: состав, строение, механизм образования химических связей, свойства, получение и применение.

1459. Напишите уравнения реакций:



1460. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления следующих превращений:



8.8. ПЛАТИНОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Общая характеристика элементов семейства платины. Рутений, осмий, родий и иридий и их важнейшие соединения. Палладий и платина и их важнейшие соединения.

1461. Как называются и обозначаются платиновые металлы, почему они близки по свойствам и находятся в природе в самородном состоянии? Какие пары элементов, особо близких по свойствам, можно выделить среди платиновых металлов и чем обусловлена эта близость?

1462. Покажите уравнениями реакций, как осуществляется разделение самородной платины на отдельные платиновые металлы?

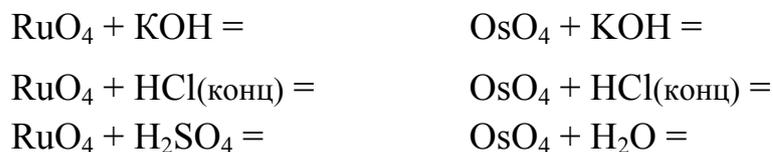
1463. В какой части периодической системы и ряда напряжений расположены платиновые металлы и как они взаимодействуют с водой, кислотами, щелочами, кислородом и галогенами? Напишите уравнения реакций.

1464. Название какого химического элемента семейства платины и почему связано с Россией? Приведите формулы и названия обычных и комплексных соединений этого элемента в различных степенях окисления.

1465. При взаимодействии рутения с царской водкой образуется комплексная кислота, в которой степень окисления и координационное число комплексообразователя равны +4 и 6, соответственно. Напишите уравнение реакции и название кислоты.

1466. Рутений и осмий взаимодействуют с щелочами в присутствии окислителей. Напишите уравнения реакций: а) рутения с расплавленной окислительной смесью $\text{KNO}_3 + \text{KOH}$; б) рутения с $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ при кипячении в щелочной среде; в) осмия с расплавленной смесью $\text{KClO}_3 + \text{KOH}$.

1467. В каких соединениях рутений и осмий имеют максимальную степень окисления, равную номеру группы, в которой они находятся в Периодической системе? Опишите состав, строение и свойства этих соединений, напишите уравнения реакций:



1468. Осмий взаимодействует с концентрированной HNO_3 с образованием оксидов осмия (VIII) и азота (IV). Напишите уравнение реакции.

1469. Напишите уравнение реакции OsO_4 с водой и охарактеризуйте основно-кислотные свойства образующегося соединения.

1470. Гексахлорородат (III) натрия получают хлорированием измельченного родия при высокой температуре в присутствии хлорида натрия. Напишите уравнение двух стадий процесса: получения RhCl_3 и его взаимодействия с NaCl . Приведите примеры других соединений родия в его наиболее стабильной степени окисления +3.

1471. Иридий, в отличие от родия, наиболее устойчив в степени окисления +4. Исходя из этого, напишите продукты реакций:



1472. Атомная масса иридия (192,2) в 1,87 раз больше атомной массы родия (102,9), а его плотность (22,4 г/см³) иридия больше плотности родия (12,4 г/см³) в 1,81 раза. На основании этих данных сделайте вывод о соотношении радиусов атомов этих элементов.

1473. Наиболее активный из платиновых металлов палладий взаимодействует с концентрированной азотной кислотой при обычных условиях и с концентрированной серной кислотой при нагревании. Напишите уравнения реакций, имея в виду, что образуются соединения палладия (+2).

1474. Палладий взаимодействует с царской водкой с образованием кислоты $\text{H}_2[\text{PdCl}_6]$, которая при выпаривании раствора переходит в более устойчивое соединение $\text{H}_2[\text{PdCl}_4]$. Напишите уравнения реакций. К какому типу относится вторая из них? Какой вывод можно сделать на основании этих данных о степенях окисления палладия в его соединениях?

1475. Палладий восстанавливается до металла из соединения $\text{K}_2[\text{PdCl}_4]$ гидразином, оксидом углерода (II) и муравьиной кислотой. Напишите уравнения соответствующих реакций.

1476. Воздух гаража пропустили через раствор хлорида палладия (II), в котором появился чёрный осадок порошкообразного палладия. О присутствии какого газа в воздухе свидетельствует появление этого осадка? Напишите уравнение реакции.

1477. При пропускании через раствор хлорида палладия (II) 10 л азота, содержащего примесь CO , образовалось 237,5 мг палладия. Вычислите объёмную долю (%) угарного газа в азоте.

1478. Один объём палладия поглощает до 900 объёмов водорода, взятого при н. у. Чему равна масса водорода, которую поглощает один грамм палладия? В каком состоянии находится в палладии поглощённый водород: в молекулярном, атомарном, растворённом или химически связанном? Почему палладий, содержащий растворённый водород, разогревается на воздухе?

1479. Почему насыщенная водородом пластинка палладия переводит хлор, бром и йод в галогеноводороды, восстанавливает соли железа (III) в соли железа (II) и оксид серы (IV) в сероводород? Напишите уравнения реакций.

1480. Напишите уравнение реакции платины с царской водкой, имея в виду, что выделяется эквимолярная смесь $\text{NO} + \text{NO}_2$. Вычислите объёмы 60%-й HNO_3 ($\rho = 1,37$) и 36%-й HCl ($\rho = 1,18$), которые необходимы для окисления 100 г платины. Почему платина взаимодействует с царской водкой медленнее, чем золото, хотя в ряду напряжений она расположена левее?

1481. Для реакции с платиной мольное соотношение $\text{HNO}_3:\text{HCl}$ в царской водке должно быть равно 1:3 (реакция идёт с образованием эквимолярной смеси $\text{NO} + \text{NO}_2$). Разработайте рецептуру приготовления такой царской водки, если в лаборатории имеются 1 л 60 %-й азотной кислоты ($\rho = 1,37$) и достаточный объём 36 %-й соляной кислоты ($\rho = 1,18$).

1482. Гексахлороплатиновая (IV) кислота образуется при взаимодействии платины с царской водкой, с насыщенной хлором соляной кислотой, а также при взаимодействии гидроксида платины (IV) с соляной кислотой. Напишите уравнения реакций и объясните его использование в качественном анализе.

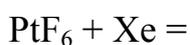
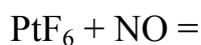
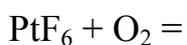
1483. Смесь хлоридов натрия и калия (1 г) растворили в воде и смешали с раствором гексахлороплатиновой (IV) кислоты; при этом образовалось 1,5 г осадка. Вычислите содержание KCl в смеси.

1484. При нагревании гексахлороплатината (IV) аммония образуются платина, азот и ещё два газообразных соединения, одно из которых образует белый дым с аммиаком. Вычислите массу платины, общий объём газов и каждого газа в отдельности, получаемых из одного килограмма исходного вещества.

1485. Объясните, почему в ряду комплексов $\text{PtF}_6^{2-}-\text{PtCl}_6^{2-}-\text{PtBr}_6^{2-}-\text{PtI}_6^{2-}$ значение константы нестойкости уменьшается, несмотря на увеличение длины связи между комплексообразователем и лигандами.

1486. С помощью каких реакций можно получить гидроксид платины (IV) и как он взаимодействует с щелочами и кислотами? Правильно ли называть это соединение (как это иногда бывает) платиновой кислотой?

1487. Гексафторид платины – единственное соединение, в котором платина имеет степень окисления +6. Как получают это соединение и каковы его свойства? Напишите уравнения реакций, свидетельствующих о высокой окислительной «способности» этого соединения:



1488. На каком свойстве платины основано её применение для изготовления водородного электрода? Опишите устройство и назначение этого электрода.

1489. Почему из платины изготавливают лабораторную химическую посуду и аноды для электролизёров? Можно ли в этой посуде проводить операции с расплавленными щелочами и фторосодержащими соединениями?

1490. Из какого сплава изготовлены международный эталон единицы массы и старый (до 1960 г.) эталон метра? Укажите название и состав сплава.

8.9. ПОДГРУППА МЕДИ

Общая характеристика меди, серебра, золота. Получение меди пиро- и гидрометаллургическими методами. Взаимодействие меди с кислотами, кислородом, галогенами. Свойства оксидов, гидроксидов, солей. Комплексные соединения меди. Серебро и его соединения. Золото и его соединения. Применение меди, серебра, золота и их сплавов.

1491. Опишите элементы подгруппы меди: строение атомов, положение в периодической системе, причину «провала» электрона. Почему, несмотря на нахождение в первой группе, эти элементы заметно отличаются от щелочных элементов и имеют в соединениях, кроме +1, другие (какие?) степени окисления?

1492. Приведите формулы природных соединений меди: халькозина, халькопирита, малахита, тенорита и куприта. Опишите получение меди из халькозина пирометаллургическим способом. Почему в этом случае проводится только обжиг Cu_2S , тогда как при получении многих других металлов после обжига сульфидов проводится операция восстановления металла?

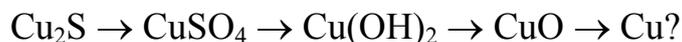
1493. Какое количество и какая масса меди содержится в малахитовой шкатулке массой 0,663 кг при условии, что она изготовлена из чистого малахита, не содержащего примесей?

1494. При переработке халькозина гидрометаллургическим методом его обрабатывают концентрированной серной кислотой при нагревании в автоклаве. Напишите уравнение реакции. В чём состоят преимущества этого метода в сравнении с пирометаллургическим?

1495. При переработке халькозина гидрометаллургическим методом получают раствор сульфата меди (II). Напишите уравнения реакций

восстановления меди из CuSO_4 железными стружками, фосфористой кислотой, электролизом. Какой из этих способов больше других соответствует требованиям экологии и техники безопасности?

1496. Какие реакции надо провести для получения меди из Cu_2S по схеме:



До какой температуры надо нагревать оксид меди (II) для получения меди в отсутствие восстановителя и при использовании восстановителей: углерода и водорода? Ответ подтвердите термодинамическими расчётами.

1497. Медь медленно взаимодействует с водой в присутствии CO_2 . Какое соединение зелёного цвета при этом образуется на поверхности меди? Как называется природный минерал этого состава и где он применяется?

1498. В какой части ряда напряжений расположена медь, каковы её восстановительные свойства в сравнении с серебром и золотом? Как взаимодействует медь с кислотами, щелочами и растворами других солей?

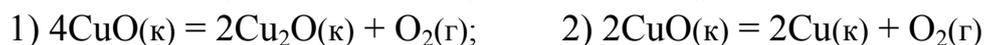
1499. Почему медь устойчива в разбавленной соляной кислоте, но взаимодействует с концентрированной соляной кислотой? Почему она взаимодействует с разбавленной HCl при пропускании кислорода и добавлении KCN или K_2S ? Почему медь взаимодействует с йодоводородной кислотой? Напишите уравнения реакций.

1500. При каких условиях, и с образованием каких продуктов медь взаимодействует с кислородом, озоном, галогенами и серой? Напишите уравнения реакций, укажите условия их проведения.

1501. Рассчитайте, какая из реакций меди с кислородом более вероятна при стандартных условиях и какая – при 500°C :

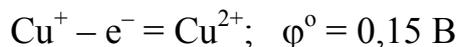


1502. Рассчитайте при какой температуре начинается разложение оксида меди (II) по реакции (1) и при какой – по реакции (2):



1503. Хлорид меди (I) получают, действуя соляной кислотой на Cu_2O или обрабатывая медь раствором CuCl_2 . Подобными же методами получают Cu_2SO_4 . Напишите уравнения реакций.

1504. Подберите три окислителя и напишите уравнения реакций окисления ионов Cu^+ , имея в виду, что их восстановительные свойства характеризуются полуреакцией:



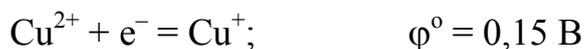
1505. Напишите уравнения реакций меди с концентрированными серной и азотной кислотами. Какая масса меди потребуется для получения 10 л SO_2 по первой реакции и 10 л NO_2 – по второй?

1506. Какую массу медного купороса можно получить из 1000 л 16%-го раствора сульфата меди ($\rho = 1,18$)?

1507. В промышленном методе получения медного купороса медный лом окисляют при нагревании кислородом воздуха и на полученный оксид меди (II) действуют серной кислотой. Вычислите теоретический расход меди и 80%-й серной кислоты на получение одной тонны медного купороса.

1508. Объясните образование химических связей в медном купоросе, напишите его формулу в виде комплексного соединения, напишите два названия вещества: как кристаллогидрата и как комплексного соединения.

1509. Окислительные свойства катионов Cu^{2+} в разных средах характеризуют следующие полуреакции и потенциалы:



Почему в этих полуреакциях происходит увеличение значения окислительно-восстановительного потенциала?

1510. Напишите уравнения реакций Cu_2SO_4 и CuSO_4 с NaOH при обычной температуре и нагревании, сделайте вывод о термической устойчивости продуктов реакции CuOH и $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

1511. Напишите уравнения реакций концентрированной азотной кислоты с Cu_2O , CuO , Cu_2S и CuS . Какие реакции относятся к окислительно-восстановительным и какая – к основно-кислотным?

1512. Почему прогретый при 250°C медный купорос используется для обнаружения воды в органических жидкостях и что является при этом аналитическим признаком наличия воды?

1513. В растворе имеются ионы Cu^{2+} и Fe^{2+} . Предложите методику их разделения в виде любых соединений и в виде металлов.

1514. Напишите в молекулярном и в ионном виде уравнения гидролиза CuCl_2 и CuSO_4 , укажите тип гидролиза и среду растворов этих солей.

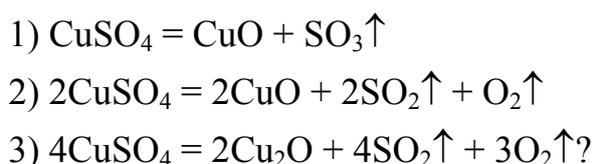
1515. Опишите электролиз раствора сульфата меди (II), вычислите массу меди, которая выделяется (на каком электроде?) за 24 ч при силе тока 100 А, если выход по току равен 90 %. Что изменится в процессе электролиза, если инертный стальной анод заменить на медный?

1516. Действием разбавленной щёлочи на сине-голубой раствор сульфата меди (II) в трёх пробирках был получен голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Раствор над осадком при этом стал бесцветным, что свидетельствует о полном осаждении катионов Cu^{2+} . Одну пробирку нагрели до $40\text{ }^\circ\text{C}$ – осадок стал чёрным. В другую пробирку прибавили концентрированный раствор щёлочи – раствор над осадком окрасился в сине-голубой цвет, но после добавления воды он снова обесцветился. В третью пробирку ввели концентрированный раствор аммиака – осадок растворился и раствор окрасился в интенсивный синий цвет. Напишите уравнения реакций, сделайте выводы о свойствах $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

1517. Какая из двух реакций меди с хлором термодинамически более вероятна при $25\text{ }^\circ\text{C}$ и при $600\text{ }^\circ\text{C}$:



1518. Какая из трёх реакций термолитического разложения сульфата меди термодинамически наиболее вероятна при $600\text{ }^\circ\text{C}$:



1519. При взаимодействии гидроксида меди (II) с гипохлоритом калия в присутствии KOH образуется метакупрат (III) калия. Напишите уравнение реакции. Какое свойство характерно для этого вещества в окислительно-восстановительных реакциях?

1520. Объясните, почему гидроксид меди (II) образуется при взаимодействии с щёлочью комплексного соединения $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ и не образуется при взаимодействии с щёлочью другого комплексного соединения – $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$.

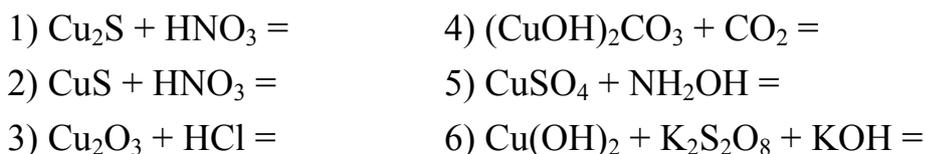
1521. Напишите формулы комплексных соединений меди (I) и меди (II), в которых лигандами являются молекулы H_2O и NH_3 и ионы CN^- , Cl^- , SO_3^{2-} . Определите степень окисления комплексообразователя в соединениях $\text{K}_7[\text{Cu}(\text{IO}_6)_2] \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_9[\text{Cu}(\text{TeO}_6)_2]$ и напишите их названия.

1522. Чему равны молярные концентрации ионов Cu^+ и Cu^{2+} в децимолярных растворах солей $\text{Na}[\text{Cu}(\text{CN})_2]$ и $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$, если константы нестойкости комплексов $[\text{Cu}(\text{CN})_2]^-$ и $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ равны $1 \cdot 10^{-24}$ и $5 \cdot 10^{-28}$, соответственно?

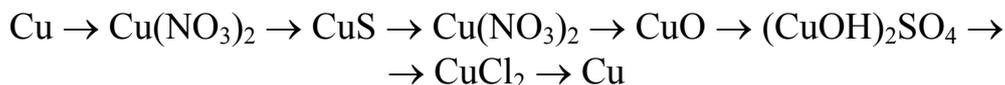
1523. Чему равна молярная концентрация: а) ионов Cu^+ над осадком CuCl ($\text{IP} = 1,2 \cdot 10^{-6}$); б) ионов Cu^{2+} над осадком CuCO_3 ($\text{IP} = 2,5 \cdot 10^{-10}$); в) ионов Cu^{2+} в одномолярном растворе $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$?

1524. Объясните, почему все комплексные соединения меди (I) бесцветны и диамагнитны, а все комплексные соединения меди (II) окрашены и парамагнитны. Приведите примеры и названия соединений.

1525. Напишите уравнения реакций с участием соединений меди:



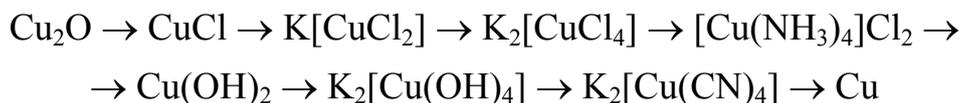
1526. Напишите уравнения и укажите условия протекания реакций для осуществления превращений:



1527. Напишите уравнения и укажите условия протекания реакций для осуществления превращений:



1528. Написать уравнения и укажите условия протекания реакций для осуществления превращений:

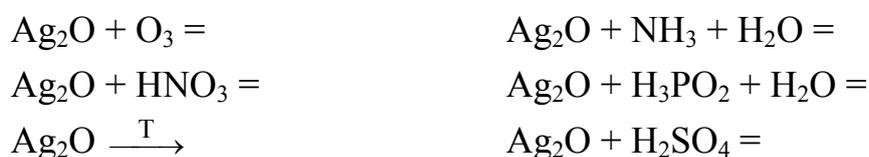


1529. Опишите физические и химические свойства серебра, его взаимодействие с кислотами. По каким свойствам серебро превосходит другие металлы? Почему серебряные изделия постепенно чернеют? Как этот металл взаимодействует с кислородом, озоном, галогенами, серой?

1530. Объясните, почему серебро не взаимодействует с разбавленной серной и соляной кислотами, но взаимодействует с йодоводородной и сероводородной кислотами, а также с соляной, если в ней содержатся цианид-ионы.

1531. Из соединений серебра наибольшее значение имеют нитрат, оксид и галогениды. Как получают нитрат серебра из металла и природного соединения аргентита? Как из нитрата получают оксид серебра (I) и галогениды серебра?

1532. Как оксид серебра (I) взаимодействует с окислителями, восстановителями, водным раствором аммиака, кислотами? Что происходит с ним при нагревании? Напишите уравнения реакций:



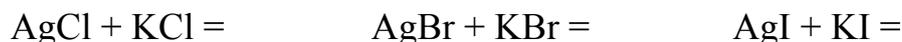
1533. Как, имея нитрат серебра, раствор аммиака и глюкозу, получают серебряное зеркало?

1534. По электролизу раствора Ag_2SO_4 было проведено два опыта. В первом анод был изготовлен из платины, а во втором – из серебра. В обоих опытах электролиз проводили 5 ч при силе тока 40 А. Какие процессы происходили при электролизе и какие количественные результаты были получены?

1535. Чему равна концентрация ионов Ag^+ в насыщенных растворах наиболее растворимого галогенида (AgF) и наименее растворимого (AgI)? Почему растворимость в ряду галогенидов AgF – AgCl – AgBr – AgI уменьшается?

1536. Объясните, почему в растворе аммиака растворяется хлорид серебра, в растворе тиосульфата натрия – хлорид и бромид, а в растворе цианида калия – все галогениды (AgCl , AgBr , AgI). Какие продукты образуются при растворении? Напишите уравнения реакций.

1537. Почему нерастворимые в воде галогениды серебра растворяются в растворах соответствующих галогенидов щелочных металлов? Напишите уравнения реакций, которыми сопровождается растворение:



1538. Вычислите концентрацию ионов Ag^+ в 0,1 М растворах хлорида диамминсеребра (I) и дицианоаргентата (I) натрия.

1539. Напишите формулы комплексных соединений серебра (I), в которых лигандами являются следующие молекулы и ионы: H_2O , NH_3 , CN^- , Cl^- , Br^- , I^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. Определите степень окисления серебра в соединениях: $\text{K}_6\text{H}[\text{Ag}(\text{IO}_6)_2] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Na}_6\text{H}_3[\text{Ag}(\text{TeO}_6)_2] \cdot 20\text{H}_2\text{O}$.

1540. Объясните линейное строение, координационное число, диамагнетизм и бесцветность комплексов $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ и AgCl_2^-

1541. Опишите химические процессы классической фотографии, основанной на использовании одного из галогенидов серебра. Что происходит в момент экспозиции, при проявлении и при закреплении фотографического изображения? Чем отличаются негативные изображения от позитивных?

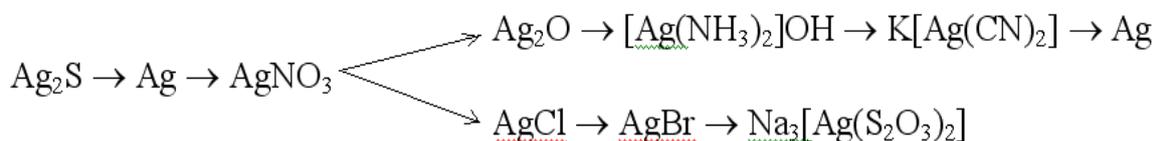
1542. На чём основано использование растворов, содержащих катионы Ag^+ , в медицине и в водоподготовке?

1543. С какой целью и как проводится гальваническое серебрение изделий? Почему в этом случае применяется раствор не нитрата серебра, а цианидных комплексных соединений серебра? Серебро при этом выделяется на катоде или на аноде?

1544. Какие соединения используются в серебряно-цинковом аккумуляторе, какие реакции идут при его зарядке и разрядке и в каких областях техники используются эти аккумуляторы?

1545. Для бытовых серебряных изделий широко применяется сплав серебра (80 %) с медью. Чему равна масса серебра, содержащегося в серебряной вилке массой 120 г и в серебряном подносе массой 650 г?

1546. Напишите уравнения реакций для осуществления превращений:



1547. Кратко опишите свойства золота. По каким физическим и химическим свойствам золото превосходит другие металлы? При действии каких реагентов золото устойчиво и каких – окисляется? Почему золото не окисляется азотной кислотой, но окисляется царской водкой?

1548. Взаимодействие золота с царской водкой объясняют: 1) высокой окислительной активностью царской водки благодаря образованию в ней атомарного хлора и 2) высокой восстановительной активностью золота вследствие образования комплексного соединения. Напишите два уравнения реакции золота с царской водкой, соответствующие этим объяснениям.

1549. Для реакции с золотом мольное соотношение $\text{HNO}_3:\text{HCl}$ в царской водке должно быть равно 1:4 (реакция идёт с образованием тетрахлорозолотой кислоты, NO и воды). Разработайте рецептуру приготовления этого реактива, если имеется 1 л 60%-й HNO_3 ($\rho = 1,37$) и достаточный объём 37%-й HCl ($\rho = 1,185$).

1550. Почему золото, невзаимодействующее с кислородом, водой и сухим хлором, взаимодействует с озоном, влажным хлором и хлорной водой? Напишите уравнения соответствующих реакций.

1551. Образование какого оксида (Au_2O или Au_2O_3) термодинамически более вероятно при взаимодействии золота с озоном?

1552. Тетрахлорозолотая кислота, образующаяся при взаимодействии золота с царской водкой, кристаллизуется в виде светло-жёлтых игольчатых кристаллов состава $\text{H}[\text{AuCl}_4]\cdot\text{H}_2\text{O}$. При 120°C она разлагается с образованием хлорида золота (III), который при 180°C переходит в хлорид золота (I). Напишите уравнения соответствующих реакций. Объясните, что происходит с хлоридом золота (I) при его дальнейшем нагревании.

1553. Произведение растворимости хлорида золота (I) равно $2\cdot 10^{-13}$, а хлорида золота (III) – $3,2\cdot 10^{-25}$. Какое из этих соединений более растворимо? Чему равна молярная концентрация хлорида золота (III) в насыщенном растворе? Какая масса ионов Au^{3+} содержится в одном литре насыщенного раствора? Какой объём воды потребуется для растворения одного грамма AuCl_3 ?

1554. Почему из растворов хлорида золота (I) осаждается не гидроксид AuOH , а оксид Au_2O ? Каким образом из оксида золота (I) можно получить оксид золота (III) и провести обратное превращение?

1555. В каких реакциях получают тетрахлорозолотую (III) кислоту, из тетрахлорозолотой (III) кислоты получают гидроксид золота (III), а из этого гидроксида – AuCl_3 , KAuO_2 и Au_2O_3 ? Напишите уравнения этих реакций.

1556. Приведите примеры комплексных соединений золота с координационными числами 2 и 4, их названия и соответствующие значения константы нестойкости. Какой из комплексов и почему имеет наименьшее значение константы нестойкости? Какое пространственно-геометрическое строение имеют комплексы золота (+1) и золота (+3)?

1557. С какой целью проводят гальваническое золочение изделий? Почему при этом применяется раствор комплексного соединения $K[Au(CN)_2]$? Золото выделяется при этом на катоде или на аноде? На поверхность изделия площадью 50 см^2 было нанесено золото методом гальванопластики. Толщина покрытия составила $0,1 \text{ мкм}$. Сколько времени проводился электролиз раствора $K[Au(CN)_2]$ при силе тока 10 А ?

1558. Золото очень пластично: из одного грамма золота можно вытянуть проволоку длиной $3,5 \text{ км}$. Вычислите: а) диаметр такой проволоки; б) число атомов, расположенных по диаметру; в) число атомов содержится в одном мм проволоки.

1559. Для ювелирных изделий, зубных протезов и электродеталей используются сплавы золота. Содержание золота в сплаве показывает *проба*. Для установления *пробы* двух сплавов взяли $18,24 \text{ мг}$ первого и $16,52 \text{ мг}$ второго; после обработки азотной кислотой массы оказались равны $13,68 \text{ мг}$ и $9,63 \text{ мг}$ соответственно. Определите пробу первого и второго сплава?

1560. Какое отношение к золоту имеют: а) сусальное золото; б) военный городок (форт) Нокс в США; в) организация Гохран в России; г) золотое сечение; д) масса 112 кг ; е) механическое устройство *драга*; ж) тройская унция; з) российский химик П.Р. Багратион?

8.10. ПОДГРУППА ЦИНКА

Общая характеристика цинка, кадмия и ртути. Получение и свойства цинка, его оксида, гидоксида, солей и комплексных соединений. Применение цинка и сплавов на его основе. Кадмий и его важнейшие соединения. Ртуть и соединения ртути.

1561. Цинк, кадмий и ртуть – последние элементы декад d-элементов в периодах. Как расположение этих элементов в периодической системе сказывается на их свойствах и свойствах их соединений?

1562. В каких частях ряда напряжений расположены цинк, кадмий и ртуть, чему равны их электродные потенциалы, как эти металлы взаимодействуют с кислотами, щелочами, водой?

1563. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых цинк получают пиро- и гидрометаллургическими методами из сфалерита (ZnS) и галмея ($ZnCO_3$):



1564. Из одной тонны сфалеритового концентрата получено 260 кг цинка. Чему равна массовая доля сульфида цинка в концентрате?

1565. При прокаливании 16,0 г смеси карбоната и оксида цинка получено 12,5 г ZnO . Определите состав смеси (абсолютный и в массовых процентах).

1566. При прокаливании 50,0 г смеси карбоната и оксида цинка получено 2240 мл CO_2 (н. у.). Определите состав смеси – абсолютный и в массовых процентах.

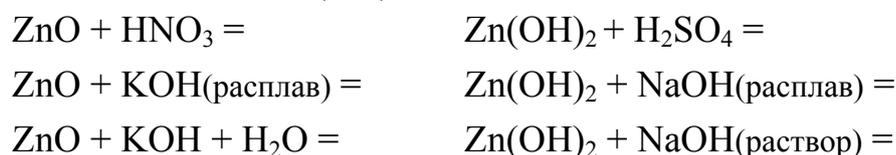
1567. Напишите уравнения реакций цинка с серной кислотой с образованием водорода, сероводорода, оксида серы (IV) и серы. Укажите условия, которые обеспечивают преимущественное протекание каждой реакции.

1568. Какую массу цинка необходимо поместить в аппарат Киппа, чтобы получить 50 л водорода (н. у.)? Каким объёмом 20%-й H_2SO_4 ($\rho = 1,14$) потребуется заполнить аппарат, если кислота берётся в двукратном избытке?

1569. Напишите уравнения реакций цинка с азотной кислотой: концентрированной (60 %), разбавленной (10–15 %) и очень разбавленной (0,1–1 %). Как изменяется полнота восстановления HNO_3 по мере её разбавления?

1570. Напишите уравнения реакций цинка с щёлочью в расплаве и в растворе. Чем принципиально отличаются эти реакции?

1571. Напишите уравнения реакций, свидетельствующих об амфотерных свойствах ZnO и $Zn(OH)_2$:



1572. При кипячении цинка с щелочными растворами нитратов происходит их восстановление до аммиака. Какое практическое значение имеет эта реакция? Почему восстановителем считается не цинк, а водород, выделяющийся при его взаимодействии с щёлочью? Напишите уравнение реакции.

1573. Почему цинк не взаимодействует с водой, но взаимодействует с растворами хлорида аммония и соды? Напишите уравнения реакций.

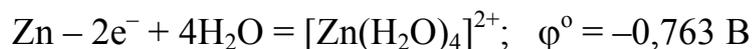
1574. Что является причиной растворения гидроксида цинка в кислотах, щелочах и растворе аммиака? Напишите уравнения реакций.

1575. Какой из гидроксидов цинка (обычный $Zn(OH)_2$ или комплексный $[Zn(NH_3)_4](OH)_2$) и почему является более сильным основанием? Почему комплексные соединения цинка бесцветны, диамагнитны и имеют тетраэдрическое строение?

1576. Для солей цинка $ZnCl_2$, $Zn(NO_3)_2$ и $ZnSO_4$ определите тип гидролиза и среду их водных растворов, напишите молекулярные и ионные уравнения реакций гидролиза. С помощью какого индикатора можно отличить раствор $ZnCl_2$ от раствора $BaCl_2$?

1577. Почему температуры разложения гидроксида цинка $Zn(OH)_2$ (125 °C), карбоната $ZnCO_3$ (300 °C) и сульфата $ZnSO_4$ (600 °C) заметно ниже температур разложения аналогичных соединений кальция $Ca(OH)_2$ (580 °C), $CaCO_3$ (860 °C), $CaSO_4$ (1460 °C), хотя оба элемента расположены в одной группе периодической системы?

1578. Потенциалы полуреакций окисления цинка равны:

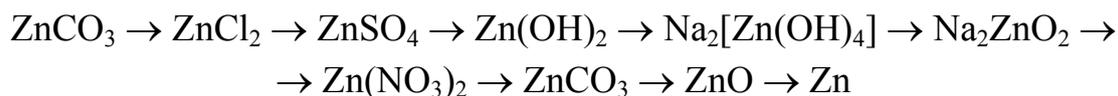


В какой среде цинк является более сильным восстановителем? Подберите окислители для окисления цинка в кислой и щелочной средах и напишите уравнения реакций.

1579. Напишите уравнения реакций, в которых цинк является восстановителем:



1580. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления превращений:



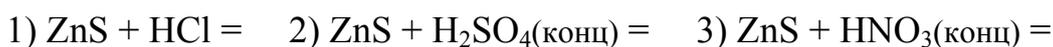
1581. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления превращений:



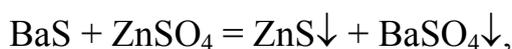
1582. Сульфид цинка используется в качестве люминофора, пигмента и в других целях. По каким из приведенных реакций можно получить сульфид цинка? Напишите уравнения этих реакций и укажите условия их проведения:



1583. Напишите уравнения возможных реакций с участием сульфида цинка и укажите условия их проведения:



1584. Смесь сульфида цинка и сульфата бария, получаемая по реакции:



под названием *литопон* используется в качестве белой краски. Предложите методику определения количественного состава литопона.

1585. Химически чистый цинк взаимодействует с соляной и разбавленной серной кислотами медленно. Но если к нему прикоснуться медной проволочкой или внести в раствор сульфат меди, то скорость взаимодействия цинка с этими кислотами заметно увеличивается. Почему? Будет ли наблюдаться такой же эффект при добавлении соли магния?

1586. Цинк применяется для защиты от коррозии железных и стальных изделий. Почему более активный цинк защищает менее активный металл железо от окисления? Объясните механизм защитного действия цинка. Цинковые покрытия наносят горячим цинкованием, паровым цинкованием, либо гальваническим способом; по названию способов определите их сущность.

1587. Много цинка расходуется на изготовление гальванических элементов. Как работают медно-цинковый (Даниэля–Якоби) и марганец-цинковый (Ленкланше) гальванические элементы, какова роль цинка в них и чему равна электродвижущая сила каждого из них?

1588. Для чего применяется цинк при получении золота цианидным способом? Напишите уравнение соответствующей реакции.

1589. Широкое промышленное использование имеют цинковые сплавы. Один из таких сплавов содержит медь (10 %), алюминий (5 %) и магний (0,05 %). С помощью каких реакций можно разделить этот сплав на отдельные компоненты?

1590. Кадмий извлекают из руд и отходов производства цинка серной кислотой и восстанавливают из сульфата кадмия цинком или проведением электролиза. Напишите уравнения соответствующих реакций. Вычислите массу цинка, необходимую для получения 1 кг кадмия по первому способу. Вычислите время электролиза при силе тока 500 А, за которое выделяется 1 кг кадмия при его получении электролизом.

1591. Чем отличается по своим свойствам гидроксид кадмия от гидроксида цинка? Напишите уравнения возможных реакций:

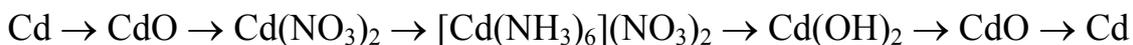


1592. Опишите получение, свойства и применение сульфида кадмия. Чем отличается это соединение от сульфида цинка? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1593. Определите тип гидролиза, напишите уравнения реакций гидролиза и укажите среду растворов солей кадмия: CdCl_2 , CdSO_4 , $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$.

1594. Приведите примеры комплексных соединений кадмия и их названия. Почему в этих соединениях координационное число может быть равным 4 и 6, тогда как в комплексных соединениях цинка – только 4?

1595. Напишите уравнения и укажите условия проведения реакций для осуществления превращений:



1596. Как работают широко применяемые в технике щелочные кадмиево-никелевые аккумуляторы?

1597. С какой целью и каким образом проводится кадмирование изделий из железа и обычной стали? С какой целью добавка кадмия вводится в медь? На каком свойстве кадмия основано его применение в атомных реакторах?

1598. Чем отличается ртуть от своих аналогов по подгруппе и от других металлов? Чему равен её электродный потенциал, в какой части ряда напряжений она находится, как взаимодействует с кислородом, серой, галогенами, кислотами, щелочами, водой?

1599. Ртуть получают из киновари непосредственно на стадии окислительного обжига. Почему операция восстановления, обычная при получении других металлов, в этом случае не нужна?

1600. Для очистки ртути от примесей цинка, сурьмы, свинца и других металлов её взбалтывают с насыщенным раствором HgSO_4 . Почему при этом происходит очистка?

1601. Напишите уравнения реакций ртути с недостатком разбавленной холодной и с избытком горячей азотной кислоты. Как образующиеся соли взаимодействуют с щелочами, почему при этом образуются не гидроксиды, а оксиды ртути?

1602. Приведите примеры соединений ртути (I). Какие из них диспропорционируют, при каких условиях и с образованием каких продуктов? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.

1603. Напишите уравнения реакций, иллюстрирующие свойства оксидов ртути:



1604. Нитрат ртути (II) в разбавленных растворах сильно гидролизуеться с образованием основной соли, которая при нагревании раствора разлагается с образованием HgO. Напишите уравнения реакций гидролиза и разложения.

1605. Напишите уравнения реакций:



В каких из этих реакций образуются комплексные соединения, как они называются, чем объясняется их диамагнетизм и отсутствие окраски?

1606. В ряду однотипных комплексов ртути HgF_4^{2-} – HgCl_4^{2-} – HgBr_4^{2-} – HgI_4^{2-} константа нестойкости уменьшается, несмотря на увеличение длины связи (увеличивается радиус лигандов). Объясните это явление.

1607. Как получают и где применяют сулему и каломель? Растворимость сулемы в 100 г воды составляет 6,6 г при 20 °С и 58,0 г – при 100 °С. Какая масса суммы кристаллизуется из 2,5 кг насыщенного при 100 °С раствора при его охлаждении до 20 °С?

1608. Какие меры предосторожности и почему необходимо соблюдать при работе со ртутью и её соединениями и что следует делать, если в помещении разлита ртуть?

1609. Какие металлы растворяются в ртути, как называются такие растворы и где они применяются? Почему применение натрия, растворённого в ртути, в качестве восстановителя более распространено, чем чистого натрия?

1610. Чем обусловлено применение ртути в лампах дневного света, в кварцевых лампах, термометрах, электролизёрах? Чем отличается процесс электролиза раствора хлорида натрия, если катодом является ртуть, от электролиза со стальным катодом (анодом в обоих случаях является графит)?

8.11. ЛАНТАНОИДЫ И АКТИНОИДЫ

Строение атомов, положение в периодической системе и закономерности изменения свойств лантаноидов и их соединений. Общая характеристика актиноидов. Уран и его важнейшие соединения. Применение лантаноидов и актиноидов.

1611. Приведите названия, символы, электронные формулы атомов и значения радиуса атомов лантаноидов. Как называется явление уменьшения радиуса атомов этих элементов и как оно отражается на свойствах: а) самих лантаноидов; б) последующих за ними элементов шестого периода?

1612. Объясните причину сходства химии лантаноидов. Приведите названия лантаноидов и их соединений: Sm, Dy, Lu, $\text{Nd}(\text{OH})_3$, $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$, Tb_2O_3 , $\text{Ho}(\text{NO}_3)_3$, YbPO_4 , $\text{NaLa}(\text{SO}_4)_2$, $\text{K}_4[\text{Ce}(\text{SO}_4)_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

1613. Сходство лантаноидов обычно объясняют тем, что: 1) все они входят в одну и ту же группу периодической системы; 2) два внешних энергетических подуровня имеют одинаковое электронное строение; 3) орбитали, которые заполняются электронами (4f), экранированы двумя внешними слоями (5d и 6s); 4) атомы близки по размерам; 5) атомы имеют близкие ионизационные потенциалы. Какие из этих причин первичные, а какие вторичные?

1614. Опишите нахождение лантаноидов в природе. Какой из них является искусственным элементом, и как его получают?

1615. Лантаноиды получают из фторидов или оксидов кальций-термическим восстановлением. На примере получения неодима приведите термодинамическое обоснование этого метода. Почему лантаноиды не получают электрохимическим восстановлением из растворов солей?

1616. Чему равны электродные потенциалы лантаноидов, в какой части ряда напряжений они расположены и как в связи с этим они взаимодействуют с кислотами, щелочами, водой? Какое свойство лантаноидов называется пирофорностью и при каких условиях оно проявляется?

1617. Почему для лантаноидов в соединениях характерна степень окисления +3? Атомы каких лантаноидов имеют в соединениях также степени окисления +2 и +4? Привести примеры соответствующих соединений.

1618. Как и почему изменяются свойства оксидов в ряду от Ce_2O_3 до Lu_2O_3 , растворимость и сила оснований в ряду от $\text{Ce}(\text{OH})_3$ до $\text{Lu}(\text{OH})_3$?

1619. Покажите уравнениями реакций: а) основные свойства Ce_2O_3 и $\text{Ce}(\text{OH})_3$; б) амфотерность CeO_2 и $\text{Ce}(\text{OH})_4$; в) окислительные свойства соединений церия (IV).

1620. Окислительно-восстановительный потенциал полуреакции $\text{Ce}^{4+} + e^- = \text{Ce}^{3+}$ равен 1,44 В. Какие соединения окисляют ионы Ce^{3+} , а какие восстанавливают ионы Ce^{4+} : а) концентрированная HCl ; б) FeSO_4 ; в) H_2O_2 ; г) KMnO_4 в кислой среде? Напишите уравнения реакций.

1621. Гидроксид церия (III) окисляется кислородом воздуха до гидроксида церия (IV). Как взаимодействует полученное вещество с концентрированной соляной кислотой и иодидом калия в среде H_2SO_4 ? Напишите уравнения реакций.

1622. Соединения самария, иттербия и европия в нехарактерной для лантаноидов степени окисления +2 являются восстановителями. Напишите уравнения реакций:



1623. Среди лантаноидов по объёмам производства и применения выделяются церий, неодим и самарий. Где применяются эти металлы и их соединения?

1624. Приведите названия и символы актиноидов. Какие из них присутствуют в земной коре, а какие получают искусственным путём? В чём состоит особенность электронного строения атомов актиноидов? Какие из них по электронному строению атомов и химическим свойствам сходны с лантаноидами, а какие – с d-элементами?

1625. С каким из актиноидов связаны такие важные этапы развития науки и техники, как открытие радиоактивности, создание атомного оружия и освоение атомной энергии для мирных целей? В каком виде этот элемент находится в природе, и как его получают в металлическом виде?

1626. Напишите уравнения реакций, которые используются в технологии получения урана из природных соединений:



1627. Напишите уравнения реакций, которые используются в технологии получения урана из природных соединений:



1628. Оксид урана (IV) взаимодействует с концентрированной серной кислотой с образованием сульфата урана (IV), а концентрированной азотной кислотой окисляется, образуя нитрат диоксоурана(VI) – *нитрат уранила*. Напишите уравнения соответствующих реакций.

1629. Оксид урана (VI) взаимодействует с кислотами с образованием солей катиона UO_2^{2+} (катион *уранила*), а при сплавлении с NaOH – с образованием ураната (VI) натрия. Напишите уравнения реакций.

1630. Как можно экспериментально доказать, что U_3O_8 является двойным оксидом $UO_2 \cdot 2UO_3$? Как записать формулу этого вещества в виде соли?

1631. Чем отличаются по основно-кислотным свойствам оксиды урана UO_2 и UO_3 ? Чем является U_3O_8 – оксидом или солью? Напишите уравнения реакций, иллюстрирующие свойства UO_2 , UO_3 , U_3O_8 .

1632. Одно из соединений урана с фтором при 56 °С переходит из твёрдого состояния в газообразное. При 100 °С и давлении 98 кПа 50 г этого газа занимают объём 4,5 л. Установите формулу соединения. Какое практическое значение имеет это соединение?

1633. Гексафторид и гексахлорид урана гидролизуются с образованием галогеноводородных кислот и соединений, содержащих катион уранила. Напишите уравнения реакций гидролиза.

1634. Опишите нахождение тория в земной коре, способы его получения, его свойства и применение тория и его соединений. Почему торий может быть использован в атомной энергетике?

1635. Как получают не существующие в природе трансурановые элементы? Покажите на примерах получения плутония, америция, калифорния и ещё одного элемента по собственному выбору.

Глава девятая БЛАГОРОДНЫЕ ГАЗЫ

Общая характеристика благородных газов, их физические свойства и применение. Химические соединения ксенона: состав, свойства, получение и применение.

1636. Для всех благородных газов напишите: 1) символы и названия элементов; 2) атомные номера; 3) формулу валентных электронов; 4) радиусы атомов; 5) ионизационные потенциалы; 6) степени окисления в соединениях. Объясните, почему эти элементы, в отличие от других газов (водорода, азота, кислорода и галогенов), не образуют двухатомных молекул.

1637. Чему равно содержание каждого благородного газа в воздухе, как их выделяют из воздуха и проводят их разделение? Вычислите теоретический объём воздуха, который необходим для получения: а) 1 л гелия; б) 100 л неона; в) 1 м³ аргона, г) 100 мл ксенона.

1638. С чем связано название гелия? При каких условиях гелий переходит в жидкое и твёрдое состояния? Какими необычными физическими свойствами обладает гелий в жидком состоянии, за открытие и объяснение которых двое российских физиков П.Л. Капица и Л.Д. Ландау стали лауреатами Нобелевских премий?

639. Неон состоит из трёх изотопов, массовые доли которых равны 90,48 % (²⁰Ne), 0,27 % (²¹Ne) и 9,25 % (²²Ne). Вычислите атомную массу этого элемента с точностью до тысячных долей. Почему полученный результат не совпадает с атомной массой, приведённой в периодической системе?

1640. Учитывая физические и химические свойства азота и аргона, предложите несколько методов разделения этих газов.

1641. Почему в ряду гелий–неон–аргон–криптон–ксенон–радон температура кипения и энтальпия испарения увеличиваются, а молярный объём уменьшается:

Газ	He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
Температура кипения, °С	–268,9	–245,9	–185,8	–152,0	–108,1	–61,9
Энтальпия испарения, кДж/моль	0,092	1,84	6,27	9,66	13,67	17,97
Молярный объём, л/моль	22,426	22,424	22,392	22,351	22,263	22,218

1642. Почему долгое время считалось, что благородные газы не образуют химических соединений? Почему до сих пор не получены соединения гелия, неона и аргона? Приведите примеры соединений криптона, ксенона и радона и объясните, почему эти элементы в своих соединениях имеют чётные степени окисления?

1643. Объясните существование нестойких молекулярных соединений благородных газов: $\text{Ar}\cdot\text{bH}_2\text{O}$, $\text{Kr}\cdot\text{bH}_2\text{O}$, $\text{Xe}\cdot\text{bH}_2\text{O}$, $\text{Xe}\cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, $\text{Rn}\cdot 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$. Какое общее название имеют эти и подобные им соединения, при каких условиях они существуют?

1644. Объясните, используя метод молекулярных орбиталей, возможность существования молекулярных ионов He_2^+ и Ne_2^+ . Можно ли объяснить их образование методом валентных связей?

1645. Перечислите все соединения криптона, ксенона и радона с фтором. Почему энергия связи между атомами ксенона и фтора в соединении XeF_8 (100 кДж/моль) меньше, чем в XeF_6 (125) и в XeF_4 (135)? Какие продукты образуются при взаимодействии с водой (гидролизе) фторидов ксенона?

1646. Почему фториды и оксофториды ксенона (XeF_2 , XeF_4 , XeF_6 , XeF_8 , XeOF_2 , XeOF_4 , XeO_2F_2 , XeOF_6 , XeO_2F_4 , XeO_3F_2) являются более сильными окислителями и фторирующими реагентами, чем фтор? Напишите уравнения реакций:



1647. Какие оксиды и кислоты образует ксенон, как их получают и каковы их свойства?

1648. Приведите примеры ксенатов и перксенатов, опишите их получение и свойства. Напишите уравнения реакций ксената и перксената бария с разбавленной и концентрированной соляной кислотой и их разложения при нагревании.

1649. Как можно объяснить строение молекул соединений ксенона: XeF_6 – октаэдрическое, XeO_4 – тетраэдрическое, XeF_4 – форма плоского квадрата, XeF_2 – линейная форма?

1650. Какое отношение к благородным газам имеют: а) радоновые ванны; б) неоновая реклама; в) α -частицы; г) эманация радия; д) свет и тепло Солнца; е) английские химики Д. Рэлей и У. Рамзай; ж) российские физики П.Л. Капица и Л.Д. Ландау?

ОТВЕТЫ К РАСЧЁТНЫМ ЗАДАЧАМ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ

Глава первая

Общие закономерности неорганической химии

1–5. Распространенность химических элементов на Земле изучает и объясняет геохимия. Кларки элементов приведены в справочнике [62] и в учебнике [1]. Интересный материал по этому вопросу имеется в учебном пособии Г. Реми [15].

6. Атомов $5 \cdot 10^{41}$, масса $3 \cdot 10^{16}$ кг или $3 \cdot 10^{13}$ тонн.

7–8. Названия и формулы наиболее распространенных минералов приведены в справочнике [62], менее распространенных можно найти в химической энциклопедии [22], в статьях, посвященных химическим элементам.

9–10. Названия и формулы силикатов и алюмосиликатов приведены в химической энциклопедии [22] (в статье «Кремний») и в учебных пособиях [6, 20, 21]. Массовые доли элементов в альбите: 8,8 % (натрий), 10,3 % (алюминий), 32,1 % (кремний), 48,9 % (кислород). Массовые доли элементов в ортоклазе: 14,03 % (калий), 9,71 % (алюминий), 30,22 % (кремний), 46,04 % (кислород).

11–15. Анализируйте сведения об этих минералах, которые приведены в справочнике [62].

16. В данном перечне приведено 10 минералов, и последним в перечне является алмаз; это наводит на правильный ответ.

17. В 1 см^3 воздуха содержится $3,6 \cdot 10^4$ атомов радона, 1 моль радона содержится в $1,672 \cdot 10^{13} \text{ м}^3$ воздуха.

18. $8,2 \cdot 10^{16}$ кг.

19. Читайте учебное пособие Б.Н. Некрасова, по которому обучалось старшее поколение химиков; недавно оно было переиздано [11].

20. Классификация элементов на легкие и тяжелые проводится по их атомной массе, а на их содержание на Земле влияет, помимо других причин, космическое излучение. Читайте об этом [22, статья «Геохимия»].

21–28. Эти задания выполняются самостоятельно.

29. 180 г и 243 г.

30. 235,5 л.

31. 1,9 кг.

32. 2,5 л.

33. 37 г.
34. $3,3 \cdot 10^{-2}$ м.
35. 554,8 мл.
36. 52,9 мл.
37. 163,7 мл.
38. 13,2 л.
39. 0,224 л (CaCO_3); 0,267 л (MgCO_3).
40. -800 кДж/моль; 0,6 %.
41. Это задание можно выполнить самостоятельно.
42. 21,6 г.
43. 18 г (алюминий), 112 л (фтор).
- 44–45. Эти задания выполняются самостоятельно.
46. 3,16 г.
47. Условия, указанные в задании, – стандартные.
48. 240 мл.
49. При максимальном восстановлении нитратов образуется аммиак, который в щелочах не растворяется.
50. В реакции серебра с соляной кислотой, содержащей цианид калия, образуется комплексное соединение.
- 51–60. Энергия Гиббса вычисляется по разности справочных значений [62] окислительно-восстановительных потенциалов окислителя и восстановителя.
- 61–65. Имейте в виду, что при гидролизе соединений, содержащих неметаллы, образуются две кислоты.
- 66–70. Гидролиз одготипных солей в периодах усиливается, а в группах ослабевает. Эта закономерность объясняется механизмом взаимодействия ионов с водой, содержащейся в первичных гидратных оболочках.
71. Константа гидролиза равна $1,6 \cdot 10^{-11}$, а степень гидролиза $4 \cdot 10^{-4}$ % (1 М), $1,3 \cdot 10^{-3}$ (0,1 М) и $4 \cdot 10^{-3}$ (0,01М).
72. $K_r = 1,45 \cdot 10^{-11}$; $\alpha_r = 3,8 \cdot 10^{-4}$ %, $1,2 \cdot 10^{-3}$ %, $3,8 \cdot 10^{-3}$ %.
73. $K_r = 3,33 \cdot 10^{-7}$; $\alpha_r = 5,8 \cdot 10^{-2}$ %, 0,18, 0,58 %.
74. $K_r = 3,26 \cdot 10^{-5}$ %; $\alpha_r = 0,57$ %, 1,8 %, 5,7 %.
75. $K_r = 0,83 \cdot 10^{-6}$; $\alpha_r = 9,1 \cdot 10^{-2}$ %, 0,29 %, 0,91 %.
76. $K_1 = 2,08 \cdot 10^{-4}$, $\alpha_1 = 4,565$; $K_2 = 2,22 \cdot 10^{-8}$, $\alpha_2 = 4,71 \cdot 10^{-2}$ %; pH = 11,66.
77. $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-7}$, $\alpha_1 = 0,13$ %; $K_2 = 7,1 \cdot 10^{-13}$, $\alpha_2 = 2,0 \cdot 10^{-4}$; pH = 10,1.
78. $K_1 = 3,1 \cdot 10^{-6}$, $\alpha_1 = 63$ %; $K_2 = 1,0 \cdot 10^{-9}$, $\alpha_2 = 3,3 \cdot 10^{-2}$ %; pH = 12,8.
79. $K_1 = 3,1 \cdot 10^{-6}$, $\alpha_1 = 0,56$ %; $K_2 = 5,6 \cdot 10^{-12}$, $\alpha_2 = 7,5 \cdot 10^{-4}$ %; pH = 10,75.
80. $K_1 = 5,0 \cdot 10^{-13}$, $\alpha_1 = 22$ %; $K_2 = 5 \cdot 10^{-5}$, $\alpha_2 = 2,2$ %; pH = 12,34.

81. 56,8 г.
82. 27,3 г.
83. 4,1 л.
84. 72 %.
85. 0,35 В; 27 г.
86. 0,38 В; 19,7 л
87. Значения φ° приведены для стандартных условий [62].
88. Наиболее вероятная реакция характеризуется наиболее отрицательным значением энергии Гиббса, но в этом задании достаточно сравнить потенциалы полуреакций восстановления азотной кислоты.
89. При выполнении этого непростого задания имейте в виду: 1) наиболее вероятна такая реакция, которая характеризуется наибольшей разностью значений окислительно-восстановительных потенциалов окислителя и восстановителя; 2) реакция может протекать в несколько стадий.
90. 38,7 г.
91. Смотрите ответ к заданию 89. 1470 г; 560 л.
92. 496 г; 400 мл; 1,24 г/мл; 255 г.
93. 476,5 г, 425 мл, 1,12 г/мл, 76,5 г.
94. Окислителем является вода, а щёлочь является средой.
95. При взаимодействии с расплавами щелочей в реакциях может участвовать атмосферный кислород.
96. 0,8 кг (Al); 2,4 кг (NaOH). При взаимодействии алюминия с расплавом щёлочи в реакции участвует атмосферный кислород.
97. 280 г и 840 г.
98. 160 г (S), 380 г (F₂) и 355 (Cl₂).
99. В технической воде и атмосферной влаге содержатся растворенный кислород и углекислый газ.
100. 52,1 кДж; $7,6 \cdot 10^{-10}$.

Глава вторая Водород и галогены

101. Положение элемента в периодической системе и его свойства определяются строением его атомов.
102. Возможно существование двух молекулярных ионов.
103. Вспоминаем изученные в первом семестре силы Ван-дер-Ваальса.
104. При 2000 К энергия Гиббса равна 237,2 кДж, константа равновесия $6,3 \cdot 10^{-7}$, степень атомизации $2 \cdot 10^{-2}$ %; T = 4408 К.

- 105.** Первая стадия – образование атомарного водорода.
- 106.** 365,6 л; 1437 л.
- 107.** Для получения гидрида кальция 25 моль, 560 л и 50 г; для получения гидрида натрия – 21,7 моль, 487 л и 43,4 г.
- 108–109.** Гремучим газом называются смеси водорода с кислородом или воздухом любого состава, но наиболее опасна такая смесь, в которой количественное (мольное) отношение $H_2:O_2$ соответствует стехиометрии образования воды, т. е. 2:1. Именно для такой смеси необходимо проводить расчёты в этих заданиях.
- 110.** Константа равновесия равна $3 \cdot 10^{-3}$.
- 111–112.** Гидриды наиболее подробно описаны в пособии [6].
- 113–114.** Выполняем самостоятельно.
- 115.** 1,19 % и 0,885 %.
- 116.** 0,6 г. Плотность палладия имеется в справочнике [62].
- 117.** Выполняем самостоятельно.
- 118.** 1293,4 А·ч; 500 л.
- 119.** 3 м^3 и 1 м^3 .
- 120.** 57,6 л. Учтите, что один из реагентов имеется в недостатке.
- 121.** 1067 л.
- 122.** $11,2 \text{ м}^3$.
- 123.** Выше 983 К.
- 124.** $1976,5 \text{ м}^3$ и 1400 м^3 .
- 125.** Теплотворной способностью называется количество тепла (кДж), выделяющееся при сгорании 1 м^3 газообразного, 1 л жидкого или 1 кг твердого топлива.
- 126.** Сведения об этом процессе имеются в пособии Б.В. Некрасова [11] и в химической энциклопедии [22].
- 127.** Эти устройства изучались в общей химии, и они описаны в пособиях [2, 7].
- 128.** 1 (HCl); 2,9 (CH_3COOH); 13 (KOH); 11,1 (NH_4OH).
- 129–130.** Задания на проверку Вашей общей эрудиции.
- 131.** Используйте данные о строении и свойствах атомов фтора.
- 132.** Энергия связи приведена в [62]. Вопрос об изменении энергии химической связи при ионизации молекул решается в методе молекулярных орбиталей.
- 133.** Имеет значение как термодинамика, так и кинетика реакций с участием фтора.
- 134.** Никель и медь пассивируются; объясните механизм пассивации.

135. 53,3 г (S), 37,3 л (SF₆).
- 136–138. Выполняем самостоятельно.
139. $\Delta G^\circ_{298} = -718,3$ кДж/моль SiO₂.
140. $\Delta G^\circ_{473} = -655,5$ кДж.
141. $4,3 \cdot 10^7$ Кл.
142. $50,2 \cdot 10^3$ м³ (HF) и 86 л (H₂SO₄).
- 143–144. Выполняем самостоятельно.
145. pH = 2,1.
146. 93,5 мл; 37 г.
147. Изучайте электронную теорию кислот и оснований Льюиса [6, 19].
148. На этот вопрос в литературе нет ответа, поэтому Вы имеете возможность высказать свою точку зрения.
149. $K_r = 1,5 \cdot 10^{-11}$; $\alpha_r = 1,2 \cdot 10^{-3}$ %; pH = 5,9.
150. $2,2 \cdot 10^{-4}$ М; $1,7 \cdot 10^{-3}$ г/100 г H₂O.
151. Гидроксиды хлора, брома и йода – кислоты.
- 152–153. Выполняем самостоятельно.
154. В хлорной воде 0,94 %, в бромной – 3,46 %.
155. 851,8 л.
156. Выполняется самостоятельно.
157. Это соединение описано в пособиях [1, 23].
158. Константа равновесия равна для хлора $8,5 \cdot 10^{-8}$, брома – $4,2 \cdot 10^{-4}$ и йода – $1,6 \cdot 10^{-3}$.
159. По этим данным константа равновесия равна $4,9 \cdot 10^{-7}$ (для хлора), $2,1 \cdot 10^{-5}$ (для брома) и $3,1 \cdot 10^{-3}$ (для йода).
160. При 298 К энергия Гиббса реакций образования галогеноводородов равна: –189 кДж (HCl), –102,4 кДж (HBr), 1,8 кДж (HI); T = 320 К.
161. 191 кДж/моль.
162. Выполняется самостоятельно.
163. 0,74 г; 3,65 г.
164. Сравните агрегатное состояние хлора и брома.
165. Роль катализатора обычно сводится к образованию химически активных промежуточных продуктов.
166. Влажный хлор содержит более сильный, чем он сам, окислитель (какой?). Осушитель должен связывать воду (взаимодействовать с водой), но не взаимодействовать с осушаемым газом.
- 167–168. Вы знаете, что кинетическим уравнением реакции называется выражение закона действующих масс для её скорости.
169. 970 К (1); 2178 К (2); 3589 К (3).

- 170–171. Эти задания выполняются самостоятельно.
172. $-69,5$ кДж (1); $-17,4$ кДж (2); $88,8$ кДж (3).
173. 200 г.
174. $326,5$ г.
175. Выполняется самостоятельно.
176. $40,2$ % (HNO_3); $23,1$ (HIO_3); $36,7$ % (H_2O).
177. $28,9$ % (H_2O_2); $1,6$ % (HIO_3); $69,5$ % (H_2O).
178. Выполняется самостоятельно.
179. Энергия Гиббса для реакций диспропорционирования равна: $52,1$ кДж (Cl_2); $98,4$ кДж (Br_2); $160,2$ кДж (I_2). Константу равновесия вычисляем самостоятельно по уравнению, которое связывает эту величину с энергией Гиббса [6].
- 180–181. Эти задания выполняются самостоятельно.
182. $0,01$ М. Прочитайте условие предыдущей задачи.
183. Раствор Na_2CO_3 содержит щёлочь (вследствие гидролиза).
184. Выполняется самостоятельно.
185. Для реакции с холодным раствором щёлочи разность потенциалов полуреакций восстановления хлора ($1,36$ В) и его окисления ($0,49$ В) равна $0,87$ В, следовательно, энергия Гиббса реакции диспропорционирования хлора в холодном растворе щёлочи равна $-171,4$ кДж. Для реакции с горячим раствором щёлочи потенциал полуреакции окисления хлора в справочной литературе отсутствует, поэтому используйте потенциал полуреакции окисления хлорид-ионов ($0,63$ В).
186. $41,5$ л.
187. 243 г; 34 л.
188. $7,95 \cdot 10^4$ А·ч; $315,5$ м³; 1128 кг.
189. 96 %.
190. $61,3$ м³.
191. 1526 мл.
192. $84,6$ мл (HCl); $5,6$ л (Cl_2).
193. 49 г; $205,9$ мл.
194. Выполняется самостоятельно.
195. $152,8$ л (Cl_2); $3,0$ л (раствор).
196. $412,4$ л.
197. $2,9$ кг (раствор); $342,5$ г (MnO_2).
198. $28,7$ г.
199. $18,9$ м³.
200. 20 г (йод); 230 мл (спирт).

- 201–202.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 203–205.** Используйте справочник [62] и другие, указанные в списке литературы.
- 206.** Это очень лёгкое задание.
- 207.** Уменьшение мольного объёма свидетельствует о некотором уменьшении среднего расстояния между молекулами; почему оно уменьшается?
- 208.** Для реакции атомизации фтороводорода при 273 К энергия Гиббса и константа равновесия равны $-0,6$ кДж и $1,3$, соответственно, а при 1000 К эти параметры равны $-73,0$ кДж и 6500 . Если у Вас получены такие же или близкие результаты, то вычисления проводятся правильно.
- 209.** Выполняется самостоятельно.
- 210.** Вспоминаем механизм электролитической диссоциации [19].
- 211.** Укажите современное название; правильные, но устаревшие названия; неправильные названия.
- 212.** $45,4$ % (HCl); $68,8$ % (HBr); $71,4$ (HI).
- 213.** $68,3$ л (HCl); 380 мл (H_2O).
- 214–215.** Последовательность решения: вычисляем массу растворяющегося газа; находим массу образующегося раствора; вычисляем массовую долю; находим в справочниках [59, 62] плотность и вычисляем объём раствора; определяем количество растворенного вещества; вычисляем молярную концентрацию.
- 216.** $0,6$ моль, 22 г.
- 217.** 21 %; $6,4$ М.
- 218.** Уменьшилась до $3,9$ %.
- 219.** $25,6$ мл (кислота); $224,4$ мл (вода).
- 220.** Для решения этой задачи необходимо найти в справочниках [59, 62] плотность данных растворов.
- 221.** $132,2$ мл.
- 222.** В лабораторном практикуме [50] имеется работа «Качественные реакции», по которой можно определить, какая кислота находится в растворе; её концентрация равна 2 М.
- 223.** $0,07$ М.
- 224.** $2,5$ М.
- 225.** Массы (кг): $10,1$ (H_2); $359,9$ (Cl_2); 630 (H_2); объёмы (m^3): $113,5$ (H_2), $113,5$ (Cl_2), $0,63$ (H_2O). Тепло выделяется как при образовании хлороводорода, так и при его растворении в воде; энтальпия образования хлоро-

водорода равна $-91,8$ кДж/моль; энтальпию растворения считайте равной $-73,7$ кДж/моль.

226. На первой стадии образуется гидросульфат, а на второй – сульфат натрия. Возможность замены реагентов зависит от того, что получают: хлороводород или соляную кислоту (это не одно и то же).

227. 134,6 л; 45 л.

228. 45,2 кг.

229. 53,6 кг.

230. Имейте в виду, что получают газообразные продукты и что азотная и серная кислоты, в отличие от ортофосфорной, – окислители.

231. 44 л (сероводород); 496 г (йод).

232. 105,6 г; 395 г.

233. Вопрос о взаимодействии меди и висмута с концентрированной соляной кислотой является спорным. Выскажите свои соображения, учитывая возможность образования комплексных соединений. Сравните с взаимодействием благородных металлов с царской водкой.

234. 22,7 г (FeCl_2); 4,35 л (H_2); 43,1 г (HCl).

235. 28,1 % Al и 71,9 % Cu.

236. 40 % (Zn), 60 % Cu.

237. В уравнениях 1 и 2 восстановитель одновременно является солеобразователем.

238. Три аргумента не связаны с восстановительными свойствами веществ.

239. 17,9 л; 70,6 мл.

240. Выполнив необходимые расчёты, вы придёте к выводу о том, что восстановительные свойства соединений в ряду $\text{HF}-\text{HCl}-\text{HBr}-\text{HI}$ усиливаются: фтороводород кислородом не окисляется, а остальные соединения могут быть окислены.

241. Выполняется самостоятельно.

242. Если посуда не герметична, то имеется контакт с воздухом.

243. По 418,7 л газообразных NH_4 и HCl ; 1,30 л (раствор аммиака); 1,92 л (соляная кислота).

244. Fe_3O_4 – двойной оксид.

245. 474,0 г.

246. Азеотропные растворы описаны в пособии [20].

247. Это связано с явлением поляризации [6].

248. В осадок выпадает 282,6 кг NaCl и 717,4 л H_2O ; 26,5 кг NaCl .

- 249–250.** При выполнении этих заданий вы можете проявить свою химическую эрудицию.
- 251.** В реакции 6 продукт восстановления – NO.
- 252.** Напишите по два уравнения на каждый анион.
- 253.** Термодинамически неустойчивые соединения отличаются от устойчивых знаком стандартной энергии Гиббса образования.
- 254–256.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 257.** Смотрите ответ к заданию 247.
- 258.** Задание трудное. При его выполнении имейте в виду: 1) тип гибридизации орбиталей атома хлора во всех ионах один и тот же [1]; 2) в кислотах анионы испытывают сильное поляризующее действие катионов водорода [6].
- 259.** Два оксида являются ангидридами двух кислот каждый.
- 260–261.** Выполняем самостоятельно
- 262.** pH = 1 (HCl, HClO₃, HClO₄); 1,48 (HClO₂); 4,26 (HClO).
- 263.** Изучите влияние концентрации, температуры, света и катализаторов [6].
- 264.** 78,5 кг (Cl₂); 123,8 кг (KOH).
- 266–267.** Хлорной известью называется смешанная соль CaCl₂·Ca(ClO)₂, формулу которой принято записывать в виде CaOCl₂.
- 268.** 302,7 м³; 171,6 кг.
- 269.** Выполняется самостоятельно.
- 270.** 141,4 мл (H₂SO₄); 76,6 г (BaSO₄); 455,6 г (раствор); 55,6 г (HClO₃); 12,2%.
- 271.** 20 %.
- 272.** Стандартный потенциал полуреакции ClO₃⁻ + 2H⁺ + e = ClO₂ + H₂O равен 1,15 В, потенциалы остальных полуреакций имеются в справочнике [62].
- 273.** 56 л; 102,1 г
- 274.** 22,7 л (Cl₂); 41,4 г (KClO₃); 22,7 л (CO₂); 126 г (KCl).
- 275.** Две реакции проводятся при нагревании.
- 276.** 1714 кг (CaO); 2173 кг (Cl₂); 760 кг (KCl).
- 277.** Восстановление хлора (+5) в этой реакции возможно только за счёт внутримолекулярного перераспределения электронов.
- 278.** 5,4 л.
- 279.** 183 л.
- 280.** 72 г.
- 281.** 806 г (KClO₃); 1474 г (KOH); 701 г (NaClO₃).

282. 469 (KClO₃); 1287 г (KOH).
283. –4700 кДж.
284. Концентрированная серная кислота – сильное водоотнимающее средство.
285. Одна из реакций – реакция конпропорционирования.
286. 16,8 л.
287. 66,5 мл.
288. Наиболее вероятная ОВР – это реакция с наибольшей разностью потенциалов окислителя и восстановителя: $\Delta G^\circ = -n \cdot F \cdot \Delta \varphi^\circ$, где $\Delta \varphi^\circ = \varphi^\circ_{\text{ок}} - \varphi^\circ_{\text{вос}}$.
289. 460,8 мл; 4,07 г.
290. 6 %.
291. Задание трудное, но выполнимое. Рассмотрите окислительные свойства галогенов и возможность протекания вторичных процессов с их участием.
292. 22,3 мл.
- 293–294. Эти задания выполняются самостоятельно.
295. Протекают две последовательные реакции.
296. Учтите формальный показатель кислоты (число негидроксидных атомов кислорода в молекуле [6]) и тип гибридизации орбиталей в атоме хлора [1].
297. Фосфорный ангидрид – сильнейшее водоотнимающее вещество.
298. Ортоиодная кислота отличается от метаиодной двумя (а не одной!) молекулами воды.
299. $C_{\text{м}} = 0,1 \text{ М}$; $C_{\text{эк}} = 0,8 \text{ н}$.
300. Во всех реакциях Cl в степени окисления +7 восстанавливается до степени окисления –1.
301. Следует иметь в виду, что эти соединения получают в неводных средах.
302. Выполняется самостоятельно.
303. $K_{\text{т}} = 3,3 \cdot 10^{-7}$; $\alpha_{\text{т}} = 5,7 \cdot 10^{-2} \%$.
304. Нет.
- 305–309. Эти задания выполняются самостоятельно.
310. Примером является схема в задании 852, но над стрелками необходимо указать, какие реагенты используются и при каких условиях проводятся реакции.

Глава третья Халькогены

- 311.** При определении электронной валентности учитываются химические связи, образованные по обменному и по донорно-акцепторному механизму.
- 312.** 16,0044. Отличие от справочной величины (15,999) объясняется явлением «дефект массы» [2].
- 313–314.** Выполняем самостоятельно, используя метод МО.
- 315.** 16; 1,103; 1,43 г/л.
- 316.** $\alpha = 2,4 \cdot 10^{-39} \%$ (298 К); 0,12 % (2000 °С); 86 % (5000 °С).
- 317.** «Напрашиваются» вода, песок и глина.
- 318.** 7,0 л; 33,5 л; 14,3 г; 3,0 г.
- 319.** Ректификация.
- 320.** Четыре вещества: из трёх веществ кислород получают при нагревании и из одного – электролизом.
- 321.** 94,0 г (KMnO₄); 75,9 г (NaNO₃); 36,5 г (KClO₃); 30,3 г (H₂O₂). Перманганат калия нагревают в парах воды.
- 322.** 1053 г (KMnO₄); 408 г (KClO₃).
- 323.** 15,2 г (H₂O) и 28,2 г (KMnO₄).
- 324.** 480 А·ч.
- 325.** Три электролита.
- 326.** Вспомните лабораторную работу, которая выполнялась в первом семестре (Окислительно-восстановительные реакции) и технологии получения серной и азотной кислот.
- 327.** Кальций.
- 328.** –393,5 кДж; –802,3 кДж; 30,5 кг; 27,9 м³.
- 329.** 8 мл. Учтите содержание кислорода в воздухе [62].
- 330.** Выполняем самостоятельно.
- 331.** 316 мл.
- 332–335.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 336.** 15 л.
- 337.** Информация о свойствах озона имеется в пособиях [1, 2, 5, 6, 11, 13, 15–18, 20–22], а также в задании 345.
- 338.** 4 л; 22,2 %.
- 339.** 75 % (O₂) и 25 % (O₃).
- 340–342.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 343–344.** Противоречия с законами химической термодинамики нет.

345. $\Delta G^\circ = -46$ кДж/моль H_2O_2 .
346. Задание трудное (олимпиадное), но выполнимое.
347. $-289,7$ кДж.
348. 9,4 % объёмных.
349. 12,7 г; 5,6 л.
350. Фреонами называются фторсодержащие соединения углерода [6].
- 351–355. Роль воды в жизни человека огромна, поэтому мы должны знать её строение и свойства. Плотность воды при различных температурах можно найти в химической энциклопедии [22], в статье «Вода».
356. В лабораторном практикуме [50] имеется работа «Жёсткость воды».
357. $15384,6$ м³.
358. Для растворения одного грамма NaCl потребуется 2,8 мл воды, а для растворения одного грамма AgCl – около 530 л. Массовые доли насыщенных растворов равны 26,4 % (NaCl) и $1,9 \cdot 10^{-4}$ % (AgCl). Молярные концентрации: 5,42 М (NaCl) и $1,34 \cdot 10^{-5}$ М (AgCl).
359. Количество воды в одном литре равно 50,6 моль. Энтальпия растворения одного моля H_2SO_4 в 50 моль H_2O равна около 70 кДж. Теплоемкость раствора считайте равной теплоемкости воды.
360. 100 % по первой ступени и около 11 % – по второй.
361. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$.
362. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ и $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
363. $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ или $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
364. 7 (чистая вода); 1,3 (раствор H_2SO_4); 12,4 (раствор NaOH).
365. $5,68 \cdot 10^{-10}$.
366. 50 г и 68,8 л.
367. $-0,413$ В; 180 г; 131,8 л.
368. На 1 моль F_2 , PtF_6 и AuF_5 выделяется 11,2 л; на 1 моль O_3 – 22,4 л.
369. Смотрите ответ к заданию 166.
370. Процесс водоподготовки подробно описан в химической энциклопедии [22], кратко – в пособии [2].
371. Степень окисления кислорода в некоторых соединениях может быть дробным числом.
372. Выполняется самостоятельно.
373. $\text{MnO}_{1,6}$.
374. 602 л.
375. Стехиометрические расчёты проводим по реакциям:



376. 34 %.
377. 43,5 г.
378. 10,2 %.
379. 0,25 н.
380. 21,5 мл; 3,36 л.
381. 16,4 мл.
382. $-120,4$ (1) и $-237,2$ кДж/моль (2).
Можно, но при особых условиях [11].
383. 31,9 л. Внимательно рассмотрите реакцию разложения пероксида водорода.
384. 25,8 % и 41,0 %.
385. 66,3 л.
386. 156,0 г (Na_2O_2); 42,5 г (NaNO_3); 60,0 г (NaOH); 62,0 г (Na_2O).
387. 71,8 л (окисляется); 215,4 л (связывается с образованием Na_2S).
388. 348,2 г; регенерируется 50 % кислорода.
389. 4,36 кг (Na_2O); 9,98 кг (KO_2). Смесь «ксилит» описана в отдельной статье в химической энциклопедии [22].
390. Некоторые сведения об этих малоизвестных соединениях имеются в пособии [6].
- 391–392. Выполняем самостоятельно.
393. $46,7 \text{ м}^3$ (H_2S); $23,25 \text{ м}^3$ (SO_2).
394. Выполняем самостоятельно.
395. S_8 .
- 396–401. Эти задания выполняются самостоятельно.
402. По водороду 17, по воздуху 1,172, абсолютная 1,52 г/л.
403. Эти данные не согласуются: а – 0,001 М; б – 0,1 М; в – 0,13 М.
404. $\alpha_1 = 0,1 \%$; $\alpha_2 = 1,6 \cdot 10^{-4} \%$.
405. 1 г; 660 мл.
406. Расчётное значение $T = 448 \text{ К}$. Термодинамические константы двухатомной газообразной серы имеются в пособии [38].
407. 17,6 г.
408. 24,2 л (H_2S); 2,0 л (H_2); 7,6 %.
409. 15,0 г (Al_2S_3); 5,4 г (Al); 200 мл (HCl).
410. 4,2 л (H_2S); 0,3 л (H_2).
411. 11,2 л; 22,4 л.
412. Смотрите ответ к заданию 166.
413. Смотрите ответ к заданию 288.
414. 2,43 л.

415. 2,44 л.
416. 11,2 %.
417. 170 мг или 0,112 л.
418. 714 л.
419. NaOH (7,5 %) + Na₂SO₃ (23,0 %) + H₂O (остальное).
420. Выполняем самостоятельно.
421. 494 кг.
422. Выполняем самостоятельно.
423. Степень гидролиза Na₂S составляет 63 % (1-я ступень) и 0,03 % (2-я ступень); степень гидролиза (NH₄)₂S – 100 % (1-я ступень) и 24 % (2-я ступень).
424. Сравните сульфиды этих металлов по взаимодействию с разбавленной серной кислотой и по значениям ПР.
425. Сравните значения ПР сначала PbS и CdS, а затем FeS и ZnS.
- 426–427. Эти задания выполняются самостоятельно.
428. Смотрите ответ к заданию 288.
429. Свойства веществ зависят от их состава и строения.
430. Иногда гидролиз бывает окислительно-восстановительным процессом.
431. Строение молекул этого вещества см. в учебных пособиях [1, 6].
432. Прямая реакция преобладает над обратной до 1053 К, а практически необратима – до 787 К.
433. 313,5 кг; 219,4 м³.
434. 672 кг.
435. 94 %.
436. 762 кг.
437. 267 тонн.
438. –132,8 кДж.
439. Смотрите ответ к заданию 166.
440. 88,3 %.
441. 90 г; 13,72 г; 49 г.
442. 2,64 н.; 0,8 н.
443. 12 н.; 43,9 %.
444. 1) C_м = 0,42; C_{эк} = 0,84; C_м = 0,425; T = 0,041; 2) C_м = 18,02; C_{эк} = 36,05; C_м = 244,9; T = 1,7664.
445. C_м = 0,965; C_{эк} = 1,93; C_м = 1,00; T = 0,0946; ω = 8,925 %.
446. 70 мл; 35 мл.
447. 5,13 л.

448. 107,1 мл; 3,4 мл.
449. $C_m = 2,5$; $\omega = 20,4 \%$.
450. 17,8 г.
451. 50 мл; 25 мл.
452. 500 мл.
453. 26,2 %.
454. 31,85 %; 3,976 М.
455. 76 мл.
456. 3,85 л.
457. 21,4 %; 2,5 М.
458. 0,73 М.
459. 1,785 л.
460. 10 моль; 10 л.
461–463. Эти задания выполняются самостоятельно.
464. $V = (SO_2) = 3,5$ л. Подумайте о протекании вторичных реакций.
465. 1,4 г; 104 мл; 59,2 %.
466. 44,6 г.
467. 22,4 л; 67,2 л.
468. 275 г.
469. Смотрите ответ к заданию 288.
470. 387 кг; 742,4 кг.
471. 37 %; 1:2; 100 л.
472. 1) Сульфат; 2) Гидросульфат; 3) Сульфат.
473. $FeSO_4 \cdot 7H_2O$.
474. 1653 мл; 725,6 г.
475. 1) Нет; 2) Да.
476. 16,1 % (Na_2SO_4); 10,0 % (K_2SO_4); 0,5 % (Ag_2SO_4); 0,06 % ($CaCO_3$); $2,4 \cdot 10^{-4}$ % ($BaSO_4$).
477. 1152 К ($CuSO_4$).
478. 1) 612 К; 2) 1236 К; 3) 1583 К; 4) 3142 К.
479. 104,2 мл (объём NH_3); 1) 1219,1 г; 2) 301,2 г; 3) 25,2 %.
480. $5,68 \cdot 10^{-5}$; $2,4 \cdot 10^{-3}$ %; 4,6.
481. Выполняется самостоятельно.
482. 36 кДж/моль.
483. Интересное задание из числа олимпиадных.
484. Количественное 1:1; массовое 1,225:1.
485. В молекулах политионовых кислот содержатся цепочки атомов серы.
486. Смотрите условие задания 375 и ответ к нему.

- 487.** Окислительно-восстановительная реакция возможна, если потенциал окислителя выше потенциала восстановителя.
- 488.** Ион $S_2O_8^{2-}$ восстанавливается до сульфат-ионов.
- 489.** Уравнение реакции хлорсульфоновой кислоты с водой приводится в пособии [6].
- 490.** В задании приведены технические названия, а по номенклатурным правилам первое вещество называется дихлорид-оксид серы (IV), а второе – дихлорид-диоксид серы (VI). Относительно их принадлежности к галогенангидридам – самостоятельно.
- 491.** Смотрите ответ к заданию 101.
- 492.** Смотрите ответ к заданию 312.
- 493–500.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 501.** $\alpha = 0,1 \%$ (H_2S), $3,6 \%$ (H_2Se), 15% (H_2Te); $pH = 4,0$ (H_2S), $2,4$ (H_2Se), $1,8$ (H_2Te); вторую ступень диссоциации можно не учитывать.
- 502.** SeO_3
- 503–504.** Соединения селена(+4) и теллура(+4) обладают окислительно-восстановительной двойственностью.
- 505.** 545 г.
- 506.** Смотрите ответ к заданию 288.
- 507–510.** Эти задания выполняются самостоятельно.

Глава 4. Главная подгруппа пятой группы

- 511.** Смотрите ответ к заданию 101.
- 512.** Понятие «изоэлектронные молекулы» относится к методу молекулярных орбиталей.
- 513.** Степень окисления равна стехиометрической валентности элемента. Стехиометрическая и электронная валентность элемента в некоторых соединениях не совпадают, и в этом задании следует привести такие соединения. Они имеются среди соединений азота.
- 514.** В химической термодинамике температура возможности процесса вычисляется для нулевого значения энергии Гиббса, при котором $\Delta H^\circ = T \cdot \Delta S^\circ$. Для процесса атомизации азота она равна 8879 К, кислорода 4206 К, водорода 4417 К. Причину разной температуры следует искать в строении молекул.
- 515.** Вспоминаем или повторяем механизм образования химической связи между комплексообразователем и лигандами [23].
- 516.** 1026 м^3 .

517. 357 г; 831 г (Fe) и 902 г (KNO₃).
518. 1) Mn(+7) восстанавливается до Mn(+2); 2) образуется желтая кровяная соль; 3) Cr(+2) окисляется до Cr(+3).
519. В этой реакции образуются, кроме азота, хлорид натрия и вода.
520. Более вероятна реакция с более отрицательным значением энергии Гиббса; 280 л.
521. На свойства азота влияют характеристики химической связи в его молекуле.
- 522–523. Вспоминаем принцип Ле Шателье.
524. а) 500 и 1500 л; б) 658,8 и 1976,5 м³; в) 165 и 495 м³.
525. –16,7 кДж (25 °С); $K \approx 10^3$ (25 °С); 30,2 кДж (500 °С); $K = 10^{-2}$ (500 °С).
526. Этот способ описан Б.Н. Некрасовым [11].
527. Около 21 л.
528. $\Delta G^\circ = 0$ и $K = 1$ при $T = 621,3$ К.
529. 239 г.
530. 7,54 кг NH₄Cl; 5,5 кг Ca(OH)₂.
- 531–534. Выполняем самостоятельно.
535. Смотрите ответ к заданию 166.
536. 34,7 %; 28,6 %.
537. 0,17 %; 11,1.
538. 0,05 М; 11,0.
539. 732 л.
540. Считайте, что при кипячении аммиак выделяется из раствора полностью.
- 541–543. Эти задания выполняются самостоятельно.
544. Растворение металлов в жидком аммиаке сопровождается необычным явлением [6].
- 545–546. Задание 546 выполняется с учётом сведений, содержащихся в предыдущем задании 545.
547. Данные основания – амфотерные.
548. Существует группа малорастворимых в воде оснований, которые растворяются в растворах аммиака (взаимодействуют с аммиаком) с образованием комплексных соединений; это гидроксиды некоторых d-элементов, которые вы найдёте в учебных пособиях самостоятельно.
549. Возможны основно-кислотные и окислительно-восстановительные реакции.

- 550.** Аммиак может быть восстановителем за счёт азота(-3) и окислителем за счёт водорода(+1).
- 551.** Смотрите ответ к заданию 483.
- 552.** 0,1 М.
- 553.** -752,7 кДж. Для вычисления используем значения окислительно-восстановительных потенциалов.
- 554.** Смотрите ответ к заданию 88.
- 555–556.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 557.** 131,25 тонн HNO_3 и $170000 \text{ м}^3 \text{ NH}_3$; 35 %.
- 558.** 1,9 % и 4,8 %.
- 559.** Можно использовать те кислоты, из которых выделяется в виде газа растворенное вещество.
- 560.** Метод разделения очень простой.
- 561.** 320 мл.
- 562.** Что происходит с хлоридом аммония в водном растворе?
- 563.** Реакции гидролиза.
- 564–565.** Вы должны уметь проводить такие расчёты, Вы их проводили при изучении общей химии.
- 566.** 0,29 % – NH_4NO_2 ; 1,8 % – $\text{CH}_3\text{COONH}_4$; 100 % – $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.
- 567.** Смотрите ответ к заданию 483.
- 568.** Нитриды описаны в многих пособиях, например в [1, 2, 6].
- 569.** Это вещество и его применение описано в пособиях [2, 6].
- 570–571.** Выполняем самостоятельно.
- 572.** По первой реакции образуется гидразин, а по второй – гидроксилламин.
- 573–575.** Строение и свойства гидразина и гидроксилламина принято рассматривать в сравнение с аммиаком.
- 576.** Окислительно-восстановительные свойства вещества обычно зависят не от степени окисления элементов (это формальная характеристика), а от строения этого вещества.
- 577.** В уравнениях реакций должны быть стехиометрические коэффициенты.
- 578–579.** Это взаимосвязанные задания.
- 580.** Это окислительно-восстановительные реакции.
- 581.** Задание, в котором необходимо учесть все свойства гидразина.
- 582.** -335,8 кДж.
- 583.** Реакция 3 – окислительно-восстановительная, реакции 1 и 2 – ионообменные.

- 584–585.** Эти соединения описаны в учебниках и учебных пособиях для студентов как химических специальностей [1, 5, 6, 11, 13, 15, 16], так и нехимических [2].
- 586.** Выполняем самостоятельно.
- 587.** Один из оксидов является ангидридом двух кислот.
- 588.** NO
- 589.** 71,4 г.
- 590.** Молекула NO в действительности является радикалом.
- 591.** В реакции образования одного из оксидов энтропийный фактор положительный, поэтому реакция при температуре выше 7455 К возможна.
- 592.** $\Delta G^\circ = 132$ кДж; $K = 3,5 \cdot 10^{-4}$; $[NO] = 1 \cdot 10^{-2}$ моль/л.
- 593.** Смотрите ответ к заданию 483.
- 594.** Смотрите ответ к заданию 88.
- 595.** 90,4 кДж/моль.
- 596.** 106,4 г.
- 597.** 712 мл; 236 мл.
- 598.** Эти реакции описаны в пособии [20].
- 599–600.** Выполняем самостоятельно.
- 601.** 778 К.
- 602.** Имеются сведения, что химическая связь в молекуле NO₂ и ее строение подобны молекуле озона [1].
- 603.** 177 К.
- 604–608.** Эти легкие задания выполняются самостоятельно.
- 609.** Известно, что это реакция второго порядка, что следует из её механизма.
- 610.** Строение описано в пособиях [1, 6], на температуру разложения влияет поляризующее действие катиона [6].
- 611.** $\alpha = 7,1$ %, рН = 2,15; $\alpha = 23$ %; рН = 2,64; $\alpha = 71$ %; рН = 3,15.
- 612.** В среде сильных кислот HNO₂ является основанием.
- 613.** 12 ч.
- 614.** 20 мл.
- 615.** 200 мл.
- 616.** В трёх реакциях нитрит натрия – восстановитель, а в трёх других – окислитель.
- 617.** Координационное число Fe(+3), Co(+3), Bi(+3) равно шести, а Cu(+2) – четырём.
- 618.** Механизм разложения и состав образующихся продуктов зависят от поляризующего действия катиона [6].

- 619–620. Изучайте соответствующий материал в пособиях [1, 6].
621. 13 М.
622. Изучайте технологию получения HNO_3 [2, 6, 11].
623. 4,6875 кг.
624. 600 мл.
625. 33,3 мл.
626. 126 мл.
627. 27,2 %.
628. 6,4 М.
629. 6,3 %.
630. 0,2 М (HNO_3) и 0,04 М (NaOH). Раствора щёлочи надо брать в 5 раз больше.
631. Смотрите ответ к заданию 483.
632. А на какие продукты она разлагается?
- 633–636. Эти задания выполняются самостоятельно.
- 637–638. Смотрите ответ к заданию 288.
639. 151,6 г (HNO_3) и 53,9 л (NO).
- 640–641. Выполняем самостоятельно.
642. Считаем, что реакции идут с образованием комплексных кислот HAuCl_4 и H_2PtCl_6 ; тогда 3,7 л и 4,9 л.
643. Смотрите ответы к заданиям 483 и 148.
644. С азотной кислотой взаимодействуют оба металла, поэтому решаем систему двух уравнений с двумя неизвестными; получаем 80 % (Cu) и 20 % (Zn).
645. Решение аналогично заданию 644; 23,2 % (Ag), остальное – медь.
646. Решение аналогично заданию 644; 22,6 % (Zn), остальное – серебро.
647. 2 г; 50 % серебра и 50 % золота.
648. Восстановление азотной кислоты идет до NO (реакции 1, 2, 5) или до NO_2 (реакции 3, 6), а реакция 4 – конпропорционирование.
- 649–650. Выполняем самостоятельно.
651. 85 г, 37,6 г, 54,2 г.
652. $\Delta G^\circ_{298} = -110$ кДж. Учтите кинетику процесса.
653. 1,16 кг; поглощается 806 кДж.
654. 4,25 г/л.
655. 1,7 г/л.
656. $-622,5$ кДж.
657. 13,9 %; 16,5 %; 17,0 %; 35,0 %.
658. 210,8 м³ NH_3 ; 1562,4 л HNO_3 .

659. 629 кг; 1690 кг.
660. 683,2 кг; 1690 кг.
661. 293 кг.
662. 703 кг.
663. 688,2 кг NaCl; 964,7 кг Ca(NO₃)₂.
664. Информация об этих соединениях имеется в [6, 11].
665. В реакциях 1–3 образуются оксогалогениды азота (III), а в остальных – азота (V).
666. Сравните электроотрицательность азота, кислорода и хлора по Олреду-Рохову [62], определите степень окисления элементов в этих соединениях.
- 667–669. Эти задания выполняются самостоятельно.
670. Схема может быть похожа на ту, что приведена в задании 852, но над стрелками должны быть указаны реагенты и условия протекания реакций.
- 671–672. Выполняем самостоятельно.
673. P₄.
674. Данные о плотности по водороду позволяют определить, из скольких атомов состоят молекулы фосфора при различных температурах.
675. –11,9 кДж; –21,6 кДж; –33,5 кДж.
676. $\Delta G^{\circ}_{1773} = -262,9$ кДж.
677. 5 тонн Ca₃(PO₄)₂; 968 кг углерода; 29 тонн SiO₂.
678. В реакции с хлором расходуется 1806,5 л Cl₂ и образуется 722,6 л PCl₅; в реакции с кислородом расходуется 903,2 л O₂ и образуется 2,29 кг P₄O₁₀ и 451,6 л N₂; в реакции с CO₂ образуется 483,9 кг углерода.
679. Одинаковая масса 2 кг.
680. Выполняется самостоятельно.
681. 2,8 л.
682. Используйте теорию гибридизации и метод ОЭПВО [9].
683. Конечно, надо сравнивать строение атомов и анализировать механизм образования химических связей.
684. 0,038 %; 0,011 М.
685. $\Delta G^{\circ}_{298} = -13,4$ кДж; $\Delta G^{\circ}_{723} = -24,7$ кДж.
- 686–687. Смотрите ответ к заданию 429.
688. Во всех реакциях образуются соединения фосфора (V).
689. Фосфи́ды описаны в учебных пособиях [6, 15, 16, 18, 19].
690. 22,4 л PH₃.

- 691.** Решение подобной задачи имеется в одном из задачников, но Вы справитесь с ней самостоятельно.
- 692–694.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 695.** При взаимодействии с раствором щёлочи водород восстанавливается из воды.
- 696–697.** Закон эквивалентов: вещества взаимодействуют одинаковым числом эквивалентов.
- 698.** Смотрите ответ к заданию 288.
- 699.** 1,28 кг.
- 700.** 0,66 к.
- 701–702.** Выполняем самостоятельно.
- 703.** 253 кг.
- 704.** 190 г; 1275 г.
- 705.** 1528 кг.
- 706.** В основной реакции получается H_3PO_4 (631 кг), а в побочной – HF (257,5 кг).
- 707.** При образовании 1 моль H_3PO_4 и H_2SO_4 выделяется 105 кДж и 132,6 кДж, соответственно.
- 708.** 86,3 %.
- 709.** Эти кислоты описаны в пособиях [1, 6]
- 710.** 8,4 % и 1,08; 18 % и 0,75; 24 % и 0,62; 35 % и 0,46.
- 711.** Необходимо учесть «слабость» этой кислоты (вычислите значение ϕ° катионов H^+ в её одномолярном растворе) и растворимость ортофосфатов.
- 712.** Это задание выполняется без вычислений.
- 713.** Задание трудное, но этот вопрос (среда растворов кислых солей) в учебной литературе проработан [19].
- 714.** $3,4 \cdot 10^{-7}$ М; $9,0 \cdot 10^{-9}$ М. Обратите внимание на то, что *более* растворима соль с *меньшим* значением произведения растворимости; этот парадокс объясняется тем, что в выражение ПР йодида серебра концентрация ионов Ag^+ входит в первой степени, а ортофосфата серебра – в третьей.
- 715.** При выполнении этого задания используйте несколько пособий.
- 716.** 12,2 % (суперфосфат); 426,0 % (двойной суперфосфат); 22,8 % (преципитат). Описательный материал – в пособии [2].
- 717.** Азот: 12–27 %; фосфор: 23,5–27 %. Аммофос и нитрофоска описаны в учебных пособиях [2, 11].
- 718.** Смотрите ответ к заданию 166.

719. Это задание выполняется с помощью учебного пособия [11].
720. Методы защиты металлов от коррозии описаны в одной из лабораторных работ практикума [50], а также в самом надёжном учебном пособии для студентов нехимических направлений и специальностей [2].
721. 46,0 %; 71,7 %; 81,3 %.
722. Напишите уравнения реакций восстановления сульфида и оксида одного и того же элемента, например висмута, любым восстановителем, например углеродом (графитом), вычислите энергию Гиббса реакций при «разумной» температуре, например при 600...700 °С, и вы получите ответ на первый вопрос. Ответ на второй вопрос: 13 м³.
723. As₄.
- 724–728. В этих заданиях проявляются общие закономерности периодической системы и окислительно-восстановительных реакций.
729. 39 и 2,7; 62,5 и 4,3; 20 л.
730. Во всех реакциях мышьяк и сурьма окисляются до максимальной степени окисления.
731. Это реакция «мышьякового зеркала» (или метод Марша).
732. As₄O₆.
- 733–734. Необходимо внимательно изучить основно-кислотные свойства оксидов и гидроксидов мышьяка, сурьмы и висмута; источники информации найдите самостоятельно.
735. Также несколькими формулами записываются гидроксиды железа, хрома, титана, алюминия, сурьмы и других – это наводит на правильный ответ.
736. Смотрите ответ к заданию 288.
737. Смотрите ответ к заданию 288; K = 0,21.
738. При получении оксида мышьяка (V) из As, As₂O₃ AsH₃ требуются окислители.
739. Выполняется самостоятельно.
740. Двойной оксид сурьмы может существовать, поскольку у оксида сурьмы (III) преобладают основные свойства, а у оксида сурьмы (V) – кислотные; в пособии [6] имеется уравнение реакции с участием Sb₂O₄; если это не опечатка, то это двойной оксид Sb₂O₃·Sb₂O₅.
741. Смотрите ответ к заданию 288.
742. Гидролиз соли по аниону протекает тем полнее, чем слабее образующая кислота.
743. При образовании метависмутата натрия вторым продуктом реакции является оксид натрия, а при образовании ортовисмутата – кислород.

744. Во всех реакциях $\text{Bi}(+5)$ восстанавливается до $\text{Bi}(+3)$.
- 745–746. При гидролизе солей $\text{Sb}(+3)$ $\text{Bi}(+5)$ образуются малорастворимые оксосоли; объясните, почему они образуются.
747. Обычно осадки солей и оснований растворяются вследствие образования комплексных соединений.
748. Смотрите ответ к заданию 288.
749. 93,0 мл.
750. Вещества, взаимодействующие с водой с образованием двух кислот, одна из которых галогеноводородная, называются галогенангидридами [6].
- 751 По сути это тоже самое, что молекулы NH_3 и ионы NH_4^+ , молекулы PF_5 и ионы PF_6^- .
752. С сульфидами щелочных металлов и аммония взаимодействуют сульфоангидриды.
753. Кислоты H_2AsO_2 и H_3AsO_4 – амфотерные соединения.
754. Сульфиды взаимодействуют с концентрированной соляной кислотой согласно закономерностям электронной теории кислот и оснований Льюиса [6, 19].
755. Задание выполняется, исходя из закономерностей образования и разложения сульфосолей и сульфокислот; эти закономерности ни в одном учебном пособии не изложены, но они показаны водной из лабораторных работ практикума [50].
756. Выполняем самостоятельно.
757. Пять сульфидов – пять реакций; в четырёх реакциях образуются по две кислоты, а водной – кислота и соль.
758. 780 кг; 291 кг.
759. Очень простое задание.
760. 0,314 (Bi); 0,171 (Pb); 0,144 (Sn); 0,117 (Cd); 0,253 (Zn).

Глава пятая

Главная подгруппа четвертой группы

- 761–764. Эти задания выполняются самостоятельно.
765. 80 %.
766. 96 %.
767. 42,4 кг.
768. Информацию о карбидах ищите по предметным указателям рекомендуемых учебных пособий (в списке литературы).

769. 875 кг CaO; 562,5 кг C; 7222 кДж; 350 м³ C₂H₂.
770. 1) 1,16 кг, 350 л; 2) 1,56 кг, 4359 л; 1750 л.
771. 90 %.
772. 160 кг; 218,2 кг; 43,1 к.
- 773–774. Выполняем самостоятельно.
775. При сгорании метана вода образуется в газообразном состоянии; 802,2 кДж/моль CH₄; 35812,5 кДж/м³; 50137,5 кДж/кг; 29,4 м³.
776. –71,2 кДж (1); 206,2 кДж (2); 247,4 кДж (3).
777. Углерод ацетилена и карбида кальция окислятся максимально (до +4).
778. Эти вопросы обсуждаются во многих учебных пособиях при рассмотрении метода молекулярных орбиталей.
779. 4445 м³; 5400 м³; CO (35 %) + N₂ (остальное).
780. 3739 м³; CO (50 %) + H₂ (50 %).
781. N₂ (42 %) + H₂ (18 %) + CO (40 %).
782. Реакция получения генераторного газа – экзотермическая, а водяного – эндотермическая.
783. 10134 кДж.
784. Температура, при которой $\Delta G^{\circ} = 0$ и $K = 1$, равна 982,3 К.
785. Эти способы получения CO описаны в пособиях [6. 11, 15, 16].
786. Задание, в котором знания о свойствах веществ необходимо применить для решения практических задач.
787. В реакциях 1–4 оксид углерода (II) – восстановитель; в реакции 5 образуется карбамат аммония – полупродукт при получении мочевины; в реакции 6 образуется тетракарбонил никеля; обязательно укажите условия проведения реакций.
788. Выполняем самостоятельно.
789. Смотрите ответ к заданию 786.
790. Выполняем самостоятельно.
791. Около 21 %.
792. Искомая температура определяется в точке пересечения прямой линии на графике с осью абсцисс; она равна 1052 К. При построении графика используйте бумагу-миллиметровку.
793. Карбонилы – оригинальные соединения, поэтому они описаны во многих учебных пособиях.
794. 616 кг.
- 795–797. Эти задания выполняются самостоятельно.

- 798.** 0,0017 %. Аппарат Киппа изображён и описан в одной из лабораторных работ практикума [50], а также в пособии [11].
- 799.** 470 г.
- 800.** 95,2 %.
- 801.** 62,5 % CaCO_3 и 37,5 % CaO ; 167,3 мл HCl .
- 802.** 92,1 %.
- 803.** 201,6 м³; 504 кг.
- 804.** 54,25 кг.
- 805.** 37,4 % CO_2 и 65,3 % N_2 .
- 806.** 15,2 %.
- 807.** 25 г CaCO_3 ; 21 г MgCO_3 .
- 808.** 0,0336 %.
- 809.** 0,03 %.
- 810.** 540 л.
- 811.** 6,7 г – осадок; 5,55г $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – раствор.
- 812.** 14,72 % Na_2CO_3 ; 18,93 NaOH .
- 813.** Смотрите ответ к заданию 166.
- 814.** 16935 кДж.
- 815–817.** Смотрите ответ к заданию 786.
- 818.** 27,3 л CO_2 и $\text{H}_2\text{O}(\text{г})$.
- 819.** 2,3г Na_2CO_3 ; 7,3г NaHCO_3 .
- 820–821.** Огнетушитель этого типа описан в [11]; 225,7 л.
- 822.** 46 мл; 1622 л.
- 823.** $2,74 \cdot 10^{-7}$ М; 6 М.
- 824.** Это зависит от значения ПР образующихся карбонатов.
- 825.** 9,58 г.
- 826.** Да.
- 827–828.** Образование и разложение гидрокарбонатов кальция и магния.
- 829.** $K_1 = 2,08 \cdot 10^{-4}$; $\alpha_1 = 4,56 \%$; $K_2 = 2,2 \cdot 10^{-8}$; $\alpha_2 = 4,7 \cdot 10^{-2} \%$; 11,66.
- 830.** Смотрите ответ к заданию 713.
- 831.** Понятно, что идет гидролиз, но необходимо вычислить степень гидролиза, например в 1 М растворе, чтобы показать, насколько полно он протекает.
- 832–833.** Получение, строение и свойства этого соединения описаны в учебных пособиях [1, 6, 11, 18, 20].
- 834.** Имеется некоторая аналогия с реакциями благородных металлов с царской водкой.
- 835.** Вспомните состав воздуха [62].

- 836–841.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 842.** Энергия химической связи зависит от её длины и кратности.
- 843.** 28,4 г.
- 844.** Есть возможность проявить свою химическую эрудицию.
- 845.** 11,2 л; 31,2 %; 10,3 %.
- 846–849.** Выполняем самостоятельно.
- 850.** 8,96 л; 50 % силана и 50 % СО.
- 851.** Самая полная информация по этому вопросу имеется в химической энциклопедии [22].
- 852.** Необходимо написать 10 уравнений реакций с указанием условий их протекания. Для этого необходимо хорошо проработать всю химию кремния; желаем удачи – вам повезло с заданием.
- 853.** 150 кг SiO₂ и 121,5 кг Mg; 150 кг SiO₂ и 60 кг кокса.
- 854.** 40 кг; 80 кг.
- 855.** 12 кг; 18 кг.
- 856.** 1224,5 кг; 750 кг.
- 857.** Кремнефтористоводородная кислота является результатом взаимодействия основания Льюиса с кислотой Льюиса; электронную теорию кислот и оснований Льюиса смотрите в пособиях [6, 19].
- 858.** 3,9 кг.
- 859.** 306,1 г; 885,7 мл.
- 860.** В воздухе имеются пары воды.
- 861.** Это интересное задание. Из флюорита, как известно, получают фтороводородную кислоту, которой обрабатывают песок. Необходимы концентрированная серная кислота и раствор поваренной соли [22]. Требуется песка 325,7 кг, флюорита 1324,1 кг.
- 862–863.** Получение силиката натрия взаимодействием SiO₂ с Na₂SO₄ возможно в присутствии восстановителя [2].
- 864.** 102,5 кг; 177,3 кг.
- 865.** 46 % K₂CO₃ и 54 % SiO₂.
- 866.** 56 г КОН; 20 г SiO₂.
- 867.** При хранении в открытом виде раствор может взаимодействовать с одним из газов, который содержится в воздухе.
- 868.** Если убедительного объяснения нет, то проведите термодинамические расчёты.
- 869.** Повторите тему «Гидролиз солей».
- 870.** Выполняем самостоятельно.
- 871.** 11,8 % Na₂O; 19,5 % Al₂O₃; 68,7 % SiO₂.

872. 464 кг.

873. Это природное соединение (минерал) имеет названия каолин, каолинит и глина, его состав (формула) приведена в [6].

874. 233,4 кг; 217,9 кг; 768,5 кг.

875. Na_2O – 13,0 %; CaO – 11,7 %; SiO_2 – 75,3 %; Na – 9,6 %; Ca – 8,4 %; Si – 35,1 %; O – 46,9 %.

876–879. Выполняем самостоятельно.

880. Укажите условия протекания реакций.

881–887. Выполняем самостоятельно.

888. Сущность метода состоит в том, что нитрат натрия берется в количестве, достаточном для окисления только примесей, которые в виде арсената, антимоната и станната переходят в щелочной плав.

889. Существует точка зрения, что по продуктам реакций с азотной кислотой можно делать выводы об устойчивых степенях окисления элементов и о металлических (неметаллических) свойствах простых веществ.

890. 84,4 кг, но это вещество образуется в гидратированном виде.

891–898. Выполняем самостоятельно.

899–900. Оксиды Pb_3O_4 и Pb_2O_3 – двойные; в реакциях участвует только один оксид из каждого двойного.

901–903. Выполняем самостоятельно.

904. Атомы окислителя восстанавливаются до степени окисления –1 в шестой реакции, до +2 – в первой и второй и до +3 – в остальных.

905. Около 230 мл.

906. Одно из этих соединений является сульфоангидридом.

907. 7,2 г PbS и 9,2 г PbSO_4 .

908. В двух реакциях образуются по две кислоты, а в одной – соль и кислота.

909–910. Эти задания выполняются самостоятельно.

Глава шестая

Главная подгруппа третьей группы

911–920. Такие задания Вы должны выполнять самостоятельно (идет вторая половина семестра); химия бора во многом необычна и поэтому особенно интересна.

921–922. Смотрите ответ к заданию 125.

923. 55,2 г; 60 л.

924. 120 л (H_2); 118 г (NaBO_2).

925. –1254,0 кДж/моль.

926. Необходимо вычислить энергию Гиббса для трех реакций:



Температуру проведения реакций принять равной 1000 К.

927. $-44,0$ кДж/моль B_2O_3 .

928–929. Выполняем самостоятельно.

930. Температуру можно принять равной 1000 К.

931. 4,7 %; 28,4 %; около 0,8 М.

932. По каждому пункту сформулируйте обоснованный ответ, иллюстрируя его теоретическим анализом, справочными данными, схемами и уравнениями реакций.

933–934. Выполняем самостоятельно.

935. 648,5 г.

936. 1 кг H_3BO_3 ; 3,9 л раствора Na_2CO_3 .

937. 6,9 кг B_2O_3 и 5,3 кг Na_2CO_3 .

938. 10 %.

939–941. Выполняем самостоятельно.

942. 69,6 г B_2O_3 ; 234 г CaF_2 ; 306 г H_2SO_4 (96 %).

943. Оксид бора взят в недостатке; образуется 38,6 л BCl_3 и 57,9 л CO .

944. Аналогия с кремнием.

945–946. Ответы в скрытой форме содержатся в вопросах.

947. Воздух всегда влажный.

948. Смотрите ответ к заданию 429.

949. В воде идет гидролиз. С раствором сульфида калия он взаимодействует как сульфоангидрид. При взаимодействии с HNO_3 образуются две кислоты.

950–953. Эти задания выполняются самостоятельно.

954. $8\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 20\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 150\text{SiO}_2$.

955. Аналогия с йодом (см. задание 301).

956–958. Смотрите ответ к заданию 950.

959. Этому соединению посвящено несколько строк в пособии [11], в котором оно называется перборатом натрия. Схема реакции его получения:



Последовательность вычислений: 1) переходим от схемы к уравнению реакции, 2) по уравнению реакции вычисляем массу сначала $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, а затем буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 3) по уравнению реакции вычисляем массу сначала безводного гидроксида натрия, затем массу раствора и после этого объем раствора, 3) аналогичные вычисления проводим для H_2O_2 .

- 960.** Выполняется самостоятельно.
- 961.** Свойства химического элемента определяются строением электронной оболочки его атома.
- 962.** Используйте справочник [62] и другую рекомендуемую литературу.
- 963.** 35,9 % (Al_2O_3) и 19 % (Al) – чистый нефелин; 31,6 % и 16,7 % – нефелин с примесями.
- 964.** Этот важнейший технологический процесс плохо описан в литературе. Рекомендуем ознакомиться с его описанием в учебниках и учебных пособиях Ахметова [1], Глинки [2], в других пособиях [6, 11, 20, 21], а также в химической энциклопедии [22]. Желательно выработать, привести и обосновать свою точку зрения на этот процесс.
- 965.** Около $11 \cdot 10^6$ Кл или 2980 А·ч.
- 966.** 6,7 кг.
- 967–968.** Выполняем самостоятельно.
- 969.** 4,5 г.
- 970.** Al – 28,125 %; Cu – остальное.
- 971.** Сначала «растворяется» оксидная пленка, затем взаимодействует металл.
- 972.** Алюминий в концентрированной азотной кислоте пассивируется, медь взаимодействует с образованием NO_2 . Cu – 16 %; Al – остальное.
- 973.** Одинаковые.
- 974.** Al – 60 %; Mg – остальное.
- 975.** Алюминий – амфотерный металл.
- 976–977.** Учтите продукты гидролиза данных солей.
- 978.** Ошибка опыта 0,12 %.
- 979.** Возьмите для расчета массу 1 г.
- 980.** Выполняем самостоятельно.
- 981.** 995 К. Это приемлемая температура, но сульфат алюминия для получения Al_2O_3 не используется. Укажите возможные причины.
- 982.** Выполняется самостоятельно.
- 983.** Амфотерность $\text{Al}(\text{OH})_3$.
- 984.** Совместный гидролиз двух солей.
- 985.** Выполняем самостоятельно.
- 986.** Довольно распространённый процесс «старения» гидроксидов; он описан в пособии [11] применительно к гидроксиду олова (IV), но его механизм является общим для всех гидроксидов, образующихся при их получении в виде гелей.

987. $4,4 \cdot 10^{-9}$ моль/л – сравните с концентрацией OH^- -ионов в воде.
- 988–990. Выполняем самостоятельно.
991. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.
- 992–994. Повторяем тему «Гидролиз солей» и выполняем самостоятельно.
995. Что при этом разлагается: соль или вода?
996. 838,2 кг глины и 686,3 л серной кислоты.
997. 14,7 %.
998. 0,03 М.
999. 371,4 кг; 757,1 кг; 1420 л.
1000. -1510 кДж/моль (AlF_3); -704 кДж/моль (AlCl_3).
1001. 1082,4 кг.
- 1002–1003. Свойства этого обычного, но, вместе с тем, необычного соединения описаны в [11].
1004. 615,4 кг; 206,0 кг; 489,8 кг.
1005. 18,3 кг.
1006. Это соединение синтезируют в неводных растворах (почему не используются водные растворы?).
1007. Наиболее вероятна реакция с наиболее отрицательным значением энергии Гиббса.
1008. Свойства термита описаны в [6, 11] и в других пособиях.
- 1009–1018. Выполняем самостоятельно.
1019. $4 \cdot 10^9$ м³.
- 1020–1024. Эти задания выполняются самостоятельно.
1025. 4,7 %.
1026. 0,1 М.
1027. Вычислите произведение молярных концентраций ионов таллия(+1) и хлора(-1) и по полученному результату сделайте вывод.
1028. Влияние поляризующего действия [6] ионов таллия(+1).
- 1029–1030. Все соединения галлия(+1), индия(+1) и таллия(+1) окисляются до степени окисления (+3)

Глава седьмая Химия s-элементов

- 1031–1032. Эти задания выполняются самостоятельно.
1033. Восстановительные свойства металла зависят не только от строения его атома; при окислении металла разрушается его кристаллическая решетка и идет процесс гидратации ионов.
- 1034–1035. Выполняем самостоятельно.

- 1036.** 176,9 кг; 274836 А·ч.
- 1037–1038.** Проведите термодинамические расчёты, сравните энтальпийный и энтропийный факторы, учтите температуру кипения калия (774 °С).
- 1039.** В результате проведения термодинамических расчётов Вы получите зависимость $\Delta G^{\circ}_T = -881,2 + 0,239 \cdot T$, из которой видно, что процесс возможен в широком диапазоне температур.
- 1040.** Обратите внимание на особое «поведение» лития при сгорании.
- 1041–1042.** Выполняем самостоятельно.
- 1043.** 287,2 л, 135,6 л.
- 1044–1046.** Выполняем самостоятельно.
- 1047.** 157,8 л; 236,6 л.
- 1048.** Выполняем самостоятельно.
- 1049–1050.** В воздухе содержится азот, кислород, углекислый газ, вода.
- 1051–1052.** Выполняем самостоятельно.
- 1053.** 1400 л.
- 1054.** Реакция эндотермическая (828,8 кДж), протекает с уменьшением энтропии ($\Delta S^{\circ} = -51,8$ Дж/К); вывод сделайте самостоятельно.
- 1055.** Выполняется самостоятельно.
- 1056.** Натрий.
- 1057.** 50 % Li и 50 % Al.
- 1058.** Натрий.
- 1059.** 7,66 %.
- 1060.** 92,75 %.
- 1061.** 365,2 кг.
- 1062.** 93,8 %.
- 1063.** 636,6 кг.
- 1064.** Напоминаем, что с щелочами взаимодействуют неметаллы, амфотерные металлы, кислотные и амфотерные оксиды, амфотерные основания и кислоты.
- 1065.** 7,4 %.
- 1066.** 10,7 %.
- 1067.** 1,9 л.
- 1068.** 1,5 л.
- 1069.** 35 мл.
- 1070.** 50 мл.
- 1071.** 156,65 мл.
- 1072.** 35 г.

- 1073.** 1,5 л.
- 1074.** Все названия – тривиальные.
- 1075.** 3,68 м³.
- 1076.** Сода кальцинированная, т. е. карбонат натрия. В задаче имеется в виду метод Лемблана. Уравнение реакции приведено (как Вы думаете, в каком учебном пособии?) в пособии Некрасова [11].
- 1077.** Получают КОН и СО₂, углекислый газ пропускают через раствор щёлочи.
- 1078.** 81,2 кг; 17,2 м³.
- 1079.** 4 моль; 336 г.
- 1080.** Температура разложения карбоната зависит от параметров его кристаллической решетки и от поляризации карбонат-аниона катионами металла.
- 1081.** Это может быть карбонат калия, гидрокарбонат или их смесь.
- 1082–1084.** Выполняем самостоятельно.
- 1085.** 82,8 г или 55,2 % К₂СО₃; 67,2 г или 44,8 % КОН.
- 1086.** 2 моль эквивалентов, т. е. 106 г (закон эквивалентов).
- 1087.** 0,75 л.
- 1088.** Что происходит с одним из продуктов реакции при обычных условиях и при нагревании?
- 1089.** $K_r = 2,08 \cdot 10^{-4}$; $\alpha_r = 4,56 \%$; pH = 11,66.
- 1090.** Идёт гидролиз шести солей; при расчётах показателей ступенчатого гидролиза можно учитывать только первую ступень.
- 1091.** Сравните растворимость всех солей [59, 62], имеющих в уравнении реакции.
- 1092–1098.** Выполняем самостоятельно.
- 1099.** Об удобрениях в учебниках написано много, а о составе человеческого тела сведения встречаются редко. Прежде всего, рекомендуем [29]. О содержании в организме человека натрия и калия и их участии в биохимических процессах имеются сведения в пособии [2]. Но наиболее подробно об этом пишет Б.В. Некрасов в своём фундаментальном пособии [11], но описание «разбросано» по разным главам.
- 1100.** 77,2 % (калий) и 22,8 % (натрий); о применении в атомной энергетике некоторые сведения имеются в пособии [2].
- 1101–1113.** Выполняем самостоятельно.
- 1114.** 2476,5 кДж.
- 1115.** При 1000 К энергия Гиббса реакции равна –590,5 кДж.
- 1116.** 98,6 кг.

1117. Выполняем самостоятельно.
1118. Минимальной температурой возможности самопроизвольного протекания реакции считается такое значение температуры, при котором константа равновесия $K = 1$, следовательно, энергия Гиббса равна нулю.
1119. Смотрите ответ к заданию 483.
1120. В процессах разделения веществ и очистки от примесей используются различия химических и физических свойств.
1121. Используйте следствие правила произведения растворимости.
1122. Повторите тему «Гидролиз солей».
1123. Выполняем самостоятельно.
1124. $-637,7$ кДж/моль.
1125. 2,92 кг; около 14 г.
1126. $-177,0$ кДж/моль.
1127. 533 л; 1066 л.
1128. $201,6$ м³; 666 кг.
1129. Сравните с парциальным давлением CO_2 в воздухе.
1130. 70,4 % CaCO_3 ; 29,6 % MgCO_3 .
1131. 20 %.
1132. 89,6 %.
1133. 100 г; 195 мл.
1134. Подумайте о кинетике этого процесса.
1135. 475 г.
1136. Углекислый газ – кислотный оксид.
- 1137–1138. Эти процессы описаны в пособиях [2] и [11].
1139. Смотрите ответ к заданию 166; состав натронной извести – в [11].
1140. 1,54 %; 7,4 %; 27,5 %.
1141. Выполняется самостоятельно.
1142. $3,8 \cdot 10^{-4}$ М.
1143. $6 \cdot 10^{-3}$ М.
1144. Последовательность образования карбонатов определяется значениями их произведений растворимости.
1145. Выполняется самостоятельно.
1146. Смотрите ответ к заданию 1118.
1147. Тему «Жесткость воды» можно изучать по лабораторному практикуму [50] и по пособиям [2, 11].

- 1148.** Жесткость воды равна 10 мг-эк/л, поэтому по классификации на четыре вида (мягкая, умеренно-жесткая, жесткая, сильно-жесткая) эта вода – жесткая [50].
- 1149.** 25 мг-эк/л; при расчёте используйте [50].
- 1150.** 3,71 мг-эк/л; при расчёте используйте [50].
- 1151.** 45 г; при расчёте используйте [50].
- 1152.** 238,5 г; при расчёте используйте [50].
- 1153.** 424 г; при расчёте используйте [50].
- 1154.** 247,5 г; при расчёте используйте [50].
- 1155.** 5,25 мг-эк/л; при расчёте используйте [50].
- 1156–1159.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1160.** Найдите перевод с английского, от которого происходит этот термин.

Глава восьмая

Переходные элементы

- 1161–1177.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1178.** Явление лантаноидного сжатия [6] или лантаноидной контракции [21].
- 1179.** Формула ильменита и продукты его реакции с серной кислотой приведены в пособии [6]; расчёт проведите самостоятельно.
- 1180.** 1380 кг; 143 кг; в реакции образуется углекислый газ.
- 1181–1182.** Смотрите ответы к заданиям 520 и 1118.
- 1183–1197.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1198.** Найдите перевод с английского, от которого происходит этот термин.
- 1199.** Выполняем самостоятельно.
- 1200.** Напоминаем, что если реакция экзотермическая и при её протекании энтропия увеличивается, то она возможна при любых температурах; если реакция обратимая, то смотрите ответ к заданию 1118.
- 1201.** $1,6 \cdot 10^{-8}$ М; $3,2 \cdot 10^{-7}$ М; $1,4 \cdot 10^{-3}$ М.
- 1202.** Произведения растворимости имеются в справочнике [62].
Для $\text{La}(\text{OH})_3$ $\text{ПР} = 6,5 \cdot 10^{-20}$, $C_{\text{м}} = 7 \cdot 10^{-6}$ М, $\text{pH} = 9,2$.
Для $\text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{ПР} = 5,5 \cdot 10^{-6}$, $C_{\text{м}} = 1,1 \cdot 10^{-2}$, $\text{pH} = 12,3$.
Вывод сделайте самостоятельно.
- 1203.** Не выпадает, но этот вывод необходимо обосновать расчётом.
- 1204.** Выпадает, но этот вывод необходимо обосновать расчетом.
- 1205–1211.** Эти задания выполняются самостоятельно.

1212. Титан по его расположению в ряду напряжений относится к активным металлам.

1213. 396 кг – TiCl_4 , 396 кг – Mg, 1987 кг – NaH.

1214. Используя ответ к заданию 1118, вычислите температуру возможности протекания реакций:



По результатам вычислений сделайте вывод.

1215–1222. Выполняем самостоятельно.

1223. Смотрите ответ к заданию 986.

1224–1229. Выполняем самостоятельно.

1230. Смотрите ответ к заданию 487.

1231. Смотрите ответ к заданию 1118.

1232. Водород в момент выделения находится в атомарном состоянии.

1233. Смотрите ответ к заданию 487.

1234. Поведение гидроксида титана (III) в этой реакции напоминает поведение цинка и алюминия.

1235. Эти реакции не являются окислительно-восстановительными, а получаемые нитриды относятся к соединениям стехиометрического состава.

1236. Выполняем самостоятельно.

1237–1239. Смотрите ответ к заданию 786.

1240. Смотрите ответ к заданию 1178.

1241–1242. Идет вторая половина семестра, поэтому такие задания Вы можете выполнять самостоятельно.

1243. Расходы равны: 882,4 кг – Al и 1176,5 кг – Mg. Энтальпии реакций вычислите самостоятельно.

1244. Ванадий крайне необходим для стран с холодным климатом (почему?).

1245. Хорошо известные закономерности неорганической химии.

1246. Смотрите ответ к заданию 487.

1247–1249. Выполняем самостоятельно, проработав химию ванадия.

1250. Энергия Гиббса вычисляется по разности стандартных окислительно-восстановительных потенциалов полуреакций окислителя и восстановителя.

1251. Смотрите ответ к заданию 487.

1252–1254. Взаимосвязанные задания: в каждом из них имеется информация, необходимая для выполнения других.

1255. Уравнение этой необычной реакции:



1256. Смотрите ответ к заданию 520.

1257. Смотрите ответ к заданию 429. Напишите уравнения гидролиза и окислительно-восстановительных реакций.

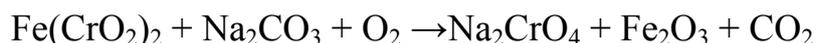
1258. Образующиеся соединения относятся к сульфосолям.

1259. Восстановление из оксидов проводят магнием, а из комплексных соединений – натрием.

1260. С царской водкой эти металлы не взаимодействуют.

1261–1264. Смотрите ответы к заданиям 1241 и 1242.

1265. Этот сложный процесс имеет три особенности: 1) в составе минерала имеются два окисляющихся элемента; 2) в реакции участвует кислород воздуха; 3) железо в продуктах может быть в составе как оксида железа (III), так и феррита натрия. Приводим схемы реакций, по которым необходимо составить уравнения:



Но вычисления можно провести, не пользуясь уравнениями реакции.

1266. Получение и применение феррохрома кратко описано в пособиях [1, 2].

1267. Теоретический расход алюминия 0,52 кг, выделяется 535 кДж.

1268–1271. Выполняем самостоятельно.

1272. Смотрите ответ к заданию 520.

1273. Известные закономерности периодической системы.

1274. Изучите взаимодействие этих металлов с кислотами и щелочами по теоретическому введению в соответствующую лабораторную работу практикума [50].

1275. Гидроксид хрома (III) амфотерен; все нерастворимые основания при хранении «стареют» (смотрите также задание 986).

1276. Задание кажется сложным, но это не так. Вы должны знать, что химическая связь возникает на очень близком расстоянии между атомами; с этого начинается объяснение.

1277. 5,6 л.

1278. Данные реагенты необходимо окислять (смотрите ответ к заданию 487) в щелочной среде. Хроматы устойчивы в щелочной, а дихроматы – в кислой среде.

- 1279–1282.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1283.** Значения окислительно-восстановительного потенциала зависят от условий проведения реакции.
- 1284.** Смотрите ответ к заданию 1250.
- 1285.** 1 л.
- 1286.** 6,1 кг.
- 1287.** Хромовая смесь [2] имеется в каждой химической лаборатории, но для какой цели?
- 1288–1289.** Смотрите ответ к заданию 520; расчёты проводите для температур 298 и 1000 К.
- 1290.** Одна из работ лабораторного практикума [50].
- 1291–1294.** Повторяем темы «Гидролиз солей» и «Комплексные соединения» и выполняем самостоятельно.
- 1295.** 34 г.
- 1296.** Эти необычные соединения упоминаются в пособиях [1, 20], а более подробно описаны в пособии [21].
- 1297–1299.** Выполняем самостоятельно.
- 1300–1301.** Температуру реакций принимаем равной 1000 К.
- 1302.** Выполняем самостоятельно.
- 1303.** В подгруппах d-элементов (сверху вниз) значение стабильной степени окисления химических элементов увеличивается (в отличие от p-элементов, у которых она уменьшается). Эта закономерность пока не имеет убедительного объяснения; попытайтесь привести своё объяснение.
- 1304.** Две реакции из четырёх – окислительно-восстановительные; окислитель – азотная или хлорноватая кислота.
- 1305–1307.** Выполняем самостоятельно.
- 1308.** Смотрите ответ к заданию 487.
- 1309.** Водород в момент выделения находится в атомарном состоянии.
- 1310.** Указаны реагенты и продукты, поэтому уравнения реакций можно написать самостоятельно в процессе изучения химии вольфрама.
- 1311.** Смотрите ответ к заданию 487.
- 1312.** Смотрите ответ к заданию 1310.
- 1313.** Обычные закономерности неорганической химии.
- 1314.** Продуктами второй реакции являются молибденовая и серная кислоты.
- 1315.** Информация в задании достаточна для его выполнения.

- 1316.** Такие соединения описываются в учебных пособиях для студентов химических направлений и специальностей.
- 1317–1320.** Это трудные задания, но их можно выполнить при внимательном изучении химии молибдена и вольфрама.
- 1321–1323.** Смотрите ответ к заданиям 1241–1242.
- 1324.** Смотрите ответ к заданию 1118.
- 1325.** –1395 кДж/моль.
- 1326.** 6060,6 Кл.
- 1327.** Смотрите ответ к заданию 1245.
- 1328–1329.** Сложную химию соединений марганца изучайте особенно внимательно, подробно конспектируя материал.
- 1330.** Смотрите ответ к заданию 487. Согласно уравнению Нернста, значение окислительно-восстановительного потенциала первой полуреакции в кислой среде увеличивается.
- 1331.** Этот известный катализатор авторы многих учебных пособий игнорируют, но только не Б.В. Некрасов [11]; в химической энциклопедии [22] этому катализатору посвящена отдельная небольшая статья.
- 1332.** 506 кг; 1453 кг; 1811,5 кг.
- 1333.** Масса KNO_3 зависит от продукта его восстановления и равна 8,9 кг (восстановление до KNO_2), 5,9 кг (NO), 17,8 кг (NO_2), 4,5 кг (N_2O), 3,6 кг (N_2).
- 1334.** Смотрите ответ к заданию 1245.
- 1335–1337.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1338.** 2 моль; 320 г.
- 1339–1340.** Приведенные в заданиях смеси называются окислительными смесями; они применяются для вскрытия минералов.
- 1341–1343.** Смотрите ответ к заданиям 1328 и 1329.
- 1344.** 59 л; 802 кг.
- 1345.** Смотрите ответ к заданию 487.
- 1346.** В задании приведены значения стандартных потенциалов.
- 1347.** Это наиболее проработанный на занятиях вопрос, поэтому вы можете выполнить задание самостоятельно.
- 1348.** В реакции с пероксидом водорода продуктом восстановления перманганата калия является оксид марганца (IV).
- 1349.** Смотрите ответ к заданию 483.
- 1350.** Такой опыт проводится в лабораторной работе «Комплексные соединения», смотрите [50].
- 1351.** 0,632 г.

- 1352.** 2,78 г.
- 1353.** 0,02 М.
- 1354–1357.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1358.** Смотрите ответ к заданию 483.
- 1359.** 282 г.
- 1360–1365.** Выполняем самостоятельно.
- 1366.** Формулы карбониллов марганца приводятся практически во всех учебниках и учебных пособиях для студентов химических направлений и специальностей.
- 1367.** Смотрите ответ к заданию 487.
- 1368.** Задание выполняется на основе теории (метода) валентных связей.
- 1369.** Выполняем самостоятельно.
- 1370.** Выбор частицы для облучения объясняется тем, что атомный номер технеция на единицу больше атомного номера молибдена.
- 1371–1381.** Изучаем химию технеция и рения и выполняем самостоятельно.
- 1382–1384.** Смотрите ответ к заданию 1241.
- 1385–1386.** Выполняем самостоятельно.
- 1387.** 1730 кг.
- 1388.** Доменный процесс наиболее подробно (приведена даже схема доменной печи) описан в пособии Н.В. Глинки [2].
- 1389.** Принимаются не общие фразы о повышении коррозионной стойкости и улучшении механических свойств железа, а конкретный ответ о влиянии каждой добавки. Состав стали X18H9T соответствует маркировке.
- 1390.** Выполняем самостоятельно.
- 1391.** Смотрите ответ к заданию 520; вычисление энергии Гиббса проведите для 500 К.
- 1392.** Бертоллидами называются соединения, состав которых, в отличие от дальтонилов, зависит от способа получения.
- 1393.** При взаимодействии с азотной кислотой образуется одна соль, а при взаимодействии с соляной – две.
- 1394.** Никогда не забывайте о гидролизе солей.
- 1395–1396.** Тему «Коррозия металлов» рекомендуем изучать по учебным пособиям [2, 11, 15] и по лабораторному практикуму [50].
- 1397.** Выполняется самостоятельно.

- 1398.** Чтобы получаемый при окислении $\text{Fe}(\text{OH})_2$ гидроксид железа (III) не был загрязнен продуктами восстановления окислителя, эти продукты должны быть газообразными или водой.
- 1399.** $7,4 \cdot 10^{-6} \text{ M}$; $1,9 \cdot 10^{-10} \text{ M}$.
- 1400.** Формула соединения отражает его состав; состав гидроксида железа (III) зависит от времени его «старения». Смотрите ответ к заданию 986.
- 1401.** В щелочах растворяется кислород воздуха (больше, чем в воде).
- 1402.** В этих реакциях железо окисляется максимально.
- 1403.** Одна реакция является реакцией внутримолекулярного окисления-восстановления.
- 1404.** Не может существовать такая комбинация, в которой ионы взаимодействуют между собой.
- 1405.** Смотрите ответ к заданию 487.
- 1406.** Выполняем самостоятельно.
- 1407.** Две соли из шести гидролизуются нацело.
- 1408–1409.** Выполняем самостоятельно.
- 1410.** В первом случае раствор становится мутно-белым, а во втором выпадает черный осадок и выделяется газ с неприятным запахом. Смотрите также ответ к заданию 483.
- 1411.** Смотрите ответ к заданию 520.
- 1412.** Выполняем самостоятельно.
- 1413.** Интересное задание. Если не знаете и не нашли точного ответа, выскажите свои предположения.
- 1414.** Ответ в скрытой форме содержится в задании.
- 1415–1420.** Выполняем самостоятельно.
- 1421.** В растворе жёлтой кровяной соли – $0,8 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, в растворе красной кровяной соли – $0,8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$; при решении приходится вычислять корень седьмой степени из числа 0,214, приблизительно он равен 0,8.
- 1422.** Формулы кислот: $\text{H}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и $\text{H}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
- 1423.** Их получают в лабораторных работах «Комплексные соединения» и «Качественные реакции» практикума [50], а состав описан в [1].
- 1424.** В карбонилах химическая связь образуется по донорно-акцепторному механизму.
- 1425–1427.** Выполняем самостоятельно.
- 1428–1443.** Прорабатываем химию кобальта и выполняем все задания самостоятельно. В задании 1441 направление реакции определяется по значениям константы нестойкости комплексов.

- 1444–1446.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1447.** Из текста задания следует, что монель-металлом в технике называется сплав меди с никелем; с соляной кислотой взаимодействует только никель.
- 1448.** Никель – 78,86 %, железо – 21,14 %.
- 1449.** Никель – 0,78, хром – 0,22.
- 1450.** С соляной кислотой взаимодействуют оба металла, поэтому надо составить и решить систему двух уравнений с двумя неизвестными. Ещё недавно такие задачи предлагались на химических олимпиадах, но сейчас, в связи с повышением требований к качеству подготовки специалистов, их должны решать все студенты химических направлений и специальностей. Состав и замечательные свойства сплава инвар описаны в химической энциклопедии [22] в статье «Железа сплавы».
- 1451.** Этот катализатор настолько известен благодаря широкому применению в химической технологии, что он подробно описан не только в химической энциклопедии (имеется отдельная статья), но и в учебных пособиях [6, 11, 15].
- 1452–1463.** Выполняем самостоятельно.
- 1464.** Латинское название России – Rutenia.
- 1465.** Такое же соединение образует платина.
- 1466.** Продуктами реакции являются рутенат и осмат калия.
- 1467.** Это трудное задание, т. к. информации об этих соединениях мало. Некоторые сведения о взаимодействии RuO_4 и OsO_4 с водой и щелочами имеются в [1]. Реакции этих соединений с концентрированной соляной кислотой – окислительно-восстановительные. Реакция RuO_4 с серной кислотой, вероятнее всего, также окислительно-восстановительная, поскольку соединения рутения (VI) разлагают эту кислоту с выделением кислорода [1].
- 1468–1472.** Выполняем самостоятельно.
- 1473.** Продукты взаимодействия подобны тем, что образуются при взаимодействии меди с концентрированными HNO_3 и H_2SO_4 .
- 1474.** Выполняем самостоятельно.
- 1475.** В этих реакциях гидразин окисляется до азота, а оксид двухвалентного углерода и муравьиная кислота – до CO_2 .
- 1476.** Редчайший случай реакции CO при комнатной температуре (смотрите следующее задание).
- 1477.** 0,5 %.

- 1478.** Разогрев свидетельствует об окислении водорода кислородом воздуха, но молекулярный водород при обычных условиях с кислородом не взаимодействует. Почему в этом случае идёт окисление водорода при комнатной температуре?
- 1479.** Смотрите ответ к заданию 1478.
- 1480.** 78,6 мл; 264,4 мл.
- 1481.** 1 л HNO_3 (60 %); смешивается с 3,36 л HCl (36 %).
- 1482.** Смотрите следующее задание.
- 1483.** 46 %.
- 1484.** 439,2 г; 50,45 л (N_2); 50,45 л (H_2); 302,7 (HCl).
- 1485.** Поляризация ионов [6, 23].
- 1486.** Выполняется самостоятельно.
- 1487.** Получение этого соединения описывает Н.С. Ахметов [1]. В реакции 3 образуются фториды азота (+3), кислорода (+2) и платины (+4), а в реакциях 1, 2 и 4 – комплексные соединения.
- 1488.** Повторите тему общей химии «Электрохимические процессы».
- 1489.** Выполняем самостоятельно.
- 1490.** Задание на проверку вашей общей эрудиции.
- 1491–1492.** Выполняем самостоятельно.
- 1493.** Состав чистого малахита приведен в справочнике [62].
- 1494–1495.** Выполняем самостоятельно.
- 1496.** Смотрите ответ к заданию 1118.
- 1497–1500.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1501.** Смотрите ответ к заданию 520.
- 1502.** Смотрите ответ к заданию 1118.
- 1503.** Сведения, достаточные для написания уравнений реакций, приведены в задании.
- 1504.** Смотрите ответ к заданию 487.
- 1505.** 28,4 г; 14,2 г.
- 1506.** 295 кг.
- 1507.** 256 кг; 490 кг.
- 1508.** Комплексное соединение тоже является кристаллогидратом.
- 1509.** Смотрите ответ к заданию 483.
- 1510–1514.** Выполняем самостоятельно.
- 1515.** 2,8 кг.
- 1516.** Чтобы выполнить это задание, необходимо хорошо проработать химию меди.
- 1517.** Смотрите ответ к заданию 520.

- 1518.** Смотрите ответ к заданию 520. Расчёт энергии Гиббса необходимо проводить для одного моля CuSO_4 .
- 1519–1521.** Выполняем самостоятельно.
- 1522.** $2 \cdot 10^{-13}$ М; $3 \cdot 10^{-15}$ М.
- 1523.** Над осадком CuCl – $1,1 \cdot 10^{-3}$ М; над осадком CuCO_3 – $1,6 \cdot 10^{-5}$ М; в растворе комплексного соединения – $9,6 \cdot 10^{-4}$ М.
- 1524.** Окраска комплексных соединений объясняется в теории кристаллического поля, а магнитные свойства – в теории валентных связей.
- 1525–1528.** Выполняем самостоятельно.
- 1529–1533.** Изучаем химию серебра и выполняем самостоятельно.
- 1534.** Первый опыт – это пример электролиза с инертным анодом, а второй – с активным (растворимым) анодом; количественные результаты вычисляются по законам Фарадея.
- 1535.** Уменьшение растворимости объясняется поляризацией ионов; концентрации ионов вычисляется по справочным значениям произведения растворимости.
- 1536.** Образуются комплексные соединения; сравнивайте значения ПР галогенидов со значениями константы нестойкости комплексов.
- 1537.** В лабораторной работе «Комплексные соединения» [50] имеется близкий к этому заданию опыт растворения осадка HgI_2 .
- 1538.** Концентрация ионов вычисляется по константам нестойкости комплексных ионов, которые имеются в справочнике [62].
Ответ: $1,3 \cdot 10^{-3}$ М; $2,6 \cdot 10^{-8}$ М.
- 1539.** Выполняем самостоятельно.
- 1540.** Смотрите ответ к заданию 1524.
- 1541.** Применение галогенидов серебра в фотографии подробно описывает Г. Реми [15] и химическая энциклопедия [22], а краткое описание – в пособии [2].
- 1542.** Сведения по этому вопросу имеются в пособиях [2, 29].
- 1543.** Смотрите ответ к заданию 483. Если не найдете точного ответа, то выскажите свои предположения.
- 1544.** Это интересное применение серебра описано в [2].
- 1545.** 96 г; 520 г.
- 1546–1548.** Выполняем самостоятельно.
- 1549.** 1 л HNO_3 (60 %) смешивается с 4,3 л HCl (37 %).
- 1550.** Смотрите ответ к заданию 483.
- 1551.** Смотрите ответ к заданию 520.
- 1552.** Смотрите ответ к заданию 1503.

1553. Более растворимо (несмотря на *меньшее* значение произведения растворимости) соединение AuCl_3 . Молярная концентрация этого вещества в насыщенном растворе равна $3,2 \cdot 10^{-7}$ М, в 1 л содержится $6,3 \cdot 10^{-5}$ г ионов золота; объём воды приблизительно 1000 м^3 .

1554–1556. Выполняем самостоятельно.

1557. Необходимо выполнить три расчётных действия: 1) вычислить объём нанесённого золота (произведение площади изделия на толщину покрытия), 2) найти массу золота (произведение объёма золота на его плотность [62]), по математическому выражению законов электролиза вычислить время электролиза [].

1558. а) $1,373 \cdot 10^{-7}$ м; б) 470; в) $6,72 \cdot 10^{12}$. Задача с межпредметными связями химии (с физикой, математикой).

1559. У первого сплава 750-я проба, у второго – 583-я.

1560. Только два понятия из восьми не имеют отношения к золоту.

1561–1563. Выполняем самостоятельно.

1564. 38,75 %.

1565. 10,0 г (62,5 %) ZnCO_3 и 6,0 г (37,5 %) ZnO .

1566. 12,54 г (25,08 %) ZnCO_3 и 37,46 г (74,92 %) ZnO .

1567. При взаимодействии металлов с концентрированной серной кислотой обычно идут вторичные процессы [20]; необходимо уменьшить вероятность их протекания; подумайте, как это можно сделать.

1568. 146 г Zn и 1,92 л H_2SO_4 .

1569–1572. Выполняем самостоятельно.

1573. Не забывайте о гидролизе солей.

1574. Выполняем самостоятельно.

1575. Смотрите ответ к заданию 1524.

1576. Смотрите ответ к заданию 1573.

1577. Это связано с поляризующим действием ионов.

1578–1582. Выполняем самостоятельно.

1583. Все реакции возможны.

1584. Используйте различия химических свойств ZnS и BaSO_4 .

1585–1586. Смотрите ответ к заданию 1395.

1587. Гальванические элементы этого типа описаны в [2].

1588. Один из методов получения золота – метод Багратиона [6].

1589. Разделение (и анализ) смесей и сплавов проводится с использованием различий в химических и физических свойствах компонентов (смотрите также ответ к заданию 786).

1590. 608,5 г; 57 мин 14 с.

- 1591–1595.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1596.** Такие аккумуляторы описаны в [2].
- 1597–1605.** Выполняем самостоятельно.
- 1606.** Смотрите ответ к заданию 1485.
- 1607.** 686,7 г.
- 1608–1612.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1613.** Первична одна причина, все остальные – вторичны.
- 1614.** Выполняем самостоятельно.
- 1615.** Вычислите энергию Гиббса для 298, 1000 и 1500 К и сделайте вывод.
- 1616.** Найдите перевод термина.
- 1617–1623.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1624–1631.** Общие сведения об актиноидах и достаточно подробное описание химии урана имеются в пособиях [6, 18].
- 1632.** По уравнению Клапейрона–Менделеева вычисляется молярная масса, а формула (UF_6) находится подбором.
- 1633.** Данные для выполнения задания имеются в его условии.
- 1634.** Выполняется самостоятельно.
- 1635.** Их получают методом ядерного синтеза [21].

Глава девятая Благородные газы

- 1636.** Выполняется самостоятельно.
- 1637.** Содержание гелия, неона и аргона в воздухе приведено в справочнике [62].
- 1638.** Сверхтекучесть и сверхпроводимость описана в [6, 21, 22].
- 1639.** 20,181; отличие от справочной величины объясняется тем, что при вычислении не учитывается физическое явление «дефект массы».
- 1640.** Смотрите ответ к заданию 1589.
- 1641.** Вспомните силы Ван-дер-Ваальса.
- 1642–1648.** Эти задания выполняются самостоятельно.
- 1649.** Вспомните метод отталкивания электронных пар валентной оболочки (метод ОЭПВО).
- 1650.** Олимпиадное задание на проверку вашей общей эрудиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Учебники и учебные пособия

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 2003, 2005. – 743 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Интеграл-Пресс, 2002. – 728 с.
3. Гельфман М.И., Юстратов В.П. Химия. – СПб.: Лань, 2000. – 480 с.
4. Джонсон Д. Термодинамические аспекты неорганической химии. Перевод с английского. – М.: Мир, 1985. – 328 с.
5. Зубович И.А. Неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1989. – 432 с.
6. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. – М.: Химия, 2000. – 592 с.
7. Коровин Н.В. Общая химия. – М.: Высшая школа, 2006. – 557 с.
8. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Основы неорганической химии. Перевод с английского. – М.: Мир, 1979. – 677 с.
9. Крестов Г.А. Теоретические основы неорганической химии. – М.: Высшая школа, 1982. – 295 с.
10. Кудрявцев А.А. Составление химических уравнений. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
11. Некрасов Б.В. Основы общей химии. В 3-х т. – М.: Химия, 1965–1970. – 518 с. (т. 1), 399 с. (т. 2), 415 с. (т. 3).
12. Никольский А.Б., Суворов А.В. Общая химия. – СПб.: Химия, 1997. – 624 с.
13. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия. – М.: Дрофа, 2002. – 448 с.
14. Популярная библиотека химических элементов. В 2-х книгах. Отв. ред. академик И.В. Петрянов-Соколов. – М.: Химия. – 1983. – 1148 с.
15. Реми Г. Курс неорганической химии. В 2-х т. Перевод с немецкого. – М.: ИЛ, 1963. – 1695 с.
16. Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия. В 2-х т. Пер. с румынского, М.: Мир, 1971. – 560 с. (т. 1); 1972. – 841 с. (т. 2).
17. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия. В 2-х ч. – М.: Издательство МГУ, 1991. – 532 с. (ч. I); 1994. – 624 с. (ч. II).
18. Стась Н.Ф. Общая и неорганическая химия. Часть II. Неорганическая химия. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 160 с.
19. Стась Н.Ф., Свинцова Л.Д. Химия растворов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 155 с.

20. Стёпин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1994. – 608 с.
21. Угай А.Я. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1997. – 527 с.
22. Химическая энциклопедия: В 5-ти т./ Гл. ред. И.Л. Кнунянц и Н.С. Зефиоров. – М.: Сов. энциклопедия, 1988–1998. – 623 с. (Т. 1), 671 с. (Т. 2), 639 с. (Т. 3), 639 с. (Т. 4), 783 с. (Т. 5).
23. Янсон Э.Ю. Комплексные соединения. – М.: Высшая школа, 1968. – 175 с.

Сборники задач и упражнений

24. Айлетт Б., Смит Б. Задачи и упражнения по неорганической химии. Перевод с английского. – М.: Мир, 1967. – 224 с.
25. Воробьева О.И., Лавут Е.А., Тамм Н.С. Вопросы, упражнения и задачи по неорганической химии. – М.: Издательство МГУ, 1985. – 175 с.
26. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.: Интеграл-Пресс, 2001. – 240 с.
27. Гольбайх З.Е., Маслов Е.И. Сборник задач и упражнений по химии. – М.: Высшая школа, 1997. – 384 с.
28. Зайцев О.С. Задачи, упражнения и вопросы по химии. – М.: Химия, 1996. – 432 с.
29. Икрин В.М., Стась Н.Ф. Межпредметные связи химии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 102 с.
30. Лидин Р.А., Андреева Л.Л., Молочко В.А. Задачи по общей и неорганической химии. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 383 с.
31. Любимова Н.Б. Вопросы и задачи по общей и неорганической химии. – М.: Высшая школа, 1990. – 315 с.
32. Михелев Л.А., Пассет Н.Ф., Федотова М.И., Задачи и упражнения по неорганической химии. – СПб: Химия, 1997. – 208 с.
33. Романцева Л.М., Лещинская З.Л., Суханова В.А. Сборник задач и упражнений по общей химии. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с.
34. Свиридов В.В., Попкович Г.А., Васильева Г.И. Задачи, вопросы и упражнения по общей и неорганической химии. – Минск: Университетское, 1991. – 350 с.
35. Стась Н.Ф., Лисецкий В.Н. Задачи, вопросы и упражнения по общей химии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 87 с.
36. Стась Н. Ф. Задачи, упражнения и вопросы по неорганической химии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – 169 с.

Лабораторные практикумы

37. Аликберова Л.Ю. и др. Практикум по общей и неорганической химии. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 320 с.
38. Ахметов Н.С., Азизова М.К., Бадьгина Л.И. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии. – М.: Высшая школа, 2003. – 367 с.
39. Васильева З.Г., Грановская А.А., Таперова А.А. Лабораторные работы по общей и неорганической химии. – Л.: Химия, 1986. – 287 с.
40. Гольбрайх З.Е. Практикум по неорганической химии. – М.: Высшая школа, 1986. – 350 с.
41. Дорофеев А.И., Федотова М.И. Практикум по неорганической химии. – Л.: Химия, 1990. – 240 с.
42. Жарский И.М., Кузьменко А.Л., Орехова С.Е. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии. – М.: Дизайн ПРО, 1998. – 224 с.
43. Зайцев О.С. Исследовательский практикум по общей химии. – М.: Изд-во Московского университета, 1994. – 480 с.
44. Краузер Б., Фримантл М. Лабораторный практикум. Перевод с английского – М.: Химия, 1995. – 320 с.
45. Коровин Н.В., Мингулина Э.И., Рыжова Н.Г. Лабораторные работы по химии: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 2001. – 256 с.
46. Новиков Г.И., Орехова С.Е. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии. – Минск: Высшая школа, 1984. – 160 с.
47. Практикум по общей и неорганической химии. Под ред. Н.Н. Павлова и С.В. Петрова – М.: Высшая школа, 1986. – 298 с.
48. Практикум по общей и неорганической химии. Под ред. Н.Н. Павлова и В.И. Фролова – М.: Дрофа, 2002. – 304 с.
49. Рачинский Ф.Ю., Рачинская М.Ф. Техника лабораторных работ. – Л.: Химия, 1982. – 431 с.
50. Стась Н.Ф., Плакидкин А.А., Князева Е.М. Лабораторный практикум по общей и неорганической химии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 190 с.
51. Стёпин Б.Д. Техника лабораторного эксперимента в химии: Учебное пособие для высшей школы. – М.: Химия, 1999. – 600 с.
52. Фишер Х. Практикум по общей химии: Вводный курс по экологически безопасной программе с экспериментами по регенерации химических реактивов. Часть I. Общая и неорганическая химия / Перевод с английского. – Новосибирск: Наука, 1996. – 387 с.
53. Фролов В.И. и др. Практикум по общей и неорганической химии. – М.: Дрофа, 2002. – 304 с.

Справочники

54. Гороновский И.Т., Назаренко Ю.П., Некряч Е.Ф. Краткий справочник по химии. – Киев.: Наукова думка, 1987. – 828 с.
55. Карапетьянц М.Х., Карапетьянц М.Л. Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ. – М.: Химия, 1968. – 471 с.
56. Кузьменко А.Л. Справочник по общей и неорганической химии. – Минск.: Высшая школа, 1974. – 144 с.
57. Лидин Р.А., Андреева Л.Л., Молочко В.А. Справочник по неорганической химии. Константы неорганических веществ. – М.: Химия, 1987. – 320 с.
58. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. – Л.: Химия, 1991. – 432 с.
59. Свойства неорганических веществ. Справочник / А.И. Ефимов и др. – Л.: Химия, 1983. – 392 с.
60. Свойства элементов: справочник. Под редакцией Е.М. Дрица. В 2-х книгах. – М.: Metallurgia. Кн. 1. – 1997. – 432 с., кн. 2. – 1997. – 448 с.
61. Слета Л.А. Химия. Справочник. – Ростов н/Д: Феникс, 1997. – 495 с.
62. Стась Н.Ф. Справочник по общей и неорганической химии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 72 с.
63. Эмсли Дж. Элементы. Перевод с английского. – М.: Мир, 1993. – 256 с.

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

Вариант 1

Общие закономерности неорганической химии (18, 35, 59, 69, 83). Водород и галогены (118, 136, 164, 208, 285). Халькогены (316, 371, 430, 461, 484, 497). Главная подгруппа пятой группы (542, 569, 592, 638, 706, 739). Главная подгруппа четвертой группы (786, 814, 864, 897). Главная подгруппа третьей группы (922, 1007, 1012). Химия s-элементов (1036, 1073, 1119, 1128). Переходные элементы (1170, 1205, 1225, 1251, 1271, 1295, 1332, 1349, 1406, 1442, 1461, 1524, 1531, 1567, 1600, 1619). Благородные газы (1641).

Вариант 2

Общие закономерности неорганической химии (9, 37, 57, 75, 98). Водород и галогены (113, 143, 194, 208, 276). Халькогены (320, 376, 416, 436, 480, 500). Главная подгруппа пятой группы (528, 573, 602, 623, 689, 736). Главная подгруппа четвертой группы (776, 827, 849, 895). Главная подгруппа третьей группы (928, 963, 1022). Химия s-элементов (1042, 1070, 1119, 1155). Переходные элементы (1175, 1203, 1213, 1241, 1265, 1309, 1321, 1371, 1408, 1428, 1474, 1526, 1554, 1574, 1598, 1616). Благородные газы (1647).

Вариант 3

Общие закономерности неорганической химии (8, 22, 60, 72, 98). Водород и галогены (120, 145, 191, 246, 300). Халькогены (314, 365, 423, 445, 478, 495). Главная подгруппа пятой группы (523, 567, 600, 620, 686, 725). Главная подгруппа четвертой группы (790, 801, 862, 883). Главная подгруппа третьей группы (937, 998, 1017). Химия s-элементов (1043, 1071, 1106, 1144). Переходные элементы (1170, 1207, 1234, 1256, 1279, 1317, 1343, 1367, 1416, 1446, 1483, 1528, 1543, 1562, 1595, 1632). Благородные газы (1643).

Вариант 4

Общие закономерности неорганической химии (2, 31, 43, 79, 97). Водород и галогены (114, 134, 164, 205, 297). Халькогены (338, 377, 418, 454, 473, 500). Главная подгруппа пятой группы (535, 579, 594, 634, 678, 736). Главная подгруппа четвертой группы (791, 820, 845, 889). Главная подгруппа третьей группы (941, 962, 1027). Химия s-элементов (1040, 1074, 1114, 1155). Переходные элементы (1171, 1197, 1230, 1256, 1262, 1317, 1323, 1367, 1391, 1436, 1477, 1528, 1529, 1576, 1594, 1633). Благородные газы (1645).

Вариант 5

Общие закономерности неорганической химии (1, 22, 52, 79, 91). Водород и галогены (101, 133, 173, 242, 257). Халькогены (347, 361, 413, 460, 478, 496). Главная подгруппа пятой группы (538, 553, 593, 626, 675, 753). Главная подгруппа четвертой группы (776, 803, 845, 892). Главная подгруппа третьей группы (937, 1007, 1027). Химия s-элементов (1055, 1100, 1111, 1146). Переходные элементы (1175, 1206, 1240, 1242, 1272, 1300, 1329, 1379, 1416, 1442, 1479, 1514, 1532, 1567, 1594, 1632). Благородные газы (1641).

Вариант 6

Общие закономерности неорганической химии (8, 22, 52, 80, 84). Водород и галогены (106, 138, 172, 241, 263). Халькогены (320, 355, 393, 443, 472, 509). Главная подгруппа пятой группы (549, 585, 594, 622, 711, 746). Главная подгруппа четвертой группы (782, 800, 872, 886). Главная подгруппа третьей группы (924, 974, 1025). Химия s-элементов (1039, 1066, 1112, 1159). Переходные элементы (1184, 1204, 1223, 1259, 1280, 1304, 1322, 1361, 1384, 1453, 1467, 1496, 1555, 1572, 1592, 1634). Благородные газы (1638).

Вариант 7

Общие закономерности неорганической химии (8, 37, 60, 76, 89). Водород и галогены (105, 135, 154, 219, 293). Халькогены (311, 376, 404, 447, 476, 496). Главная подгруппа пятой группы (515, 559, 614, 640, 717, 746). Главная подгруппа четвертой группы (796, 805, 861, 898). Главная подгруппа третьей группы (914, 984, 1014). Химия s-элементов (1045, 1064, 1121, 1130). Переходные элементы (1178, 1201, 1232, 1249, 1263, 1298, 1344, 1369, 1410, 1430, 1483, 1504, 1535, 1568, 1599, 1612). Благородные газы (1647).

Вариант 8

Общие закономерности неорганической химии (15, 26, 53, 71, 85). Водород и галогены (117, 140, 181, 225, 306). Халькогены (337, 375, 396, 461, 483, 502). Главная подгруппа пятой группы (533, 557, 610, 620, 688, 747). Главная подгруппа четвертой группы (793, 799, 875, 881). Главная подгруппа третьей группы (933, 967, 1018). Химия s-элементов (1032, 1071, 1118, 1141). Переходные элементы (1167, 1202, 1213, 1260, 1278, 1307, 1331, 1377, 1381, 1455, 1490, 1523, 1533, 1576, 1596, 1621). Благородные газы (1642).

Вариант 9

Общие закономерности неорганической химии (15, 23, 43, 75, 95). Водород и галогены (122, 149, 159, 240, 310). Халькогены (335, 379, 416, 460, 476, 495). Главная подгруппа пятой группы (547, 576, 590, 622, 705, 754). Главная подгруппа четвертой группы (782, 827, 857, 894). Главная подгруппа третьей группы (922, 998, 1030). Химия s-элементов (1051, 1096, 1110, 1159). Переходные элементы (1176, 1196, 1233, 1257, 1265, 1312, 1345, 1351, 1387, 1450, 1490, 1524, 1535, 1588, 1606, 1613). Благородные газы (1649).

Вариант 10

Общие закономерности неорганической химии (13, 25, 55, 73, 95). Водород и галогены (103, 146, 166, 248, 268). Халькогены (330, 366, 427, 454, 473, 498). Главная подгруппа пятой группы (532, 585, 608, 647, 701, 732). Главная подгруппа четвертой группы (795, 817, 871, 888). Главная подгруппа третьей группы (960, 983, 1018). Химия s-элементов (1033, 1090, 1102, 1144). Переходные элементы (1181, 1201, 1214, 1247, 1272, 1292, 1333, 1356, 1400, 1460, 1462, 1525, 1540, 1569, 1609, 1629). Благородные газы (1649).

Вариант 11

Общие закономерности неорганической химии (19, 25, 55, 65, 91). Водород и галогены (111, 144, 195, 221, 261). Халькогены (342, 383, 414, 453, 489, 497). Главная подгруппа пятой группы (540, 568, 589, 621, 672, 733). Главная подгруппа четвертой группы (796, 824, 878, 884). Главная подгруппа третьей группы (939, 984, 1022). Химия s-элементов (1041, 1093, 1112, 1128). Переходные элементы (1182, 1191, 1211, 1254, 1280, 1312, 1322, 1348, 1395, 1455, 1475, 1519, 1559, 1561, 1602, 1615). Благородные газы (1647).

Вариант 12

Общие закономерности неорганической химии (16, 32, 44, 75, 91). Водород и галогены (111, 135, 172, 247, 279). Халькогены (323, 384, 419, 466, 478, 505). Главная подгруппа пятой группы (522, 584, 587, 656, 716, 756). Главная подгруппа четвертой группы (770, 801, 860, 884). Главная подгруппа третьей группы (930, 995, 1013). Химия s-элементов (1038, 1081, 1118, 1152). Переходные элементы (1179, 1206, 1216, 1258, 1285, 1298, 1322, 1357, 1403, 1431, 1481, 1510, 1560, 1572, 1602, 1615). Благородные газы (1644).

Вариант 13

Общие закономерности неорганической химии (20, 37, 55, 68, 99). Водород и галогены (130, 150, 174, 249, 266). Халькогены (334, 365, 401, 453, 477, 510). Главная подгруппа пятой группы (537, 570, 606, 631, 708, 737). Главная подгруппа четвертой группы (776, 809, 872, 884). Главная подгруппа третьей группы (929, 1002, 1020). Химия s-элементов (1045, 1068, 1113, 1141). Переходные элементы (1161, 1196, 1221, 1245, 1282, 1317, 1343, 1350, 1388, 1454, 1477, 1494, 1554, 1577, 1603, 1623). Благородные газы (1641).

Вариант 14

Общие закономерности неорганической химии (17, 36, 60, 62, 86). Водород и галогены (109, 135, 171, 226, 303). Халькогены (345, 355, 406, 448, 473, 499). Главная подгруппа пятой группы (522, 573, 617, 633, 678, 732). Главная подгруппа четвертой группы (782, 839, 854, 902). Главная подгруппа третьей группы (936, 979, 1021). Химия s-элементов (1053, 1086, 1115, 1137). Переходные элементы (1169, 1204, 1239, 1244, 1278, 1312, 1343, 1354, 1382, 1455, 1469, 1494, 1540, 1576, 1600, 1634). Благородные газы (1648).

Вариант 15

Общие закономерности неорганической химии (6, 21, 41, 68, 91). Водород и галогены (106, 145, 160, 201, 254). Халькогены (346, 362, 430, 452, 476, 504). Главная подгруппа пятой группы (548, 558, 614, 656, 697, 751). Главная подгруппа четвертой группы (792, 820, 865, 892). Главная подгруппа третьей группы (919, 976, 1025). Химия s-элементов (1038, 1067, 1117, 1154). Переходные элементы (1174, 1193, 1223, 1242, 1271, 1311, 1338, 1380, 1398, 1436, 1487, 1505, 1542, 1579, 1603, 1621). Благородные газы (1639).

Вариант 16

Общие закономерности неорганической химии (5, 29, 47, 69, 99). Водород и галогены (102, 137, 178, 220, 277). Халькогены (334, 356, 399, 441, 484, 498). Главная подгруппа пятой группы (522, 561, 609, 623, 716, 732). Главная подгруппа четвертой группы (791, 826, 846, 909). Главная подгруппа третьей группы (921, 993, 1028). Химия s-элементов (1060, 1070, 1122, 1149). Переходные элементы (1169, 1209, 1215, 1260, 1280, 1293, 1340, 1358, 1386, 1446, 1468, 1499, 1536, 1571, 1607, 1630). Благородные газы (1644).

Вариант 17

Общие закономерности неорганической химии (3, 40, 46, 70, 100). Водород и галогены (101, 144, 157, 230, 268). Халькогены (349, 386, 420, 462, 486, 492). Главная подгруппа пятой группы (520, 563, 603, 651, 671, 749). Главная подгруппа четвертой группы (776, 833, 879, 883). Главная подгруппа третьей группы (946, 995, 1029). Химия s-элементов (1036, 1071, 1114, 1130). Переходные элементы (1179, 1203, 1216, 1252, 1267, 1292, 1327, 1360, 1421, 1446, 1464, 1492, 1542, 1578, 1591, 1623). Благородные газы (1641).

Вариант 18

Общие закономерности неорганической химии (7, 23, 42, 78, 99). Водород и галогены (104, 144, 186, 243, 296). Халькогены (341, 351, 406, 464, 484, 502). Главная подгруппа пятой группы (550, 574, 617, 660, 675, 729). Главная подгруппа четвертой группы (764, 817, 873, 905). Главная подгруппа третьей группы (937, 972, 1018). Химия s-элементов (1035, 1068, 1115, 1133). Переходные элементы (1164, 1195, 1225, 1258, 1285, 1302, 1339, 1358, 1401, 1453, 1467, 1513, 1531, 1564, 1602, 1620). Благородные газы (1644).

Вариант 19

Общие закономерности неорганической химии (7, 30, 52, 63, 81). Водород и галогены (120, 141, 163, 204, 306). Халькогены (342, 385, 419, 443, 488, 495). Главная подгруппа пятой группы (529, 570, 592, 653, 690, 726). Главная подгруппа четвертой группы (779, 825, 854, 909). Главная подгруппа третьей группы (928, 978, 1029). Химия s-элементов (1039, 1064, 1126, 1154). Переходные элементы (1161, 1192, 1215, 1241, 1276, 1291, 1332, 1380, 1406, 1453, 1473, 1493, 1530, 1570, 1601, 1626). Благородные газы (1648).

Вариант 20

Общие закономерности неорганической химии (13, 21, 55, 73, 85). Водород и галогены (105, 135, 179, 228, 275). Халькогены (340, 360, 391, 441, 480, 500). Главная подгруппа пятой группы (511, 575, 613, 649, 681, 739). Главная подгруппа четвертой группы (764, 813, 866, 899). Главная подгруппа третьей группы (919, 971, 1023). Химия s-элементов (1043, 1083, 1125, 1152). Переходные элементы (1183, 1195, 1219, 1259, 1280, 1312, 1340, 1359, 1410, 1440, 1467, 1518, 1540, 1574, 1600, 1624). Благородные газы (1639).

Вариант 21

Общие закономерности неорганической химии (15, 26, 53, 63, 92). Водород и галогены (129, 150, 197, 215, 265). Халькогены (340, 373, 430, 433, 489, 496). Главная подгруппа пятой группы (520, 575, 608, 649, 698, 738). Главная подгруппа четвертой группы (774, 801, 879, 908). Главная подгруппа третьей группы (935, 983, 1026). Химия s-элементов (1050, 1093, 1111, 1154). Переходные элементы (1187, 1196, 1215, 1244, 1263, 1314, 1333, 1374, 1407, 1458, 1468, 1518, 1539, 1570, 1590, 1635). Благородные газы (1637).

Вариант 22

Общие закономерности неорганической химии (2, 35, 57, 77, 89). Водород и галогены (114, 145, 152, 240, 260). Халькогены (322, 383, 414, 468, 487, 505). Главная подгруппа пятой группы (547, 561, 618, 657, 684, 721). Главная подгруппа четвертой группы (772, 827, 855, 881). Главная подгруппа третьей группы (933, 989, 1012). Химия s-элементов (1052, 1074, 1103, 1140). Переходные элементы (1163, 1195, 1222, 1254, 1261, 1295, 1328, 1351, 1403, 1427, 1468, 1515, 1555, 1567, 1599, 1628). Благородные газы (1636).

Вариант 23

Общие закономерности неорганической химии (13, 33, 42, 78, 95). Водород и галогены (103, 138, 190, 240, 274). Халькогены (311, 384, 419, 465, 476, 492). Главная подгруппа пятой группы (542, 579, 607, 654, 715, 739). Главная подгруппа четвертой группы (764, 834, 872, 898). Главная подгруппа третьей группы (937, 964, 1014). Химия s-элементов (1039, 1081, 1122, 1132). Переходные элементы (1190, 1193, 1216, 1260, 1268, 1303, 1345, 1359, 1388, 1455, 1475, 1511, 1533, 1565, 1606, 1611). Благородные газы (1637).

Вариант 24

Общие закономерности неорганической химии (5, 27, 58, 66, 89). Водород и галогены (101, 139, 166, 230, 304). Халькогены (331, 383, 415, 469, 471, 508). Главная подгруппа пятой группы (537, 570, 596, 650, 714, 729). Главная подгруппа четвертой группы (785, 839, 844, 898). Главная подгруппа третьей группы (947, 966, 1030). Химия s-элементов (1038, 1098, 1116, 1147). Переходные элементы (1186, 1193, 1227, 1257, 1266, 1312, 1339, 1380, 1410, 1456, 1472, 1494, 1551, 1567, 1596, 1618). Благородные газы (1640).

Вариант 25

Общие закономерности неорганической химии (5, 40, 47, 74, 86). Водород и галогены (123, 132, 168, 248, 280). Халькогены (318, 363, 428, 458, 474, 497). Главная подгруппа пятой группы (548, 552, 590, 660, 691, 754). Главная подгруппа четвертой группы (789, 831, 859, 901). Главная подгруппа третьей группы (934, 966, 1013). Химия s-элементов (1059, 1099, 1110, 1136). Переходные элементы (1181, 1199, 1239, 1253, 1266, 1292, 1322, 1366, 1405, 1457, 1486, 1526, 1537, 1585, 1593, 1631). Благородные газы (1644).

Вариант 26

Общие закономерности неорганической химии (7, 24, 44, 69, 97). Водород и галогены (128, 136, 197, 243, 265). Халькогены (338, 352, 425, 445, 477, 496). Главная подгруппа пятой группы (544, 580, 589, 648, 720, 725). Главная подгруппа четвертой группы (785, 840, 872, 897). Главная подгруппа третьей группы (922, 979, 1026). Химия s-элементов (1052, 1081, 1127, 1139). Переходные элементы (1170, 1203, 1214, 1256, 1286, 1291, 1345, 1379, 1423, 1430, 1487, 1513, 1545, 1573, 1599, 1620). Благородные газы (1646).

Вариант 27

Общие закономерности неорганической химии (2, 28, 55, 64, 81). Водород и галогены (105, 132, 198, 232, 269). Халькогены (327, 370, 421, 434, 476, 492). Главная подгруппа пятой группы (525, 555, 591, 638, 673, 760). Главная подгруппа четвертой группы (762, 839, 849, 898). Главная подгруппа третьей группы (912, 995, 1027). Химия s-элементов (1056, 1098, 1105, 1157). Переходные элементы (1169, 1210, 1236, 1244, 1284, 1308, 1335, 1360, 1411, 1447, 1466, 1521, 1552, 1569, 1602, 1635). Благородные газы (1645).

Вариант 28

Общие закономерности неорганической химии (6, 36, 49, 77, 100). Водород и галогены (102, 134, 180, 221, 276). Халькогены (349, 381, 406, 446, 487, 493). Главная подгруппа пятой группы (518, 554, 592, 629, 707, 751). Главная подгруппа четвертой группы (767, 809, 860, 904). Главная подгруппа третьей группы (953, 1001, 1023). Химия s-элементов (1044, 1096, 1114, 1138). Переходные элементы (1189, 1191, 1235, 1245, 1281, 1313, 1337, 1357, 1420, 1443, 1465, 1520, 1553, 1561, 1598, 1628). Благородные газы (1649).

Вариант 29

Общие закономерности неорганической химии (2, 26, 50, 76, 84). Водород и галогены (110, 141, 151, 224, 263). Халькогены (332, 366, 414, 442, 476, 499). Главная подгруппа пятой группы (519, 578, 611, 635, 720, 751). Главная подгруппа четвертой группы (782, 831, 851, 897). Главная подгруппа третьей группы (921, 972, 1025). Химия s-элементов (1042, 1088, 1111, 1138). Переходные элементы (1168, 1198, 1233, 1260, 1265, 1306, 1328, 1357, 1419, 1442, 1487, 1509, 1542, 1587, 1600, 1618). Благородные газы (1636).

Вариант 30

Общие закономерности неорганической химии (5, 29, 50, 65, 90). Водород и галогены (120, 137, 183, 244, 309). Халькогены (313, 390, 394, 463, 477, 491). Главная подгруппа пятой группы (532, 576, 606, 635, 700, 742). Главная подгруппа четвертой группы (772, 822, 873, 898). Главная подгруппа третьей группы (957, 963, 1029). Химия s-элементов (1062, 1067, 1113, 1151). Переходные элементы (1163, 1196, 1226, 1251, 1276, 1319, 1322, 1380, 1411, 1430, 1464, 1519, 1550, 1589, 1609, 1629). Благородные газы (1645).

Вариант 31

Общие закономерности неорганической химии (12, 40, 44, 70, 93). Водород и галогены (112, 134, 178, 212, 256). Халькогены (343, 366, 400, 447, 471, 500). Главная подгруппа пятой группы (545, 567, 604, 624, 701, 742). Главная подгруппа четвертой группы (794, 811, 875, 889). Главная подгруппа третьей группы (925, 984, 1012). Химия s-элементов (1062, 1071, 1108, 1158). Переходные элементы (1163, 1193, 1222, 1250, 1267, 1296, 1328, 1368, 1391, 1454, 1483, 1491, 1554, 1576, 1602, 1615). Благородные газы (1638).

Вариант 32

Общие закономерности неорганической химии (16, 37, 60, 76, 82). Водород и галогены (112, 138, 190, 211, 307). Халькогены (350, 365, 423, 446, 490, 494). Главная подгруппа пятой группы (529, 555, 600, 621, 694, 747). Главная подгруппа четвертой группы (774, 837, 845, 882). Главная подгруппа третьей группы (934, 961, 1011). Химия s-элементов (1043, 1085, 1124, 1153). Переходные элементы (1178, 1208, 1224, 1258, 1281, 1307, 1340, 1372, 1423, 1454, 1464, 1492, 1546, 1578, 1610, 1628). Благородные газы (1641).

Вариант 33

Общие закономерности неорганической химии (5, 37, 58, 79, 93). Водород и галогены (112, 143, 175, 214, 310). Халькогены (315, 373, 429, 440, 477, 492). Главная подгруппа пятой группы (527, 563, 618, 635, 685, 760). Главная подгруппа четвертой группы (763, 814, 854, 901). Главная подгруппа третьей группы (954, 973, 1014). Химия s-элементов (1045, 1084, 1107, 1152). Переходные элементы (1177, 1195, 1232, 1250, 1279, 1295, 1329, 1375, 1388, 1453, 1487, 1512, 1532, 1580, 1602, 1632). Благородные газы (1639).

Вариант 34

Общие закономерности неорганической химии (20, 22, 49, 63, 83). Водород и галогены (116, 133, 200, 247, 302). Халькогены (328, 382, 396, 455, 473, 496). Главная подгруппа пятой группы (529, 554, 586, 633, 686, 723). Главная подгруппа четвертой группы (772, 818, 868, 908). Главная подгруппа третьей группы (920, 992, 1016). Химия s-элементов (1031, 1090, 1122, 1147). Переходные элементы (1183, 1206, 1228, 1254, 1276, 1302, 1333, 1359, 1412, 1447, 1477, 1523, 1529, 1582, 1610, 1625). Благородные газы (1643).

Вариант 35

Общие закономерности неорганической химии (6, 21, 52, 65, 90). Водород и галогены (113, 131, 155, 201, 260). Халькогены (349, 388, 415, 467, 484, 507). Главная подгруппа пятой группы (515, 566, 596, 656, 672, 726). Главная подгруппа четвертой группы (796, 834, 857, 897). Главная подгруппа третьей группы (936, 987, 1012). Химия s-элементов (1055, 1090, 1119, 1136). Переходные элементы (1162, 1193, 1229, 1258, 1289, 1310, 1341, 1370, 1398, 1459, 1477, 1509, 1540, 1561, 1610, 1614). Благородные газы (1645).

Вариант 36

Общие закономерности неорганической химии (11, 21, 54, 70, 83). Водород и галогены (113, 149, 188, 207, 308). Халькогены (346, 373, 430, 468, 488, 499). Главная подгруппа пятой группы (517, 552, 611, 645, 715, 731). Главная подгруппа четвертой группы (774, 805, 870, 901). Главная подгруппа третьей группы (930, 1006, 1024). Химия s-элементов (1047, 1081, 1124, 1145). Переходные элементы (1182, 1203, 1224, 1253, 1271, 1314, 1334, 1351, 1413, 1431, 1478, 1515, 1555, 1561, 1608, 1625). Благородные газы (1644).

Вариант 37

Общие закономерности неорганической химии (1, 27, 54, 73, 92). Водород и галогены (125, 132, 192, 232, 277). Халькогены (334, 383, 421, 453, 479, 507). Главная подгруппа пятой группы (549, 573, 586, 638, 719, 736). Главная подгруппа четвертой группы (771, 833, 877, 907). Главная подгруппа третьей группы (912, 979, 1020). Химия s-элементов (1034, 1067, 1107, 1136). Переходные элементы (1183, 1203, 1238, 1247, 1281, 1296, 1323, 1370, 1417, 1458, 1488, 1512, 1558, 1564, 1595, 1620). Благородные газы (1636).

Вариант 38

Общие закономерности неорганической химии (9, 29, 41, 65, 93). Водород и галогены (101, 142, 177, 227, 306). Халькогены (317, 366, 404, 450, 488, 507). Главная подгруппа пятой группы (541, 553, 588, 642, 695, 733). Главная подгруппа четвертой группы (771, 832, 875, 885). Главная подгруппа третьей группы (931, 1007, 1019). Химия s-элементов (1036, 1076, 1107, 1140). Переходные элементы (1189, 1208, 1214, 1251, 1279, 1312, 1338, 1368, 1393, 1451, 1486, 1517, 1549, 1585, 1593, 1631). Благородные газы (1648).

Вариант 39

Общие закономерности неорганической химии (16, 27, 57, 77, 87). Водород и галогены (112, 144, 160, 239, 270). Халькогены (344, 382, 429, 442, 475, 501). Главная подгруппа пятой группы (549, 565, 610, 644, 674, 737). Главная подгруппа четвертой группы (793, 822, 875, 891). Главная подгруппа третьей группы (932, 977, 1030). Химия s-элементов (1060, 1065, 1101, 1154). Переходные элементы (1171, 1197, 1231, 1258, 1272, 1312, 1325, 1348, 1409, 1453, 1475, 1495, 1553, 1581, 1599, 1612). Благородные газы (1647).

Вариант 40

Общие закономерности неорганической химии (7, 31, 52, 80, 100). Водород и галогены (112, 136, 177, 229, 266). Халькогены (337, 369, 402, 436, 490, 492). Главная подгруппа пятой группы (529, 570, 594, 654, 690, 745). Главная подгруппа четвертой группы (784, 799, 861, 906). Главная подгруппа третьей группы (925, 1001, 1015). Химия s-элементов (1035, 1083, 1104, 1147). Переходные элементы (1182, 1198, 1224, 1251, 1281, 1307, 1341, 1348, 1392, 1429, 1464, 1527, 1550, 1577, 1597, 1611). Благородные газы (1648).

Вариант 41

Общие закономерности неорганической химии (20, 29, 45, 68, 99). Водород и галогены (122, 132, 177, 240, 251). Халькогены (339, 377, 394, 454, 477, 492). Главная подгруппа пятой группы (546, 553, 599, 653, 684, 733). Главная подгруппа четвертой группы (781, 812, 843, 893). Главная подгруппа третьей группы (913, 962, 1017). Химия s-элементов (1035, 1067, 1112, 1154). Переходные элементы (1171, 1206, 1232, 1242, 1272, 1301, 1329, 1365, 1403, 1451, 1465, 1528, 1548, 1575, 1592, 1626). Благородные газы (1636).

Вариант 42

Общие закономерности неорганической химии (9, 28, 58, 61, 95). Водород и галогены (120, 133, 177, 209, 277). Халькогены (328, 384, 396, 470, 482, 499). Главная подгруппа пятой группы (538, 564, 600, 646, 675, 730). Главная подгруппа четвертой группы (768, 837, 856, 897). Главная подгруппа третьей группы (955, 1004, 1021). Химия s-элементов (1031, 1078, 1114, 1148). Переходные элементы (1179, 1209, 1230, 1257, 1274, 1309, 1323, 1362, 1383, 1445, 1489, 1526, 1552, 1574, 1603, 1629). Благородные газы (1641).

Вариант 43

Общие закономерности неорганической химии (4, 35, 56, 67, 83). Водород и галогены (114, 138, 186, 245, 273). Халькогены (312, 374, 395, 461, 489, 491). Главная подгруппа пятой группы (541, 572, 590, 625, 692, 733). Главная подгруппа четвертой группы (784, 838, 870, 893). Главная подгруппа третьей группы (940, 988, 1026). Химия s-элементов (1032, 1092, 1106, 1140). Переходные элементы (1187, 1208, 1235, 1248, 1284, 1320, 1330, 1365, 1395, 1430, 1470, 1491, 1530, 1575, 1599, 1631). Благородные газы (1638).

Вариант 44

Общие закономерности неорганической химии (14, 27, 45, 77, 81). Водород и галогены (102, 142, 163, 228, 309). Халькогены (350, 373, 414, 456, 475, 508). Главная подгруппа пятой группы (530, 554, 610, 622, 674, 725). Главная подгруппа четвертой группы (794, 805, 842, 889). Главная подгруппа третьей группы (933, 990, 1020). Химия s-элементов (1039, 1076, 1109, 1137). Переходные элементы (1180, 1199, 1236, 1252, 1265, 1291, 1343, 1365, 1389, 1458, 1468, 1500, 1560, 1581, 1598, 1627). Благородные газы (1646).

Вариант 45

Общие закономерности неорганической химии (14, 22, 41, 71, 90). Водород и галогены (124, 141, 162, 250, 293). Халькогены (318, 354, 418, 463, 484, 510). Главная подгруппа пятой группы (511, 555, 606, 663, 698, 758). Главная подгруппа четвертой группы (784, 797, 858, 885). Главная подгруппа третьей группы (948, 1002, 1027). Химия s-элементов (1058, 1075, 1109, 1137). Переходные элементы (1189, 1208, 1240, 1243, 1263, 1307, 1335, 1361, 1412, 1458, 1490, 1492, 1535, 1572, 1596, 1631). Благородные газы (1649).

Вариант 46

Общие закономерности неорганической химии (7, 24, 42, 67, 87). Водород и галогены (126, 145, 165, 212, 263). Халькогены (335, 362, 394, 457, 481, 501). Главная подгруппа пятой группы (519, 579, 595, 636, 694, 731). Главная подгруппа четвертой группы (788, 832, 846, 894). Главная подгруппа третьей группы (941, 999, 1026). Химия s-элементов (1055, 1075, 1124, 1136). Переходные элементы (1167, 1210, 1218, 1247, 1286, 1292, 1340, 1377, 1404, 1458, 1482, 1509, 1553, 1589, 1590, 1616). Благородные газы (1638).

Вариант 47

Общие закономерности неорганической химии (16, 26, 59, 61, 84). Водород и галогены (113, 136, 167, 226, 284). Халькогены (348, 371, 417, 443, 483, 500). Главная подгруппа пятой группы (512, 555, 607, 651, 671, 746). Главная подгруппа четвертой группы (763, 820, 865, 907). Главная подгруппа третьей группы (955, 992, 1028). Химия s-элементов (1037, 1085, 1106, 1157). Переходные элементы (1178, 1208, 1214, 1241, 1286, 1319, 1343, 1375, 1400, 1460, 1462, 1518, 1530, 1568, 1595, 1623). Благородные газы (1645).

Вариант 48

Общие закономерности неорганической химии (15, 37, 48, 61, 82). Водород и галогены (115, 141, 158, 222, 282). Халькогены (318, 364, 417, 462, 477, 498). Главная подгруппа пятой группы (538, 569, 618, 640, 709, 747). Главная подгруппа четвертой группы (784, 838, 868, 908). Главная подгруппа третьей группы (918, 978, 1019). Химия s-элементов (1054, 1069, 1122, 1138). Переходные элементы (1167, 1210, 1240, 1247, 1289, 1302, 1341, 1350, 1417, 1449, 1468, 1504, 1556, 1571, 1610, 1635). Благородные газы (1648).

Вариант 49

Общие закономерности неорганической химии (16, 33, 51, 76, 99). Водород и галогены (115, 145, 189, 209, 252). Халькогены (316, 385, 395, 462, 480, 501). Главная подгруппа пятой группы (515, 575, 599, 657, 719, 751). Главная подгруппа четвертой группы (788, 839, 866, 889). Главная подгруппа третьей группы (916, 969, 1022). Химия s-элементов (1031, 1090, 1106, 1142). Переходные элементы (1182, 1210, 1229, 1253, 1265, 1307, 1332, 1373, 1399, 1457, 1482, 1491, 1534, 1576, 1590, 1612). Благородные газы (1640).

Вариант 50

Общие закономерности неорганической химии (18, 32, 59, 78, 81). Водород и галогены (120, 135, 164, 202, 270). Халькогены (314, 367, 399, 454, 474, 494). Главная подгруппа пятой группы (511, 584, 608, 657, 698, 755). Главная подгруппа четвертой группы (786, 811, 871, 884). Главная подгруппа третьей группы (958, 994, 1015). Химия s-элементов (1053, 1076, 1127, 1141). Переходные элементы (1188, 1208, 1229, 1249, 1280, 1297, 1334, 1370, 1422, 1443, 1470, 1493, 1543, 1572, 1597, 1626). Благородные газы (1636).

Вариант 51

Общие закономерности неорганической химии (18, 25, 57, 64, 87). Водород и галогены (106, 139, 188, 223, 271). Халькогены (336, 353, 422, 464, 486, 510). Главная подгруппа пятой группы (528, 559, 594, 657, 676, 759). Главная подгруппа четвертой группы (773, 810, 870, 884). Главная подгруппа третьей группы (923, 1007, 1025). Химия s-элементов (1056, 1095, 1113, 1130). Переходные элементы (1181, 1198, 1229, 1255, 1285, 1295, 1327, 1363, 1402, 1430, 1472, 1503, 1532, 1583, 1595, 1614). Благородные газы (1649).

Вариант 52

Общие закономерности неорганической химии (13, 28, 43, 79, 96). Водород и галогены (126, 137, 176, 203, 301). Халькогены (348, 381, 423, 437, 471, 499). Главная подгруппа пятой группы (549, 571, 608, 646, 709, 728). Главная подгруппа четвертой группы (778, 824, 852, 895). Главная подгруппа третьей группы (917, 962, 1018). Химия s-элементов (1055, 1079, 1108, 1144). Переходные элементы (1173, 1193, 1220, 1247, 1283, 1295, 1332, 1349, 1408, 1429, 1487, 1516, 1545, 1573, 1599, 1617). Благородные газы (1644).

Вариант 53

Общие закономерности неорганической химии (16, 31, 54, 78, 88). Водород и галогены (120, 136, 196, 229, 297). Халькогены (330, 377, 422, 433, 485, 497). Главная подгруппа пятой группы (541, 571, 616, 624, 700, 724). Главная подгруппа четвертой группы (769, 808, 855, 898). Главная подгруппа третьей группы (948, 974, 1030). Химия s-элементов (1043, 1089, 1107, 1134). Переходные элементы (1187, 1207, 1231, 1250, 1279, 1302, 1341, 1354, 1408, 1435, 1485, 1513, 1547, 1585, 1601, 1619). Благородные газы (1645).

Вариант 54

Общие закономерности неорганической химии (4, 39, 50, 80, 97). Водород и галогены (117, 135, 169, 220, 286). Халькогены (322, 380, 412, 449, 487, 505). Главная подгруппа пятой группы (542, 577, 606, 659, 685, 755). Главная подгруппа четвертой группы (791, 830, 871, 888). Главная подгруппа третьей группы (920, 1006, 1018). Химия s-элементов (1056, 1095, 1124, 1130). Переходные элементы (1162, 1191, 1236, 1250, 1285, 1298, 1340, 1380, 1382, 1458, 1485, 1527, 1533, 1569, 1599, 1629). Благородные газы (1638).

Вариант 55

Общие закономерности неорганической химии (20, 23, 41, 72, 89). Водород и галогены (116, 136, 173, 246, 308). Халькогены (334, 378, 391, 444, 478, 496). Главная подгруппа пятой группы (513, 575, 587, 620, 688, 731). Главная подгруппа четвертой группы (765, 819, 858, 897). Главная подгруппа третьей группы (955, 978, 1029). Химия s-элементов (1031, 1077, 1125, 1139). Переходные элементы (1166, 1208, 1211, 1244, 1266, 1292, 1328, 1379, 1398, 1446, 1468, 1500, 1543, 1570, 1595, 1628). Благородные газы (1647).

Вариант 56

Общие закономерности неорганической химии (17, 38, 50, 69, 87). Водород и галогены (110, 136, 190, 203, 270). Халькогены (339, 389, 430, 462, 487, 495). Главная подгруппа пятой группы (534, 580, 600, 619, 696, 723). Главная подгруппа четвертой группы (782, 822, 850, 897). Главная подгруппа третьей группы (945, 972, 1026). Химия s-элементов (1049, 1084, 1119, 1139). Переходные элементы (1177, 1209, 1234, 1246, 1267, 1317, 1321, 1350, 1402, 1441, 1468, 1508, 1548, 1561, 1604, 1613). Благородные газы (1642).

Вариант 57

Общие закономерности неорганической химии (17, 28, 42, 68, 99). Водород и галогены (122, 139, 186, 209, 261). Халькогены (313, 374, 421, 438, 482, 491). Главная подгруппа пятой группы (514, 584, 610, 632, 702, 745). Главная подгруппа четвертой группы (776, 808, 859, 892). Главная подгруппа третьей группы (923, 1010, 1011). Химия s-элементов (1040, 1092, 1120, 1131). Переходные элементы (1177, 1196, 1221, 1243, 1284, 1309, 1323, 1354, 1394, 1435, 1482, 1523, 1540, 1582, 1607, 1627). Благородные газы (1643).

Вариант 58

Общие закономерности неорганической химии (11, 21, 59, 72, 87). Водород и галогены (112, 150, 171, 220, 277). Халькогены (324, 387, 399, 446, 476, 508). Главная подгруппа пятой группы (542, 563, 592, 638, 687, 726). Главная подгруппа четвертой группы (762, 803, 875, 884). Главная подгруппа третьей группы (951, 988, 1018). Химия s-элементов (1037, 1080, 1102, 1146). Переходные элементы (1169, 1210, 1235, 1257, 1278, 1314, 1343, 1362, 1398, 1459, 1486, 1506, 1550, 1578, 1607, 1616). Благородные газы (1639).

Вариант 59

Общие закономерности неорганической химии (5, 24, 56, 71, 93). Водород и галогены (124, 132, 199, 204, 271). Халькогены (325, 387, 410, 439, 486, 498). Главная подгруппа пятой группы (513, 582, 614, 656, 691, 755). Главная подгруппа четвертой группы (785, 803, 850, 896). Главная подгруппа третьей группы (945, 983, 1018). Химия s-элементов (1053, 1078, 1107, 1131). Переходные элементы (1167, 1191, 1239, 1251, 1284, 1310, 1327, 1365, 1409, 1460, 1475, 1494, 1549, 1568, 1610, 1621). Благородные газы (1639).

Вариант 60

Общие закономерности неорганической химии (4, 24, 43, 79, 96). Водород и галогены (128, 133, 186, 234, 270). Халькогены (322, 383, 397, 469, 487, 503). Главная подгруппа пятой группы (549, 561, 591, 628, 711, 754). Главная подгруппа четвертой группы (781, 820, 869, 910). Главная подгруппа третьей группы (943, 1007, 1014). Химия s-элементов (1034, 1069, 1124, 1139). Переходные элементы (1186, 1208, 1215, 1243, 1285, 1318, 1332, 1357, 1402, 1430, 1482, 1506, 1541, 1568, 1591, 1620). Благородные газы (1645).

Вариант 61

Общие закономерности неорганической химии (12, 34, 50, 71, 100). Водород и галогены (114, 140, 161, 244, 298). Халькогены (337, 360, 406, 464, 486, 494). Главная подгруппа пятой группы (521, 556, 608, 653, 690, 721). Главная подгруппа четвертой группы (793, 826, 874, 903). Главная подгруппа третьей группы (918, 1007, 1015). Химия s-элементов (1037, 1092, 1104, 1143). Переходные элементы (1169, 1193, 1240, 1260, 1262, 1305, 1335, 1366, 1422, 1429, 1466, 1497, 1551, 1579, 1604, 1627). Благородные газы (1636).

Вариант 62

Общие закономерности неорганической химии (18, 34, 57, 79, 82). Водород и галогены (113, 145, 170, 224, 273). Халькогены (331, 361, 413, 435, 477, 504). Главная подгруппа пятой группы (543, 579, 597, 631, 682, 722). Главная подгруппа четвертой группы (792, 840, 871, 886). Главная подгруппа третьей группы (937, 1010, 1012). Химия s-элементов (1032, 1069, 1115, 1153). Переходные элементы (1170, 1207, 1212, 1256, 1286, 1294, 1323, 1365, 1420, 1455, 1470, 1526, 1529, 1569, 1590, 1613). Благородные газы (1642).

Вариант 63

Общие закономерности неорганической химии (5, 27, 52, 68, 100). Водород и галогены (122, 134, 192, 222, 300). Халькогены (345, 388, 409, 459, 473, 497). Главная подгруппа пятой группы (534, 565, 594, 649, 706, 733). Главная подгруппа четвертой группы (782, 840, 878, 887). Главная подгруппа третьей группы (960, 982, 1015). Химия s-элементов (1064, 1070, 1107, 1134). Переходные элементы (1180, 1206, 1235, 1249, 1286, 1316, 1325, 1373, 1390, 1453, 1471, 1493, 1537, 1563, 1595, 1628). Благородные газы (1641).

Вариант 64

Общие закономерности неорганической химии (3, 26, 47, 72, 99). Водород и галогены (121, 139, 177, 228, 258). Халькогены (338, 379, 425, 448, 478, 510). Главная подгруппа пятой группы (521, 564, 613, 623, 690, 745). Главная подгруппа четвертой группы (777, 834, 854, 890). Главная подгруппа третьей группы (916, 979, 1020). Химия s-элементов (1048, 1071, 1116, 1140). Переходные элементы (1183, 1209, 1220, 1260, 1270, 1317, 1338, 1358, 1424, 1458, 1488, 1509, 1533, 1568, 1595, 1633). Благородные газы (1646).

Вариант 65

Общие закономерности неорганической химии (3, 26, 50, 79, 86). Водород и галогены (109, 148, 152, 224, 295). Халькогены (339, 369, 415, 465, 474, 504). Главная подгруппа пятой группы (541, 555, 592, 646, 716, 751). Главная подгруппа четвертой группы (793, 837, 878, 905). Главная подгруппа третьей группы (960, 981, 1027). Химия s-элементов (1060, 1098, 1125, 1138). Переходные элементы (1164, 1207, 1218, 1241, 1283, 1310, 1342, 1370, 1408, 1453, 1469, 1523, 1541, 1565, 1599, 1618). Благородные газы (1643).

Вариант 66

Общие закономерности неорганической химии (3, 34, 60, 74, 91). Водород и галогены (107, 138, 156, 244, 258). Халькогены (331, 359, 421, 469, 485, 499). Главная подгруппа пятой группы (525, 558, 599, 632, 703, 729). Главная подгруппа четвертой группы (764, 827, 847, 884). Главная подгруппа третьей группы (929, 989, 1015). Химия s-элементов (1063, 1070, 1127, 1139). Переходные элементы (1162, 1201, 1212, 1250, 1264, 1309, 1322, 1354, 1385, 1433, 1465, 1502, 1540, 1586, 1590, 1634). Благородные газы (1647).

Вариант 67

Общие закономерности неорганической химии (4, 34, 55, 76, 93). Водород и галогены (108, 131, 198, 250, 254). Халькогены (336, 384, 397, 438, 484, 503). Главная подгруппа пятой группы (512, 563, 610, 622, 708, 738). Главная подгруппа четвертой группы (785, 797, 850, 902). Главная подгруппа третьей группы (943, 975, 1019). Химия s-элементов (1055, 1084, 1107, 1157). Переходные элементы (1176, 1201, 1220, 1259, 1261, 1292, 1337, 1348, 1418, 1459, 1470, 1505, 1549, 1584, 1605, 1630). Благородные газы (1648).

Вариант 68

Общие закономерности неорганической химии (3, 34, 51, 70, 91). Водород и галогены (115, 138, 163, 216, 283). Халькогены (321, 366, 404, 446, 474, 492). Главная подгруппа пятой группы (534, 575, 601, 633, 698, 721). Главная подгруппа четвертой группы (771, 798, 844, 887). Главная подгруппа третьей группы (912, 1009, 1023). Химия s-элементов (1031, 1069, 1109, 1140). Переходные элементы (1180, 1200, 1211, 1251, 1289, 1319, 1328, 1350, 1406, 1443, 1485, 1504, 1540, 1578, 1600, 1617). Благородные газы (1650).

Вариант 69

Общие закономерности неорганической химии (6, 39, 48, 74, 99). Водород и галогены (106, 136, 157, 228, 297). Халькогены (314, 374, 406, 455, 489, 507). Главная подгруппа пятой группы (539, 562, 590, 653, 697, 751). Главная подгруппа четвертой группы (767, 814, 856, 909). Главная подгруппа третьей группы (956, 994, 1023). Химия s-элементов (1050, 1087, 1109, 1131). Переходные элементы (1166, 1209, 1219, 1254, 1261, 1291, 1324, 1368, 1413, 1434, 1487, 1517, 1535, 1563, 1594, 1615). Благородные газы (1639).

Вариант 70

Общие закономерности неорганической химии (7, 25, 48, 75, 100). Водород и галогены (126, 140, 181, 215, 264). Халькогены (338, 351, 422, 434, 481, 508). Главная подгруппа пятой группы (520, 557, 607, 641, 682, 725). Главная подгруппа четвертой группы (764, 813, 844, 904). Главная подгруппа третьей группы (925, 977, 1011). Химия s-элементов (1064, 1081, 1103, 1147). Переходные элементы (1175, 1210, 1229, 1247, 1267, 1305, 1340, 1376, 1396, 1434, 1465, 1509, 1551, 1579, 1597, 1634). Благородные газы (1647).

Вариант 71

Общие закономерности неорганической химии (8, 39, 43, 69, 81). Водород и галогены (115, 148, 179, 214, 252). Халькогены (342, 366, 425, 459, 473, 501). Главная подгруппа пятой группы (530, 551, 597, 642, 685, 731). Главная подгруппа четвертой группы (764, 827, 863, 884). Главная подгруппа третьей группы (930, 1001, 1019). Химия s-элементов (1048, 1069, 1108, 1158). Переходные элементы (1186, 1196, 1216, 1253, 1281, 1316, 1342, 1371, 1384, 1431, 1487, 1504, 1544, 1578, 1595, 1620). Благородные газы (1649).

Вариант 72

Общие закономерности неорганической химии (11, 29, 41, 62, 91). Водород и галогены (112, 131, 195, 249, 258). Халькогены (329, 378, 416, 463, 487, 491). Главная подгруппа пятой группы (532, 554, 599, 647, 687, 745). Главная подгруппа четвертой группы (786, 797, 867, 881). Главная подгруппа третьей группы (943, 977, 1018). Химия s-элементов (1051, 1086, 1112, 1145). Переходные элементы (1167, 1210, 1215, 1257, 1288, 1318, 1324, 1364, 1405, 1428, 1484, 1519, 1541, 1587, 1601, 1612). Благородные газы (1643).

Вариант 73

Общие закономерности неорганической химии (2, 23, 55, 68, 84). Водород и галогены (106, 149, 175, 208, 285). Халькогены (319, 358, 415, 433, 483, 507). Главная подгруппа пятой группы (537, 567, 607, 624, 690, 732). Главная подгруппа четвертой группы (767, 800, 847, 887). Главная подгруппа третьей группы (928, 1005, 1024). Химия s-элементов (1056, 1079, 1113, 1141). Переходные элементы (1184, 1202, 1237, 1242, 1281, 1295, 1325, 1380, 1389, 1448, 1479, 1499, 1544, 1564, 1607, 1631). Благородные газы (1650).

Вариант 74

Общие закономерности неорганической химии (16, 26, 53, 72, 99). Водород и галогены (128, 141, 195, 249, 260). Халькогены (345, 358, 408, 454, 481, 499). Главная подгруппа пятой группы (524, 563, 597, 632, 695, 721). Главная подгруппа четвертой группы (794, 821, 865, 893). Главная подгруппа третьей группы (949, 996, 1027). Химия s-элементов (1044, 1078, 1119, 1129). Переходные элементы (1190, 1206, 1211, 1250, 1271, 1308, 1327, 1368, 1419, 1456, 1484, 1502, 1532, 1581, 1605, 1629). Благородные газы (1641).

Вариант 75

Общие закономерности неорганической химии (16, 35, 58, 64, 91). Водород и галогены (121, 146, 197, 203, 307). Халькогены (346, 366, 409, 455, 479, 498). Главная подгруппа пятой группы (545, 560, 604, 655, 692, 731). Главная подгруппа четвертой группы (761, 820, 856, 898). Главная подгруппа третьей группы (937, 961, 1019). Химия s-элементов (1049, 1082, 1127, 1134). Переходные элементы (1169, 1193, 1238, 1260, 1290, 1300, 1332, 1356, 1414, 1449, 1471, 1505, 1554, 1586, 1606, 1634). Благородные газы (1650).

Вариант 76

Общие закономерности неорганической химии (11, 39, 58, 68, 87). Водород и галогены (121, 143, 153, 249, 300). Халькогены (325, 375, 406, 450, 478, 493). Главная подгруппа пятой группы (542, 573, 592, 638, 719, 725). Главная подгруппа четвертой группы (765, 833, 878, 891). Главная подгруппа третьей группы (946, 972, 1022). Химия s-элементов (1035, 1064, 1107, 1149). Переходные элементы (1174, 1200, 1227, 1247, 1280, 1299, 1342, 1372, 1415, 1440, 1482, 1502, 1551, 1589, 1594, 1619). Благородные газы (1649).

Вариант 77

Общие закономерности неорганической химии (17, 31, 42, 80, 95). Водород и галогены (109, 146, 160, 208, 251). Халькогены (334, 372, 430, 441, 472, 494). Главная подгруппа пятой группы (526, 563, 599, 650, 691, 753). Главная подгруппа четвертой группы (775, 825, 866, 902). Главная подгруппа третьей группы (919, 998, 1025). Химия s-элементов (1035, 1064, 1111, 1134). Переходные элементы (1169, 1201, 1211, 1254, 1272, 1309, 1328, 1369, 1390, 1434, 1480, 1520, 1554, 1581, 1592, 1625). Благородные газы (1647).

Вариант 78

Общие закономерности неорганической химии (11, 40, 52, 65, 95). Водород и галогены (130, 137, 172, 204, 262). Халькогены (316, 368, 428, 467, 477, 495). Главная подгруппа пятой группы (545, 551, 586, 651, 677, 747). Главная подгруппа четвертой группы (773, 837, 873, 894). Главная подгруппа третьей группы (920, 981, 1017). Химия s-элементов (1048, 1090, 1109, 1135). Переходные элементы (1174, 1208, 1225, 1258, 1287, 1292, 1339, 1349, 1426, 1457, 1468, 1491, 1544, 1588, 1598, 1614). Благородные газы (1647).

Вариант 79

Общие закономерности неорганической химии (5, 23, 49, 62, 93). Водород и галогены (108, 145, 167, 202, 278). Халькогены (329, 374, 394, 432, 483, 492). Главная подгруппа пятой группы (537, 562, 597, 623, 691, 736). Главная подгруппа четвертой группы (775, 815, 858, 898). Главная подгруппа третьей группы (960, 970, 1020). Химия s-элементов (1043, 1099, 1122, 1136). Переходные элементы (1182, 1209, 1234, 1260, 1269, 1303, 1322, 1348, 1383, 1446, 1484, 1519, 1545, 1571, 1604, 1634). Благородные газы (1647).

Вариант 80

Общие закономерности неорганической химии (19, 22, 47, 68, 87). Водород и галогены (108, 136, 159, 223, 268). Халькогены (314, 357, 415, 457, 481, 508). Главная подгруппа пятой группы (522, 578, 591, 628, 696, 752). Главная подгруппа четвертой группы (795, 799, 875, 900). Главная подгруппа третьей группы (932, 1001, 1025). Химия s-элементов (1063, 1065, 1102, 1152). Переходные элементы (1186, 1210, 1227, 1243, 1278, 1314, 1334, 1373, 1388, 1447, 1473, 1523, 1552, 1585, 1593, 1625). Благородные газы (1647).

Вариант 81

Общие закономерности неорганической химии (4, 23, 53, 63, 88). Водород и галогены (104, 139, 198, 230, 282). Халькогены (335, 370, 424, 456, 476, 492). Главная подгруппа пятой группы (533, 579, 597, 659, 692, 757). Главная подгруппа четвертой группы (768, 813, 864, 886). Главная подгруппа третьей группы (914, 978, 1022). Химия s-элементов (1049, 1071, 1124, 1133). Переходные элементы (1168, 1199, 1239, 1259, 1279, 1296, 1334, 1358, 1416, 1439, 1483, 1512, 1541, 1570, 1592, 1627). Благородные газы (1637).

Вариант 82

Общие закономерности неорганической химии (8, 23, 50, 68, 97). Водород и галогены (118, 136, 155, 213, 289). Халькогены (327, 357, 424, 433, 480, 506). Главная подгруппа пятой группы (541, 572, 592, 651, 710, 734). Главная подгруппа четвертой группы (781, 804, 841, 883). Главная подгруппа третьей группы (960, 975, 1030). Химия s-элементов (1061, 1100, 1111, 1156). Переходные элементы (1175, 1195, 1231, 1250, 1278, 1308, 1328, 1378, 1411, 1447, 1475, 1510, 1557, 1581, 1607, 1622). Благородные газы (1649).

Вариант 83

Общие закономерности неорганической химии (14, 29, 57, 72, 97). Водород и галогены (127, 133, 192, 214, 292). Халькогены (337, 353, 408, 453, 480, 504). Главная подгруппа пятой группы (547, 566, 616, 635, 682, 738). Главная подгруппа четвертой группы (767, 815, 873, 885). Главная подгруппа третьей группы (941, 985, 1022). Химия s-элементов (1053, 1083, 1123, 1154). Переходные элементы (1171, 1205, 1224, 1248, 1276, 1317, 1323, 1349, 1388, 1434, 1486, 1495, 1550, 1586, 1606, 1629). Благородные газы (1650).

Вариант 84

Общие закономерности неорганической химии (14, 21, 51, 74, 96). Водород и галогены (122, 134, 159, 240, 294). Халькогены (313, 372, 428, 431, 471, 491). Главная подгруппа пятой группы (534, 566, 589, 632, 720, 757). Главная подгруппа четвертой группы (779, 821, 869, 885). Главная подгруппа третьей группы (929, 993, 1030). Химия s-элементов (1040, 1096, 1111, 1132). Переходные элементы (1183, 1202, 1231, 1258, 1270, 1296, 1340, 1350, 1381, 1438, 1480, 1521, 1537, 1581, 1604, 1624). Благородные газы (1636).

Вариант 85

Общие закономерности неорганической химии (16, 38, 56, 65, 82). Водород и галогены (130, 142, 175, 236, 281). Халькогены (333, 388, 405, 451, 480, 510). Главная подгруппа пятой группы (515, 574, 601, 657, 718, 736). Главная подгруппа четвертой группы (792, 817, 874, 890). Главная подгруппа третьей группы (926, 1007, 1014). Химия s-элементов (1039, 1080, 1101, 1150). Переходные элементы (1175, 1193, 1237, 1257, 1285, 1308, 1322, 1377, 1394, 1451, 1462, 1501, 1529, 1582, 1593, 1625). Благородные газы (1640).

Вариант 86

Общие закономерности неорганической химии (18, 37, 59, 77, 96). Водород и галогены (126, 132, 189, 237, 291). Халькогены (339, 373, 428, 438, 489, 506). Главная подгруппа пятой группы (530, 571, 590, 649, 710, 745). Главная подгруппа четвертой группы (790, 797, 857, 887). Главная подгруппа третьей группы (943, 975, 1026). Химия s-элементов (1032, 1071, 1125, 1132). Переходные элементы (1181, 1191, 1214, 1257, 1276, 1317, 1328, 1360, 1407, 1445, 1464, 1513, 1545, 1569, 1591, 1635). Благородные газы (1649).

Вариант 87

Общие закономерности неорганической химии (20, 30, 54, 74, 93). Водород и галогены (123, 147, 175, 220, 280). Халькогены (321, 366, 423, 436, 488, 504). Главная подгруппа пятой группы (536, 570, 596, 642, 681, 731). Главная подгруппа четвертой группы (787, 800, 875, 888). Главная подгруппа третьей группы (947, 966, 1015). Химия s-элементов (1034, 1068, 1112, 1152). Переходные элементы (1174, 1208, 1220, 1254, 1276, 1294, 1326, 1362, 1406, 1451, 1464, 1491, 1537, 1566, 1590, 1625). Благородные газы (1646).

Вариант 88

Общие закономерности неорганической химии (20, 30, 46, 79, 85). Водород и галогены (102, 146, 198, 227, 265). Халькогены (347, 354, 398, 448, 474, 510). Главная подгруппа пятой группы (533, 558, 602, 639, 701, 731). Главная подгруппа четвертой группы (785, 803, 862, 889). Главная подгруппа третьей группы (914, 964, 1027). Химия s-элементов (1059, 1071, 1109, 1151). Переходные элементы (1183, 1199, 1230, 1250, 1282, 1303, 1323, 1347, 1396, 1435, 1485, 1527, 1537, 1576, 1605, 1613). Благородные газы (1648).

Вариант 89

Общие закономерности неорганической химии (17, 33, 53, 76, 98). Водород и галогены (123, 147, 160, 249, 302). Халькогены (318, 351, 398, 452, 488, 495). Главная подгруппа пятой группы (523, 579, 588, 651, 710, 731). Главная подгруппа четвертой группы (796, 836, 872, 900). Главная подгруппа третьей группы (948, 964, 1022). Химия s-элементов (1058, 1071, 1104, 1148). Переходные элементы (1164, 1204, 1220, 1257, 1279, 1307, 1324, 1360, 1400, 1429, 1475, 1519, 1551, 1563, 1601, 1628). Благородные газы (1647).

Вариант 90

Общие закономерности неорганической химии (17, 22, 59, 76, 83). Водород и галогены (120, 147, 166, 227, 306). Халькогены (330, 363, 428, 461, 471, 493). Главная подгруппа пятой группы (519, 581, 594, 648, 702, 747). Главная подгруппа четвертой группы (787, 800, 842, 910). Главная подгруппа третьей группы (938, 984, 1018). Химия s-элементов (1060, 1087, 1124, 1143). Переходные элементы (1167, 1205, 1236, 1259, 1272, 1302, 1325, 1374, 1416, 1455, 1485, 1517, 1530, 1572, 1606, 1632). Благородные газы (1648).

Вариант 91

Общие закономерности неорганической химии (17, 35, 54, 68, 82). Водород и галогены (121, 132, 159, 234, 291). Халькогены (348, 355, 401, 454, 489, 510). Главная подгруппа пятой группы (516, 560, 609, 622, 678, 725). Главная подгруппа четвертой группы (785, 816, 871, 882). Главная подгруппа третьей группы (920, 1006, 1016). Химия s-элементов (1037, 1074, 1125, 1135). Переходные элементы (1168, 1193, 1214, 1245, 1277, 1316, 1335, 1369, 1404, 1443, 1483, 1491, 1538, 1566, 1599, 1611). Благородные газы (1647).

Вариант 92

Общие закономерности неорганической химии (13, 37, 50, 69, 97). Водород и галогены (120, 146, 155, 224, 306). Халькогены (330, 373, 401, 442, 489, 502). Главная подгруппа пятой группы (525, 576, 608, 644, 698, 743). Главная подгруппа четвертой группы (781, 812, 879, 910). Главная подгруппа третьей группы (936, 982, 1015). Химия s-элементов (1042, 1069, 1120, 1148). Переходные элементы (1187, 1201, 1212, 1250, 1263, 1316, 1326, 1376, 1394, 1457, 1463, 1513, 1543, 1577, 1605, 1622). Благородные газы (1641).

Вариант 93

Общие закономерности неорганической химии (14, 23, 60, 71, 97). Водород и галогены (127, 143, 177, 229, 277). Халькогены (319, 373, 402, 443, 481, 503). Главная подгруппа пятой группы (512, 561, 600, 627, 691, 759). Главная подгруппа четвертой группы (764, 837, 870, 910). Главная подгруппа третьей группы (920, 978, 1022). Химия s-элементов (1049, 1080, 1104, 1128). Переходные элементы (1164, 1201, 1231, 1247, 1263, 1294, 1343, 1353, 1418, 1438, 1476, 1498, 1545, 1587, 1602, 1625). Благородные газы (1638).

Вариант 94

Общие закономерности неорганической химии (4, 29, 48, 64, 84). Водород и галогены (109, 138, 174, 204, 267). Халькогены (328, 374, 394, 449, 479, 509). Главная подгруппа пятой группы (514, 553, 602, 626, 687, 722). Главная подгруппа четвертой группы (783, 840, 876, 908). Главная подгруппа третьей группы (935, 963, 1017). Химия s-элементов (1045, 1075, 1127, 1148). Переходные элементы (1161, 1192, 1240, 1251, 1275, 1301, 1341, 1355, 1425, 1444, 1467, 1528, 1554, 1564, 1601, 1616). Благородные газы (1646).

Вариант 95

Общие закономерности неорганической химии (3, 32, 52, 76, 85). Водород и галогены (116, 134, 197, 242, 273). Халькогены (350, 389, 397, 460, 478, 494). Главная подгруппа пятой группы (524, 575, 609, 634, 693, 727). Главная подгруппа четвертой группы (794, 818, 847, 898). Главная подгруппа третьей группы (941, 1001, 1014). Химия s-элементов (1043, 1064, 1113, 1143). Переходные элементы (1162, 1198, 1223, 1255, 1286, 1311, 1323, 1373, 1415, 1429, 1465, 1519, 1557, 1576, 1590, 1620). Благородные газы (1636).

Вариант 96

Общие закономерности неорганической химии (17, 26, 54, 78, 87). Водород и галогены (111, 144, 176, 213, 264). Халькогены (322, 366, 397, 436, 476, 504). Главная подгруппа пятой группы (541, 583, 615, 644, 716, 736). Главная подгруппа четвертой группы (791, 804, 858, 882). Главная подгруппа третьей группы (930, 981, 1027). Химия s-элементов (1047, 1097, 1121, 1133). Переходные элементы (1171, 1194, 1217, 1254, 1273, 1300, 1338, 1380, 1425, 1457, 1462, 1524, 1540, 1581, 1602, 1633). Благородные газы (1636).

Вариант 97

Общие закономерности неорганической химии (16, 24, 49, 62, 91). Водород и галогены (114, 149, 196, 206, 296). Халькогены (335, 366, 393, 434, 479, 496). Главная подгруппа пятой группы (526, 569, 599, 660, 686, 739). Главная подгруппа четвертой группы (789, 800, 844, 891). Главная подгруппа третьей группы (913, 996, 1019). Химия s-элементов (1047, 1079, 1124, 1146). Переходные элементы (1168, 1209, 1237, 1245, 1264, 1294, 1323, 1368, 1424, 1450, 1477, 1509, 1544, 1577, 1597, 1631). Благородные газы (1636).

Вариант 98

Общие закономерности неорганической химии (20, 32, 56, 63, 88). Водород и галогены (123, 145, 192, 204, 287). Халькогены (330, 354, 399, 448, 486, 497). Главная подгруппа пятой группы (515, 582, 599, 640, 693, 726). Главная подгруппа четвертой группы (775, 818, 862, 897). Главная подгруппа третьей группы (923, 990, 1030). Химия s-элементов (1050, 1076, 1105, 1157). Переходные элементы (1172, 1208, 1225, 1248, 1270, 1299, 1333, 1378, 1399, 1442, 1475, 1510, 1537, 1561, 1591, 1631). Благородные газы (1645).

Вариант 99

Общие закономерности неорганической химии (7, 33, 43, 74, 91). Водород и галогены (113, 134, 198, 242, 273). Халькогены (319, 374, 427, 438, 487, 507). Главная подгруппа пятой группы (536, 563, 592, 630, 673, 754). Главная подгруппа четвертой группы (767, 809, 853, 910). Главная подгруппа третьей группы (954, 989, 1013). Химия s-элементов (1032, 1064, 1101, 1139). Переходные элементы (1171, 1196, 1224, 1257, 1269, 1298, 1324, 1354, 1383, 1437, 1480, 1518, 1545, 1572, 1604, 1613). Благородные газы (1638).

Вариант 100

Общие закономерности неорганической химии (2, 24, 60, 80, 100). Водород и галогены (113, 140, 162, 210, 261). Халькогены (316, 385, 414, 440, 484, 497). Главная подгруппа пятой группы (544, 567, 615, 624, 716, 739). Главная подгруппа четвертой группы (790, 802, 863, 901). Главная подгруппа третьей группы (920, 986, 1019). Химия s-элементов (1038, 1072, 1105, 1131). Переходные элементы (1186, 1203, 1225, 1242, 1283, 1318, 1323, 1370, 1405, 1438, 1465, 1515, 1529, 1575, 1608, 1623). Благородные газы (1647).

Вариант 101

Общие закономерности неорганической химии (19, 31, 59, 62, 92). Водород и галогены (110, 143, 161, 246, 285). Халькогены (339, 352, 428, 445, 474, 493). Главная подгруппа пятой группы (526, 564, 611, 628, 716, 748). Главная подгруппа четвертой группы (794, 831, 848, 899). Главная подгруппа третьей группы (927, 979, 1030). Химия s-элементов (1037, 1094, 1116, 1156). Переходные элементы (1179, 1204, 1215, 1255, 1281, 1303, 1331, 1370, 1385, 1434, 1464, 1496, 1545, 1562, 1591, 1619). Благородные газы (1641).

Вариант 102

Общие закономерности неорганической химии (19, 33, 47, 69, 96). Водород и галогены (121, 137, 193, 242, 298). Халькогены (321, 355, 400, 439, 478, 510). Главная подгруппа пятой группы (511, 570, 588, 639, 683, 726). Главная подгруппа четвертой группы (780, 820, 878, 906). Главная подгруппа третьей группы (943, 970, 1015). Химия s-элементов (1059, 1069, 1112, 1128). Переходные элементы (1178, 1198, 1238, 1249, 1279, 1308, 1336, 1362, 1384, 1439, 1471, 1527, 1536, 1583, 1605, 1623). Благородные газы (1639).

Вариант 103

Общие закономерности неорганической химии (18, 25, 55, 77, 94). Водород и галогены (110, 150, 152, 213, 289). Халькогены (316, 381, 404, 443, 472, 504). Главная подгруппа пятой группы (541, 557, 598, 648, 675, 742). Главная подгруппа четвертой группы (781, 818, 852, 891). Главная подгруппа третьей группы (912, 972, 1014). Химия s-элементов (1050, 1070, 1126, 1155). Переходные элементы (1185, 1207, 1229, 1250, 1287, 1304, 1342, 1370, 1426, 1427, 1469, 1492, 1532, 1581, 1599, 1628). Благородные газы (1641).

Вариант 104

Общие закономерности неорганической химии (12, 29, 42, 68, 93). Водород и галогены (119, 131, 164, 218, 309). Халькогены (322, 373, 419, 444, 471, 496). Главная подгруппа пятой группы (544, 559, 607, 650, 701, 753). Главная подгруппа четвертой группы (784, 798, 875, 881). Главная подгруппа третьей группы (915, 986, 1013). Химия s-элементов (1035, 1092, 1127, 1133). Переходные элементы (1169, 1191, 1237, 1243, 1275, 1306, 1323, 1367, 1399, 1446, 1474, 1504, 1559, 1565, 1609, 1618). Благородные газы (1637).

Вариант 105

Общие закономерности неорганической химии (19, 26, 56, 79, 96). Водород и галогены (112, 142, 186, 204, 291). Халькогены (314, 352, 393, 457, 484, 494). Главная подгруппа пятой группы (533, 576, 609, 639, 700, 744). Главная подгруппа четвертой группы (772, 822, 850, 891). Главная подгруппа третьей группы (955, 970, 1014). Химия s-элементов (1046, 1071, 1106, 1141). Переходные элементы (1165, 1197, 1227, 1254, 1272, 1315, 1326, 1355, 1395, 1459, 1468, 1493, 1544, 1587, 1604, 1627). Благородные газы (1647).

Вариант 106

Общие закономерности неорганической химии (1, 28, 42, 65, 99). Водород и галогены (121, 132, 153, 237, 277). Халькогены (334, 378, 421, 440, 476, 506). Главная подгруппа пятой группы (542, 563, 614, 628, 679, 741). Главная подгруппа четвертой группы (782, 824, 867, 906). Главная подгруппа третьей группы (951, 995, 1013). Химия s-элементов (1034, 1075, 1118, 1157). Переходные элементы (1172, 1206, 1218, 1251, 1262, 1312, 1339, 1375, 1420, 1440, 1484, 1513, 1545, 1589, 1605, 1627). Благородные газы (1643).

Вариант 107

Общие закономерности неорганической химии (18, 35, 60, 77, 96). Водород и галогены (111, 144, 184, 235, 298). Халькогены (339, 361, 424, 443, 472, 492). Главная подгруппа пятой группы (527, 575, 592, 627, 691, 724). Главная подгруппа четвертой группы (787, 823, 879, 884). Главная подгруппа третьей группы (940, 1010, 1013). Химия s-элементов (1049, 1085, 1114, 1134). Переходные элементы (1179, 1198, 1224, 1243, 1282, 1295, 1335, 1366, 1408, 1446, 1482, 1519, 1544, 1577, 1598, 1627). Благородные газы (1641).

Вариант 108

Общие закономерности неорганической химии (16, 34, 43, 69, 92). Водород и галогены (119, 134, 171, 201, 265). Халькогены (334, 383, 401, 442, 474, 496). Главная подгруппа пятой группы (529, 579, 611, 641, 706, 730). Главная подгруппа четвертой группы (791, 802, 875, 899). Главная подгруппа третьей группы (945, 1010, 1017). Химия s-элементов (1056, 1069, 1124, 1159). Переходные элементы (1170, 1201, 1225, 1242, 1286, 1301, 1335, 1361, 1404, 1440, 1463, 1509, 1532, 1567, 1609, 1611). Благородные газы (1643).

Вариант 109

Общие закономерности неорганической химии (10, 40, 52, 65, 86). Водород и галогены (123, 131, 188, 229, 292). Халькогены (326, 382, 410, 449, 475, 510). Главная подгруппа пятой группы (513, 570, 600, 619, 682, 753). Главная подгруппа четвертой группы (787, 826, 872, 909). Главная подгруппа третьей группы (916, 996, 1024). Химия s-элементов (1048, 1090, 1106, 1151). Переходные элементы (1187, 1203, 1211, 1242, 1261, 1319, 1336, 1363, 1400, 1459, 1482, 1499, 1537, 1587, 1605, 1629). Благородные газы (1642).

Вариант 110

Общие закономерности неорганической химии (13, 37, 42, 73, 84). Водород и галогены (107, 135, 153, 204, 258). Халькогены (339, 382, 394, 463, 484, 502). Главная подгруппа пятой группы (518, 551, 618, 655, 706, 728). Главная подгруппа четвертой группы (787, 800, 850, 881). Главная подгруппа третьей группы (952, 967, 1014). Химия s-элементов (1055, 1077, 1112, 1128). Переходные элементы (1185, 1200, 1231, 1246, 1271, 1300, 1321, 1361, 1419, 1448, 1466, 1506, 1538, 1568, 1607, 1618). Благородные газы (1642).

Вариант 111

Общие закономерности неорганической химии (3, 25, 56, 67, 97). Водород и галогены (116, 141, 183, 239, 291). Халькогены (311, 363, 409, 445, 483, 500). Главная подгруппа пятой группы (537, 553, 617, 656, 719, 739). Главная подгруппа четвертой группы (768, 828, 864, 881). Главная подгруппа третьей группы (954, 1004, 1011). Химия s-элементов (1032, 1081, 1112, 1131). Переходные элементы (1180, 1191, 1219, 1250, 1281, 1299, 1343, 1361, 1394, 1435, 1489, 1498, 1547, 1562, 1591, 1614). Благородные газы (1650).

Вариант 112

Общие закономерности неорганической химии (8, 23, 45, 62, 93). Водород и галогены (130, 145, 163, 223, 296). Халькогены (324, 352, 425, 431, 490, 505). Главная подгруппа пятой группы (529, 556, 604, 639, 715, 736). Главная подгруппа четвертой группы (767, 803, 862, 887). Главная подгруппа третьей группы (933, 1008, 1020). Химия s-элементов (1062, 1099, 1101, 1132). Переходные элементы (1168, 1197, 1226, 1260, 1270, 1293, 1339, 1379, 1399, 1431, 1466, 1496, 1534, 1569, 1598, 1626). Благородные газы (1644).

Вариант 113

Общие закономерности неорганической химии (5, 36, 59, 67, 88). Водород и галогены (105, 137, 195, 244, 302). Халькогены (335, 355, 414, 468, 472, 510). Главная подгруппа пятой группы (541, 568, 603, 652, 709, 759). Главная подгруппа четвертой группы (761, 812, 846, 891). Главная подгруппа третьей группы (944, 993, 1029). Химия s-элементов (1060, 1075, 1121, 1152). Переходные элементы (1179, 1210, 1214, 1244, 1290, 1318, 1343, 1371, 1388, 1456, 1479, 1491, 1554, 1572, 1603, 1615). Благородные газы (1646).

Вариант 114

Общие закономерности неорганической химии (15, 34, 55, 66, 82). Водород и галогены (111, 146, 197, 213, 263). Халькогены (325, 371, 413, 458, 484, 509). Главная подгруппа пятой группы (543, 574, 614, 623, 694, 725). Главная подгруппа четвертой группы (761, 809, 843, 893). Главная подгруппа третьей группы (939, 1008, 1023). Химия s-элементов (1040, 1081, 1124, 1128). Переходные элементы (1188, 1208, 1234, 1250, 1267, 1293, 1343, 1359, 1400, 1442, 1463, 1523, 1558, 1582, 1603, 1614). Благородные газы (1638).

Вариант 115

Общие закономерности неорганической химии (13, 35, 59, 77, 90). Водород и галогены (105, 145, 162, 208, 309). Халькогены (335, 370, 418, 459, 490, 504). Главная подгруппа пятой группы (515, 562, 597, 660, 717, 743). Главная подгруппа четвертой группы (796, 832, 860, 897). Главная подгруппа третьей группы (959, 995, 1027). Химия s-элементов (1059, 1095, 1111, 1145). Переходные элементы (1186, 1192, 1221, 1251, 1267, 1318, 1341, 1347, 1414, 1444, 1477, 1494, 1529, 1569, 1601, 1619). Благородные газы (1643).

Вариант 116

Общие закономерности неорганической химии (12, 33, 57, 80, 96). Водород и галогены (122, 136, 160, 249, 300). Халькогены (314, 369, 425, 440, 484, 494). Главная подгруппа пятой группы (530, 554, 593, 637, 683, 746). Главная подгруппа четвертой группы (795, 813, 876, 893). Главная подгруппа третьей группы (920, 987, 1024). Химия s-элементов (1049, 1076, 1118, 1160). Переходные элементы (1178, 1210, 1228, 1258, 1273, 1292, 1333, 1357, 1419, 1455, 1478, 1498, 1536, 1563, 1595, 1628). Благородные газы (1646).

Вариант 117

Общие закономерности неорганической химии (9, 24, 60, 66, 83). Водород и галогены (109, 141, 181, 233, 253). Халькогены (346, 351, 424, 431, 474, 495). Главная подгруппа пятой группы (522, 562, 588, 622, 693, 727). Главная подгруппа четвертой группы (786, 833, 866, 887). Главная подгруппа третьей группы (956, 968, 1026). Химия s-элементов (1044, 1097, 1122, 1150). Переходные элементы (1177, 1208, 1211, 1244, 1263, 1309, 1330, 1359, 1397, 1455, 1483, 1512, 1542, 1578, 1591, 1621). Благородные газы (1646).

Вариант 118

Общие закономерности неорганической химии (14, 36, 53, 68, 86). Водород и галогены (118, 135, 174, 212, 264). Халькогены (335, 373, 399, 443, 474, 491). Главная подгруппа пятой группы (523, 555, 595, 652, 704, 741). Главная подгруппа четвертой группы (776, 810, 859, 906). Главная подгруппа третьей группы (919, 991, 1020). Химия s-элементов (1058, 1089, 1121, 1148). Переходные элементы (1172, 1194, 1220, 1249, 1276, 1305, 1330, 1358, 1383, 1445, 1480, 1513, 1537, 1586, 1601, 1617). Благородные газы (1647).

Вариант 119

Общие закономерности неорганической химии (20, 29, 50, 71, 83). Водород и галогены (121, 147, 197, 214, 310). Халькогены (348, 362, 395, 470, 478, 507). Главная подгруппа пятой группы (517, 572, 613, 649, 701, 760). Главная подгруппа четвертой группы (783, 824, 855, 885). Главная подгруппа третьей группы (948, 1001, 1018). Химия s-элементов (1056, 1072, 1126, 1136). Переходные элементы (1178, 1194, 1227, 1259, 1272, 1320, 1343, 1361, 1416, 1456, 1475, 1506, 1542, 1561, 1606, 1611). Благородные газы (1637).

Вариант 120

Общие закономерности неорганической химии (13, 36, 59, 70, 89). Водород и галогены (111, 149, 174, 216, 263). Халькогены (350, 375, 405, 454, 483, 510). Главная подгруппа пятой группы (522, 562, 604, 628, 681, 723). Главная подгруппа четвертой группы (767, 837, 842, 896). Главная подгруппа третьей группы (912, 992, 1014). Химия s-элементов (1059, 1091, 1125, 1133). Переходные элементы (1164, 1191, 1238, 1246, 1289, 1317, 1339, 1369, 1423, 1454, 1482, 1502, 1544, 1588, 1601, 1625). Благородные газы (1640).

Вариант 121

Общие закономерности неорганической химии (19, 23, 55, 64, 100). Водород и галогены (107, 131, 180, 207, 292). Халькогены (316, 372, 419, 444, 474, 504). Главная подгруппа пятой группы (534, 568, 607, 646, 672, 749). Главная подгруппа четвертой группы (762, 819, 863, 884). Главная подгруппа третьей группы (928, 978, 1023). Химия s-элементов (1049, 1072, 1112, 1131). Переходные элементы (1188, 1207, 1220, 1246, 1264, 1297, 1324, 1365, 1388, 1448, 1468, 1519, 1531, 1581, 1592, 1626). Благородные газы (1640).

Вариант 122

Общие закономерности неорганической химии (6, 39, 60, 63, 91). Водород и галогены (121, 144, 173, 216, 298). Халькогены (332, 372, 417, 450, 479, 502). Главная подгруппа пятой группы (513, 552, 600, 661, 714, 748). Главная подгруппа четвертой группы (789, 804, 844, 889). Главная подгруппа третьей группы (921, 962, 1013). Химия s-элементов (1053, 1073, 1116, 1156). Переходные элементы (1184, 1197, 1221, 1260, 1270, 1299, 1342, 1369, 1392, 1458, 1468, 1517, 1553, 1572, 1590, 1631). Благородные газы (1638).

Вариант 123

Общие закономерности неорганической химии (16, 34, 41, 79, 84). Водород и галогены (110, 140, 191, 242, 270). Халькогены (318, 360, 426, 449, 473, 502). Главная подгруппа пятой группы (536, 571, 592, 635, 684, 753). Главная подгруппа четвертой группы (773, 803, 860, 903). Главная подгруппа третьей группы (931, 973, 1025). Химия s-элементов (1036, 1091, 1102, 1147). Переходные элементы (1165, 1202, 1229, 1252, 1282, 1298, 1344, 1375, 1400, 1456, 1470, 1493, 1533, 1561, 1610, 1621). Благородные газы (1647).

Вариант 124

Общие закономерности неорганической химии (14, 21, 44, 72, 100). Водород и галогены (121, 140, 170, 215, 283). Халькогены (324, 390, 410, 444, 473, 510). Главная подгруппа пятой группы (519, 578, 608, 622, 703, 741). Главная подгруппа четвертой группы (791, 840, 862, 885). Главная подгруппа третьей группы (937, 1003, 1020). Химия s-элементов (1036, 1070, 1115, 1153). Переходные элементы (1176, 1196, 1235, 1254, 1263, 1305, 1339, 1349, 1421, 1438, 1473, 1520, 1530, 1578, 1598, 1623). Благородные газы (1643).

Вариант 125

Общие закономерности неорганической химии (18, 31, 46, 70, 81). Водород и галогены (101, 148, 175, 215, 300). Халькогены (329, 374, 401, 447, 486, 496). Главная подгруппа пятой группы (529, 574, 592, 634, 702, 742). Главная подгруппа четвертой группы (793, 803, 842, 896). Главная подгруппа третьей группы (931, 995, 1012). Химия s-элементов (1049, 1095, 1127, 1134). Переходные элементы (1182, 1199, 1226, 1259, 1283, 1319, 1343, 1363, 1394, 1431, 1466, 1495, 1548, 1580, 1607, 1623). Благородные газы (1648).

Вариант 126

Общие закономерности неорганической химии (18, 29, 49, 61, 84). Водород и галогены (128, 150, 162, 216, 256). Халькогены (340, 364, 407, 455, 478, 508). Главная подгруппа пятой группы (550, 562, 605, 647, 673, 734). Главная подгруппа четвертой группы (780, 820, 867, 887). Главная подгруппа третьей группы (911, 968, 1017). Химия s-элементов (1063, 1088, 1113, 1146). Переходные элементы (1163, 1210, 1227, 1255, 1270, 1318, 1336, 1361, 1402, 1447, 1471, 1499, 1558, 1588, 1605, 1620). Благородные газы (1641).

Вариант 127

Общие закономерности неорганической химии (10, 30, 58, 73, 100). Водород и галогены (125, 136, 170, 212, 297). Халькогены (327, 368, 392, 444, 486, 493). Главная подгруппа пятой группы (534, 576, 602, 625, 708, 746). Главная подгруппа четвертой группы (791, 818, 868, 910). Главная подгруппа третьей группы (919, 990, 1011). Химия s-элементов (1046, 1084, 1103, 1144). Переходные элементы (1168, 1199, 1215, 1253, 1274, 1303, 1340, 1348, 1381, 1443, 1468, 1508, 1550, 1575, 1592, 1617). Благородные газы (1642).

Вариант 128

Общие закономерности неорганической химии (1, 39, 53, 69, 94). Водород и галогены (104, 149, 171, 245, 273). Халькогены (331, 385, 396, 461, 472, 496). Главная подгруппа пятой группы (512, 584, 601, 650, 690, 752). Главная подгруппа четвертой группы (782, 803, 877, 896). Главная подгруппа третьей группы (927, 971, 1018). Химия s-элементов (1050, 1076, 1126, 1129). Переходные элементы (1180, 1208, 1211, 1242, 1284, 1297, 1335, 1378, 1391, 1460, 1465, 1501, 1548, 1561, 1592, 1619). Благородные газы (1645).

Вариант 129

Общие закономерности неорганической химии (14, 39, 55, 67, 81). Водород и галогены (109, 147, 176, 243, 264). Халькогены (336, 385, 416, 456, 482, 493). Главная подгруппа пятой группы (512, 568, 599, 633, 695, 726). Главная подгруппа четвертой группы (783, 807, 869, 884). Главная подгруппа третьей группы (948, 995, 1023). Химия s-элементов (1050, 1076, 1115, 1149). Переходные элементы (1174, 1191, 1230, 1250, 1266, 1298, 1337, 1378, 1403, 1428, 1468, 1506, 1535, 1561, 1605, 1632). Благородные газы (1650).

Вариант 130

Общие закономерности неорганической химии (1, 38, 50, 72, 83). Водород и галогены (120, 144, 152, 243, 309). Халькогены (336, 381, 405, 454, 490, 504). Главная подгруппа пятой группы (548, 563, 615, 641, 671, 738). Главная подгруппа четвертой группы (764, 810, 879, 909). Главная подгруппа третьей группы (929, 992, 1014). Химия s-элементов (1045, 1075, 1115, 1137). Переходные элементы (1161, 1191, 1214, 1250, 1284, 1307, 1339, 1362, 1396, 1435, 1461, 1492, 1541, 1574, 1608, 1614). Благородные газы (1643).

Вариант 131

Общие закономерности неорганической химии (8, 32, 56, 72, 95). Водород и галогены (115, 137, 199, 236, 260). Халькогены (311, 387, 410, 443, 487, 506). Главная подгруппа пятой группы (543, 577, 600, 626, 709, 741). Главная подгруппа четвертой группы (764, 821, 846, 910). Главная подгруппа третьей группы (926, 969, 1013). Химия s-элементов (1049, 1082, 1113, 1154). Переходные элементы (1175, 1191, 1237, 1254, 1271, 1309, 1328, 1348, 1393, 1459, 1475, 1521, 1543, 1564, 1598, 1623). Благородные газы (1639).

Вариант 132

Общие закономерности неорганической химии (15, 29, 48, 65, 96). Водород и галогены (107, 137, 176, 226, 297). Халькогены (316, 351, 426, 432, 472, 494). Главная подгруппа пятой группы (514, 562, 611, 653, 720, 750). Главная подгруппа четвертой группы (777, 830, 870, 882). Главная подгруппа третьей группы (950, 968, 1029). Химия s-элементов (1057, 1092, 1102, 1153). Переходные элементы (1171, 1194, 1216, 1243, 1288, 1305, 1340, 1356, 1414, 1458, 1483, 1499, 1544, 1564, 1595, 1613). Благородные газы (1636).

Вариант 133

Общие закономерности неорганической химии (7, 22, 42, 62, 90). Водород и галогены (120, 138, 160, 211, 283). Халькогены (311, 389, 398, 453, 489, 508). Главная подгруппа пятой группы (538, 562, 599, 621, 697, 726). Главная подгруппа четвертой группы (779, 804, 845, 884). Главная подгруппа третьей группы (942, 977, 1024). Химия s-элементов (1037, 1066, 1105, 1144). Переходные элементы (1165, 1193, 1237, 1242, 1268, 1297, 1324, 1348, 1418, 1432, 1475, 1500, 1553, 1569, 1591, 1613). Благородные газы (1650).

Вариант 134

Общие закономерности неорганической химии (8, 39, 59, 67, 92). Водород и галогены (127, 141, 183, 208, 285). Халькогены (333, 356, 421, 439, 472, 498). Главная подгруппа пятой группы (550, 574, 608, 623, 720, 751). Главная подгруппа четвертой группы (775, 806, 852, 890). Главная подгруппа третьей группы (935, 984, 1028). Химия s-элементов (1035, 1076, 1101, 1140). Переходные элементы (1185, 1204, 1220, 1260, 1269, 1294, 1340, 1348, 1408, 1441, 1462, 1521, 1549, 1576, 1603, 1612). Благородные газы (1649).

Вариант 135

Общие закономерности неорганической химии (5, 21, 55, 71, 95). Водород и галогены (128, 138, 188, 217, 268). Халькогены (327, 366, 430, 468, 478, 505). Главная подгруппа пятой группы (512, 561, 610, 640, 679, 757). Главная подгруппа четвертой группы (780, 802, 880, 900). Главная подгруппа третьей группы (944, 968, 1012). Химия s-элементов (1046, 1075, 1122, 1129). Переходные элементы (1165, 1205, 1229, 1251, 1267, 1307, 1333, 1352, 1407, 1446, 1471, 1503, 1548, 1588, 1604, 1633). Благородные газы (1646).

Вариант 136

Общие закономерности неорганической химии (2, 24, 42, 73, 81). Водород и галогены (111, 147, 172, 233, 282). Халькогены (337, 377, 403, 454, 489, 507). Главная подгруппа пятой группы (540, 577, 606, 632, 714, 744). Главная подгруппа четвертой группы (773, 816, 872, 900). Главная подгруппа третьей группы (933, 986, 1012). Химия s-элементов (1052, 1082, 1109, 1149). Переходные элементы (1181, 1201, 1224, 1259, 1284, 1308, 1337, 1376, 1413, 1456, 1483, 1498, 1540, 1564, 1604, 1628). Благородные газы (1642).

Вариант 137

Общие закономерности неорганической химии (20, 30, 53, 73, 84). Водород и галогены (123, 138, 152, 201, 284). Халькогены (333, 360, 414, 437, 477, 491). Главная подгруппа пятой группы (520, 581, 609, 634, 707, 730). Главная подгруппа четвертой группы (769, 832, 842, 901). Главная подгруппа третьей группы (946, 962, 1017). Химия s-элементов (1052, 1065, 1117, 1153). Переходные элементы (1162, 1191, 1221, 1259, 1265, 1302, 1332, 1362, 1393, 1446, 1467, 1503, 1544, 1571, 1606, 1619). Благородные газы (1642).

Вариант 138

Общие закономерности неорганической химии (1, 28, 56, 62, 91). Водород и галогены (102, 134, 197, 206, 279). Халькогены (338, 381, 404, 434, 478, 496). Главная подгруппа пятой группы (533, 555, 610, 621, 709, 756). Главная подгруппа четвертой группы (792, 824, 880, 884). Главная подгруппа третьей группы (930, 1003, 1017). Химия s-элементов (1042, 1065, 1119, 1146). Переходные элементы (1179, 1193, 1230, 1248, 1284, 1291, 1334, 1357, 1402, 1455, 1478, 1515, 1534, 1572, 1600, 1627). Благородные газы (1645).

Вариант 139

Общие закономерности неорганической химии (18, 34, 47, 72, 84). Водород и галогены (104, 135, 169, 241, 253). Халькогены (318, 370, 421, 439, 490, 493). Главная подгруппа пятой группы (517, 560, 591, 643, 671, 759). Главная подгруппа четвертой группы (786, 823, 873, 902). Главная подгруппа третьей группы (922, 1002, 1023). Химия s-элементов (1032, 1093, 1122, 1139). Переходные элементы (1187, 1202, 1236, 1256, 1284, 1298, 1329, 1352, 1388, 1430, 1486, 1496, 1549, 1565, 1598, 1617). Благородные газы (1637).

Вариант 140

Общие закономерности неорганической химии (4, 40, 45, 66, 88). Водород и галогены (114, 134, 158, 240, 294). Халькогены (314, 360, 415, 437, 477, 500). Главная подгруппа пятой группы (511, 556, 618, 626, 702, 727). Главная подгруппа четвертой группы (775, 819, 868, 899). Главная подгруппа третьей группы (915, 986, 1030). Химия s-элементов (1041, 1090, 1123, 1144). Переходные элементы (1186, 1202, 1211, 1259, 1272, 1316, 1323, 1356, 1384, 1458, 1475, 1522, 1545, 1581, 1608, 1632). Благородные газы (1638).

Вариант 141

Общие закономерности неорганической химии (15, 27, 51, 62, 81). Водород и галогены (122, 147, 180, 229, 280). Халькогены (327, 358, 420, 438, 471, 493). Главная подгруппа пятой группы (532, 560, 604, 652, 685, 722). Главная подгруппа четвертой группы (761, 833, 862, 885). Главная подгруппа третьей группы (920, 964, 1022). Химия s-элементов (1041, 1070, 1115, 1148). Переходные элементы (1185, 1204, 1240, 1259, 1279, 1312, 1327, 1377, 1390, 1446, 1479, 1512, 1545, 1575, 1608, 1620). Благородные газы (1644).

Вариант 142

Общие закономерности неорганической химии (20, 35, 47, 75, 93). Водород и галогены (115, 142, 180, 228, 278). Халькогены (342, 383, 425, 439, 471, 505). Главная подгруппа пятой группы (526, 580, 598, 636, 718, 751). Главная подгруппа четвертой группы (779, 809, 861, 903). Главная подгруппа третьей группы (926, 1007, 1020). Химия s-элементов (1041, 1064, 1101, 1146). Переходные элементы (1174, 1198, 1217, 1242, 1269, 1315, 1327, 1375, 1412, 1436, 1465, 1516, 1537, 1561, 1603, 1624). Благородные газы (1642).

Вариант 143

Общие закономерности неорганической химии (6, 29, 48, 77, 81). Водород и галогены (113, 141, 198, 207, 271). Халькогены (327, 382, 396, 439, 476, 507). Главная подгруппа пятой группы (514, 576, 607, 619, 685, 743). Главная подгруппа четвертой группы (762, 802, 874, 906). Главная подгруппа третьей группы (918, 1001, 1016). Химия s-элементов (1055, 1084, 1110, 1155). Переходные элементы (1171, 1194, 1236, 1248, 1270, 1316, 1323, 1347, 1401, 1442, 1484, 1493, 1539, 1576, 1606, 1631). Благородные газы (1649).

Вариант 144

Общие закономерности неорганической химии (20, 24, 44, 80, 85). Водород и галогены (117, 135, 162, 236, 262). Халькогены (322, 373, 410, 442, 486, 494). Главная подгруппа пятой группы (546, 582, 605, 646, 714, 736). Главная подгруппа четвертой группы (762, 825, 869, 909). Главная подгруппа третьей группы (954, 1009, 1020). Химия s-элементов (1033, 1071, 1112, 1128). Переходные элементы (1185, 1209, 1238, 1253, 1265, 1299, 1330, 1364, 1420, 1433, 1470, 1528, 1549, 1569, 1590, 1621). Благородные газы (1645).

Вариант 145

Общие закономерности неорганической химии (19, 22, 42, 70, 84). Водород и галогены (105, 131, 153, 215, 269). Халькогены (339, 363, 405, 449, 490, 505). Главная подгруппа пятой группы (516, 580, 598, 641, 700, 722). Главная подгруппа четвертой группы (785, 814, 876, 900). Главная подгруппа третьей группы (921, 997, 1030). Химия s-элементов (1043, 1098, 1111, 1157). Переходные элементы (1173, 1209, 1221, 1246, 1289, 1294, 1321, 1373, 1426, 1445, 1464, 1526, 1539, 1576, 1596, 1627). Благородные газы (1640).

Вариант 146

Общие закономерности неорганической химии (18, 31, 58, 79, 81). Водород и галогены (118, 149, 189, 249, 301). Халькогены (345, 389, 427, 434, 473, 498). Главная подгруппа пятой группы (512, 565, 593, 653, 698, 756). Главная подгруппа четвертой группы (780, 807, 869, 906). Главная подгруппа третьей группы (959, 994, 1023). Химия s-элементов (1050, 1081, 1120, 1143). Переходные элементы (1179, 1204, 1220, 1245, 1267, 1306, 1330, 1366, 1384, 1444, 1484, 1500, 1540, 1575, 1604, 1614). Благородные газы (1642).

Вариант 147

Общие закономерности неорганической химии (19, 22, 53, 78, 88). Водород и галогены (122, 143, 195, 246, 271). Халькогены (327, 359, 424, 459, 484, 499). Главная подгруппа пятой группы (533, 564, 615, 637, 703, 744). Главная подгруппа четвертой группы (796, 818, 877, 884). Главная подгруппа третьей группы (916, 983, 1013). Химия s-элементов (1038, 1099, 1118, 1129). Переходные элементы (1165, 1203, 1220, 1259, 1281, 1299, 1331, 1373, 1403, 1446, 1476, 1497, 1552, 1589, 1593, 1611). Благородные газы (1636).

Вариант 148

Общие закономерности неорганической химии (7, 26, 41, 65, 94). Водород и галогены (129, 140, 173, 250, 264). Халькогены (320, 378, 404, 453, 479, 491). Главная подгруппа пятой группы (529, 574, 599, 657, 682, 742). Главная подгруппа четвертой группы (794, 819, 841, 893). Главная подгруппа третьей группы (917, 979, 1012). Химия s-элементов (1041, 1085, 1124, 1152). Переходные элементы (1163, 1191, 1226, 1256, 1269, 1293, 1336, 1370, 1390, 1440, 1488, 1499, 1535, 1579, 1601, 1612). Благородные газы (1645).

Вариант 149

Общие закономерности неорганической химии (17, 30, 51, 66, 85). Водород и галогены (103, 150, 178, 228, 262). Халькогены (335, 382, 414, 446, 473, 497). Главная подгруппа пятой группы (538, 557, 615, 626, 675, 745). Главная подгруппа четвертой группы (775, 822, 850, 903). Главная подгруппа третьей группы (938, 1003, 1019). Химия s-элементов (1036, 1067, 1123, 1155). Переходные элементы (1170, 1210, 1225, 1241, 1265, 1320, 1324, 1362, 1415, 1441, 1486, 1506, 1553, 1570, 1602, 1631). Благородные газы (1644).

Вариант 150

Общие закономерности неорганической химии (7, 24, 46, 77, 93). Водород и галогены (104, 144, 200, 223, 269). Халькогены (322, 362, 393, 443, 487, 503). Главная подгруппа пятой группы (541, 585, 587, 660, 719, 721). Главная подгруппа четвертой группы (763, 827, 854, 888). Главная подгруппа третьей группы (930, 1007, 1011). Химия s-элементов (1049, 1096, 1110, 1156). Переходные элементы (1186, 1207, 1234, 1243, 1269, 1314, 1334, 1348, 1411, 1455, 1490, 1501, 1529, 1586, 1595, 1630). Благородные газы (1642).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Глава первая. Общие закономерности неорганической химии	9
1.1. Распространенность химических элементов.....	9
1.2. Закономерности изменения свойств элементов и соединений в периодической системе.....	11
1.3. Общие закономерности окислительно-восстановительных реакций.....	13
1.4. Общие закономерности гидролиза.....	16
1.5. Взаимодействие простых веществ с кислотами, щелочами, водой.....	18
Глава вторая. Водород и галогены	22
2.1. Водород и его соединения.....	22
2.2. Фтор и его соединения.....	25
2.3. Хлор, бром, йод – элементы и простые вещества и соединения между собой.....	28
2.4. Галогеноводородные соединения и галогениды.....	34
2.5. Кислородосодержащие соединения галогенов.....	39
Глава третья. Халькогены	47
3.1. Кислород, воздух, озон.....	47
3.2. Бинарные соединения кислорода.....	52
3.3. Сера и её бинарные бескислородные соединения.....	58
3.4. Кислородосодержащие соединения серы.....	64
3.5. Селен, теллур, полоний.....	71
Глава четвёртая. Главная подгруппа пятой группы	74
4.1. Азот и его водородосодержащие соединения.....	74
4.2. Соединения азота с кислородом и галогенами.....	84
4.3. Фосфор и его соединения.....	94
4.4. Мышьяк, сурьма, висмут.....	100
Глава пятая. Главная подгруппа четвёртой группы	106
5.1. Углерод.....	106
5.2. Кремний и его соединения.....	115
5.3. Германий, олово, свинец.....	120

Глава шестая. Главная подгруппа третьей группы	124
6.1. Бор и его соединения.....	124
6.2. Алюминий и его соединения.....	129
6.3. Галлий, индий, таллий.....	135
Глава седьмая. Химия s-элементов	137
7.1. Щелочные металлы.....	137
7.2. s-Элемента второй группы.....	144
Глава восьмая. Переходные элементы	150
8.1. Общие закономерности.....	150
8.2. Подгруппа скандия.....	153
8.3. Подгруппа титана.....	155
8.4. Подгруппа ванадия.....	158
8.5. Подгруппа хрома.....	161
8.6. Подгруппа марганца.....	168
8.7. Железо, кобальт, никель.....	175
8.8. Платиновые элементы.....	183
8.9. Подгруппа меди.....	187
8.10. Подгруппа цинка.....	195
8.11. Лантаноиды и актиноиды.....	201
Глава девятая. Благородные газы	204
Ответы к расчётным задачам и рекомендации по выполнению заданий.....	206
Список литературы.....	252
Варианты индивидуального домашнего задания.....	256

Учебное издание

СТАСЬ Николай Федорович

ЗАДАЧИ И ВОПРОСЫ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебное пособие

Научный редактор
доктор химических наук,
профессор

Г.Г. Савельев

Редактор

Е.О. Фукалова

Дизайн обложки

О.Ю. Аршинова

Подписано к печати 28.10.2008. Формат 60х84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. 17,22. Уч.-изд.л. 15,57.
Заказ . Тираж 150 экз.



Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ . 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.