

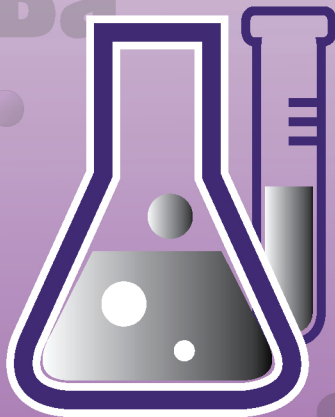
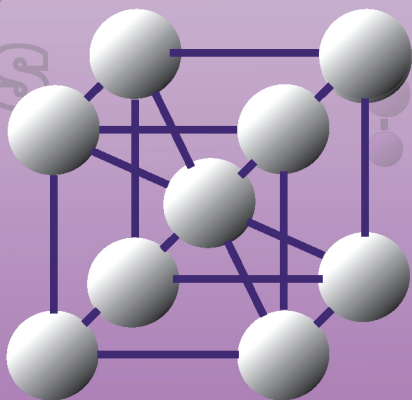
Министерство образования и науки Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Институт химии и инженерной экологии
Кафедра «Химия, химические процессы и технологии»



ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

Электронное учебно-методическое пособие

Составители
М.А. Трошина, Т.Е. Лукьянова



© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2017

ISBN 978-5-8259-1174-8



УДК 54(075.8)

ББК 24я73

Рецензенты:

заслуженный деятель науки и техники РФ,
д-р хим. наук, профессор, завкафедрой органической,
биоорганической и медицинской химии Самарского
государственного университета *П.П. Пурыгин*;
канд. хим. наук, доцент кафедры «Химия, химические процессы
и технологии» Тольяттинского государственного университета
Н.Н. Пономарёва.

Химия элементов и их соединений : электронное учебно-методи-
ческое пособие / сост. М.А. Трошина, Т.Е. Лукьянова. – Тольятти :
Изд-во ТГУ, 2017. – 1 оптический диск.

Учебно-методическое пособие представляет собой руководство
к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине «Общая
и неорганическая химия». Рассмотрены теоретические вопросы хи-
мии элементов и их соединений, приведены варианты заданий для
индивидуальной работы.

Предназначено для студентов направлений подготовки 04.03.01
«Химия», 18.03.01 «Химическая технология», 18.03.02 «Энерго- и
ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехи-
мии и биотехнологии», 19.03.04 «Технология продукции и организа-
ция общественного питания».

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый
компьютер: Windows XP/Vista/7/8; ПП 500 МГц или эквивалент;
128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», 2017

Редактор *А.И. Евсейчев*
Корректор *Е.В. Ахмадуллина*
Технический редактор *Е.В. Ахмадуллина*
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*
Художественное оформление,
компьютерное проектирование: *И.И. Шишкина*

Дата подписания к использованию 11.09.2017.

Объем издания 3 Мб.

Комплектация издания:
компакт-диск, первичная упаковка.

Заказ № 1-104-15.

Издательство Тольяттинского
государственного университета
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. 8 (8482) 53-91-47, www.tltsu.ru

Содержание

1. ХИМИЯ s-ЭЛЕМЕНТОВ	5
2. p-ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ	18
3. d-МЕТАЛЛЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ	28
4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ХИМИИ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ	38
Библиографический список	144

1. ХИМИЯ s-ЭЛЕМЕНТОВ

От лития и натрия (типичных элементов), калия, рубидия, цезия и франция (электронных аналогов) берут своё начало малые и большие периоды системы элементов Д.И. Менделеева.

Металлы этой подгруппы (ns^1 -элементы) называются щелочными. Некоторые их свойства приведены в табл. 1.

Таблица 1

Некоторые свойства ns^1 -элементов

Свойства	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Строение внешнего электронного слоя	$2s^1$	$3s^1$	$4s^1$	$5s^1$	$6s^1$	$7s^1$
Радиус атома, нм	0,155	0,189	0,236	0,248	0,268	0,280
Ионизационный потенциал, эВ (I/II)	5,39/ 75,62	5,17/ 47,29	4,34/ 31,81	4,17/ 27,56	3,89/ 25,10	3,98/ 22,50
Плотность, г/см ³	0,53	0,97	0,86	1,53	1,90	—
Температура плавления, °С	108,5	97,8	63,1	38,7	28,6	—
Температура кипения, °С	1327	883	760	703	686	—

Из табл. 1 следует, что для щелочных металлов характерны невысокие температуры плавления, кипения и небольшие плотности. Химическая активность усиливается от лития к цезию.

В главную подгруппу второй группы периодической системы входят ns^2 -элементы. Некоторые их свойства приведены в табл. 2, из данных которой видно резкое увеличение температур плавления металлов IIА группы по сравнению со щелочными металлами, возрастание плотности (в 2–3 раза) и ионизационных потенциалов. Металлы группы IIА, как и IA, — сильные восстановители. Проявляется параллелизм в изменении ряда свойств элементов от бериллия к барию и лития к цезию.

В отличие от щелочных металлов атомы элементов IIА группы не образуют молекул типа M_2 . Бериллий и магний существенно отличаются по свойствам от кальция, стронция, бария и радия и незначительно друг от друга. ns^2 -элементы в свободном состоянии — серебристо-белые металлы.

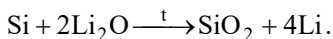
Таблица 2

Некоторые свойства ns²-элементов

Свойства	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Строение внешнего электронного слоя	2s ²	3s ²	4s ²	5s ²	6s ²	7s ²
Радиус атома, нм	0,113	0,160	0,197	0,215	0,221	0,235
Ионизационный потенциал, эВ (I/II/III)	9,32/ 18,21/ 153,85	7,65/ 15,03/ 72,20	6,11/ 11,87/ 51,21	5,69/ 11,03/ 43,60	5,21/ 10,00/ 36,00	5,28/ 10,15/ ~34,00
Плотность, г/см ³	1,85	1,74	1,54	2,63	3,76	~6,00
Температура плавления, °С	1285	651	850	770	710	960
Температура кипения, °С	2970	1107	1480	1380	~1640	1140

Кальций, стронций и барий получили название щёлочно-земельных («землями» в древности называли оксиды, сообщающие воде щелочную реакцию).

Щелочные и щёлочно-земельные металлы получают в основном электролизом расплавов их солей. Литий получают электролизом расплава эвтектической смеси LiCl-KCl, особо чистый – электролизом эвтектической смеси LiI-LiBr. Также для получения лития используют процесс:



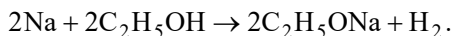
В качестве восстановителя используют и алюминий. Для восстановления применяют обычно литиевые минералы и ферросилицид. Натрий получают электролизом расплавленных солей или гидроксида. Калий может быть получен натрийтермическим методом из расплавленного хлорида или гидроксида, электролизом расплава KCl-NaCl, восстановлением хлорида калия при нагревании в вакууме с алюминием или кремнием, взятыми с оксидом кальция. Рубидий и цезий в небольших количествах удобно получать нагреванием в вакууме соответствующих гидроксидов с металлическим кальцием. Для очистки натрия, калия, рубидия и цезия используют вакуумную перегонку.

Щелочные металлы – исключительно реакционноспособные вещества. На воздухе литий, натрий и калий тускнеют, окисляются, образуя рыхлые продукты, а цезий и рубидий воспламеняются. Поэтому в лаборатории их хранят в атмосфере инертного газа или в сухом ке-

росине, или в обезвоженном масле. Литий лёгок и в керосине всплывает, поэтому для его хранения применяют парафин. В значительных количествах литий, натрий, калий хранят в герметичной железной таре, а рубидий и цезий – в запаянных стеклянных ампулах.

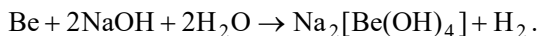
При работе со щелочными металлами необходимо строго соблюдать технику безопасности.

В атмосфере хлора и фтора щелочные металлы самовоспламеняются. С жидким бромом литий и натрий реагируют замедленно, остальные металлы – бурно, со взрывом. С йодом взаимодействие протекает менее энергично. Литий с водой взаимодействует спокойно, для натрия наблюдается значительный тепловой эффект, но выделяющийся водород обычно не воспламеняется. У калия взаимодействие с водой сопровождается самовоспламенением водорода, рубидий и цезий реагируют с водой со взрывом, вытесняют водород из воды (льда) даже при $-108\text{ }^{\circ}\text{C}$. Щелочные металлы также взаимодействуют с другими водородосодержащими соединениями, например, со спиртами:



Реакция протекает спокойно и может быть использована для утилизации отходов металлов.

Щёлочно-земельные металлы реагируют с водой, бериллий не реагирует, магний – очень медленно, при повышенной температуре. Щелочные металлы реагируют с кислотами, образуя соли. На металлы IIА группы кислоты действуют дифференцированно: бериллий не взаимодействует с концентрированной азотной кислотой, магний не взаимодействует с концентрированной серной кислотой. Щёлочи на s-металлы не действуют, за исключением бериллия:



Бериллий не образует соединений с ионной связью ввиду его высокой электроотрицательности и малого радиуса атома.

Все s-металлы очень сильные восстановители, их стандартные электродные потенциалы (φ°) отрицательны. Наиболее отрицателен стандартный электродный потенциал лития. Это связано с особенностями электронного строения атома лития ($1s^22s^1$), наименьшим его радиусом и более высокой энергией гидратации ионов лития.

Химия лития значительно отличается от химии остальных элементов группы IA. По некоторым свойствам литий ближе к магнию. Как и для магния, малорастворимы в воде следующие соединения лития: LiF , Li_2CO_3 , Li_3PO_4 . Гидроксид лития LiOH также растворим менее других гидроксидов щелочных металлов.

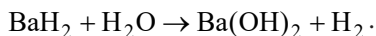
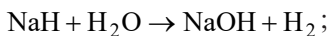
Для s-металлов характерны соединения с преимущественно M^+ -ионным типом связи. Однако для щелочных металлов имеются данные, подтверждающие возможность образования соединений, в которых атомы их элементов находятся в отрицательной степени окисления (M^-).

В газообразном состоянии в двухатомных молекулах Li_2 , Na_2 , K_2 , Rb_2 , Cs_2 проявляется ковалентная связь. Способность к образованию ковалентной связи ярче выражена у лития и гораздо слабее у цезия. Металлы IIA группы таких соединений не образуют.

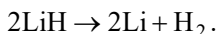
При взаимодействии лития и натрия с некоторыми металлами (Al , Sn , Hg) образуются интерметаллические соединения. Широкое применение имеет амальгама натрия Na_nHg_m . Известны твёрдые растворы лития с магнием, цинком, алюминием и другими металлами. Для щелочных металлов характерны жидкие сплавы, наиболее важный из них сплав калия с натрием. Эвтектическая смесь этой системы плавится при $-12,3^\circ\text{C}$. Этот сплав существует в жидком состоянии в широком интервале температур и имеет высокую удельную теплоёмкость.

Рассмотрим некоторые соединения s-металлов.

Гидриды. Гидриды s-металлов относятся к солеобразным соединениям с ионным типом связи, реакционноспособны, используются как сильные восстановители. С водой реагируют по уравнениям:

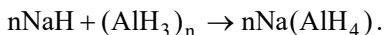


Гидриды бериллия и магния не являются ионными кристаллами, а состоят из $(\text{MH}_2)_2$, $(\text{MH})_n$ – высокополимерных молекул. Наиболее устойчивым среди гидридов в ряду от LiH к CsH является гидрид лития, который разлагается при температуре 450°C в вакууме:

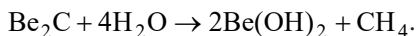
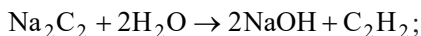


Устойчивость повышается в ряду $\text{BeH}_2 \rightarrow \text{BaH}_2$ от гидрида бария к гидриду бериллия.

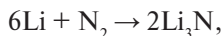
Гидриды лития и натрия используют для получения алюмогидридов:



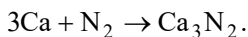
Карбиды. Это бесцветные кристаллические вещества. Все они характеризуются высокой химической активностью. Наименее активен Li_2C_2 . Из карбидов щелочных металлов путём непосредственного взаимодействия элементов при нагревании получают только карбид лития. Карбиды остальных металлов IA группы получают при взаимодействии металлов с ацетиленом. Карбиды реагируют с водой с образованием ацетилена, кроме карбида бериллия (образуется метан):



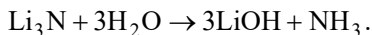
Нитриды. При непосредственном взаимодействии с азотом легко образуется устойчивый нитрид лития:



при 250 °C взаимодействие значительно ускоряется. Металлы подгруппы кальция легко взаимодействуют с азотом при комнатной температуре:

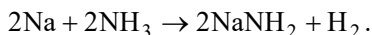


Реакция нитрида лития с водой протекает по уравнению:



Нитриды других щелочных металлов могут быть получены взаимодействием их паров с азотом в поле тихого электрического разряда.

При пропускании над расплавленными щелочными металлами газообразного аммиака образуются амиды. Например:

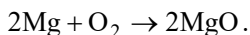


В жидком аммиаке щелочные металлы растворяются, давая тёмно-синее окрашивание. Эти растворы обладают значительной электрической проводимостью.

Оксиды, пероксиды, озониды. s-металлы образуют с кислородом оксиды, пероксиды, озониды, надпероксиды. От лития к цезию возрастает тенденция к образованию пероксидных соединений.

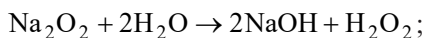
При сгорании на воздухе только литий образует оксид Li_2O ; натрий даёт пероксид Na_2O_2 ; калий, рубидий и цезий образуют надпероксиды – K_2O_2 , Rb_2O_2 , Cs_2O_2 . Известны также озониды щелочных металлов (MO_3).

Сродство к кислороду у ns^2 -металлов особенно велико у магния, поэтому оксид магния образуется легко:



Образование пероксидов и других более богатых кислородом соединений для бериллия и магния нехарактерно.

Связь в оксидах, пероксидах, надпероксидах преимущественно ионная. Эти вещества имеют ионную кристаллическую решетку, но не отличаются большой прочностью и твёрдостью. При взаимодействии с водой образуют пероксид водорода:



Пероксиды содержат диамагнитный ион $[\text{O}_2]^{2-}$, надпероксиды – парамагнитный ион $[\text{O}_2]^-$.

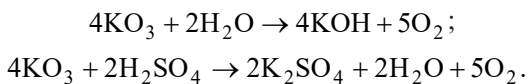
Пероксиды являются солями пероксида водорода. Пероксиды и надпероксиды – сильные окислители. Например, смесь пероксида натрия с алюминиевым порошком, древесными опилками и другими горючими веществами даёт яркую вспышку при добавлении малых количеств воды, серной кислоты, а также при поджигании.

Оксиды щелочных металлов – очень реакционноспособные вещества, энергично взаимодействуют с водой, образуя гидроксиды. Химическая активность оксидов s-металлов увеличивается в подгруппах с увеличением порядкового номера металла.

Более сильными окислителями, чем пероксиды и надпероксиды, являются озониды. Озониды натрия, калия, рубидия и цезия могут быть получены при действии озона на твёрдые гидроксиды:

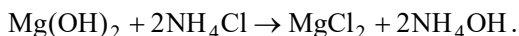


Озониды содержат молекулярный ион $[\text{O}_3]^-$, парамагнитны, неустойчивы, постепенно разлагаются уже при обычных условиях. С водой и разбавленной серной кислотой озониды реагируют бурно с выделением кислорода:



Гидроксиды. Соединения щелочных металлов MOH – твёрдые бесцветные очень гигроскопичные вещества, хорошо растворяются в воде, при этом выделяется большое количество теплоты. Растворимость гидроксидов в ряду $\text{LiOH} \rightarrow \text{CsOH}$ повышается. В водных растворах они диссоциируют почти нацело, являются самыми сильными основаниями и носят название едких щелочей. По подгруппе щелочных металлов сверху вниз основные свойства щелочей увеличиваются.

Гидроксиды $\text{M}(\text{OH})_2$ отличаются менее ярко выраженными основными свойствами и растворимостью: $\text{Be}(\text{OH})_2$ – амфотерное соединение; $\text{Mg}(\text{OH})_2$ – слабое основание; $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ – щелочи. Гидроксид магния растворяется в хлориде аммония:

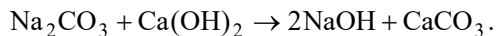


Едкие щёлочи в расплавленном состоянии действуют не только на стеклянную посуду, но при доступе воздуха довольно сильно и на платину, поэтому плавление щёлочей нельзя производить в платиновых тиглях. Для этого в лабораториях можно пользоваться железными тиглями.

Щёлочи жадно поглощают из воздуха углекислый газ и влагу, образуя карбонаты и кристаллогидраты ($\text{NaOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ и другие). Гидроксиды термически устойчивы, выдерживают нагревание более чем 1000°C .

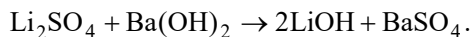
Работать с твёрдыми щелочами и их концентрированными растворами следует с большой осторожностью (в защитных очках, перчатках). Они весьма разрушительно действуют на живые ткани.

Для получения гидроксидов используют электролиз растворов хлоридов. Едкий натр получают преимущественно электролизом раствора хлорида натрия или известковым способом:



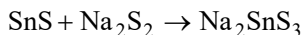
Обработанная таким образом сода становится едкой (по-гречески – каустической); каустическая сода (каустик) – техническое название гидроксида натрия.

Для получения гидроксидов лития, рубидия, цезия удобно пользоваться реакцией обмена:

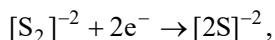


Сульфиды. Для s-металлов характерно образование полисульфидов (персульфидов). Персульфиды калия и его аналоги могут быть получены при кипячении сульфидов с избытком серы. Устойчивость полисульфидов в ряду $\text{Li} \rightarrow \text{Cs}$ увеличивается. Для элементов подгруппы калия изучены полисульфиды $\text{Э}_2\text{S}_n$ – до $n = 6$, для натрия – до $n = 5$, для лития – до $n = 2$.

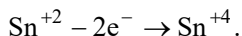
Полисульфиды аналогично пероксидам обладают как окислительными, так и восстановительными свойствами. Например, в реакции:



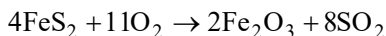
персульфид-ион $[\text{S}_2]^{-2}$ проявляет окислительные свойства:



а ион олова (II) – восстановительные:



В реакции:

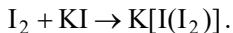


персульфид-ион проявляет восстановительные свойства.

В растворах сульфиды s-металлов нацело гидролизуются.

Галогениды. Для щелочных металлов характерно образование галогенидов и полигалогенидов. Литий и натрий образуют полигалогениды всегда с молекулой растворителя $[(\text{ICl})_2\text{Na}(\text{OH})_2]$, а для калия и его аналогов, кроме того, известны полигалогениды типа $\text{M}(\text{ICl}_4)$, $\text{M}(\text{ICl}_2)$, $\text{M}[\text{I}(\text{BrCl})]$, $\text{M}[\text{I}(\text{Br}_2)]$, $\text{M}[\text{Br}(\text{Br}_2)]$, $\text{M}[\text{Br}(\text{Cl}_2)]$ и др.

Полиiodид калия может быть получен реакцией:

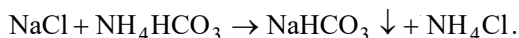
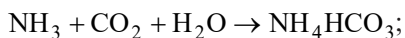


В ряду литий \rightarrow цезий устойчивость полигалогенидов возрастает.

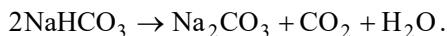
Другие соли щелочных металлов. s-металлы, кроме хлоридов, образуют карбонаты, сульфаты, фосфаты, сульфиды, персульфиды. Для многоосновных кислот известны кислые соли (MHC_3 , MHSO_4 , MH_2PO_4 , M_2HPO_4 , MHS и др.), образование которых весьма характерно для щелочных металлов.

Большинство солей s-металлов растворимо в воде: галогениды, нитраты, сульфаты, карбонаты, фосфаты. Особое положение занимает литий по растворимости солей. Малорастворимы его соли с анионами CO_3^{-2} , PO_4^{-3} , F^- . В этом отношении литий приближается по свойствам к магнию и кальцию. Растворимость в ряду сульфатов $\text{Ca} - \text{Sr} - \text{Ba}$ понижается. Из труднорастворимых солей натрия наибольшее практическое применение в аналитической химии имеет гексагидроксоантимонат натрия $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$.

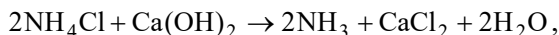
Карбонат натрия Na_2CO_3 – сода – является одним из важнейших веществ химической промышленности. Соду в настоящее время получают по аммиачно-хлоридному способу (способ Сольве, 1863 г.). Раствор хлорида натрия насыщают газообразным аммиаком и углекислым газом. При этом имеют место следующие реакции:



В холодной воде гидрокарбонат натрия NaHCO_3 (питьевая или пищевая сода) малорастворим, и его отделяют фильтрованием. Прокаливая гидрокарбонат натрия, получают среднюю соль (кальцинированную соду):



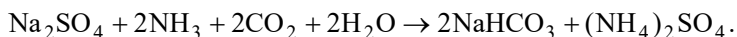
При нагревании раствора, содержащего хлорид аммония с гашёной известью, получают аммиак:



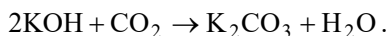
который, как и углекислый газ, вновь возвращается в производство.

Более известным старым способом получения соды является сульфатный способ (способ Леблана, 1791 г.). Этот способ может быть рентабелен при наличии природных источников сульфата натрия.

Третий метод получения предложен А.П. Белополюским и С.И. Вольфковичем (1950 г.). Он основан на реакции:



Карбонат калия K_2CO_3 – поташ – получают насыщением раствора гидроксида калия углекислым газом:



Карбонат калия можно получить из древесной золы. Этот способ был известен ещё в древности. Поташ по аммиачно-хлоридному способу не получают, так как гидрокарбонат калия KHCO_3 значительно легче растворим в воде, чем гидрокарбонат натрия, и не достигается достаточного смещения равновесия в сторону его образования.

Плохо растворима двойная соль $\text{KHCO}_3 \cdot 2\text{MgCO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

При нагревании гидрокарбонат калия распадается так же, как гидрокарбонат натрия:



Применение. Литий применяется в производстве сплавов с алюминием, магнием, цинком, кадмием, свинцом, кальцием, медью. Его добавка придаёт сплавам ряд ценных физико-химических свойств. Например, у сплавов алюминия с содержанием 1 % лития повышаются механическая прочность и коррозионная стойкость. Введение 2 % лития в техническую медь значительно увеличивает её электрическую проводимость. Литий образует металлоорганические соединения, что определяет его значение в органическом синтезе. Важнейшей областью применения лития как источника трития является атомная энергетика.

Металлический натрий используют в теплоносителях для атомных реакторов на быстрых нейтронах, а также в химических производствах, где требуется равномерный обогрев в пределах 450...650 °С.

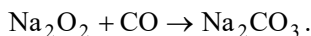
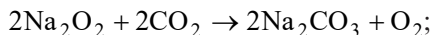
Работы, выполненные в Институте физики твёрдого тела и в Физико-техническом институте имени А.А. Иоффе, позволили заменить ртутные лампы натриевыми, что значительно сокращает расход электроэнергии на массовое освещение.

Натрий применяется в металлотермии для выделения из соединений титана, циркония, тантала и других металлов. Натрий и сплав его с калием используют в органическом синтезе. В качестве восстановителя часто используют амальгаму натрия $\text{Na}_n \cdot \text{Hg}_m$.

Калий, рубидий и цезий при нагревании и освещении сравнительно легко теряют электроны. Эта способность делает их ценным материалом для изготовления фотоэлементов.

Соединения щелочных металлов имеют разнообразное применение. Около 90 % добываемых солей калия потребляется как калийные удобрения (KCl , KNO_3 , K_2SO_4 , K_2CO_3 и др.). Соединения

натрия и элементов подгруппы калия используются в медицине. Пероксид натрия Na_2O_2 применяется для отбеливания тканей. Важное значение имеют реакции:



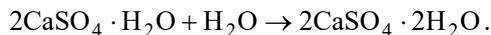
На первой реакции основано применение пероксида натрия для регенерации воздуха в изолированных помещениях (подводные лодки).

Большое практическое значение имеют каустическая сода NaOH , кристаллическая сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, кальцинированная сода Na_2CO_3 и питьевая сода NaHCO_3 . Каустическая сода находит применение в текстильной, деревообрабатывающей, нефтехимической, бумажной, мыловаренной и других отраслях промышленности, а также при производстве искусственного волокна.

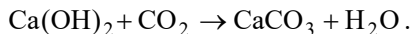
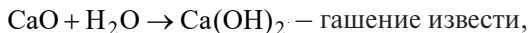
Природные соединения кальция широко используют в производстве вяжущих материалов, которые представляют собой порошкообразные вещества, образующие при смешении с водой пластичную массу, затвердевающую в твёрдое прочное тело. К ним относят цементы, гипсовые материалы, известь и др.

По химическому составу цементы представляют силикаты и алюмосиликаты кальция, то есть в их состав входят алюминий и кремний, которые склонны к образованию гетероцепных полимеров на основе связей $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ и $\text{Al}-\text{O}-\text{Al}$. В зависимости от относительного содержания кремния и алюминия различают силикатный, или портландцемент, и алюминатный, или глинозёмистый, цементы. Силикатные цементы синтезируют обжигом при $1400\text{...}1600\text{ }^\circ\text{C}$ до спекания тонкоизмельченной смеси известняка и богатой оксидом кремния SiO_2 глины. При этом разрушаются связи $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ и $\text{Al}-\text{O}-\text{Al}$, образуются простые по структуре силикаты и алюминаты кальция и выделяется углекислый газ CO_2 . Тонко измельчённый цемент в присутствии воды твердеет из-за происходящих сложных процессов гидратации и полимеризации.

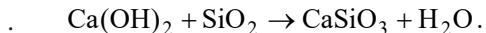
Гипсовые материалы – это жжёный гипс или алебастр – гидрат состава $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Его получают обжигом гипса при $150\text{...}180\text{ }^\circ\text{C}$. При смешивании с водой происходят присоединение воды и затвердевание массы:



Известковый раствор – смесь гашёной извести с песком и водой. Затвердевание происходит за счёт взаимодействия $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с углекислым газом воздуха и образования карбоната кальция:



Одновременно образуются силикаты кальция:



Бериллий используют в качестве легирующей добавки к сплавам, в атомных реакторах как замедлитель и отражатель нейтронов. Магний в основном используют для производства сверхлёгких сплавов, в металлотермии – для получения многих металлов. Смесь магния с окислителями используют для осветительных и зажигательных ракет, снарядов. Барий используют в качестве поглотителя газов в вакуумных приборах.

Примеры решения задач

▪ Хлор может быть получен действием серной кислоты на смесь MnO_2 с NaCl . Какой объём хлора (н. у.) можно получить из 100 г хлорида натрия?

Составим уравнение реакции:



Находим число молей в 100 г NaCl :

$$n(\text{NaCl}) = m/M = 100/58,5 = 1,71 \text{ моля}.$$

Согласно уравнению реакции из 2 молей NaCl получается 1 моль Cl_2 , следовательно, из 1,71 моля NaCl образуется 0,86 моля Cl_2 .

Объём хлора (н. у.):

$$V^0(\text{Cl}_2) = 22,4n = 22,4 \cdot 0,86 = 19,88 \text{ л}.$$

▪ Пользуясь справочными данными, вычислите стандартную энтальпию реакции: $2\text{Mg}_{(к)} + \text{CO}_{2(г)} \rightarrow 2\text{MgO}_{(к)} + \text{C}_{(к)}$.

Из термодинамических таблиц выписываем стандартные энтальпии образования веществ:

Функция	$Mg_{(к)}$	$CO_{2(г)}$	$MgO_{(к)}$	$C_{(к)}$
$\Delta H_{обр}^0$, кДж/моль	0	-393,5	-601,8	0

Находим стандартную энтальпию реакции по следствию из закона Гесса:

$$\begin{aligned}\Delta H_p^0 &= 2 \Delta H_{обр, MgO}^0 - \Delta H_{обр, CO_2}^0 = \\ &= 2 \cdot (-601,8) - (-393,5) = -10,1 \text{ кДж.}\end{aligned}$$

▪ **Какую массу воды нужно прибавить к 200 мл 30%-го раствора NaOH ($\rho = 1,33$ г/мл) для получения 10%-го раствора щёлочи?**

Масса 200 мл 30%-го раствора NaOH:

$$m_{p30\%} = V\rho = 200 \cdot 1,33 = 266 \text{ г.}$$

Масса NaOH, содержащаяся в 200 мл 30%-го раствора:

$$m_{в30\%} = m_p W/100 = 266 \cdot 30/100 = 79,8 \text{ г.}$$

Масса NaOH, содержащаяся в 10%-ном растворе, равна $m_{в30\%}$.

Масса 10%-го раствора:

$$m_{p10\%} = 100m_{в10\%}/W = 100 \cdot 79,8/10 = 798 \text{ г.}$$

Масса воды, необходимая для получения 10%-го раствора NaOH:

$$m_{p-ль} = m_{p10\%} - m_{p30\%} = 798 - 266 = 532 \text{ г.}$$

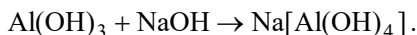
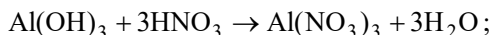
2. p-ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

К p-элементам относятся элементы А групп (главных подгрупп) периодической системы, у атомов которых внешний энергетический уровень содержит от ns^2np^1 - до ns^2np^6 - электронов.

Элементы IIIA группы (B, Al, Ga, In, Tl) имеют строение валентного электронного уровня ns^2np^1 . Отсюда вытекает характерная для этих элементов степень окисления +3. По химическим свойствам бор – неметалл; алюминий, галлий и индий – амфотерные элементы, причём при переходе от Al к In основные свойства усиливаются, а таллий проявляет металлические свойства (для него более устойчиво состояние Tl^+ , чем Tl^{3+}).

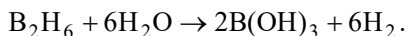
Оксиды элементов IIIA группы при сплавлении со щелочами образуют соли. При обработке оксидов кислотами только Al, Ga, In, Tl переходят в раствор в виде аквакатионов $[Me(H_2O)_6]^{3+}$. Оксид и гидроксид бора обладают кислотными свойствами.

Оксиды и гидроксиды алюминия, индия и галлия амфотерны и реагируют как с кислотами, так и со щелочами:



Из солей, содержащих бор, наиболее распространённой является тетраборат натрия $Na_2B_4O_7$; он образуется при растворении в горячей воде метабората натрия $NaBO_2$ или при нейтрализации борной кислоты H_3BO_3 . Самые известные для алюминия, галлия и индия двойные соли типа квасцов, отвечающие составу $Me_1Me_2(SO_4)_2$, где Me_1 – Na, K, Rb, Cs, Tl, Me_2 – Al, Ga, In.

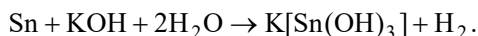
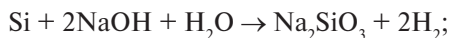
Бор образует много водородных соединений, отвечающих общей формуле B_xH_y и носящих групповое название бораны. Простейший из них диборан B_2H_6 . При взаимодействии с водой бораны выполняют роль восстановителя:



В IVA группу входят элементы C, Si, Ge, Sn, Pb с электронной формулой валентного уровня ns^2np^2 и преобладающими степенями окисления +2 и +4. Углерод и кремний – неметаллы, а германий, олово и свинец – амфотерные элементы с металлическим харак-

тером, возрастающим по мере увеличения порядкового номера. В целом от С к Pb устойчивость степени окисления +4 уменьшается, а степени +2 – растёт. Соединения свинца (IV) – сильные окислители, соединения остальных элементов в степени окисления +2 – сильные восстановители.

Простые вещества – углерод, кремний и германий химически довольно инертны и не реагируют с водой и некоторыми кислотами; олово и свинец также не реагируют с водой, но взаимодействуют с кислотами. Щелочами углерод в раствор не переводится, кремний переводится с трудом, германий реагирует со щелочами только в присутствии окислителей. Олово и свинец реагируют с водой в щелочной среде:



Реакционная способность простых веществ IVA группы усиливается при повышении температуры. При нагревании все они взаимодействуют с металлами и неметаллами.

Химия углерода – это главным образом химия органических соединений. Из неорганических производных углерода характерны карбиды (CaC_2 , Fe_3C и др.), оксиды (CO и CO_2), угольная кислота H_2CO_3 и её соли (карбонаты и гидрокарбонаты), циановодород HCN , тиоцианат водорода HCNS и некоторые другие.

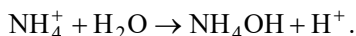
Кремний в степени окисления +4 входит в состав оксида SiO_2 и весьма многочисленных и часто сложных по строению силикатных ионов (SiO_4^{4-} , $\text{Si}_2\text{O}_4^{6-}$, $\text{Si}_3\text{O}_9^{6-}$ и др.). Диоксид кремния – кислотный оксид и реагирует со щелочами при сплавлении (образуя полиметасиликаты, отвечающие условной формуле SiO_3^{2-}) и в растворе (с получением ортосиликат-ионов SiO_4^{4-}). Водные растворы силикатов щелочных металлов вследствие гидролиза имеют щелочную среду.

Олово и свинец в степени окисления +2 образуют оксиды SnO и PbO . SnO термически неустойчив, разлагается на SnO_2 и Sn . PbO , наоборот, очень устойчив. Гидроксиды олова (II) и свинца (II) амфотерны. Большинство солей свинца (II) малорастворимо в воде. Оксиды олова (IV) и свинца (IV) амфотерны с преобладанием кислотных свойств.

N, P, As, Sb, Bi составляют VA группу. Их валентный уровень отвечает электронной формуле ns^2np^3 . Азот, фосфор, мышьяк – неметаллы, сурьма – типичный амфотерный элемент, висмут – металл. Неметаллы VA группы проявляют в соединениях степени окисления от -3 до $+5$. Высшая степень окисления $+5$ для азота и висмута неустойчива.

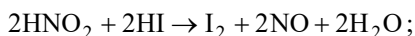
Все элементы VA группы, за исключением висмута, образуют оксиды $\text{Э}_2\text{O}_5$, имеющие кислотный характер. Им соответствуют сильная азотная кислота HNO_3 , слабые ортофосфорная H_3PO_4 и мышьяковая H_3AsO_4 кислоты и малорастворимый в воде полигидрат $\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ со слабокислотными свойствами.

Степень окисления -3 проявляют азот, фосфор, мышьяк и сурьма в водородных соединениях ЭH_3 . Азот образует несколько водородных соединений: аммиак NH_3 , гидразин N_2H_4 , гидроксилламин NH_2OH и азидоводород HN_3 . При растворении в воде аммиак присоединяет молекулу воды за счёт водородной связи с образованием $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и играет роль слабого основания, а соли аммония в растворе подвергаются гидролизу:



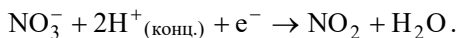
Из простых веществ VA группы только газообразный азот не реагирует с азотной кислотой. Твёрдые фосфор и мышьяк окисляются ею до H_3PO_4 и H_3AsO_4 , сурьма реагирует с концентрированной и разбавленной азотной кислотой, образуя соответственно $\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Висмут взаимодействует только с разбавленной HNO_3 , образуя $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, в то время как концентрированная азотная кислота его пассивирует.

Кислородные соединения азота существуют для всех его положительных степеней окисления от $+1$ до $+5$: N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5 . Оксиды N_2O , NO , NO_2 несолеобразующие. Оксидам N_2O_3 и N_2O_5 соответствуют азотистая HNO_2 и азотная HNO_3 кислоты. Азотистая кислота и её соли (нитриты) в реакциях могут играть роль окислителя и восстановителя:

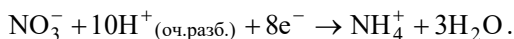
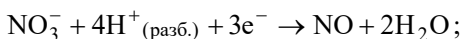


Окислительно-восстановительные свойства нитритов значительно сильнее проявляются в кислой среде.

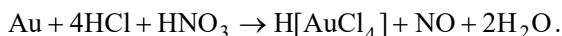
Азотная кислота – типичный окислитель. Концентрированная HNO_3 восстанавливается до NO_2 :



По мере разбавления HNO_3 , участвующей в окислительно-восстановительных реакциях, доля продуктов её восстановления с низкими степенями окисления (NO , N_2O , N_2 , NH_4^+) возрастает. На состав этих продуктов влияет и сила восстановителя. Условно считают, что умеренно разбавленная HNO_3 восстанавливается до NO , а очень разбавленная – до NH_4^+ :



Смесь концентрированной азотной и хлороводородной кислот («царская водка») окисляет даже золото и платину благодаря образованию очень сильных окислителей – атомарного хлора Cl^0 и хлорида нитрозила NOCl :

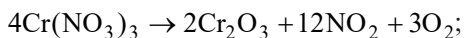


Соли азотной кислоты (нитраты) термически неустойчивы и при нагревании разлагаются, причём продукты реакции зависят от активности металла:

если $\varphi^\circ_{\text{металла}} < -2,36 \text{ В}$



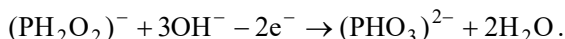
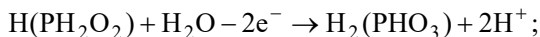
если $-2,36 \text{ В} \leq \varphi^\circ_{\text{металла}} \leq 0,34 \text{ В}$



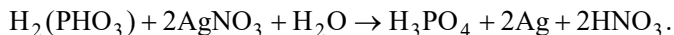
если $\varphi^\circ_{\text{металла}} > 0,34 \text{ В}$



Фосфор в степени окисления +1 образует фосфиновую кислоту $\text{H}(\text{PH}_2\text{O}_2)$, которая, как и её соли (фосфинаты), является восстановителем:



В степени окисления +3 фосфор образует слабую двухосновную фосфоновую кислоту $H_2(PhO_3)$. Соли этой кислоты (фосфонаты) и сама $H_2(PhO_3)$ являются сильными восстановителями:



Фосфор в степени окисления +5 образует гигроскопичный деаоксид тетрафосфора P_4O_{10} , который, постепенно присоединяя воду, переходит в кислоты: полиметафосфорные $(HPO_3)_x$, дифосфорную $H_2P_2O_7$ и ортофосфорную H_3PO_4 . Все кислоты фосфора (V) в водном растворе — слабые электролиты и окислительными свойствами не обладают.

Рост металличности в ряду элементов от фосфора к висмуту сказывается в том, что висмут в отличие от мышьяка и сурьмы не образует тиосолей. Поэтому сульфид висмута (III) не подвергается химическому растворению при действии сульфидов щелочных металлов. Это обстоятельство используют в промышленных процессах отделения висмута от сурьмы и мышьяка, сульфиды которых при такой обработке переходят в растворимые тиосоли типа Na_3AsS_3 , Na_3AsS_4 , Na_3SbS_3 , Na_3SbS_4 .

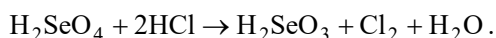
VIA группу периодической системы составляют O, S, Se, Te, Po. Групповое название этих элементов — халькогены, хотя кислород часто рассматривают отдельно. Валентный уровень атомов отвечает электронной формуле ns^2np^4 . Кислород — второй по электроотрицательности неметалл. Его устойчивая степень окисления —2; положительная степень окисления у кислорода проявляется только в его соединениях со фтором. Остальные элементы VIA группы проявляют в соединениях степени окисления —2, +4 и +6, причём для серы устойчива степень окисления +6, а для остальных элементов +4. O и S — неметаллы, Se, Te и Po — амфотерные элементы с преобладанием неметаллических (Se, Te) и металлических (Po) свойств.

Термическая устойчивость водородных соединений в ряду H_2O — H_2S — H_2Se — H_2Te падает; восстановительные свойства этих соединений возрастают. В водном растворе сероводород, селеноводород и теллуrowодород — слабые двухосновные кислоты.

Восстановительные свойства кислородных соединений серы, селена и теллура в степени окисления +4 понижаются с ростом порядкового номера элемента. Кислотным оксидам данных элементов

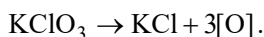
соответствуют кислоты H_2SO_3 (сернистая), H_2SeO_3 (селенистая), H_2TeO_3 (теллуристая), которые в водном растворе являются слабыми кислотами.

Кислородные соединения серы, селена и теллура в степени окисления +6 (ЭO_3) и отвечающие им кислоты H_2SO_4 (серная), H_2SeO_4 (селеновая), H_2TeO_4 (теллуровая) проявляют окислительные свойства, причём самые сильные окислители – соединения селена. Например, концентрированная селеновая кислота в отличие от серной окисляет хлорид-ион:



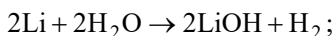
Простые вещества элементов VIA группы (кроме Po) не реагируют с водой и кислотами (кроме HNO_3 и H_2SO_4) при обычных условиях.

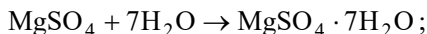
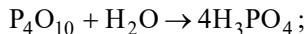
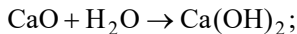
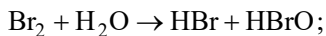
Кислород – первый по распространённости на Земле элемент – находится в самородном виде (воздух) и входит в состав воды, многочисленных горных пород и живых организмов. Известен в двух аллотропных модификациях: дикислород (O_2) и трикислород (O_3). Атомарный кислород образуется в момент выделения кислорода в свободном виде, например, при термическом разложении солей:



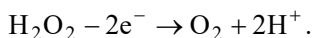
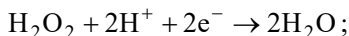
Если в сфере реакции нет восстановителя, способного окисляться, то в конечном итоге выделяется молекулярный кислород O_2 . Атомарный кислород и озон – очень сильные окислители, молекулярный кислород – значительно слабее.

Водородные соединения кислорода – вода H_2O и пероксид водорода H_2O_2 . В молекуле пероксида водорода имеется неполярная ковалентная связь $\text{O}-\text{O}$, а степень окисления кислорода равна -1 . По химическим свойствам вода – довольно активное вещество; в подходящих условиях она реагирует со многими металлами и некоторыми неметаллами, способствует протеканию огромного числа обменных и окислительно-восстановительных реакций между другими веществами. С основными и кислотными оксидами вода образует гидроксиды и кислоты, со многими безводными солями – кристаллогидраты и аквакомплексы:





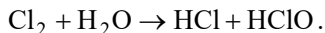
Жидкий пероксид водорода малоустойчив, в растворе проявляет и окислительные, и восстановительные свойства:



F, Cl, Br, I, At составляют VIIA группу периодической системы. Групповое название этих элементов – галогены. Валентные электроны имеют электронную формулу ns^2np^5 ; атом фтора не имеет nd-подуровня и поэтому образует только одну ковалентную связь. Фтор – самый электроотрицательный элемент и встречается только в степенях окисления +1 и 0. Остальные галогены в соединениях проявляют степени окисления от –1 до +7.

Простые вещества X_2 – типичные неметаллы, причём их неметаллические свойства ослабевают при переходе от фтора к астату. В природе галогены обычно находятся в восстановленном состоянии в виде галогенидов.

Отличаясь чрезвычайно высокой химической активностью, фтор энергично реагирует с водой, при этом образуется сложная смесь продуктов (фтороводород, кислород, озон, пероксид водорода, дифторид кислорода и др.). Хлор при растворении в воде диспропорционирует с образованием кислот:



Взаимодействие брома и йода в подобных условиях протекает значительно слабее. В органических растворителях неполярные бром и йод растворяются значительно лучше, чем в воде.

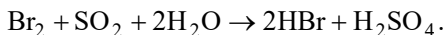
Из водного раствора щёлочи фтор выделяет дифторид кислорода:



а остальные галогены полностью диспропорционируют:



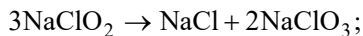
Галогены как окислители вступают в реакцию почти со всеми элементами периодической системы. С типичными металлами они образуют ионные галогениды, а с типичными неметаллами – ковалентные галогениды. Окислительные свойства галогенов проявляются и в реакциях со сложными веществами:



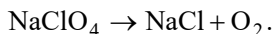
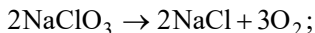
В ряду галогенов от фтора к йоду устойчивость галогеноводородов уменьшается. Фтороводород в водном растворе – слабая кислота, остальные галогеноводороды – сильные кислоты.

Устойчивость кислородсодержащих соединений галогенов в одной и той же степени окисления возрастает в ряду от хлора к йоду. Непосредственно с кислородом галогены не взаимодействуют; оксиды галогенов получают разложением солей кислородных кислот галогенов. Важнейшие оксиды и кислородсодержащие кислоты галогенов: степень окисления +1 – Cl_2O , HClO , HBrO ; степень окисления +3 – HClO_2 ; степень окисления +4 – ClO_2 ; степень окисления +5 – HClO_3 , HBrO_3 , I_2O_5 , HIO_3 ; степень окисления +6 – ClO_3 ; степень окисления +7 – Cl_2O_7 , HClO_4 , HBrO_4 , HIO_4 , H_5IO_6 .

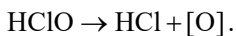
Получение кислородных соединений галогенов основано на реакции дисмутации галогенов в холодном и горячем растворах щелочей. Гипогалогениты $\text{Me}\text{ЭO}$ при нагревании последовательно диспропорционируют до галогенидов $\text{Me}\text{Э}$ и галогенитов $\text{Me}\text{ЭO}_2$, а затем галогенатов $\text{Me}\text{ЭO}_3$; твёрдые галогенаты термически неустойчивы и диспропорционируют на $\text{Me}\text{Э}$ и пергалогенаты $\text{Me}\text{ЭO}_4$:



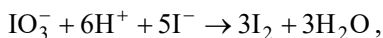
Кроме того, $\text{Me}\text{ЭO}_3$ и $\text{Me}\text{ЭO}_4$ разлагаются с выделением кислорода:



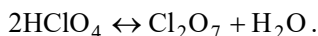
Сильное окисляющее и отбеливающее свойство гипохлоритов MeClO и хлорноватистой кислоты HClO при нагревании в водном растворе объясняется образованием очень активного атомарного кислорода:



Окислительная активность галогенат-ионов ЭO_3^- проявляется только в кислой среде:



а пергалогенат-ионы ЭO_4 в водном растворе вообще не обладают окислительными свойствами. Однако концентрированная хлорная кислота HClO_4 действует как окислитель. Безводная HClO_4 взрывоопасна, что объясняется термической неустойчивостью образующегося в ней гептаоксида дихлора:



В водном растворе HClO , HClO_2 , HBrO , H_5IO_6 – слабые кислоты, а остальные кислородсодержащие кислоты – сильные.

Примеры решения задач

▪ **Во сколько раз растворимость оксалата кальция CaC_2O_4 в 0,1 М растворе оксалата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ меньше, чем в воде?**

Значение произведения растворимости оксалата кальция выписываем из соответствующей таблицы: $\text{ПР}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2 \cdot 10^{-9}$, и оно же равно: $\text{ПР}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = [\text{Ca}^{+2}][\text{C}_2\text{O}_4^{-2}]$.

Растворимость оксалата кальция в воде:

$$s = (\text{ПР}(\text{CaC}_2\text{O}_4))^{1/2} = (2 \cdot 10^{-9})^{1/2} = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л.}$$

В 0,1 М растворе оксалата аммония концентрацию ионов кальция обозначим через s' , а концентрация оксалат-ионов составит 0,1 моль/л, тогда

$$s' = \text{ПР}(\text{CaC}_2\text{O}_4)/[\text{C}_2\text{O}_4^{-2}] = 2 \cdot 10^{-9}/0,1 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л.}$$

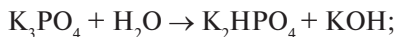
Уменьшение растворимости CaC_2O_4 в 0,1 М растворе $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$:

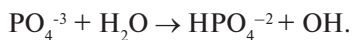
$$k = s/s' = 4,5 \cdot 10^{-5}/2 \cdot 10^{-8} = 2200,$$

то есть в 2200 раз меньше, чем в воде.

▪ **Определите pH 0,1 М раствора ортофосфата калия.**

Гидролиз ортофосфата калия протекает преимущественно по первой ступени по аниону (соль образована сильным основанием КОН и слабой кислотой H_3PO_4):





Константа гидролиза определяется константой диссоциации ортофосфорной кислоты по третьей ступени, в результате которой диссоциирует ион HPO_4^{-2} на ортофосфат-ион (PO_4^{-3}) и ион водорода (H^+) ($K_3 = 1,3 \cdot 10^{-12}$ – справочная величина):

$$K_{г1} = K_w/K_3 = 10^{-14}/1,3 \cdot 10^{-12} = 7,7 \cdot 10^{-3}.$$

Степень гидролиза:

$$\beta = (K_{г1}/C)^{1/2} = (7,7 \cdot 10^{-3} / 0,1)^{1/2} = 2,8 \cdot 10^{-2}.$$

Концентрация гидроксид-ионов:

$$[\text{OH}^-] = \beta C = 2,8 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л.}$$

Гидроксидный показатель:

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg(2,8 \cdot 10^{-3}) = 2,55.$$

Водородный показатель:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,55 = 11,45.$$

▪ **Газообразное соединение азота с водородом содержит 12,5 % (мас.) водорода. Плотность соединения по водороду равна 16. Найдите молекулярную формулу соединения.**

Отношение числа атомов азота (x) к числу атомов водорода (y) в молекуле соединения:

$$\begin{aligned} x : y &= m(\text{N})/M(\text{N}) : m(\text{H})/M(\text{H}) = \\ &= 87,5/14 : 12,5/1 = 6,25 : 12,5 = 1 : 2. \end{aligned}$$

Простейшая формула соединения – NH_2 , молярная масса которого равна $M(\text{NH}_2) = 16 \text{ г/моль}$.

Истинная молярная масса вещества N_xH_y :

$$M(\text{N}_x\text{H}_y) = D(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 16 \cdot 2 = 32 \text{ г/моль.}$$

Отношение истинной молярной массы к молярной массе простейшей формулы:

$$k = M(\text{N}_x\text{H}_y)/M(\text{NH}_2) = 32/16 = 2,$$

следовательно, истинная формула имеет вид N_2H_4 .

3. d-МЕТАЛЛЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

К d-металлам относятся элементы В групп (побочных подгрупп) периодической системы, у атомов которых внешний энергетический уровень содержит 2s-электрона и имеются различия в заполненности предвнешнего уровня, содержащего от 8 до 18 электронов, то есть от $(n-1)d^1ns^2$ до $(n-1)d^{10}ns^2$. Атомы некоторых d-металлов (Cr, Cu, Nb, Mo, Ru, Rh, Ag, Pt, Au) во внешнем слое содержат 1s-электрон из-за перехода s-электрона на d-орбиталь предвнешнего слоя (это приводит к выигрышу энергии и увеличению устойчивости электронной оболочки). В образовании химической связи участвуют преимущественно ns^2 -электроны.

В каждом большом периоде содержится по 10 d-элементов; в 6 и 7 периодах – по 14 f-элементов.

По своим физическим и химическим свойствам d-элементы – это металлы, которые характеризуются рядом общих свойств:

- низкие энергии ионизации (изменение энергии ионизации по периоду слева направо происходит достаточно плавно);
- размер атомов d-металлов занимает некоторое промежуточное положение между размерами атомов s- и p-металлов, причём по периоду изменение радиуса атомов очень незначительно, а по подгруппе сверху вниз увеличивается;
- в химических реакциях сначала реализуются s-электроны, а затем d-электроны;
- в химических реакциях атомы металлов могут только окисляться: $Me^0 - ne^- \rightarrow Me^{n+}$.

Металлы IIIB группы (Sc, Y, La, Ac) по своим свойствам очень близки к щелочным и щёлочно-земельным металлам, имеют низкую плотность, невысокие температуры плавления.

Металлы IVB группы (Ti, Zr, Hf), VB группы (V, Nb, Ta), VIB группы (Cr, Mo, W) имеют высокую плотность, в большинстве своём очень высокие температуры плавления (W – 3330 °C).

Металлы VIIB группы (Mn, Tc, Re) достаточно плотные, тяжёлые, тугоплавкие.

Металлы VIIIB группы представлены семейством железа (Fe, Ni, Co) и платиновыми металлами (Ru, Rh, Pd и Os, Ir, Pt). Элементы семейства железа имеют температуру плавления в пределах

1450...1550 °С, плотность 8...9 г/см³. Металлы платиновой подгруппы тугоплавки и труднолетучи, по плотности разделяют на лёгкие (12 г/см³ – Ru, Rh, Pd) и тяжёлые (22 г/см³ – Os, Ir, Pt).

Металлы IV группы (Cu, Ag, Au) характеризуются значительными плотностями, довольно высокими температурами плавления, сравнительно малой твёрдостью.

Металлы IIВ группы (Zn, Cd, Hg) достаточно легкоплавки (Hg имеет температуру плавления –39 °С, в обычных условиях жидкая).

Для d-металлов характерно вертикальное сходство (полные аналоги); отмечается некоторое горизонтальное сходство, причём в меньшей мере, чем вертикальное. В пределах каждой декады элементов восстановительные свойства уменьшаются, а от первой ко второй подгруппе усиливаются.

Кислородом воздуха большинство d-металлов не окисляются, так как имеют на своей поверхности защитные оксидные пленки (исключение составляют Sc, Y, La, Ac, которые окисляются достаточно легко). Очень легко окисляется железо. Платиновые (благородные) металлы кислородом воздуха не окисляются. Высокую химическую стойкость проявляют Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, W, Cr.

При нагревании d-металлы реагируют с кислородом, галогенами, серой, азотом, кремнием, углеродом, причём температура реакции достигает 700...1000 °С. Многие d-металлы образуют сплавы с другими металлами, обычно это интерметаллические соединения или твёрдые растворы замещения. Ртуть образует амальгамы.

Большинство из них могут образовывать комплексные соединения (выступать в роли комплексообразователя). Отношение d-металлов к кислотам и щелочам различно и представлено в табл. 3.

Для d-металлов характерно проявление различных степеней окисления. Ag, Au, Cu могут проявлять степень окисления +1; для остальных d-металлов обычной степенью окисления является +2, для La +3. Соединения с низшей степенью окисления (оксиды, гидроксиды) проявляют основные свойства; соединения с высшей степенью окисления проявляют кислотные свойства.

Таблица 3

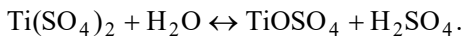
Отношение d-металлов к кислотам и щелочам

Группа, металлы	Отношение к кислотам	Отношение к щелочам
IIIB Sc, Y, La, Ac	Легко растворяются в HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , разбавленных и концентрированных; вытесняют водород из воды	Не взаимодействуют (медленно взаимодействует Sc)
IVB Ti, Zr, Hf	Очень медленно взаимодействуют с растворами кислот; достаточно легко с концентрированными кислотами; Zr и Hf не взаимодействуют с разбавленными кислотами, но растворяются в «царской водке» и HF	Только Ti; Zr и Hf с расплавом гидроксида натрия
VB V, Nb, Ta	V только с концентрированными HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , «царской водкой» и HF; Nb и Ta только в смеси HNO ₃ и HF	Не реагируют
VIB Cr, Mo, W	Cr с разбавленной H ₂ SO ₄ ; характерно снижение способности к переходу в пассивное состояние. Mo и W устойчивы к действию кислот, но не способны к переходу в пассивное состояние при повышенных температурах (их высшие оксиды летучи)	Не реагируют
VII B Mn, Tc, Re	Растворяются в разбавленных HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ ; концентрированные кислоты пассивируют поверхность металла	При обычной температуре не взаимодействуют
VIII B Fe, Co, Ni Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt	Fe – металл средней активности, легко реагирует с растворами HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ ; очень концентрированная HNO ₃ пассивирует железо. Co и Ni покрыты защитными оксидными пленками, но окисляются кислотами Большинство платиновых металлов не растворяются в кислотах и «царской водке», но Pt в «царской водке» растворима	При обычных условиях Fe не реагирует (только при нагреве, кипячении в порошкообразном состоянии). Co и Ni не реагируют Не реагируют со щелочами
IB Cu, Ag, Au	Au не растворяется в кислотах, но реагирует с «царской водкой». Ag покрыто оксидной пленкой; Ag и Cu не реагируют с растворами HCl, H ₂ SO ₄ , но растворяются в HNO ₃ любой концентрации	В щелочах при обычных условиях не растворяются

Группа, металлы	Отношение к кислотам	Отношение к щелочам
IV Zn, Cd, Hg	В разбавленных HCl, H ₂ SO ₄ Zn растворяется легко, Cd медленно, Hg не растворима. В концентрированных кислотах растворяются, особенно в HNO ₃	Zn реагирует со щелочами

Свойства соединений d-металлов в высших степенях окисления очень близки к свойствам соединений элементов соответствующих A групп.

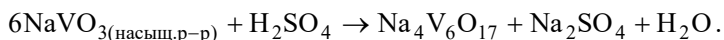
Титан образует оксиды TiO, Ti₂O₃, TiO₂, в ряду которых усиливаются кислотные свойства (для TiO₂). Цирконий и гафний образуют только ZrO₂ и HfO₂. Косвенным путём из высших оксидов могут быть получены соответствующие кислоты H₄TiO₄, H₄ZrO₄, H₄HfO₄. Это студнеобразные осадки, растворимые в кислотах и нерастворимые в щелочах. Соли этих кислот сильно гидролизуются:



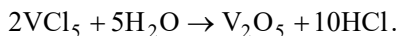
Получены сульфиды MeS₂, галогениды MeHal₄. Хлориды титана сильно гидролизуются.

Высшие оксиды металлов VB группы – ковалентно-полярные соединения кислотного характера. В ряду V₂O₅ – Nb₂O₅ – Ta₂O₅ кислотные свойства ослабевают. Известны соли ванадиевой кислоты – метаванадаты KVO₃, ортованадаты K₃VO₄, параванадаты K₄V₂O₇. Соответствующие соли получены для ниобия и тантала.

Для ванадия характерны оксиды VO, V₂O₃, VO₂, V₂O₅. С ростом степени окисления уменьшаются основные свойства и возрастает окислительная активность. Интересно образование для V⁺⁵ поливанадиевых кислот:



Для элементов подгруппы ванадия получены галогениды MeHal₅, MeHal₃. Они имеют кислотную природу, хорошо гидролизуются:



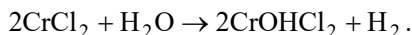
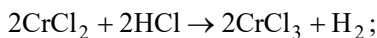
Получены бориды, силициды, карбиды, нитриды этих металлов. В большинстве своём это тугоплавкие вещества, очень твёрдые, химически стойкие.

Элементы VIВ группы образуют целый ряд оксидов с различными степенями окисления:



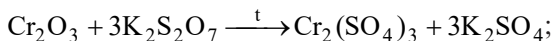
С увеличением степени окисления уменьшается основной и усиливается кислотный характер оксидов.

Соединения хрома (II) – сильные восстановители:

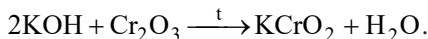


Оксид хрома (III) носит амфотерный характер, что проявляется в реакциях:

– основные свойства

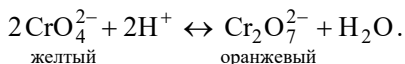
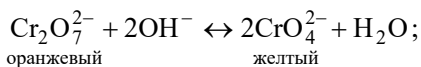


– кислотные свойства

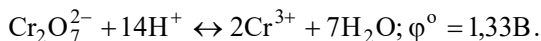


Соединения хрома (VI), молибдена (VI), вольфрама (VI) многочисленны.

Триоксиду хрома CrO_3 соответствуют кислоты H_2CrO_4 – хромовая, $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – двуххромовая и др. Они не существуют в растворах, но соли их устойчивы. Равновесие в системе хромат – дихромат легко смещается изменением среды:



Хроматы и дихроматы – окислители, особенно сильно это проявляется в кислой среде:



Оксиды MoO_3 и WO_3 нерастворимы в воде и кислотах; в расплавах щелочей образуют соли молибденовой и вольфрамовой кислот.

Молибден и вольфрам способны образовывать изо- и гетерополисоединения.

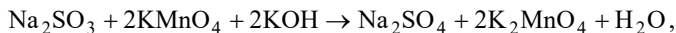
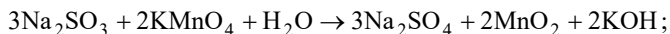
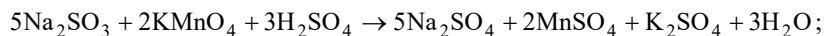
Металлы VIIВ группы также образуют целую гамму оксидов с различными степенями окисления, причём наиболее характерно это проявляется для марганца.

Оксиды марганца: MnO (основный) – MnO_2 (амфотерный) – MnO_3 (кислотный) – Mn_2O_7 (кислотный).

Гидроксиды и кислоты: $\text{Mn}(\text{OH})_2$ (основание) – $\text{Mn}(\text{OH})_4$ (амфотерный) – H_2MnO_4 (кислота) – HMnO_4 (кислота).

Соединения марганца (VI) очень неустойчивы, проявляют окислительные свойства.

Соединения марганца (VII) – Mn_2O_7 , HMnO_4 и перманганаты – очень сильные окислители. В зависимости от среды MnO_4^- восстанавливается в разной степени:

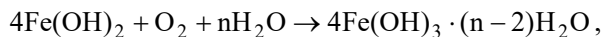


причём наиболее глубоко в кислой среде.

Окислительные свойства технециевой и рениевой кислот гораздо слабее.

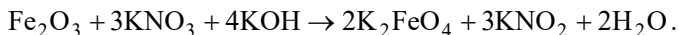
Железо, кобальт, никель образуют оксиды MeO , Me_2O_3 и Me_3O_4 ($\text{MeO} \cdot \text{Me}_2\text{O}_3$). Наиболее устойчивы Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , CoO , NiO .

Гидроксиды получают по реакциям обмена солей со щелочами. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ и $\text{Co}(\text{OH})_2$ на воздухе быстро окисляются:



а $\text{Ni}(\text{OH})_2$ – устойчив.

Оксид железа (III) сплавляется со щелочами в присутствии окислителей, образуя ферраты:



Ферраты (соли железной кислоты H_2FeO_4) – сильные окислители.

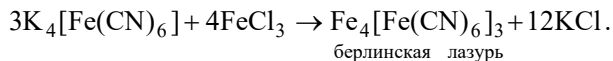
Оксиды кобальта (III) и никеля (III) – сильные окислители:



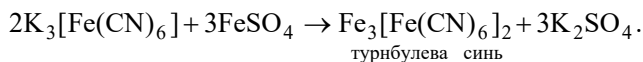
Большинство солей этих металлов растворимы в воде и окрашены благодаря образованию аквакомплексов: $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ – бледно-зелёный, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ – розовый, $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ – ярко-зелёный.

Все соли Fe (II), Co (II), Ni (II) проявляют свойства восстановителей.

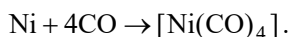
Гексацианоферрат (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – реактив на ионы Fe^{3+} :



Соли железа (III) – слабые окислители. Соль $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (красная кровяная соль) – реактив на ионы Fe^{2+} :



Металлы семейства железа – хорошие комплексообразователи, легко образуют карбонилы металлов:



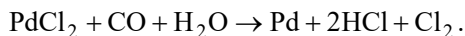
Среди металлов платиновой группы оксиды MeO_2 дают все металлы; Me_2O_3 – Rh, Ir, Pt; MeO_3 – Pt; MeO_4 – Ru, Os.

Оксиды осмия (VIII) и рутения (VIII) – сильные окислители:



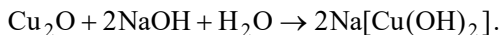
Среди кислородных соединений рутения и осмия важны рутенаты K_2RuO_4 , перрутенаты KRuO_4 , осматы K_2OsO_4 . Это устойчивые вещества, окислители.

Важен хлорид палладия (II), который легко окисляет оксид углерода (II) – угарный газ:

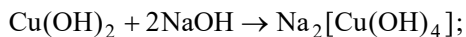
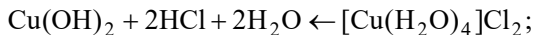


Все металлы платиновой группы – хорошие комплексообразователи, образуют многочисленные комплексы: $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ – гексахлороплатинат (IV) водорода, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$ – хлорид гексаамминплатины (IV) и др.

Металлы подгруппы меди (IB) образуют характерные оксиды CuO (Cu_2O – неустойчив), Ag_2O , Au_2O_3 , нерастворимы в воде. С концентрированными щелочами образуют гидроксокомплексы:



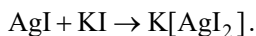
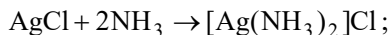
Гидроксиды MeOH неустойчивы, слабые основания. Гидроксид Cu(OH)₂ амфотерен:



$\text{Cu(OH)}_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu(NH}_3)_4](\text{OH})_2$ – реактив Швейцера.

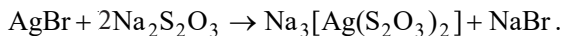
Оксид Au₂O₃ и гидроксид Au(OH)₃ амфотерны.

Металлы подгруппы меди склонны к комплексообразованию, образуя галогенидные, аммиачные аквакомплексы:



Растворимые соли меди легко гидролизуются с образованием основных солей.

Соли серебра: AgNO₃ – хорошо растворима; галогениды AgCl, AgBr, AgI – нерастворимы в воде, но легко растворяются в тиосульфате натрия:



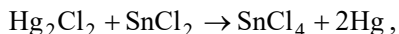
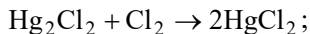
Для металлов подгруппы цинка малохарактерно образование гидридов, нитридов, пероксидов, но они образуют сплавы друг с другом и с другими металлами. Для ртути можно получить амальгамы путём растирания или перемешивания металла с ртутью (кроме железа). Оксиды этих металлов в воде нерастворимы, гидроксиды получают косвенным путём. ZnO, Zn(OH)₂ – амфотерны, растворяются в кислотах, щелочах, растворе аммиака; CdO, Cd(OH)₂ – носят основной характер, но растворяются в растворе аммиака:



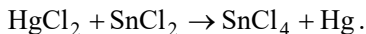
Сульфиды металлов подгруппы цинка в воде нерастворимы, галогениды более растворимы и легко гидролизуются.

Хлориды ртути HgCl₂ – сулема и Hg₂Cl₂ – каломель проявляют разные свойства:

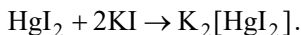
Hg₂Cl₂ – окислительные и восстановительные:



HgCl_2 — только окислительные:



Цинк, ртуть и кадмий также способны к образованию комплексных соединений:



Эти металлы дают и другие соли — сульфаты, нитраты, карбонаты, проявляя при этом устойчивую степень окисления +2.

Примеры решения задач

▪ **На каком основании хлор и марганец помещают в одной группе периодической системы элементов? Почему их помещают в разных подгруппах?**

Электронные конфигурации атомов:

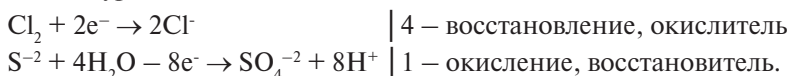


Валентные электроны хлора — $3s^2 3p^5$, марганца — $4s^2 3d^5$. Элементы не являются электронными аналогами, поэтому их размещают в разных подгруппах. Но на валентных орбиталях атомов этих элементов находится одинаковое количество электронов — 7, поэтому оба элемента расположены в седьмой группе.

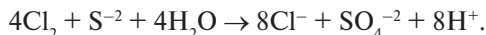
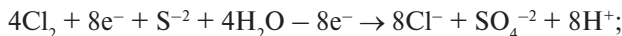
▪ **Составьте уравнение реакции $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ и расставьте коэффициенты методом ионно-электронного баланса.**

Схема реакции: $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$.

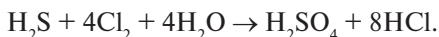
Полуреакции:



Складываем полуреакции с учётом основных коэффициентов:



Молекулярное уравнение:



▪ Назовите комплексное соединение $K_2[Cu(CN)_4]$, определите его тип, укажите внешнюю и внутреннюю сферы, комплексообразователь, его координационное число, лиганды. Выразите константу нестойкости комплексного иона.

$K_2[Cu(CN)_4]$ – тетрацианокупрат (II) калия;

K^+ – внешняя сфера;

$[Cu(CN)_4]^{-2}$ – внутренняя сфера.

Так как внутренняя сфера является анионом, то комплексное соединение относится к комплексам анионного типа.

Cu^{+2} – комплексообразователь с координационным числом к. ч. = 4 (образует четыре связи с лигандами);

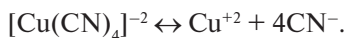
CN^- – лиганды.

Диссоциация комплексного соединения:

I степень:



II степень:



Константа нестойкости:

$$K_{\text{нест}} = [Cu^{+2}][CN^-]^4 / [[Cu(CN)_4]^{-2}].$$

4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ХИМИИ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

ВАРИАНТ 1

Элементы IA и IIA групп

1. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе получения карбоната натрия по аммиачному способу. Можно ли таким путём получить карбонат калия? Почему?
2. Определите жёсткость воды, в литре которой содержится 0,486 г гидрокарбоната кальция. Сколько граммов карбоната натрия нужно прибавить к 3 м³ этой воды для устранения её жёсткости?
3. Приведите примеры реакций, иллюстрирующих большую химическую активность щелочных металлов. В каком направлении и по каким причинам они усиливаются?
4. Напишите уравнение реакции $\text{CaH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$. Определите окислитель и восстановитель.
5. Вычислите расход сырья – объём рассола с содержанием 300 г хлорида натрия в одном литре, аммиака и оксида углерода (IV) (н. у.), требуемый для производства 100 кг кальцинированной соды по аммиачному способу, считая, что только 2/3 хлорида натрия превращается в соду, а образующийся при прокаливании гидрокарбоната натрия оксид углерода (IV) без потерь возвращается в производственный цикл.

Элементы IIIA группы

1. Напишите уравнение реакции гидролиза катиона алюминия по первой и второй ступеням. Каким образом сместится равновесие процесса гидролиза при добавлении щёлочи? Объясните механизм смещения равновесия и укажите, образование какого продукта следует ожидать в этом случае.
2. Установите исходные вещества и условия протекания реакций по известным продуктам превращений: а) $\dots \rightarrow \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{KCl}$; б) $\dots \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{NaCl}$. Составьте уравнения реакций.

3. Напишите уравнение реакции диссоциации алюмокалиевых квасцов. Какое количество: а) гидроксида натрия; б) аммиака (в водном растворе) потребуется для осаждения гидроксида алюминия из одного моля алюмокалиевых квасцов. Укажите условия осаждения гидроксида алюминия и характер полученного осадка. В каких условиях образуется кристаллический $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{AlO}(\text{OH})$?
4. Что называется перлом буры? Напишите уравнение реакции образования перла с оксидом кобальта (II). К какому виду солей относится полученное соединение?
5. Сколько миллилитров 10%-го раствора серной кислоты ($\rho = 1,066$ г/мл) потребуется для получения 5 г борной кислоты из тетрабората натрия?

Элементы IVA группы

1. Какая электронная структура отвечает р-элементам IVA группы?
2. Составьте уравнение реакции $\text{SiO}_2 + \text{C} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$.
3. Какой объём (н. у.) оксида углерода (IV) можно получить из 300 г гидрокарбоната натрия при прокаливании?
4. Составьте уравнение реакции, выраженное в следующем ионном виде: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Pb}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{Pb}^{2+}$.
5. Что является окислителем и восстановителем в гальваническом элементе, составленном из олова и серебра, погруженных в нормальные растворы их солей? Составьте схему этого гальванического элемента. Исходя из величин стандартных электродных потенциалов и значения ΔG_{298}^0 , укажите, можно ли осуществить данную реакцию в гальваническом элементе.

Элементы VA группы

1. Изобразите пространственное строение молекулы аммиака и иона аммония; охарактеризуйте химическую связь в этих частицах.
2. Напишите уравнения реакций обычного и каталитического окисления аммиака.
3. Какая масса фосфата кальция, угля и песка требуется для получения оксида фосфора (V) массой 1 кг?
4. Осуществите превращения: $\text{BiCl}_3 \rightarrow \text{Bi}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{BiI}_3 \rightarrow \text{K}[\text{BiI}_4]$.

5. До какого объёма нужно упарить 150 мл 6%-го раствора арсената натрия ($\rho = 1,06$ г/мл), чтобы получить 10%-й раствор ($\rho = 1,13$ г/мл)?

Элементы VIA группы

1. Охарактеризуйте положение серы в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Какая электронная формула соответствует сульфид-иону?
2. Из каких приведённых продуктов можно получить тетраионат натрия: а) сера и сульфит натрия; б) йод и тиосульфат натрия; в) хлор и тиосульфат натрия? Напишите полное уравнение реакции получения тетраионата натрия.
3. Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса: а) $\text{SO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; б) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
Какие свойства проявляет оксид серы (IV) в реакциях?
4. Какая масса кислорода находится в воздухе, занимающем объём 36 м^3 (н. у.)?
5. Составьте уравнение реакции $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$.

Элементы VIIA группы

1. Как объяснить характер изменения температур плавления и кипения и агрегатного состояния свободных галогенов в ряду фтор – йод?
2. Сопоставьте восстановительные свойства галогеноводородных кислот и их солей. Приведите примеры соответствующих реакций.
3. Перечислите области применения астата и его соединений.
4. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{ClO}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{ClO}_2)_2 \xrightarrow{t} \text{HClO}_2 \rightarrow \text{X}$.
5. Сколько граммов йода выделится при окислении раствора йодида натрия 150 мл 0,02 М раствора перманганата калия в кислой среде?

Элементы IV группы

1. При кипячении раствора хлорида меди (II) с медными опилками в осадок выпадает белый порошок. Что представляет собой это вещество? Напишите уравнение реакции.
2. Составьте уравнение реакции:
$$\text{AgNO}_3 + \text{AsH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag} + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \dots$$
3. При какой концентрации сульфид-ионов начнётся выпадение осадка сульфида меди (II) из 0,05 М раствора $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$, содержащего в 1 л раствора 1 моль избыточного цианида калия, если константа нестойкости $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ равна $5 \cdot 10^{-31}$ и $\text{PP}(\text{CuS}) = 3,2 \cdot 10^{-38}$?
4. На осаждение ионов серебра, извлечённых из 100 г руды, израсходовано 18 мл 0,1 н. раствора хлорида натрия. Сколько серебра содержится в 1 т руды?

Элементы IIВ группы

1. Взаимодействует ли цинк с гидроксидом натрия в водном растворе? В чём растворяется $\text{Zn}(\text{OH})_2$?
2. Составьте уравнение реакции разбавленной азотной кислоты с избытком и недостатком ртути.
3. Пользуясь значениями ПР, объясните, почему сульфиты цинка и кадмия по-разному относятся к соляной кислоте. Какое применение в аналитической химии находит это явление?
4. Рассчитайте тепловой эффект реакции восстановления 10 кг оксида цинка графитом.

Элементы IIIВ и IVВ групп

1. Рассчитайте при 25 °С растворимость (моль/л) для гидроксидов $\text{M}(\text{OH})_3$, где М – Sc, Y, La, Ac. Как изменяется растворимость $\text{M}(\text{OH})_3$ с увеличением порядкового номера элементов М?
2. Сравните окислительные и восстановительные свойства иона $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ в кислой среде. Приведите примеры реакций и количественно обоснуйте направление их протекания в стандартных условиях при 25 °С.

Элементы VIВ группы

1. Составьте уравнение реакции $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 \xrightarrow{t} \dots$.
2. Объясните, почему при действии растворов сульфита аммония и соды на раствор хромовых квасцов выпадают осадки одинакового состава.
3. Сколько граммов дихромата калия необходимо для приготовления 250 мл 0,01 н. раствора, используемого в реакции восстановления дихромата до иона Cr^{3+} ?
4. Как перевести дихромат натрия в хромат и наоборот — хромат натрия в дихромат? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакции сплавления оксида хрома (III) с карбонатом и нитратом натрия (содой и селитрой).

Элементы VIIВ группы

1. Как взаимодействуют с разбавленными кислотами марганец, технеций и рений? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций, учитывая наиболее характерную степень окисления:
а) $\text{Mn} + \text{HCl} \rightarrow \dots$; б) $\text{Tc} + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$; в) $\text{Re} + \text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
2. Какие кислотно-основные свойства проявляет гидроксид марганца (II)? Напишите уравнения реакций, подтверждающие свойства гидроксида марганца (II), в ионном и молекулярном видах.
3. Составьте уравнения реакций и назовите все соединения марганца: а) $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$; б) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.
4. Сколько воды получится при восстановлении смеси MnO_2 и Mn массой 3 г, если при растворении этой смеси массой 1 г в соляной кислоте выделился водород объемом 0,224 л (н. у.)?

Элементы VIIIВ группы

1. Чем обусловлена склонность ионов железа к образованию координационных соединений? Напишите уравнение реакции получения комплексной соли железа (II). Назовите вещества, участвующие в реакции, и охарактеризуйте распределение электронов в комплексном ионе.
2. При постепенном добавлении гидроксида натрия к раствору хлорида кобальта сначала образуется синий осадок вещества X_1 , ко-

торый в избытке щёлочи превращается в осадок розового цвета вещества X_2 . Последний продукт превращается в тёмно-бурое вещество X_3 под действием брома в присутствии щёлочи. Напишите все уравнения реакций и назовите неизвестные вещества.

- Используя табличные данные, рассчитайте значение ΔH° , ΔS° и ΔG° реакции $\text{NiO}_{(к)} + \text{Pb}_{(к)} \rightarrow \text{Ni}_{(к)} + \text{PbO}_{(к)}$.
- Какие степени окисления проявляет железо в соединениях? Приведите ионно-молекулярные уравнения качественных реакций на ионы железа (II) и (III). Почему водные растворы феррата натрия Na_2FeO_4 выделяют кислород?

ВАРИАНТ 2

Элементы IA и IIA групп

- Напишите уравнения реакций натрия с водородом, кислородом, азотом и серой. Какую степень окисления приобретают атомы окислителя в каждой из этих реакций? Что образуется при взаимодействии полученных соединений с водой?
- В чем сущность ионитного способа устранения жёсткости воды? Рассчитайте жёсткость воды, содержащей в 1 л 0,0075 моля гидрокарбоната кальция.
- Как получить оксиды лития, натрия и калия? В каком случае можно использовать реакцию прямого окисления металла кислородом? Приведите соответствующие уравнения реакций.
- Какие из перечисленных солей подвергаются гидролизу – MgI_2 , RbNO_3 , K_3PO_4 ? Составьте ионные и молекулярные уравнения гидролиза, укажите реакцию (рН) среды растворов солей. Какие факторы влияют на степень гидролиза?
- При электролизе водного раствора хлорида натрия в течение 6 ч при силе тока 1000 А получено 70 л 10,6%-го раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,12$ г/мл). Вычислите коэффициент полезного действия тока.

Элементы IIIA группы

1. Предложите методику химического разделения смеси оксида алюминия и оксида кремния с выделением веществ в виде исходных соединений, имея в своём распоряжении растворы гидроксида натрия и соляной кислоты. Укажите условия проведения реакций.
2. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций, отвечающие следующим схемам: а) $\text{Al}, \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$; б) $\text{Al}, \text{NO}_3^-, \text{OH}^- \rightarrow [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}, \text{NH}_3$; в) $\text{Al}, \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$.
3. Растворятся ли 2 моля гидроксида алюминия в 100 г 10%-го раствора гидроксида калия с образованием тетрагидроксоалюмината калия?
4. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{BCl}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{MgB}_2 \rightarrow \text{B}_2\text{H}_6$.
5. К водному раствору борной кислоты добавили раствор лакмуса. Как окрасился индикатор? Какое значение pH наиболее соответствует раствору борной кислоты?

Элементы IVA группы

1. Чему равна максимальная валентность p-элементов IVA группы и чем она определяется?
2. Определите значение стандартной энтальпии сгорания этана (кДж/моль), если стандартные энтальпии образования этана, оксида углерода (IV) и воды (ж) соответственно равны $-84,7$; $-393,5$ и $-285,8$ кДж/моль.
3. Составьте уравнение реакции $\text{Si} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \rightarrow \dots$.
4. Напишите уравнение реакции получения оловянной кислоты из олова.
5. Какие процессы протекают в свинцово-никелевом гальваническом элементе? Составьте схему и определите величину электродвижущей силы.

Элементы VA группы

1. Можно ли применять такие известные осушители, как карбид кальция и концентрированная серная кислота, для осушения аммиака? Напишите уравнения реакций.

2. Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса: а) $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; б) $\text{NO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$.
3. Какую массу 80%-й фосфорной кислоты теоретически можно получить действием серной кислоты на фосфорит массой 120 кг, содержащий 65 % фосфата кальция?
4. Какая реакция будет протекать при добавлении раствора арсената натрия к подкисленному раствору иодида калия? Напишите уравнение реакции.
5. Чем отличается строение атомных ядер изотопов сурьмы ^{121}Sb и ^{123}Sb ?

Элементы VIA группы

1. Напишите структурную формулу тиосульфата натрия. Какие степени окисления и валентность проявляют атомы серы в данном соединении?
2. Какое из указанных водородных соединений элементов VIA группы отличается наибольшей восстановительной активностью: сероводород, селеноводород, теллуридоводород? Почему?
3. Какой объём оксида серы (IV), измеренный при температуре 27 °С и давлении 98,5 кПа, образуется при обжиге пирита массой 60 г, который содержит 18 % примесей?
4. Укажите все возможные и устойчивые степени окисления кислорода. Назовите соединения, в которых он проявляет положительную степень окисления. Каковы причины аллотропии кислорода?
5. Составьте уравнение реакции $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.

Элементы VIIA группы

1. Как можно с позиций методов валентных связей и молекулярных орбиталей объяснить низкие значения энергий связи в молекулах галогенов и особенно в молекуле фтора? Объясните, как и почему изменяется термическая устойчивость молекул в ряду галогенов.
2. Какая из перечисленных солей отличается лучшей растворимостью в воде: хлорид, бромид или иодид серебра? Ответ мотивируйте.
3. Составьте уравнения реакций взаимодействия йодоводорода с растворами серной кислоты разной концентрации, используя метод электронно-ионного баланса.

4. Как можно получить хлор в лабораторных условиях? Напишите уравнения реакций.
5. Смешали растворы нитрата серебра (2 М) и хлорида натрия (1 М). Какое число молей хлорида серебра выпало в осадок?

Элементы IV группы

1. Золото «растворили» в «царской водке» и собрали 12,6 л газа (н. у.). Рассчитайте массу металла, вступившего в реакцию. Напишите уравнение реакции.
2. Составьте уравнения реакций:
а) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \dots$; б) $\text{Au} + \text{NOCl} \rightarrow \dots$.
Назовите исходные и конечные вещества.
3. Смесь нитрата калия и хлорида магния массой 20,5 г обработали избытком нитрата серебра (I). Выпал осадок массой 3,5 г. Рассчитайте мольную долю каждой соли в исходной смеси.
4. Определите число атомов кислорода и водорода в 2,17 г пентагидрата сульфата меди (II).

Элементы IVB группы

1. Охарактеризуйте отношение кадмия к разбавленным соляной, серной, азотной кислотам. Напишите уравнения реакций.
2. Составьте уравнения реакций, протекающих при обжиге цинковой обманки и киновари.
3. Какой объём 2 М раствора гидроксида калия необходим для полного растворения 20 г гидроксида цинка?
4. При прокаливании 3,12 г смеси карбоната цинка с оксидом цинка получили 2,70 г оксида цинка. Вычислите состав исходной смеси (в процентах по массе).

Элементы III и IVB групп

1. При полном взаимодействии титана с избытком хлороводородной кислоты собрано 1,79 л (н. у.) газа. Определите массу (г) взятого для реакции титана. Укажите координационную формулу титаносодержащей частицы в конечном растворе и объясните, что произойдёт при разбавлении раствора.

2. Составьте уравнения возможных реакций по следующей схеме:
 $\text{Ti} \rightarrow \text{TiO}_2 \rightarrow \text{TiCl}_4 \rightarrow \text{TiO(OH)}_2 \rightarrow \text{Ti(OH)}_2^{2+} \rightarrow [\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.

Элементы VIB группы

1. Чем объяснить прочность комплексных соединений Cr^{3+} с координационным числом 6?
2. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{MoS}_2 \rightarrow \text{MoO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{MoO}_4 \rightarrow \text{MoO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{MoO}_4$.
3. Сколько литров сероводорода (н. у.) необходимо для восстановления дихромата калия, содержащегося в сернокислом растворе объёмом 400 мл с массовой долей дихромата 6 % ($\rho = 1,04$ г/мл)? Сероводород окисляется до элементарной серы.
4. Хром получают алюмотермическим восстановлением оксида хрома (III). Этот оксид получают сплавлением метахромита железа (II) с карбонатом натрия в кислороде. Получающийся хромат натрия переводят в дихромат, а его восстанавливают углём до Cr_2O_3 . Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

Элементы VIIIB группы

1. Почему соединения марганца (III) и (VI) способны к диспропорционированию? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций: а) $\text{Na}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \dots$; б) $\text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.
2. Чистый марганец получают электролизом водного раствора хлорида марганца (II). Какие процессы протекают на катоде и аноде при электролизе, если: а) анод угольный; б) анод марганцевый?
3. Составьте уравнение реакции:
 $2\text{SO}_3^{2-} + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{S}_2\text{O}_6^{2-} + \text{Mn}^{2+} + \dots$
4. Какой объём 1 н. раствора перманганата калия необходим для окисления 0,5 г нитрита натрия в щелочной среде? Сколько граммов перманганата потребуется для приготовления такого количества раствора?

Элементы VIIIB группы

1. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций, в которых феррат натрия является окислителем:
а) $\text{Na}_2\text{FeO}_4 + \text{HCl}_{(\text{конц.})} \rightarrow \dots$; б) $\text{Na}_2\text{FeO}_4 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$

- Известны два изомера состава $\text{CoBrSO}_4 \cdot 5\text{NH}_3$. Разбавленный раствор одного изомера даёт осадок при добавлении соли бария, второго – при добавлении соли серебра. Напишите координационные формулы изомеров и уравнения соответствующих реакций в молекулярном и ионном видах.
- Осуществите превращения:

$$\text{NiCl}_2 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{X}_2 \xrightarrow{t} \text{NiO}.$$
Назовите неизвестные вещества.
- Железную пластинку массой 10 г держали в 200 г раствора сульфата меди с массовой долей 20 % до тех пор, пока масса её не увеличилась на 2 %. Определите массовую долю оставшегося в растворе сульфата меди.

ВАРИАНТ 3

Элементы IA и IIA групп

- Составьте уравнение реакций, которые нужно провести для осуществления превращений:

$$\text{Ca} \rightarrow \text{CaH}_2 \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2.$$
- Сколько граммов карбоната натрия нужно прибавить к 2,5 м³ воды, чтобы устранить ее жёсткость, равную 5 мг-экв/л?
- Почему гидроксид магния растворяется в воде в присутствии хлорида аммония и не растворяется в присутствии хлорида натрия? Приведите уравнения соответствующих реакций.
- Чем отличается электролитический способ получения щелочных металлов от электролитического способа получения щелочей? Какие электролитические процессы протекают в том и другом случаях?
- Определите концентрацию ионов магния (моль/л) в насыщенном растворе магний-аммоний фосфата, если $\text{PP}(\text{MgNH}_4\text{PO}_4) = 2,5 \cdot 10^{-13}$.

Элементы IIIA группы

- Осуществите превращения: алюминий → сульфид алюминия → гидроксид алюминия → сульфат алюминия → хлорид алюминия → тетрагидроксоалюминат (III) натрия. Укажите условия протекания реакций.

2. Пользуясь табличными данными по энтальпиям образования, вычислите $\Delta H_{\text{обр}}^{\circ}(\text{AlCl}_{3(\text{к})})$, исходя из термохимического уравнения:

$$\text{AlCl}_{3(\text{к})} + 3\text{Na}_{(\text{к})} \rightarrow \text{Al}_{(\text{к})} + 3\text{NaCl}_{(\text{к})}; \Delta H_{\text{р}}^{\circ} = -537,6 \text{ кДж.}$$
3. Представьте формулу нефелина $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ в виде соединения оксидов. Сколько тонн оксида алюминия можно получить из 100 т нефелина, содержащего 10 % примесей (по массе) с выходом 87 %?
4. Что образуется при нагревании борной кислоты? Напишите уравнения реакций.
5. Составьте уравнение реакции взаимодействия бора с гидроксидом калия при их сплавлении в присутствии кислорода воздуха. Назовите образующиеся продукты реакции.

Элементы IVA группы

1. Почему атомы углерода и кремния проявляют переменную валентность?
2. Составьте уравнение реакции $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
3. Напишите уравнение гидролиза гидрокарбоната калия в молекулярной и ионной формах.
4. При нагревании порошка оксида свинца (IV) происходит ряд превращений: $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{Pb}_2\text{O} \rightarrow \text{Pb}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{PbO}$. По какому внешнему признаку можно установить переход одного оксида в другой? Почему два промежуточных оксида можно отнести к классу солей? Покажите это графическими формулами.
5. Какие из приведённых реакций возможны:
 - а) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Pb} \rightarrow \dots$; б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu} \rightarrow \dots$;
 - в) $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{Fe} \rightarrow \dots$?
 Определите количество получаемого металла из 200 г исходной соли, если выход составляет 88 %.

Элементы VA группы

1. Составьте уравнения реакций, приводящих к получению аммиака: а) $\text{AlN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; б) $\text{CaCN}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$. Как называются исходные вещества?
2. Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса: а) $\text{HNO}_3 + \text{S} \rightarrow \dots$; б) $\text{HNO}_3 + \text{P} \rightarrow \dots$.

3. В воде объёмом 1 л при 0 °С растворяется аммиак объёмом 1176 л. Какова массовая доля аммиака в образующемся при этом растворе?
4. В чём можно растворить сульфид мышьяка (III)? Напишите уравнения соответствующих реакций.
5. Раствор арсената натрия прибавлен к подкисленному раствору иодида калия. На восстановление выделившегося йода израсходовано 54 мл 0,1 н. раствора тиосульфата натрия. Сколько арсената натрия содержалось в растворе?

Элементы VIA группы

1. Как объяснить способность серы и её аналогов проявлять степень окисления +4 и +6? Почему степень окисления +6 более характерна для серы, чем для селена и теллура?
2. Какие свойства проявляет сернистая кислота в следующих реакциях: а) $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$; б) $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$? Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса.
3. Оксид серы (IV), полученный при сжигании 89,6 л сероводорода, пропущен через 1 л 20%-го раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,24$ г/мл). Каков состав образовавшейся соли и какова её концентрация?
4. Какой объём (н. у.) воздуха необходим для обжига пирита с целью получения серной кислоты массой 1 т при выходе 80 %?
5. Составьте уравнение реакции $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{AuCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$.

Элементы VIIA группы

1. Проанализируйте закономерности в изменении радиусов атомов, энергий ионизации, сродства к электрону, электроотрицательности атомов, а также энергии химической связи в молекулах галогенов в ряду фтор – астат.
2. Укажите состав жавелевой воды и напишите уравнение реакции её получения.
3. Какое из кислородных соединений прочнее: а) оксид хлора (V); б) оксид брома (V); в) оксид йода (V)? Ответ обоснуйте.
4. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{F}_2 \rightarrow \text{IF}_5 \rightarrow \text{I}_2 \rightarrow \text{KIO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_2} \text{X}$.

5. Определите нормальность раствора хлороводородной кислоты, если при взаимодействии 500 мл этого раствора с металлом выделяется 22,4 л водорода (н. у.)?

Элементы IV группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{Ag} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{Ag} \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl}$.
2. Составьте уравнение реакции $\text{P} + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
3. При обезвоживании кристаллогидрата хлорида меди (II) из 2,046 г кристаллогидрата получено 1,614 г безводного хлорида меди (II). Сколько молекул воды приходится на одну молекулу безводной соли?
4. Кусочек латуни растворили в азотной кислоте. Раствор поделили на 2 части: к одной добавили избыток аммиака, к другой – избыток щёлочи. В виде каких соединений в растворе или осадке находятся медь и цинк?

Элементы IIВ группы

1. Дайте сравнительную характеристику свойств гидроксидов цинка, кадмия, ртути.
2. В трёх пробирках содержится металлическая ртуть. В первую прибавили концентрированную серную кислоту, во вторую – разбавленную серную кислоту, в третью – щёлочь. В какой из трёх пробирок протекает химическая реакция? Напишите уравнение реакции.
3. На осаждение сульфат-ионов из 50 мл раствора сульфата цинка израсходовано 25 мл 0,05 М раствора хлорида бария. Вычислите титр исходного раствора сульфата цинка.
4. При растворении в кислоте 10 г оксида цинка, содержащего примесь карбоната цинка, выделилось 220 мл газа (н. у.). Сколько процентов ZnCO_3 (по массе) содержалось в исходной навеске?

Элементы IIIB и IVB групп

1. Сравните химические свойства и термическую устойчивость твёрдых оксидов, а затем жидких хлоридов титана (IV) и олова (IV). Приведите соответствующие уравнения реакций и термодинамическое обоснование ваших выводов.
2. Составьте формулы следующих веществ: а) пентахлороакватитанат (III) калия, био(циклопентадиенил)титан; в) дигидрат гексафторотитанат (IV) рубидия; г) гептафтороцирконат (IV) свинца (II).

Элементы VIB группы

1. Как изменяются окислительно-восстановительные свойства соединений хрома в зависимости от его степени окисления? Приведите примеры.
2. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{MoO}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{MoO}_4 \rightarrow \text{MoO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{MoO}_4 \rightarrow \text{MoO}_3$.
3. Вычислите молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента (нормальность) и титр 10%-го раствора дихромата калия ($\rho = 1,040$ г/мл) в реакции: $\text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения: $\text{Cr} \rightarrow \text{CrCl}_2 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{CrCl}_3$.

Элементы VIIIB группы

1. Как влияет pH раствора на глубину восстановления перманганата калия? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций KMnO_4 с нитритом калия при: а) $\text{pH} = 3$; б) $\text{pH} = 12$.
2. Предложите два способа получения оксида марганца (II). Напишите уравнения реакций и укажите условия их осуществления.
3. Составьте уравнение реакции:
 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Ag} + \dots$
4. Какой объём 1 н. раствора перманганата калия потребуется для окисления 0,5 г сульфита натрия в кислой среде? Сколько граммов перманганата потребуется для приготовления такого количества раствора?

Элементы VIIIВ группы

1. Зная, что магнетит Fe_3O_4 является ферритом железа (II), напишите уравнения реакции Fe_3O_4 с хлороводородной и азотной кислотами. Для окислительно-восстановительной реакции составьте электронные уравнения.
2. Охарактеризуйте отношение железа, кобальта и никеля к разбавленной и концентрированной азотной кислоте. Составьте соответствующие уравнения реакций с использованием метода электронно-ионного баланса.
3. Объясните изменение окраски безводного хлорида кобальта (II) при добавлении воды (синий цвет на розовый) и при действии концентрированной соляной кислоты (восстанавливается синий). Напишите соответствующие уравнения реакций.
4. ЭДС гальванического элемента, образованного никелем, погруженным в раствор его соли с концентрацией ионов Ni^{2+} 10^{-4} моль/л, и серебром, погруженным в раствор его соли, равна 1,108 В. Определите концентрацию ионов Ag^+ в растворе его соли.

ВАРИАНТ 4

Элементы IA и IIA групп

1. Что такое поташ? Как он получается и в каких производствах применяется? Как получить поташ, имея в распоряжении вещества K_2SO_4 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, CaCO_3 , HCl и H_2O ? Составьте уравнения соответствующих реакций.
2. Чему равна жёсткость воды, если для её устранения к 150 л воды потребовалось добавить 24 г карбоната натрия?
3. Осуществите превращения: карбонат бария \rightarrow гидроксокарбонат бария \rightarrow нитрат бария \rightarrow карбонат бария \rightarrow гидрокарбонат бария.
4. Определите тип гибридизации атома бериллия в молекуле хлорида бериллия. Укажите геометрическую конфигурацию молекулы.
5. Хлор и водород, получаемые электролизом раствора хлорида натрия, используют для производства хлороводородной кислоты. Сколько кубических метров 18%-го раствора хлорида натрия ($\rho = 1,132$ г/мл) должно быть подвергнуто электролизу, чтобы получить 1 т 30%-го раствора кислоты?

Элементы IIIA группы

1. Опишите процессы, протекающие последовательно при сплавлении оксида алюминия с избытком щёлочи и дальнейшем добавлении в водный раствор полученного сплава малых порций соляной кислоты, до полного прекращения химических реакций. Приведите уравнения соответствующих реакций.
2. Охарактеризуйте процессы, протекающие на электродах при работе гальванического элемента $\text{Al}/\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 // \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3/\text{Cr}$. Напишите уравнение токообразующей реакции и рассчитайте стандартную ЭДС элемента при молярных концентрациях растворов солей, равных 0,01 моль/л.
3. Массовая доля алюминия в его сплаве с медью составляет 70 %. Какую массу сплава обработали концентрированным раствором щёлочи, если при этом выделился газ объёмом 61 мл (н. у.)?
4. Составьте уравнения реакций окисления бора концентрированной серной и азотной кислотами.
5. Насколько глубоко гидролизуются соли бора? Как усилить или ослабить гидролиз?

Элементы IVA группы

1. Как изменяются энергия ионизации, энергия сродства к электрону и электроотрицательность р-элементов в IVA группе с увеличением порядкового номера? Покажите на примере атомов углерода и кремния.
2. Пользуясь данными справочника, вычислите константу равновесия реакции при 298 К: $\text{CO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \leftrightarrow \text{COCl}_{2(г)}$.
3. Как изменяется кислотно-основный характер оксидов и гидроксидов элементов при переходе от германия к свинцу и с увеличением степени окисления каждого элемента?
4. Напишите уравнение реакции получения тиостанната аммония из хлорида олова (II). Вычислите количество конечного продукта, получаемого из 120 г хлорида, если выход $(\text{NH}_4)_2\text{SnS}_2$ составляет 80 %.
5. Составьте уравнение реакции $\text{SiC} + \text{NaOH} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$.

Элементы VA группы

1. Какое фосфорсодержащее вещество осушает даже концентрированную азотную кислоту? Напишите уравнение реакции.
2. Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса: а) $\text{NO} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$; б) $\text{PCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
3. Сколько литров фосфина, измеренного при нормальных условиях, можно окислить 200 мл 0,1 н. раствора перманганата калия в кислой среде?
4. Составьте уравнение реакции $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \dots$.
5. Сколько требуется сурьмяного блеска, содержащего 82 % сульфида сурьмы (III), для получения 1 т сурьмы?

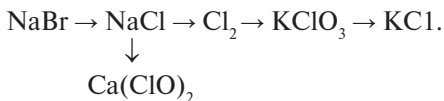
Элементы VIA группы

1. Какая электронная формула соответствует иону серы (+4)?
2. Какие свойства проявляет атом элементарной серы в следующих реакциях: а) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S} \rightarrow \dots$; б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{S} \rightarrow \dots$?
Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса.
3. Как можно объяснить разную устойчивость следующих однопериодных соединений: SO_2F_2 , SO_2Cl_2 – устойчивы; SO_2I_2 – неустойчив?
4. Напишите уравнение диссоциации на ионы пероксида водорода в водном растворе.
5. Сколько электричества потребуется для выделения 1 м³ водорода (н. у.) при электролизе KOH? Какой объём кислорода выделится при этом?

Элементы VIIA группы

1. Составьте уравнение реакции взаимодействия хлора с горячим гидроксидом калия, используя метод электронно-ионного баланса. К какому типу относится данная окислительно-восстановительная реакция?
2. Почему фтор в своих соединениях не проявляет положительную степень окисления?
3. Составьте уравнение реакции образования комплексного соединения $\text{NiSO}_4 + \text{NaF}_{(\text{изб})} \dots$. Для полученного соединения напишите: а) уравнение электролитической диссоциации; б) выражение константы нестойкости комплексного иона.

4. 1 г активированного угля поглощает 0,36 г хлора. Какой объём (н. у.) воздуха, содержащего 3 % (об.) хлора, можно очистить, пропуская его через противогаз, в котором содержится 50 г активированного угля?
5. Преобразуйте цепочки превращений в уравнения химических реакций:



Элементы IV группы

- Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO}$.
- Составьте уравнение реакции $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
- На осаждение ионов серебра, извлечённых из 100 г руды, израсходовано 12 мл 0,2 н. раствора хлорида натрия. Сколько серебра содержится в 2 т руды?
- Для определения содержания серебра в монете её кусочек массой 0,3 г растворили в азотной кислоте и осадили из полученного раствора серебро при помощи соляной кислоты. Масса осадка (после промывания и просушивания) составила 0,199 г. Рассчитайте процентное содержание серебра в монете.

Элементы IIВ группы

- Составьте уравнения реакций сульфата цинка и кадмия с избытком аммиака.
- Пользуясь справочными данными, вычислите константу равновесия следующего процесса при 298 К: $\text{Zn(OH)}_{2(\text{к})} \leftrightarrow \text{ZnO}_{(\text{к})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{т})}$.
- Составьте уравнение реакции $\text{Na}_2[\text{HgI}_4] + \text{NH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$.
- Вычислите молярную концентрацию раствора бромида кадмия, титр которого равен 0,017 г/мл.

Элементы IIIВ и IVВ групп

1. Подберите коэффициенты в уравнениях реакций методом электронного баланса:
 - а) $\text{TiCl}_4 + \text{NaH} \rightarrow \text{Ti} + \text{NaCl} + \text{H}_2$;
 - б) $\text{TiCl}_4 + \text{Li}[\text{BH}_4] \rightarrow \text{TiCl}_3 + \text{LiCl} + \text{B}_2\text{H}_6 + \text{H}_2$.
2. Технический титан очищают методом иодидного рафинирования, основанным на реакции: $\text{TiI}_{4(\text{r})} \leftrightarrow \text{Ti}_{(\text{r})} + 2\text{I}_{2(\text{r})}$; $K_c = 0,86$. Рассчитайте формульное количество (моль) и массу (г) титана, образующегося в равновесной смеси, если начальная концентрация иодида титана (IV) была 2 моль/л, а объём реактора равен 10 л.

Элементы VIВ группы

1. Как изменяются свойства гидроксидов в ряду $\text{Cr}(\text{OH})_2 - \text{Cr}(\text{OH})_3 - \text{H}_2\text{CrO}_4$?
2. Составьте уравнение реакции:
 $\text{Na}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \text{NaClO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaCl} + \dots$
3. Каков процентный состав феррохрома, полученного из хромита железа (II) путём его восстановления?
4. Проведено термическое разложение 54,29 г дихромата аммония, содержащего инертные примеси. После окончания реакции собрано 4,45 л газа при 18 °С под давлением 1 атм. Определите массовую долю дихромата аммония в техническом продукте.

Элементы VIIВ группы

1. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций, учитывая окислительно-восстановительные свойства марганца в разных степенях окисления:
 - а) $\text{MnO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$; б) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$;
 - в) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.
2. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{MnO} \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2$.
3. Составьте уравнение реакции: $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.
4. Какой объём оксида серы (IV), измеренный при нормальных условиях, следует пропустить через 300 мл 0,7 н. подкисленного раствора перманганата калия, чтобы последний обесцветился?

Элементы VIIIВ группы

1. Как гидроксид железа (III) взаимодействует с кислотами и концентрированными растворами щелочей? Приведите ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций. Какие кислотно-основные свойства проявляет гидроксид железа (III)? Нарисуйте графическую формулу магнетита Fe_3O_4 , рассматривая последний как феррит железа (II).
2. Какой металл будет первым разрушаться на повреждённой поверхности оцинкованного и никелированного железа? Дайте обоснованный ответ, составьте схему образующихся гальванопар и напишите соответствующие уравнения реакций, учитывая, что коррозия идёт в кислой среде.
3. Составьте уравнения реакций:
а) $\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{HBr} \rightarrow \dots$; б) $\text{FeCl}_2 + \text{HNO}_3(\text{конц}) \rightarrow \dots$.
4. В воде растворили 13,9 г железного купороса. Определите минимальный объём раствора с массовой долей гидроксида натрия 8 % ($\rho = 1,09$ г/мл), который потребуется для полного осаждения гидроксида железа (II).

ВАРИАНТ 5

Элементы IA и IIA групп

1. Определите карбонатную жёсткость воды, в 1 л которой содержится по 110 мг $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$.
2. При нагревании с графитом кальций и бериллий образуют карбиды. В карбиде кальция углерод имеет степень окисления -1 , а в карбиде бериллия -4 . Составьте электронные и молекулярные уравнения получения соответствующих карбидов. Какие соединения получаются при взаимодействии этих карбидов с водой?
3. К раствору, содержащему соли кальция, бериллия и магния, добавили избыток раствора гидроксида калия. Напишите молекулярные и ионные уравнения протекающих при этом реакций. Охарактеризуйте состав образовавшегося осадка и раствора.
4. Составьте уравнения реакций:
а) $\text{Rb}_2\text{O}_2 \xrightarrow{t} \dots$; б) $\text{Rb}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{хол})} \rightarrow \dots$; в) $\text{Rb}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{гор})} \rightarrow \dots$.

5. Для устранения временной жёсткости к 2 л воды добавили 2,12 г соды. Определите жёсткость воды. Рассчитайте массу ортофосфата натрия, которая потребуется для устранения временной жёсткости такого же количества воды.

Элементы IIIA группы

1. Как наиболее простым путём можно получить: а) оксид алюминия из сульфата алюминия; б) сульфат алюминия из оксида алюминия; в) гидроксид алюминия из оксида алюминия; г) оксид алюминия из сульфида алюминия? Приведите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их протекания.
2. Какие процессы протекают при электролизе водного раствора хлорида алюминия? Составьте схему электролиза.
3. Дюралюминиевая пластинка (сплав алюминия, магния и меди) массой 8 г опущена в раствор соляной кислоты. При этом выделяется 9,42 л водорода (н. у.). Из полученного раствора добавлением избытка щёлочи выделяют осадок, масса которого после прокаливания составила 0,27 г. Определите массовые доли металлов в сплаве.
4. Определите количество теплоты, которое выделится при сгорании 70 л диборана (н. у.), если $\Delta H_{\text{обр}, \text{B}_2\text{O}_3(\text{к})}^{\circ} = -1264 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H_{\text{обр}, \text{H}_2\text{O}(\text{ж})}^{\circ} = -285,84 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H_{\text{обр}, \text{B}_2\text{H}_6(\text{г})}^{\circ} = +31,4 \text{ Дж/моль}$.
5. На какие ионы диссоциирует ортоборная кислота по первой ступени диссоциации?

Элементы IVA группы

1. Как изменяется прочность водородных соединений элементов IVA группы с увеличением зарядов их атомов? Объясните это изменение с точки зрения строения атомов.
2. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{C}$.
3. Какое равновесие устанавливается при растворении оксида углерода (IV) в воде? Как смещается установившееся равновесие при добавлении растворов щелочей и кислот?

4. Почему при растирании порошка оксида свинца (IV) с серой или фосфором происходит воспламенение? В каком производстве используется это явление?
5. Вычислите химический эквивалент и молярные массы эквивалента следующих соединений: фосфата свинца (II), хлорида олова (IV), гидроксида свинца (IV), α -оловянной кислоты.

Элементы VA группы

1. Какие оксиды азота являются солеобразующими? Какими химическими свойствами обладают остальные оксиды?
2. Осуществите превращения:

$$P \rightarrow Ca_3P_7 \rightarrow PH_3 \rightarrow P_2O_5 \rightarrow HPO_3 \rightarrow H_3PO_4$$

\downarrow
 суперфосфат
3. Вычислите pH 0,01 М раствора нитрита натрия при 25 °С. Константа диссоциации азотистой кислоты при данной температуре равна $4,0 \cdot 10^{-4}$.
4. Составьте уравнение реакции $H_3AsO_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$
5. Плотность паров мышьяка по водороду при 700 °С равна 150. Какова молекулярная формула мышьяка?

Элементы VIA группы

1. Напишите структурную формулу тетраионата натрия. Какую валентность проявляют атомы серы в этом соединении?
2. Какие свойства проявляет сероводород в следующих реакциях:
 а) $H_2S + H_2O_2 \rightarrow \dots$; б) $H_2S + H_2SO_3 \rightarrow \dots$?
 Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса.
3. До какого объёма надо упарить 100 мл 2 н. раствора сульфата натрия, чтобы получить 20%-й раствор ($\rho = 1,19$ г/мл)?
4. Найдите массу оксилита ($Na_2O_2 + K_2O_2$), которая потребуется для восстановления воздуха в помещении объёмом 10 м³ после того, как массовая доля кислорода, израсходованного на дыхание, составила 60 %.

5. Используя стандартные потенциалы, сравните окислительную способность озона, атомарного и молекулярного кислорода. Объясните различие.

Элементы VIIA подгруппы

1. Сравните термодинамическую устойчивость молекул галогеноводородов. Охарактеризуйте способы их получения.
2. Составьте уравнения реакций взаимодействия бромоводорода с растворами серной кислоты различной концентрации, используя метод электронно-ионного баланса.
3. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO} \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KClO}_4 \rightarrow \text{KCl} \rightarrow \text{Cl}_2$.
4. Пользуясь справочными данными, вычислите константу равновесия реакции $2\text{HI}_{(г)} \leftrightarrow \text{H}_{2(г)} + \text{I}_{2(г)}$ при 298 К. В каком направлении будет смещаться равновесие при увеличении температуры? Ответ мотивируйте.
5. Что получится при добавлении к раствору иодида калия хлора? Каковы внешние признаки реакции? Напишите уравнение реакции.

Элементы IV группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{Ag} \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ag} \rightarrow \text{AgBr}$.
2. Составьте уравнение реакции $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
3. 25 мл раствора хлорида меди (II) выделили из раствора иодида калия йод массой 0,32 г. Какова молярность раствора хлорида меди (II)? Какова молярная концентрация эквивалента (нормальность) раствора хлорида меди (II) как окислителя?
4. Осуществите следующие превращения:
 $\text{Ag} \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} \rightarrow \text{AgCl}$.

Элементы IIV группы

1. Составьте уравнения реакций нитратов цинка и ртути (II) с карбонатом натрия.
2. Составьте уравнение реакции $\text{Zn} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.

3. Цинковую пластинку массой 100 г погрузили в раствор нитрата свинца (II). Через некоторое время масса пластинки стала равной 115 г. Какая масса цинка перешла в раствор в виде ионов?
4. На основании справочных данных укажите, в какой среде цинк является более сильным восстановителем и будет ли он восстанавливать дихромат-ионы в растворе $K_2Cr_2O_7$. Составьте уравнение реакции.

Элементы IIIB и IVB групп

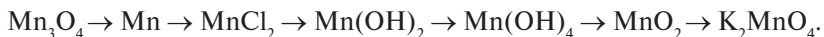
1. Подберите коэффициенты в уравнениях реакций:
 - a) $TiO_2 + C + Cl_2 \rightarrow TiCl_4 + CCl_2O$; б) $Ti_2(SO_4)_3 \rightarrow TiO_2 + SO_3 + SO_2$.
2. Проведён полный гидролиз $0,5 \text{ см}^3$ жидкого хлорида титана (IV) с образованием осадка, который отфильтровали и прокалили до постоянной массы, а раствор (фильтрат) разбавили водой до 25 л при $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите массу (г) прокалённого осадка и pH конечного раствора. Составьте также уравнение, иллюстрирующее поведение исходного вещества в среде концентрированной хлороводородной кислоты.

Элементы VIB группы

1. Как изменяется сила и устойчивость кислот в ряду:
 $H_2CrO_4 - H_2MoO_4 - H_2WO_4$?
2. Закончите уравнение реакции
 $Cr_2(SO_4)_3 + Br_2 + KOH \rightarrow K_2CrO_4 + KBr + \dots$
3. Вычислите расход хромистого железняка, содержащего 40 % $Fe(CrO_2)_2$, необходимого для получения 1 т хромата натрия. Учтите, что расход исходного продукта на 10 %, а соды на 45 % больше теоретического.
4. Какая степень окисления наиболее характерна для хрома? Почему для поглощения кислорода можно применять солянокислый раствор $CrCl_2$? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций: а) $CrCl_2 + O_2 + HCl \rightarrow \dots$; б) $CrCl_2 + H_2O \rightarrow \dots$

Элементы VIIВ группы

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:



2. Чистый марганец получают электролизом водного раствора сульфата марганца (II). Какие процессы протекают на катоде и аноде при электролизе, если: а) анод угольный; б) анод марганцевый?
3. Составьте уравнения реакций в молекулярной форме:
 - а) $8\text{MnO}_4^- + 9\text{H}^+ + 5\text{PH}_3 \rightarrow 8\text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 8\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$;
 - б) $\text{MnO}_2 + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.
4. Сколько миллилитров концентрированной соляной кислоты, содержащей 39 % хлороводорода ($\rho = 1,2$ г/мл), теоретически необходимо для взаимодействия с 0,1 моля перманганата калия? Какой объём хлора (н. у.) выделится при этом? Как изменится количество кислоты и хлора, если вместо перманганата использовать 0,1 моля манганата калия?

Элементы VIIIВ группы

1. Объясните, почему можно получить гидроксид натрия прокаливанием безводного карбоната натрия с оксидом железа (III) с последующей обработкой плава горячей водой. Составьте уравнения химических реакций этого способа получения гидроксида натрия.
2. Составьте ионные и молекулярные уравнения гидролиза хлорида никеля (II). Какой ион следует ввести в раствор этой соли для подавления гидролиза? Дайте мотивированный ответ.
3. Осуществите превращения:
 $\text{CoSO}_4 \rightarrow (\text{CoOH})_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CoSO}_4$.
Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном видах и назовите все соединения кобальта.
4. Рассчитайте химический эквивалент и молярную массу эквивалента:
 - а) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ для реакций, в которых $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$;
 - б) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ для реакций, в которых $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$.Приведите примеры соответствующих реакций.

ВАРИАНТ 6

Элементы IA и IIA групп

1. Являясь сильными восстановителями, магний, кальций и барий применяются в металлургии для получения металлов из оксидов. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций кальция с: а) CaSO_4 ; б) V_2O_5 . В каждой из этих реакций окислитель восстанавливается максимально.
2. Присутствие каких солей обуславливает жёсткость природной воды? Как можно устранить карбонатную и некарбонатную жёсткость воды? Рассчитайте, сколько граммов $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ содержится в 1 м³ воды, жёсткость которой равна 3 мг-экв/л.
3. Почему нельзя осадить гидроксид магния в присутствии аммонийных солей? Напишите уравнения реакций.
4. Восстановите левую часть уравнений:
а) $\dots \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$;
б) $\dots \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.
5. При взаимодействии одновалентного металла с водой образуется хорошо растворимое в воде вещество и выделяется газ. Масса растворённого вещества (в граммах) относится к объёму выделившегося газа (в литрах, н. у.) как 5:1. Рассчитайте молярную массу эквивалента металла.

Элементы IIIA группы

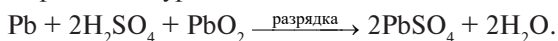
1. Каков состав комплексных ионов, преобладающих в водных растворах солей алюминия, в зависимости от среды раствора? Дайте обоснованный ответ, приведите соответствующие формулы и названия катионов, укажите их заряды и координационное число алюминия.
2. Осуществите превращения:
$$\text{AlCl}_3 \rightarrow \text{AlO}(\text{OH}) \xrightarrow{t} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{NaOH}(p-p)} \text{X}_3$$

Определите неизвестные вещества.
3. Какой объём 2 н. раствора гидроксида калия необходимо добавить к 400 мл 6%-го раствора хлорида алюминия ($\rho = 1,053$ г/мл), чтобы выпавший первоначально осадок полностью растворился?
4. Рассчитайте изменение стандартной энергии Гиббса в реакции $2\text{Al} + \text{V}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{V} + \text{Al}_2\text{O}_3$. Возможно ли самопроизвольное протекание этой реакции при стандартных условиях?

5. Составьте уравнение нейтрализации борной кислоты раствором гидроксида натрия. Каков состав выкристаллизованной соли?

Элементы IVA группы

1. Составьте электронную формулу атома углерода в основном и возбуждённом состояниях.
2. При некоторой температуре константа равновесия системы $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \leftrightarrow \text{CO}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)}$ оказалась равной 0,125. Определите исходную концентрацию CO, если равновесные концентрации водяного пара, углекислого газа и водорода составили соответственно 6 моль/л, 3 моль/л, 3 моль/л.
3. Почему невозможно получить из растворов карбонаты алюминия, хрома (III) и железа (III)? Приведите уравнения реакций, которые подтверждают невозможность образования в растворах указанных выше веществ.
4. Какая из степеней окисления более устойчива для германия, олова и свинца? Какие окислительно-восстановительные свойства проявляют соединения олова (IV) и свинца (II)?
5. Химические процессы, протекающие в свинцовом аккумуляторе, выражаются уравнением:



Какая масса свинца и оксида свинца (IV) расходуется при разрядке аккумуляторной батареи для получения 20,3 А · ч электричества?

Элементы VA группы

1. Какова реакция среды в растворе гидросиламина? Напишите уравнения реакций гидролиза и получения указанного соединения.
2. Почему синтез аммиака ведут при высоком давлении и температуре 450...500 °С, если реакция экзотермическая?
3. Сколько литров 60%-го раствора азотной кислоты ($\rho = 1,37 \text{ г/см}^3$) может быть получено из 1 м³ аммиака (н. у.) при отсутствии производственных потерь?
4. Составьте уравнение реакции окисления сульфида висмута (III) азотной кислотой, идущей по схеме $\text{Bi}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{NO} + \dots$.

5. На нейтрализацию 60 мл 0,15 н. раствора α -мышьяковой кислоты израсходовано 180 мл раствора гидроксида калия. Определите нормальность и титр раствора щёлочи.

Элементы VIA группы

1. У какого из приведённых элементов VIA группы больше сродство к электрону: серы, селена или теллура? Почему?
2. Какие свойства проявляет сернистая кислота в следующих реакциях: а) $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$? Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса.
3. Образуется ли осадок в растворе, полученном смешением равных объёмов 0,02 н. раствора нитрата серебра и 0,002 н. раствора сульфата натрия? Считайте, что соли диссоциированы нацело, а $\text{PP}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 5 \cdot 10^{-5}$.
4. Через озонатор был пропущен кислород объёмом 60 л (н. у.). Вышедший газ занял объём 50 л. Чему равна объёмная доля (%) кислорода, превращённого в озон?
5. Найдите процентное содержание водорода, серы и кислорода в молекуле серной кислоты.

Элементы VIIA группы

1. Объясните на примерах строение молекул межгалогенных соединений, приведите уравнения реакций их получения.
2. Какой из указанных ионов отличается наименьшей восстановительной активностью: ион хлора, ион брома или ион йода? Почему?
3. Составьте уравнения реакций взаимодействия брома с раствором гидроксида калия на холоде и при нагревании.
4. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClF}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl}$.
5. Константа диссоциации кислоты при 25°C равна $2,2 \cdot 10^{-9}$. Состав кислоты (% мас.): Н – 1,03; I – 82,46; O – 16,51. Вычислите степень её диссоциации в растворе, литр которого содержит 0,485 г кислоты.

Элементы IB группы

1. Почему нерастворимый в воде хлорид серебра легко растворяется в водном растворе аммиака? Изобразите электронную структуру иона Ag^+ . Какие вакантные орбитали валентного энергетического уровня иона серебра подвергаются гибридизации и выступают в роли акцептора при взаимодействии с неподелёнными электронными парами молекул аммиака?
2. Составьте уравнение реакции $\text{AuCl}_3 + \text{AsH}_3 + \text{KOH} \rightarrow \dots$
3. Основной карбонат меди получают смешиванием 20%-го раствора $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($\rho = 1,14$ г/мл) с 30%-ным раствором $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ($\rho = 1,12$ г/мл). Какой объём раствора соды должен быть прибавлен к 400 мл раствора медного купороса, чтобы всю медь выделить в виде основного карбоната?
4. Для удаления из ртути примесей (цинка, олова, свинца) ртуть взбалтывают с насыщенным раствором сульфата ртути (II). Какие химические реакции при этом происходят?

Элементы IIB группы

1. На чём основано применение концентрированного раствора хлорида цинка при пайке металлов?
2. Составьте уравнение реакции $\text{HgS} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{S} + \text{NO} + \dots$
3. Будет ли цинк взаимодействовать с водными растворами:
а) 0,5 М HCl ; б) 0,5 М NiSO_4 ; в) 0,5 М $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$?
4. К какому классу относится соединение, полученное при взаимодействии нитрата ртути (I) с раствором гидроксида калия?

Элементы IIIB и IVB групп

1. Хлорид циркония (IV) получают прокаливанием диоксида циркония с углём в токе хлора. Составьте электронное и молекулярное уравнения реакции. Почему при растворении хлорида циркония (IV) в воде раствор приобретает кислую реакцию?
2. Какой объём (л, н. у.) газа можно собрать при обработке 44,58 г гидроксида лантана (III) избытком воды?

Элементы VIВ группы

1. Как действуют на хром, молибден и вольфрам разбавленные растворы минеральных кислот? Приведите примеры.
2. Почему при добавлении к раствору хлорида хрома (III) концентрированного раствора хлорида натрия фиолетовая окраска иона $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ исчезает?
3. Вычислите химический эквивалент дихромата калия в окислительно-восстановительных реакциях, в которых дихромат-ион восстанавливается до ионов Cr^{3+} .
4. Почему отсутствуют восстановительные свойства у соединений хрома (VI)? Напишите электронно-ионные и молекулярные уравнения реакций: а) $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}(\text{PH}_2\text{O}_3) + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$;
б) $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.

Элементы VIIВ группы

1. Какие окислительно-восстановительные свойства проявляет MnO_2 ? Почему? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций: а) $\text{MnO}_2 + \text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$; б) $\text{MnO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \dots$;
в) $\text{MnO}_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \dots$.
2. Какую среду имеют водные растворы $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, K_2MnO_4 , KMnO_4 ? Напишите уравнения реакций гидролиза в ионном и молекулярном видах.
3. Какими кислотами можно подействовать на металлический рений, чтобы получить рениевую кислоту? Напишите соответствующие электронно-ионные и молекулярные уравнения.
4. Какой объём 1 н. раствора перманганата калия необходим для окисления 0,5 г сульфита натрия в нейтральной среде? Сколько граммов перманганата потребуется для приготовления такого раствора?

Элементы VIIIВ группы

1. Окислитель, железо (III), при сплавлении со щелочами в присутствии более сильных окислителей приобретает степень окисления +6. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций: а) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$; б) $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$;
в) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NaClO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$.

2. Напишите уравнения реакций, которые могут протекать при действии раствора сульфида натрия на растворы хлорида железа (II) и хлорида железа (III). Чем вызвано различие в характере протекающих превращений?
3. Составьте уравнения реакций:
 - а) $\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{NaClO} \rightarrow \dots$; б) $\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \rightarrow \dots$.
 Назовите все соединения кобальта.
4. Карбонил никеля может быть получен при действии оксида углерода (II) на тонкодисперсный порошок металла. Напишите уравнение реакции. Какой объём займёт газообразный тетракарбонил никеля, если в реакцию вступило 23,48 г никеля, а производственные потери составили 10 %?

ВАРИАНТ 7

Элементы IA и IIA групп

1. Чему равна жёсткость воды, в 200 л которой содержится 14,632 г гидрокарбоната магния?
2. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций:
 - а) бериллия с концентрированным раствором гидроксида натрия;
 - б) магния с концентрированной серной кислотой при максимальном восстановлении последней.
3. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{CsCl} \rightarrow \text{Cs} \rightarrow \text{CsOH} \rightarrow \text{CsNO}_3 \rightarrow \text{Cs}_2\text{SO}_4$.
4. Какая соль при одинаковых условиях в большей степени подвергается гидролизу: нитрат бериллия или нитрат магния? Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих солей. Как сместится равновесие гидролиза: а) при добавлении кислоты; б) при добавлении раствора соды?
5. При каком значении pH начнёт выпадать осадок из 0,15 н. раствора хлорида кальция, если $\text{PP}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 5,5 \cdot 10^{-6}$?

Элементы IIIA группы

1. Одинаково ли относится к щелочам и кислотам прокалённый при различных температурах оксид алюминия? Укажите условия получения аморфного триоксида алюминия, кристаллической γ -модификации оксида алюминия и α -модификации (корунда). Приведите соответствующие уравнения реакций.
2. Составьте уравнения реакций:
а) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{t} \dots$; б) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})_{(\text{конц., хол})} \rightarrow \dots$;
в) $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \xrightarrow{t} \dots$.
3. Смесь опилок алюминия с магнием обработали раствором щёлочи и получили 1,12 л газа (н. у.). При обработке такого же количества исходной смеси опилок соляной кислотой было собрано 5,6 л газа (н. у.). Какова массовая доля алюминия в смеси?
4. Составьте полное уравнение реакции на основании следующих полуреакций:
 $4\text{B} + 14\text{OH}^- \rightarrow \text{B}_4\text{O}_7^{2-} + 7\text{H}_2\text{O} + 12\text{e}^-$;
 $\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO} + 4\text{OH}^-$.
5. К раствору буры добавили лакмус. В какой цвет окрашивается раствор? Почему? Составьте уравнение реакции.

Элементы IVA группы

1. Изобразите электронографическую формулу атома углерода в основном и в возбуждённом состояниях.
2. Пользуясь данными справочника, вычислите константу равновесия реакции при 298 К: $2\text{CO}_{(\text{г})} \leftrightarrow \text{CO}_{2(\text{г})} + \text{C}_{(\text{к, графит})}$. В каком направлении будет смещаться равновесие при увеличении температуры? Ответ мотивируйте.
3. В чём заключается особенность растворения кремния в щелочах? Сравните отношение фосфора, серы, хлора к растворам щелочей.
4. Какое соединение образуется при растворении свинца в щёлочи? Напишите уравнение реакции и укажите её тип.
5. Что и в каком количестве выделится на катоде при электролизе водного раствора нитрата свинца (II), если при этом израсходовано 48 250 Кл электричества?

Элементы VA группы

1. Какое соединение образуется при взаимодействии алюминия с аммиаком? Напишите уравнение реакции.
2. Напишите уравнения реакций, протекающих при прокаливании дигидрофосфата калия и хлорида аммония.
3. Какой объём газа (н. у.) выделится при горении пороха массой 100 г по реакции $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + 3\text{O}_2 + \text{N}_2$?
4. Сколько электронных пар участвует в образовании молекулы AsH_3 ? Приведите упрощённую модель молекулы.
5. Образец инсектицида содержит 38 % оксида мышьяка (III). Какому процентному содержанию соли Na_2HAsO_3 это отвечает?

Элементы VIA группы

1. Какая электронная формула соответствует иону серы (+6)?
2. Какие свойства проявляет сероводород в следующих реакциях:
а) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{H}_2\text{S} + \text{HIO}_3 \rightarrow \dots$?
Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса.
3. Напишите уравнение диссоциации и выражение константы диссоциации сероводородной кислоты. Изменяется ли величина константы диссоциации и степень диссоциации, если к раствору прибавить сульфид натрия?
4. Какой объём (н. у.) воздуха требуется для: а) сжигания угля массой 1 т; б) обжига цинковой обманки, содержащей ZnS массой 1 т?
5. Найдите формулу соединения, содержащего 1,57 % водорода, 22,24 % азота и 76,19 % кислорода.

Элементы VIIA группы

1. Напишите уравнения реакций получения оксидов йода, изобразите их структуру.
2. Составьте уравнения трёх возможных схем разложения хлорноватистой кислоты.
3. На окисление 200 мл раствора иодида калия в кислой среде потребовалось 100 мл 0,05 М раствора перманганата калия. Определите концентрацию раствора иодида калия.

4. Как можно получить бром в лабораторных условиях? Напишите уравнения реакций.
5. Составьте уравнение реакции образования комплексного соединения $\text{CuCl}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{изб}) \rightarrow \dots$. Для полученного комплексного соединения напишите: а) уравнение электролитической диссоциации; б) выражение константы нестойкости комплексного иона.

Элементы IV группы

1. Составьте уравнение реакции $\text{Au} + \text{KCN} + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$.
2. Как распознать хлорид серебра, хлорид меди (I), бромид серебра и иодид серебра? Напишите уравнения реакций.
3. При промышленном получении медного купороса медный лом окисляется при нагревании кислородом воздуха и полученный оксид меди (II) растворяется в серной кислоте. Вычислите теоретический расход меди и 80%-й серной кислоты на 1 т медного купороса.
4. Почему хлорид серебра растворяется в концентрированных растворах хлорида натрия, аммиака и тиосульфата натрия? Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций.

Элементы IIВ группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:
 $\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HgCl}_2 \rightarrow \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Hg}$.
2. Составьте уравнение реакции:
 $\text{Zn} + \text{HNO}_3(\text{разб}) \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + \dots$.
3. Какой минимальный объём раствора с массовой долей хлороводорода 20 % и плотностью 1,1 г/мл потребуется для растворения смеси цинка и никеля массой 50 г, если массовая доля цинка в смеси составляет 39,8 %?
4. Приведите справочные данные для значений $\Delta G^\circ_{\text{обр}}$ оксидов цинка, кадмия, ртути (II). Согласуются ли с этими данными значения температуры разложения оксидов: 1950, 1813 и 400 °С соответственно? На основе сделанных выводов объясните, почему при получении из сульфидных руд цинка используются две последовательные реакции, а при получении ртути — одна.

Элементы IIIB и IVB групп

1. При взаимодействии TiO с разбавленными HCl и H_2SO_4 выделяется водород, а получившиеся растворы приобретают фиолетовый цвет. Как это объяснить? Напишите электронные и молекулярные уравнения этих процессов.
2. Рассчитайте молярную концентрацию (моль/л) катионов в насыщенных растворах оксалатов лантана (III) и иттербия (III) при 25°C . Растворимость какого из этих оксалатов меньше?

Элементы VIB группы

1. Пентахлорид молибдена получается при действии сухого хлора на порошкообразный молибден при $650\text{--}700^\circ\text{C}$, который легко окисляется до молибденовой кислоты. Закончите уравнения реакций, составив электронные уравнения:
а) $\text{Mo} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{MoCl}_5 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
в) $\text{MoCl}_5 + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц)} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
2. Чем объяснить «провал» электрона в атоме хрома?
3. Считая, что при окислении сероводорода образуется сера, рассчитайте, сколько граммов дихромата калия, используемого в качестве окислителя, необходимо для получения 64 г серы из подкисленного раствора сероводорода, взятого в избытке.
4. Между хромат- и дихромат-ионами в растворе существует динамическое равновесие: $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$. Константа равновесия равна $4,2 \cdot 10^{14}$. В 1 М растворе 10 % от общего количества (моль) соли существует в виде дихромата, а 90 % – в виде хромата. Определите рН такого раствора.

Элементы VIIB группы

1. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций, приводящих к образованию диоксида марганца:
а) $\text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$; б) $\text{MnO} + \text{NaClO}_3 \rightarrow \dots$;
в) $\text{Mn(OH)}_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$.
2. Что получится: а) при взаимодействии щавелевой кислоты с гидроксидом марганца (II); б) при прокаливании продукта их взаимодействия? Напишите уравнения реакций.

3. Составьте уравнения реакций в молекулярной и ионной формах и назовите неизвестные вещества:
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightarrow \text{O}_2 + \text{Mn}^{2+} + \dots$;
 - $\text{MnO}_2 + \text{OH}^- + \text{X}_1 \rightarrow \text{MnO}_4^- + \dots$;
 - $\text{MnO}_2 + \text{H}^+ + \text{X}_2 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \dots$.
4. В каком соотношении масс следует взять две навески рения, чтобы при взаимодействии их с серной и азотной кислотами выделились равные объёмы газов? Укажите условия протекания реакций.

Элементы VIIIВ группы

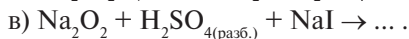
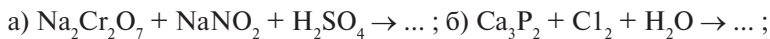
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:
 $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
- Составьте уравнения реакций получения феррата калия при взаимодействии хлорида железа (III) с бромом в щелочной среде. Какими свойствами обладают ферраты? Приведите пример окислительно-восстановительной реакции с участием феррата.
- Осуществите превращения:
 $\text{NiSO}_4 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{NiO} \rightarrow \text{Na}_2\text{NiO}_2$.
 Назовите все соединения никеля.
- Для осаждения хлора, содержащегося в 0,05 моля каждого из двух изомеров комплексов общего состава $\text{CoCl}_3 \cdot n\text{NH}_3$, в одном случае потребовалось 0,15 моля нитрата серебра, во втором – 0,1 моля. Составьте координационные формулы изомеров.

ВАРИАНТ 8

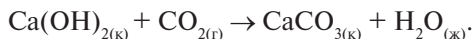
Элементы IA и IIA групп

- На какой реакции основано получение гидридов щелочных металлов? Составьте уравнения реакций гидролиза гидроксида натрия и электролиза расплава гидроксида лития.
- В каких единицах выражается жёсткость воды? Чему равна жёсткость воды, в 15 л которой содержится 6 г CaCl_2 ?
- Как обнаружить в растворе ионы Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ? Напишите уравнения соответствующих реакций.

4. Составьте уравнения реакций:



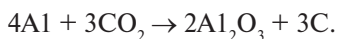
5. Пользуясь табличными данными термодинамических величин, определите направление реакции при стандартных условиях:



Элементы IIIA группы

1. Как объяснить различное действие избытка водных растворов аммиака и гидроксида натрия на раствор сульфата алюминия? Приведите уравнения соответствующих реакций.

2. Используя соответствующие термодинамические характеристики, рассчитайте энтальпию реакции взаимодействия алюминия с углекислым газом в стандартных условиях:



Сделайте вывод о возможности сгорания алюминия в углекислом газе.

3. Напишите уравнения реакций растворения металлического алюминия в разбавленной серной кислоте и в растворе гидроксида натрия. Одинаковы ли объёмы выделившегося газа при взаимодействии одного и того же количества алюминия с кислотой и щёлочью, взятыми в избытке?

4. Составьте уравнения ступенчатого гидролиза бората калия.

5. Вычислите молярную массу эквивалента следующих соединений:



Элементы IVA группы

1. Составьте электронную формулу атома кремния в основном и возбуждённом состояниях.

2. Как относится оксид кремния (IV) к воде, щелочам, кислотам? Напишите уравнения соответствующих реакций.

3. Сколько литров оксида углерода (IV) (н. у.) выделится при взаимодействии хлороводородной кислоты с 30 г известняка, содержащего 5 % примесей?

4. Что собой представляют α - и β -оловянные кислоты, каковы их свойства? Напишите уравнения получения α - и β -оловянных кислот.

5. Пользуясь справочными данными, вычислите значение стандартной энтальпии образования $\text{SnH}_{4(\text{г})}$ при 298 К. Можно ли получить станнан синтезом простых веществ? Дайте обоснованный ответ.

Элементы VA группы

1. В каких пределах может изменяться степень окисления фосфора? Приведите примеры соединений с различной степенью окисления фосфора и назовите эти соединения.
2. Какие химические реакции лежат в основе промышленного получения азотной кислоты из аммиака и азота? Укажите условия протекания реакций.
3. Какой объём 2 н. раствора гидроксида калия потребуется для полного поглощения 23 г диоксида азота?
4. Составьте уравнение реакции $\text{AsH}_3 + \text{HClO}_3 \rightarrow \dots$.
5. Теплота образования хлорида сурьмы (III) равна 383,5 кДж. Реакция взаимодействия SbCl_3 с хлором протекает по уравнению:
 $\text{SbCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SbCl}_5 + 55,7 \text{ кДж}$.
Вычислите теплоту образования хлорида сурьмы (V).

Элементы VIA группы

1. Напишите структурную формулу персульфата калия. Какую валентность проявляет сера в персульфате?
2. В какой из указанных реакций сера является окислителем и восстановителем одновременно: а) $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \dots$; б) $\text{K}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{\text{t}} \dots$? Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса.
3. При 298 К $\text{PP}(\text{BaSO}_4) = 10^{-10}$. Вычислите растворимость (моль/л) соли при данной температуре и стандартный изобарно-изотермический потенциал процесса: $\text{BaSO}_4 + \text{aq} \leftrightarrow \text{Ba}^{2+}_{(\text{р})} + \text{SO}_{(\text{р})}^{2-}$.
4. В каких реакциях вода проявляет себя как окислитель и в каких – как восстановитель? Приведите уравнения реакций.
5. Напишите электронные формулы атома кислорода и иона O^{2-} .

Элементы VIIA группы

1. Напишите уравнения реакций получения оксидов брома, изобразите их структуру.

2. Как реагирует хлороводородная кислота с оксидами марганца (II) и (IV)? Напишите уравнения реакций.
3. Перечислите области применения йода и его соединений.
4. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $KCl \rightarrow Cl_2 \rightarrow Ba(ClO_2)_3 \rightarrow HClO_3 \rightarrow ClO_2 \xrightarrow{KOH} X$.
5. Определите молярность раствора, полученного при растворении 67,2 л (н. у.) хлороводорода в 3 л воды.

Элементы IV группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $AgNO_3 \rightarrow Ag \rightarrow Ag_2S \rightarrow AgNO_3 \rightarrow Ag_2CrO_4$.
2. Как окисляется золото смесью азотной и хлороводородной кислот? Составьте уравнение реакции, используя метод электронно-ионного баланса.
3. К раствору медного купороса прибавили избыток щёлочи. Раствор с выпавшим осадком прокипятили, после чего осадок промыли, прокалили и взвесили. Масса оказалась равной 1,648 г. Сколько $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ содержалось в растворе?
4. Какие реакции лежат в основе цианидного способа извлечения серебра и золота из руд? Напишите электронно-ионные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.

Элементы IIВ группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:
 $Zn_2(OH)_2CO_3 \rightarrow ZnO \rightarrow Na_2ZnO_2 \rightarrow ZnCl_2 \rightarrow Na_2[Zn(CN)_4]$.
2. Почему случайно пролитая ртуть должна быть тщательно собрана, а места, где она могла залежаться, рекомендуется засыпать «серой»? Ответ мотивируйте.
3. Вычислите молярную концентрацию раствора бромида кадмия, титр которого равен 0,017 г/мл.
4. Определите у растворов нитрата и сульфата цинка значение pH растворов. Дайте обоснованный ответ.

Элементы IIIB и IVB групп

1. Составьте уравнения реакций для следующих превращений:
$$\text{Ti} \rightarrow \text{TiO}_2 \rightarrow \text{Ti}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{TiO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{TiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{TiO}_3 \rightarrow \text{TiOSO}_4.$$
2. Рассчитайте число атомов в 5 см^3 твёрдого актиния при комнатной температуре.

Элементы VIB группы

1. Какова химическая формула тёмно-красных кристаллов, образующихся при взаимодействии 10%-го раствора дихромата калия с концентрированной серной кислотой? Каково различие во взаимодействии этого вещества с хлороводородом и концентрированной хлороводородной кислотой? Как это объяснить? Составьте уравнения соответствующих реакций.
2. Укажите значения четырёх квантовых чисел для валентных электронов атома хрома.
3. Составьте уравнение взаимодействия соли хрома (III) с: а) раствором соды; б) раствором сульфита натрия.
4. Гексагидрат хлорида хрома (III) $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ известен в виде трёх соединений: $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ и $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$. Какая из этих солей находилась в растворе, если известно, что для полного осаждения ионов хлора, содержащихся в 20 г препарата, израсходовано 80 мл 2 н. раствора нитрата серебра?

Элементы VIIB группы

1. Манганаты получают сплавлением MnO_2 со щелочами в присутствии окислителей. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:
а) $\text{MnO}_2 + \text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$; б) $\text{MnO}_2 + \text{NaClO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$.
2. Напишите выражение константы нестойкости для комплексного соединения $\text{K}_4[\text{ReCl}_6]$. Укажите тип комплекса, заряд и координационное число комплексообразователя, заряд комплексного иона.
3. За счёт какой реакции идёт разложение манганата калия в водном растворе? Как смещается равновесие при: а) добавлении щёлочи; б) добавлении кислоты; в) пропускании в раствор оксида углерода (IV)?

4. Какой объём водорода (н. у.) выделится при взаимодействии марганца с парами воды и сколько гидроксида марганца (какого?) получится, если для реакции взято 15,5 г марганца с массовой долей нерастворимых в воде примесей 29 %? Какие свойства проявляет полученный гидроксид? Напишите уравнения реакций.

Элементы VIIIВ группы

1. Какие соединения образуют железо, кобальт и никель с оксидом углерода (II)? Объясните различный состав этих соединений, исходя из электронных структур незаряжённых атомов металлов. Напишите соответствующие уравнения реакций.
2. Составьте уравнения реакций в ионной и молекулярной формах:
а) $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$; б) $\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \dots$
3. Раствор хлорида никеля (II) NiCl_2 , содержащий 0,1297 кг соли, подвергался электролизу током 5 А в течение 5,36 ч. Сколько хлорида никеля осталось в растворе и какой объём хлора (н. у.) выделился при электролизе?
4. Гексацианоферрат (III) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (красную кровяную соль) нельзя получить прямым взаимодействием соединений железа (III) с цианидом калия, так как последний окисляется до CO_2 , а железо переходит в $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакции хлорида железа (III) с KCN в воде, считая степень окисления углерода в цианиде равной +2.

ВАРИАНТ 9

Элементы IA и IIA групп

1. Какое соединение образуется при сгорании калия в избытке кислорода? Кислород этого соединения при взаимодействии его:
а) с водой; б) с разбавленной H_2SO_4 диспропорционирует, приобретая степени окисления –1 и 0. Составьте электронные и молекулярные уравнения указанных реакций.
2. Пероксид натрия применяется в изолирующих противогазах для регенерации кислорода. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакции пероксида натрия с CO_2 . К какому типу окислительно-восстановительных процессов относится эта реакция?

3. Почему ион бериллия является лучшим комплексообразователем, чем ионы остальных s-элементов II группы? Приведите примеры комплексных соединений бериллия, укажите заряд и координационное число комплексообразователя.
4. Известковую воду разделили на две одинаковые порции. Через одну пропустили углекислый газ до растворения выпавшего осадка. Затем обе порции вновь слили. Будет ли полученная взвесь обладать электрической проводимостью? Напишите молекулярные и ионные уравнения.
5. Сколько гидроксида калия получится при электролизе 1 м³ 20%-го раствора хлорида калия ($\rho = 1,151$ г/мл) без учёта производственных потерь? Какой объём газа (н. у.) при этом выделится на аноде?

Элементы IIIA группы

1. Почему алюминий вытесняет водород из воды только в щелочной или кислой среде? Какой процесс наблюдается при действии воды на амальгмированный алюминий? Что происходит с ним на воздухе? Дайте мотивированный ответ и приведите уравнения соответствующих реакций.
2. Осуществите превращения: $\text{AlCl}_3 \xrightarrow{\text{NH}_4\text{OH}} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{t}} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{X}_3$.
Определите неизвестные вещества.
3. К раствору, содержащему хлорид алюминия массой 32 г, прилили раствор, содержащий сульфид калия массой 33 г. Определите массу образовавшегося осадка.
4. На реакцию с 0,38 г $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ израсходовано 20,50 мл раствора HCl. Вычислите нормальность раствора кислоты.
5. Составьте уравнение реакции взаимодействия бора с концентрированной азотной кислотой.

Элементы IVA группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{HCOOH} \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2$.
2. Какие из перечисленных веществ обладают восстановительными свойствами: а) углерод; б) четырёххлористый углерод; в) оксид углерода (IV)? Напишите уравнения реакций.

3. Сколько каустической соды, содержащей 90 % NaOH, и песка, содержащего 85 % SiO₂, необходимо для получения 1 т силиката натрия?
4. В каких двух модификациях может существовать металлическое олово? Какое явление носит название «оловянной чумы» и при каких температурах оно наблюдается?
5. Какой объём 1 н. раствора NaOH необходимо добавить к 200 мл 4%-го раствора SnCl₂ с плотностью 1,03 г/мл, чтобы последний полностью перевести в гидроксостаннит?

Элементы VA группы

1. Перечислите ионы и молекулы, находящиеся в водном растворе аммиака. Напишите уравнения реакций. Почему водный раствор аммиака является плохим электролитом? Дайте характеристику основных физических и химических свойств аммиака.
2. Осуществите превращения:

$$P \rightarrow P_4O_{10} \rightarrow HPO_3 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow (NH_4)_2HPO_4.$$
3. Сколько миллилитров 1 н. раствора нитрита натрия потребуется в щелочной среде для полного восстановления перманганата калия, содержащегося в 1000 г 2%-го раствора KMnO₄?
4. Составьте уравнение реакции:

$$FeAsS + 14NO_3^- + 12H^+ \rightarrow Fe^{3+} + AsO_4^{-3} + SO_4^{-2} + 14NO_2 + 6H_2O.$$
5. Рассчитайте эквивалент α-мышьяковой кислоты в следующих реакциях:

$$H_3AsO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaHAsO_4 + 2H_2O;$$

$$H_3AsO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(H_2AsO_4)_2 + 2H_2O;$$

$$H_3AsO_4 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow (CaOH)_3AsO_4 + 3H_2O;$$

$$2H_3AsO_4 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(AsO_4)_2 + 6H_2O.$$

Элементы VIA группы

1. Каковы характерные степени окисления серы? Объясните с позиций электронного строения атома.
2. Какую роль играет соль надсерной кислоты в реакции:

$$Mn(NO_3)_2 + K_2S_2O_6 + H_2O \rightarrow \dots ?$$
 Составьте уравнение реакции, используя метод электронно-ионного баланса.

3. Напишите в общем виде уравнения реакций получения сульфатов и гидросульфатов.
4. Составьте уравнение реакции взаимодействия озона с пероксидом водорода.
5. Какой объём водорода следует добавить к 1 м^3 кислорода, чтобы получить смесь, плотность которой равна плотности воздуха?

Элементы VIIA группы

1. Напишите уравнения реакций получения оксидов хлора, изобразите их структуру.
2. Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса:
 - а) $\text{HCl}_{(\text{ж})} + \text{MnO}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{HI} + \text{Br}_2 \rightarrow \dots$;
 - в) $\text{HBr}_{(\text{г})} + \text{SO}_2 \rightarrow \dots$; г) $\text{HBr}_{(\text{ж})} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \dots$.
3. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:
 $\text{CaF}_2 \rightarrow \text{HF} \rightarrow \text{F}_2 \rightarrow \text{ClF}_3 \rightarrow \text{HF} \rightarrow \text{Na}_3[\text{AlF}_6]$.
4. Константа диссоциации кислоты при 25°C равна $2,3 \cdot 10^{-11}$. Состав кислоты (% мас.): Н – 0,69; I – 88,70; O – 11,11. Вычислите степень её диссоциации в растворе, литр которого содержит 0,288 г кислоты.
5. Составьте уравнение реакции образования комплексного соединения $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}_{(\text{изб})} \rightarrow$. Для полученного комплексного соединения напишите: а) уравнение электролитической диссоциации; б) выражение константы нестойкости комплексного иона.

Элементы IV группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:
 $\text{CuO} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuI}_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$.
2. Напишите уравнение реакции растворения золота в растворе цианида калия в присутствии кислорода воздуха. Составьте электронно-ионные уравнения процессов окисления и восстановления.
3. Сколько требуется 34%-го раствора азотной кислоты ($\rho = 1,21 \text{ г/мл}$) для растворения 50 г серебра?

4. При пропускании хлора через взвесь $\text{Cu}(\text{OH})_2$ в щелочном растворе проявляется красное окрашивание, обусловленное образованием иона $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{-2}$. Добавлением гидроксида бария осаждается красный тетрагидроксокупрат (II) бария, который, выделяя кислород, быстро чернеет. Напишите электронные и молекулярные уравнения всех упомянутых реакций.

Элементы IIВ группы

1. Напишите уравнения реакций, в результате которых при взаимодействии угольной кислоты и гидроксида цинка получаются средняя, кислая и основная соли. Дайте названия полученным солям и составьте их графические формулы.
2. Составьте уравнение реакции $\text{HgCl}_2 + \text{SnCl}_2 \rightarrow \dots$.
3. При прокаливании 3,12 г смеси карбоната цинка с оксидом цинка получили 2,70 г оксида цинка. Вычислите состав исходной смеси (в процентах по массе).
4. На осаждение сульфат-ионов из 50 мл раствора сульфата цинка израсходовано 25 мл 0,05 М раствора хлорида бария. Вычислите титр исходного раствора сульфата цинка.

Элементы IIIВ и IVВ групп

1. Какая степень окисления наиболее характерна для титана? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций:
а) $\text{Ti} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; б) $\text{TiCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
в) $\text{TiCl}_3 + \text{AuCl}_3 \rightarrow \dots$.
2. При кипячении лантана в воде собрано 14,82 л (н. у.) газа. Определите массу (г) лантана, вступившего в реакцию.

Элементы VIВ группы

1. Закончите уравнения реакций, которые приводят к образованию оксотетрагалогенидов, выраженных общей формулой ЭOHal_4 :
а) $\text{W} + \text{WO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{Mo} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \rightarrow \dots$;
в) $\text{MoF}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
2. Какое строение имеет атом вольфрама? Укажите характерные степени окисления.

3. Составьте уравнение реакции, протекающей при добавлении раствора дихромата калия к подкисленному серной кислотой раствору сульфата железа (II).
4. 5 г хромата бария промыли 200 мл воды. Рассчитайте процент максимальных потерь соли вследствие её растворения в промывной воде. $PP(\text{BaCrO}_4) = 1,2 \cdot 10^{-10}$.

Элементы VIIВ группы

1. Почему соединения марганца (VI) способны к диспропорционированию? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:
 - а) $\text{MnO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; б) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 - в) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.
2. Металлические технеций и рений могут быть получены соответственно из пертехнетата и перрената аммония. Напишите уравнения реакций, характеризующих получение из указанных соединений: а) технеция в две стадии; б) рения в одну стадию.
3. Что образуется при взаимодействии раствора манганата калия с:
 - а) хлорной водой; б) кристаллическим сульфитом калия в присутствии серной кислоты? Напишите уравнения реакций в ионной и молекулярной формах. Какие свойства проявляет манганат калия в указанных реакциях?
4. Чему равна масса калийной селитры, которая расходуется на получение манганата калия из технического оксида марганца (IV) массой 8,7 кг, содержащего примеси, массовая доля которых составляет 12 %?

Элементы VIIIВ группы

1. Что происходит при добавлении раствора карбоната натрия к:
 - а) сульфату железа (II); б) сульфату железа (III)? Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном видах. Чем вызвано различие в характере образующихся продуктов реакций?
2. Какие вещества должны вступить в реакцию, чтобы образовались продукты:
 - а) $\dots \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{NaCl}$; б) $\dots \rightarrow [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$Составьте уравнения реакций и назовите все соединения никеля.

3. Рассчитайте объём 0,1 М раствора гидроксида натрия, необходимый для полного осаждения гидроксохлорида кобальта (II) из 0,1 М раствора хлорида кобальта (II) объёмом 20 мл. Какой объём 1 М раствора щёлочи потребуется для перевода гидроксохлорида в гидроксид кобальта (II)?
4. Рутений и осмий устойчивы по отношению ко всем кислотам и многим смесям кислот, но при сплавлении со щелочами в присутствии окислителей переходят соответственно в рутенаты (VI) и осматы (VI). Зная это, напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:
- а) $\text{Ru} + \text{NaNO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$; б) $\text{Os} + \text{NaClO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$;
в) $\text{Os} + \text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$.

ВАРИАНТ 10

Элементы IA и IIA групп

1. Оксид бериллия при сплавлении взаимодействует и с SiO_2 , и с Na_2O . Напишите уравнения соответствующих реакций. О каких свойствах BeO говорят эти реакции?
2. При высокой температуре щелочные металлы восстанавливают соли кислородсодержащих кислот. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакции, происходящей при сплавлении калия с K_2SO_4 . Окислитель в этой реакции восстанавливается максимально.
3. Как изменяется термическая устойчивость гидроксидов элементов подгруппы бериллия? Приведите соответствующие уравнения реакций и укажите продукты разложения.
4. Приведите три способа получения карбоната натрия исходя из сульфата натрия.
5. Вещество, полученное нагреванием 2,3 г натрия в избытке водорода, обработали 10 г воды. Сколько литров (н. у.) газа выделяется? Какова массовая доля растворённого вещества в полученном растворе?

Элементы IIIA группы

1. Какие из приведённых ниже солей относятся к солям алюминия в катионной, какие – в анионной форме: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, NaAlO_2 , AlCl_3 , $\text{Ca}(\text{AlO}_2)_2$? Напишите ионные и молекулярные уравнения гидролиза хлорида алюминия и алюмината натрия, назовите продукты гидролиза и укажите характер среды растворов этих солей.
2. Составьте уравнения реакций:
а) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{CO}_{3(\text{к})} \rightarrow \dots$; б) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
в) $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{CO}_2 \rightarrow \dots$.
3. Напишите уравнения реакций, протекающих при электролитическом получении алюминия из раствора глинозёма в расплавленном криолите. Сколько алюминия получится при электролизе 500 кг глинозёма, содержащего 92 % оксида алюминия? Какова продолжительность электролиза при силе тока 30 А, если коэффициент использования тока составляет 95 %?
4. При действии избытка щёлочи на ортоборную кислоту за счёт дегидратации возникают характерные для бора связи В–О–В. К образованию какой соли это приводит? Составьте уравнение реакции в молекулярной и ионно-молекулярной формах.
5. Как получить бор из борной кислоты?

Элементы IVA группы

1. Сравните свойства водородных соединений углерода и кремния. Чем объясняется неустойчивость водородных соединений кремния? Возможно ли образование непредельных силанов?
2. Вычислите pH 0,15 М раствора синильной кислоты.
3. Что такое водяной газ? Покажите влияние температуры и давления на равновесие системы при получении водяного газа из воды и кокса.
4. Напишите уравнение реакции взаимодействия станнита калия и гидроксида висмута (III).
5. Пользуясь справочными данными $\Delta G^\circ_{\text{обр}}$ и S° , вычислите стандартную энтальпию образования карбоната свинца (II).

Элементы VA группы

1. Используя метод молекулярных орбиталей, постройте энергетическую диаграмму молекулы азота. Объясните кратность связи.
2. Напишите уравнения реакций получения азота (не менее 7).
3. Рассчитайте стандартные изменения энергии Гиббса, энтальпии и энтропии для реакции:
$$2\text{NH}_4\text{ClO}_{4(\text{конц})} \rightarrow \text{N}_{2(\text{r})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})} + 2\text{O}_{2(\text{r})} + \text{Cl}_{2(\text{r})}$$
4. Почему фосфан является хорошим восстановителем, а дифосфан проявляет как окислительные, так и восстановительные свойства? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций:
а) $\text{PH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{P}_2\text{H}_4 + \text{TiCl}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{TiCl}_4 + \dots$
5. Какой газ и в каком объёме (н. у.) выделится при взаимодействии висмута со 100 мл азотной кислоты, если в одном случае это разбавленный раствор кислоты с концентрацией 0,6 моль/л, а в другом – концентрированный раствор с массовой долей кислоты 37 %?

Элементы VIA группы

1. Какие степени окисления проявляет сера в соединениях с водородом? Дайте объяснение с позиции электронного строения атома.
2. Рассчитайте, сколько теплоты выделяется при взаимодействии 5,6 л (н. у.) кислорода с оксидом серы (IV). Напишите в общем виде уравнения реакций получения сульфидов и гидросульфидов.
3. Сколько миллилитров 4 н. раствора HCl потребуется для взаимодействия с 10 г цинка? Вычислите объём выделившегося газа (н. у.). Какова будет нормальность полученного раствора, если его разбавить до 0,5 л?
4. Изобразите схемой расположение валентных электронов в молекуле пероксида водорода.
5. На нейтрализацию раствора, полученного при взаимодействии гидрида кальция с водой, затратили 87,34 мл 29,2%-го раствора хлороводорода ($\rho = 1,145$ г/мл). Какой объём водорода (н. у.) выделился при разложении гидрида?

Элементы VIIA группы

1. Укажите причины отклонения в свойствах фтороводорода по сравнению с другими галогеноводородами.
2. Составьте уравнения реакций:
 - а) $S + F_2 \rightarrow \dots$;
 - б) $P + F_2 \rightarrow \dots$;
 - в) $NH_3 + F_2 \rightarrow \dots$;
 - г) $SiO_2 + F_2 \rightarrow \dots$.
3. Напишите уравнение реакции получения перхлората калия из хлората калия. Укажите тип данной окислительно-восстановительной реакции.
4. Константа равновесия системы $2NO_{(r)} + Cl_{2(r)} \rightarrow 2NOCl_{(r)}$ при некоторой температуре оказалась равной 0,5. Вычислите исходные концентрации оксида азота (II) и хлора, если равновесные концентрации этих веществ составили соответственно 4 и 2 моль/л.
5. Объясните изменение степени диссоциации и окислительных свойств кислот хлора в ряду $HClO - HClO_2 - HClO_3 - HClO_4$. Какая из этих кислот существует в свободном виде?

Элементы IB группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $Ag \rightarrow Ag[(NH_3)_2]OH \rightarrow AgNO_3 \rightarrow Ag_2O \rightarrow AgBr$.
2. Какие процессы происходят при электролизе раствора сульфата меди (II) с: а) медными; б) платиновыми электродами?
3. Сколько миллилитров 10%-го раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,11$ г/мл) требуется для осаждения всей меди в виде гидроксида меди (II) из 1,29 г $CuCl_2 \cdot 2H_2O$?
4. Какая степень окисления наиболее характерна для меди? Исходя из этого, напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:
 - а) $Cu_2S + O_2 \rightarrow \dots$;
 - б) $CuCl + O_2 + HCl \rightarrow \dots$;
 - в) $Cu_2O + HgCl_2 + H_2O \rightarrow \dots$.

Элементы IIВ группы

1. Сравните отношение цинка, кадмия и ртути к разбавленной азотной кислоте. Напишите соответствующие уравнения реакций.
2. Составьте уравнения реакций:
$$3\text{Zn} + \text{NO}_3^- + 7\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Zn}^{2+} + \text{NH}_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O};$$
$$\text{Hg} + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \text{Hg}_2\text{SO}_4 + \dots$$
3. Рассчитайте тепловой эффект реакции восстановления 10 кг оксида цинка графитом.
4. Какой объём 1 М раствора КОН необходим для полного растворения 20 г гидроксида цинка?

Элементы IIIВ и IVВ групп

1. Какие значения степеней окисления могут принимать атомы титана, циркония и гафния в своих соединениях? Какие из этих значений наиболее характерны? Почему фиолетовый раствор TiCl_3 на воздухе обесцвечивается? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций, одним из продуктов которой является дихлорид титанила.
2. Известно, что лантан образует с таллием интерметаллическое соединение, содержащее 14,52 % (по массе) лантана. Установите химическую формулу этого интерметаллида. Составьте уравнение реакции между ним и разбавленной азотной кислотой.

Элементы VIВ группы

1. Закончите уравнения реакций, составив электронные уравнения, в результате которых образуется диоксид молибдена:
а) $\text{MoO}_3 + \text{CO} \rightarrow$; б) $\text{MoO}_3 + \text{CH}_4 \rightarrow$; в) $\text{MoO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \dots$
2. Какое строение имеет атом молибдена? Укажите характерные степени окисления.
3. Составьте уравнение реакции между раствором дихромата калия и подкисленным серной кислотой раствором иодида калия, используя метод ионно-электронного баланса.
4. Образуется ли осадок хромата серебра, если слить равные объёмы 0,5 н. раствора хромата калия с 0,2 н. раствором нитрата серебра?
 $\text{PP}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-12}$.

Элементы VIIВ группы

1. Как влияет повышение степени окисления марганца на изменение кислотно-основных свойств его оксидов и гидроксидов? Какие кислотно-основные свойства проявляет гидроксид марганца (IV)? Нарисуйте графическую формулу гаусманита (Mn_3O_4), являющегося солью марганца и ортомарганцовистой кислоты. Закончите уравнение реакции, составив электронные уравнения:
 $Mn_3O_4 + Ba(NO_3)_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow \dots$
2. Почему аммиачный комплекс марганца (II) получается только при действии сухого аммиака на твёрдую соль марганца? Что происходит при пропускании аммиака через раствор соли марганца (II)? Напишите уравнения реакций.
3. Составьте уравнения реакций:
а) $Tc + HNO_{3(конц.)} \rightarrow \dots$; б) $NH_4TcO_4 + H_2 \rightarrow \dots$;
в) $TcO_2 + HNO_{3(конц.,гор)} \rightarrow NO_2 + \dots$
4. Было приготовлено 200 мл раствора сульфата железа (II) из навески $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ массой 27,8 г. Какой объём 0,1 М раствора $KMnO_4$ потребуется для окисления в кислой среде сульфата железа (II), содержащегося в 50 мл приготовленного раствора?

Элементы VIIIВ группы

1. Объясните, почему при добавлении щёлочи к водному раствору $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$ выпадает осадок, а при добавлении щёлочи к раствору $K_2[Ni(CN)_4]$ осадок не образуется. Назовите и охарактеризуйте (тип комплекса, заряд и координационное число комплексообразователя) указанные координационные соединения. Приведите соответствующие уравнения реакций в ионном и молекулярном видах.
2. Напишите уравнения реакций окисления гидроксида кобальта (II) в щелочной среде гипохлоритом натрия и бромом. Что представляет собой образующийся осадок и каково отношение этого соединения к щелочам и кислотам? Приведите пример.
3. Растворимость гидроксида железа (III) равна $1,9 \cdot 10^{-10}$ моль/л. Вычислите $PP(Fe(OH)_3)$.

4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:
- $$\text{Co}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Co} \rightarrow \text{Co}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{CoCl}_2 \rightarrow \text{CoCl}_3.$$

ВАРИАНТ 11

Элементы IA и IIA групп

1. Составьте уравнения реакций, которые нужно провести для осуществления превращений:
 $\text{Be} \rightarrow \text{BeCl}_2 \rightarrow \text{Be}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{BeSO}_4.$
2. Какие вещества образуются при горении кальция на воздухе? Почему при смачивании полученного продукта водой выделяется значительное количество теплоты и ощущается запах аммиака? Составьте уравнения соответствующих реакций.
3. Как изменяется растворимость гидроксидов элементов подгруппы бериллия? Приведите уравнения реакций термического разложения этих гидроксидов.
4. Приведите три способа получения карбоната калия исходя из нитрата калия.
5. Вещество, полученное нагреванием 3,9 г калия в избытке кислорода, обработали 10 г воды. Сколько литров (н. у.) газа выделяется? Какова массовая доля растворённого вещества в полученном растворе?

Элементы IIIA группы

1. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций взаимодействия алюминия, оксида алюминия и гидроксида алюминия с концентрированным раствором гидроксида калия. Какая из перечисленных реакций является окислительно-восстановительной? Рассмотрите указанную реакцию с позиции метода ионно-электронного баланса.
2. Степень диссоциации гидроксида алюминия в 0,1 М растворе равна 0,013. Рассчитайте константу диссоциации $\text{Al}(\text{OH})_3$ по первой ступени.
3. В каком соотношении масс следует взять навески алюминия, чтобы при внесении их в растворы разбавленных серной и азотной кислот выделились равные объёмы газов? Концентрация азотной кислоты такова, что её восстановление протекает с образованием оксида азота (I).

4. Какая кислота образуется за счёт гидратации при действии кислот на тетраборат натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$? Составьте уравнение реакции в молекулярной и ионно-молекулярной формах.
5. Как получить бор из буры? Составьте уравнение реакции.

Элементы IVA группы

1. К какому классу соединений можно отнести продукты реакции взаимодействия оксида углерода (II) с металлами? Каков характер химических связей в них?
2. При взаимодействии 250 г технического карбида кальция с водой выделилось 70 л ацетилена, измеренного при н. у. Определите содержание примесей в исходном веществе.
3. Какие химические свойства характерны для оксида кремния (IV) и кремниевой кислоты?
4. При реставрации картин их обрабатывают пероксидом водорода для перевода чёрного сульфида свинца (II) в белый сульфат свинца (II). Напишите уравнение реакции.
5. Какой объём 0,1 М раствора дихромата калия потребуется для окисления в присутствии разбавленной серной кислоты хлорида олова (II), содержащегося в 300 мл 10%-го раствора ($\rho = 1,1$ г/мл)?

Элементы VA группы

1. Укажите аллотропные видоизменения фосфора. Каковы их свойства? Как получить белый фосфор из красного и наоборот? Напишите уравнения реакций.
2. Составьте уравнения реакций, подтверждающие окислительно-восстановительные свойства гидросиламина. Как получают это соединение?
3. В 1 л воды растворено 200 мл аммиака, измеренного при нормальных условиях. Найдите молярность полученного раствора аммиака, приняв плотность раствора равной 0,9 г/мл.
4. Составьте электронно-ионные и молекулярные уравнения реакций: а) сурьмы с концентрированной азотной кислотой; б) мышьяка с хлором в воде. Простые вещества в этих процессах окисляются максимально.
5. Составьте уравнение реакции $2\text{Fe}^{2+} + \text{Pb}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{Pb}^{2+}$.

Элементы VIA группы

1. Как можно получить серу в лабораторных условиях? Напишите уравнения реакций.
2. При 0 °С и 101,3 кПа один объём воды поглощает 79,8 объёма сернистого газа. Вычислите процентное содержание SO_2 и H_2SO_3 в полученном растворе.
3. Напишите уравнения качественных реакций на сульфид- и сульфат-ионы.
4. На взаимодействие с углеродом массой 1,2 г был израсходован кислород объёмом 1,12 л (н. у.), образовавшийся оксид занял объём 2,24 л (н. у.). Установите формулу оксида.
5. Как отразится повышение давления на равновесии реакции $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{пар})}$?

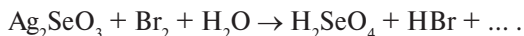
Элементы VIIA группы

1. Напишите уравнения реакций получения оксокислот брома. Укажите их названия и изобразите графические формулы.
2. Какое из водородных соединений имеет большую степень диссоциации: фтороводород, йодоводород или бромоводород?
3. По каким двум направлениям и при каких условиях возможен распад хлората калия? Напишите уравнения реакций.
4. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{KI} \rightarrow \text{I}_2 \rightarrow \text{HIO}_3 \rightarrow \text{I}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{I}_2 \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{X}$.
5. Константа диссоциации кислоты при 25 °С равна $2,3 \cdot 10^{-11}$. Состав кислоты (% мас.): Н – 0,69; I – 88,22; О – 11,11. Вычислите рН раствора, в 2 л которого содержится 0,244 г кислоты.

Элементы IB группы

1. Почему соединения меди (II), серебра (I) и золота (III) являются окислителями? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:
а) $\text{CuO} + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{N}_2 + \dots$; б) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \rightarrow \dots$;
в) $\text{Au}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$.
2. Какие процессы протекают на электродах при очистке меди электролизом? Что происходит с удаляемыми примесями при электролитическом рафинировании меди?

3. Составьте уравнение реакции

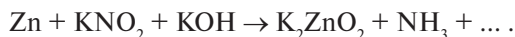


4. Произведение растворимости сульфата серебра при 25 °С равно $1,6 \cdot 10^{-5}$. Вычислите растворимость сульфата серебра в моль/л.

Элементы IIВ группы

1. Какая соль образуется при взаимодействии хлорида цинка с раствором карбоната натрия? Напишите уравнение реакции.

2. Составьте уравнение реакции:

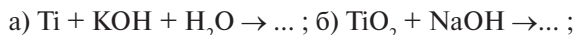


3. На осаждение ионов Hg^{2+} из 50 мл раствора нитрата ртути (II) потребовалось 25 мл 1 н. раствора сульфида натрия. Вычислите титр раствора $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$.

4. При пайке металлов цинк обрабатывают соляной кислотой. Для чего это делают? Приведите уравнения соответствующих реакций.

Элементы IIIВ и IVВ групп

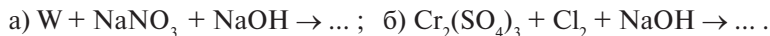
1. Допишите уравнения реакций:



2. Определите, выпадает ли при 25 °С осадок, если смешать 125 мл 0,01 М раствора хлорида лантана (III) и 175 мл 0,1 М раствора сульфата натрия.

Элементы VIВ группы

1. Напишите электронно-ионные и молекулярные уравнения реакций:



2. Составьте уравнение реакции $\text{SO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.

3. Как получить гидроксид хрома (III)? Напишите эмпирическую и графическую формулы дигидрососульфата хрома (III). Напишите уравнение перевода его в среднюю соль.

4. Как объяснить, что при действии хлорида бария на раствор дихромата калия выпадает осадок хромата бария? Как изменится количество осадка, если к раствору добавить ацетат натрия?

Элементы VIIВ группы

1. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций диспропорционирования соединений рения:
а) $\text{ReF}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; б) $\text{ReCl}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; в) $\text{K}_2\text{ReCl}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
2. Какие свойства проявляет гидроксид марганца (IV)? Подтвердите ответ уравнениями соответствующих реакций.
3. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов полуреакций, оцените возможность окисления диоксидами марганца и технеция сульфид-ионов до сульфат-ионов:
 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$; $\varphi^0 = 1,23 \text{ В}$;
 $\text{TcO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Tc}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$; $\varphi^0 = 1,14 \text{ В}$;
 $\text{S}^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$; $\varphi^0 = 1,15 \text{ В}$.
4. К 158 г раствора перманганата калия с массовой долей 10 % добавили избыток раствора нитрита натрия. Реакцию проводили в нейтральной среде. Выделившийся осадок растворили в избытке соляной кислоты. Рассчитайте объём выделившегося при этом газа (н. у.).

Элементы VIIIВ группы

1. Какие качественные реактивы используются для определения катионов железа Fe^{2+} и Fe^{3+} ? Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном видах, назовите все соединения железа и укажите их характерную окраску.
2. Какие вещества должны вступить в реакцию, чтобы образовались продукты:
а) $\dots \rightarrow \text{CoSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$; б) $\dots \rightarrow \text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$?
Составьте уравнения реакций и назовите все соединения кобальта.
3. На осаждение ионов Fe^{3+} из 150 мл раствора сульфата железа (III)-калия $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2$ потребовалось 72 мл 2,15 н. раствора щёлочи. Вычислите молярную и нормальную концентрации соли в растворе.
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:
 $\text{Ni} \rightarrow \text{NiO} \rightarrow \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{NiCl}_2$.

ВАРИАНТ 12

Элементы IA и IIA групп

1. Озонид калия образуется при действии озона на твёрдый KOH. Озон, окисляя гидроксид-ион, восстанавливается до озонид-иона O_3^- . Составьте электронные и молекулярные уравнения этой реакции.
2. Какие из перечисленных солей подвергаются гидролизу: MgI_2 , $RbNO_3$, K_3PO_4 ? Составьте ионные и молекулярные уравнения гидролиза, укажите реакцию (рН) среды растворов солей. Какие факторы влияют на степень гидролиза?
3. Напишите молекулярные уравнения реакций:
а) $Be(OH)_{2(r)} + OH^-_{(p)} \rightarrow \dots$; б) $Be(OH)_{2(r)} + H^+_{(p)} \rightarrow \dots$;
в) $Be(OH)_{2(r)} + NaOH_{(r)} \xrightarrow{t} \dots$.
4. Напишите уравнение реакции, лежащей в основе получения соды из сульфата натрия путём его спекания с углём и известняком при высокой температуре. Какие функции выполняют при этом уголь и известняк?
5. Определите рН 0,2 М раствора гидросульфида натрия, если константы диссоциации сероводородной кислоты равны $K_1 = 1,0 \cdot 10^{-7}$, $K_2 = 1,3 \cdot 10^{-13}$.

Элементы IIIA группы

1. В чём проявляется различие в структуре и свойствах водородных соединений алюминия и бора?
2. Подберите коэффициенты в схемах окислительно-восстановительных реакций:
а) $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + N_2O + H_2O$;
б) $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + NH_4NO_3 + H_2O$;
в) $Al + H_2O + KNO_3 + KOH \rightarrow K[Al(OH)_4] + NH_3$.
3. Напишите уравнения реакций, происходящих при следующих превращениях: $Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3$. Вычислите молярную концентрацию раствора сульфата алюминия, если после соответствующей химической обработки 200 мл этого раствора выделен оксид алюминия массой 0,612 г.

4. Сравните окислительно-восстановительные свойства соединений таллия (I) и таллия (III) в водном растворе, используя справочные данные. Составьте уравнения следующих реакций в растворе:
- а) $\text{TlNO}_3 + \text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{Tl}(\text{NO}_3)_3 + \text{KNO}_2 \rightarrow \dots$;
- в) $\text{TlCl} + \text{HNO}_{3(\text{конц})} \rightarrow \dots$; г) $\text{Tl}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 \rightarrow \dots$.
5. Определите формулу вещества Al_xC_y , содержащего 20,2 % (по массе) алюминия, если плотность его паров по азоту равна 9,54.

Элементы IVA группы

1. Напишите уравнение реакции синтеза сероуглерода. К какому типу относится данная реакция?
2. Напишите уравнения реакций: а) $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \dots$; б) $\text{SiO}_2 + \text{Al} \rightarrow \dots$.
3. Из 100 г кристаллической соды $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ необходимо приготовить 12%-й раствор карбоната натрия. Сколько для этого нужно воды?
4. Составьте уравнение реакции

$$\text{SnCl}_2 + \text{Na}_2\text{WO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{W}_2\text{O}_5 + \text{SnCl}_4 + \dots$$
5. Сколько граммов оксида свинца (IV) можно восстановить 200 мл 0,1 М раствора нитрата марганца (II) в кислой среде?

Элементы VA группы

1. Какой оксид азота образуется при непосредственном взаимодействии азота и кислорода?
2. Напишите ионное и молекулярное уравнения гидролиза ортофосфата натрия.
3. Один объём воды при 0 °С растворяет 1176 объёмов аммиака, измеренного при нормальных условиях. Какова процентная концентрация получающегося при этом раствора?
4. Какая из солей – BiCl_3 или SbCl_3 – гидролизруется сильнее? Почему? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей. Как подавить гидролиз этих солей, приводящий к помутнению их водных растворов?
5. Осуществите превращения: $\text{As} \rightarrow \text{As}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{AsH}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 \rightarrow \text{K}_3\text{AsO}_4$.

Элементы VIA группы

1. Напишите формулу серной кислоты. Определите валентность центрального атома.
2. Составьте уравнение реакции, используя метод электронно-ионного баланса: $KI + H_2SO_4 \rightarrow \dots$.
3. Какую роль играет серная кислота?
4. Напишите уравнения качественных реакций на сульфит- и тиосульфат-ионы.
5. Чему равен объём кислорода (н. у.), полученного из $KClO_3$ и $KMnO_4$, взятых массой по 1 кг? Укажите лабораторные и промышленные способы получения кислорода.

Элементы VIIA группы

1. Определите геометрию следующих молекул и ионов: фторида хлора (III), фторида йода (VII).
2. Напишите уравнение реакции получения хлората калия.
3. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $Br_2 \rightarrow KBr \rightarrow Br_2 \rightarrow HBrO_3 \xrightarrow{NaOH+F_2} X$.
4. Пользуясь справочными данными, вычислите константу равновесия реакции $4HCl_{(r)} + O_{2(r)} \rightarrow 2H_2O_{(r)} + 2Cl_{2(r)}$ при 298 К. В каком направлении будет смещаться равновесие при увеличении температуры? Ответ мотивируйте.
5. Напишите уравнение качественной реакции на хлорид-ион.

Элементы IB группы

1. Какая степень окисления наиболее характерна для золота? Исходя из этого, напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:
а) $Au + Cl_2 \rightarrow \dots$; б) $Au + HNO_3 + HCl \rightarrow \dots$; в) $AuI + NaI \rightarrow \dots$.
2. Как протекает реакция при постепенном добавлении к раствору купороса раствора аммиака? Напишите молекулярное и ионное уравнения реакции.
3. Составьте уравнение реакции $H_2O_2 + AuCl_3 + NaOH \rightarrow O_2 + Au + \dots$.
4. Вычислите растворимость (моль/л) иодида серебра в 0,2 М растворе иодида калия, если $IP(AgI) = 1,5 \cdot 10^{-16}$.

Элементы IIВ группы

1. К какому классу соединений относятся вещества, полученные при взаимодействии избытка едкого натра на растворы хлоридов цинка, кадмия, ртути (II)? Составьте молекулярные и ионные уравнения соответствующих реакций.
2. Составьте уравнение реакции:
$$3\text{Zn} + 2\text{MoO}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{Mo}^{3+} + 8\text{H}_2\text{O}.$$
3. До какого объёма следует разбавить 3 л 0,06 М раствора нитрата ртути (II) для получения 0,01 М раствора?
4. Пользуясь справочными данными, вычислите константу равновесия следующего процесса при 298 К: $\text{ZnCO}_{3(\text{к})} \rightarrow \text{ZnO}_{(\text{к})} + \text{CO}_{2(\text{г})}$.

Элементы IIIВ и IVВ групп

1. Гидроксид титана (III) восстанавливает нитраты до аммиака. Составьте электронное и молекулярное уравнения реакции гидроксида титана (III) с нитратом калия в щелочной среде.
2. К водному раствору, содержащему 0,154 эквивалентов LaCl_3 , добавляют избыток $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Выпадает малорастворимый декагидрат оксалата лантана (III). Определите его массу (г).

Элементы VIВ группы

1. Металлический вольфрам получают восстановлением соединений вольфрама (VI) при нагревании. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:
а) $\text{WO}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{K}_2\text{WO}_4 + \text{C} + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \dots$;
в) $\text{WS}_3 + \text{CaO} \rightarrow \text{CaS} + \dots$.
2. Укажите значения четырёх квантовых чисел для валентных электронов атома вольфрама.
3. Что такое хромовая смесь? Где она применяется? Что происходит с хромовой смесью при нагревании? Напишите уравнения соответствующих реакций.
4. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3$.

Элементы VIIВ группы

1. На основании электронно-ионных уравнений закончите следующие уравнения реакций:
а) $\text{NaMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$; б) $\text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \dots$;
в) $\text{MnSO}_4 + \text{NaClO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$.
Как изменится окраска растворов солей марганца в результате реакций?
2. Дайте общую характеристику d-элементов VII группы периодической системы на основе электронного строения их атомов. Как изменяется устойчивость высоких и низких степеней окисления от марганца к рению и как это сказывается на свойствах их соединений?
3. Составьте уравнения реакций:
а) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{MnO}_3 + \text{Ag} + \dots$;
б) $\text{MnS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{NO} + \dots$; в) $\text{MnSO}_4 + \text{CaOCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$.
4. Металлический рений можно получить нагреванием перрената калия в токе водорода. Сколько граммов перрената калия и литров водорода (н. у.) потребуется для получения 37,24 г рения? Сколько граммов металлического рения можно получить при взаимодействии 53,64 г перрената аммония с 4,48 л водорода (н. у.)?

Элементы VIIIВ группы

1. Осуществите превращения: $\text{Ni} \xrightarrow{\text{HCl}} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{X}_2 \xrightarrow{t} \text{NiO}$. Назовите неизвестные вещества.
2. Охарактеризуйте отношение железа, кобальта и никеля к разбавленной и концентрированной серной кислоте. Составьте соответствующие уравнения реакций с использованием метода электронно-ионного баланса.
3. Металл сожжён в кислороде с образованием 2,32 г оксида, для восстановления которого до металла требуется 0,896 л (н. у.) оксида углерода (II). Восстановленный металл растворили в разбавленной серной кислоте. При добавлении к полученному раствору красной кровяной соли образовался тёмно-синий осадок. Определите формулу оксида и напишите уравнения всех протекающих реакций.

4. Соединения иридия (VI) – сильные окислители. Окисляя воду и даже хлор, они восстанавливаются в соединения иридия (IV). Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций IrF_6 с: а) водой; б) хлором. В первой реакции одним из продуктов является гидроксид иридия (IV), а во второй – фторид хлора (I).

ВАРИАНТ 13

Элементы IA и IIA групп

1. Литий реагирует с сухим азотом только при нагревании, однако в присутствии следов влаги реакция протекает при комнатной температуре. Предложите возможный механизм участия воды в этой реакции.
2. Объясните, почему невозможна sp^3d^2 -гибридизация атомных орбиталей бериллия в его соединениях. Определите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома и геометрическую форму следующих ионов: $[\text{BeF}_4]^{2-}$, $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$, $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$.
3. В лаборатории оказались без этикеток банки с нитратами стронция и бария. Предложите способы идентификации каждой соли (выбор остальных реактивов неограничен).
4. Натрий массой 40 г обработали 240 мл воды. Вычислите объём (н. у.) выделившегося водорода и массовую долю вещества в конечном растворе.
5. Два цеха направляют сточные воды в общий коллектор. Первый сток ($20 \text{ м}^3/\text{мин}$) содержит хлорид кальция с массовой концентрацией $0,733 \text{ г/л}$, а второй сток ($10 \text{ м}^3/\text{мин}$) – сульфат калия с массовой концентрацией $1,185 \text{ г/л}$. Определите, будет ли при $25 \text{ }^\circ\text{C}$ происходить засорение коллектора осадком.

Элементы IIIA группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{KAlO}_2 \rightarrow \text{AlCl}_3$. Укажите условия протекания реакций.
2. Напишите схемы катодных и анодных процессов при коррозии пары «алюминий – медь» в кислой и нейтральной средах.

3. Алюминий, содержащийся в 100 мл раствора алюмокалиевых квасцов, был выделен в виде оксида алюминия массой 0,84 г. Вычислите молярную концентрацию исходного раствора.
4. Опишите все процессы, происходящие при введении твёрдого безводного сульфата галлия (III) в воду, добавлении эквимольного количества твёрдого сульфата калия и последующем выпаривании раствора до появления первых кристаллов соли.
5. Рассчитайте массу продукта реакции

$$\text{Al}_2\text{O}_{3(\text{т})} + 3\text{SO}_{3(\text{т})} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{т})} + 401 \text{ кДж},$$
 соответствующую выделению 100 кДж тепла.

Элементы IVA группы

1. Рассмотрите валентность р-элементов IVA группы. Объясните, исходя из теорий валентных связей и молекулярных орбиталей, причину устойчивости молекулы углерода (II) и характер химической связи в ней.
2. Каково отношение углерода к кислотам? Напишите уравнение реакции взаимодействия углерода с концентрированной азотной кислотой. Составьте электронно-ионные схемы и расставьте коэффициенты.
3. Определите, сколько нужно карбонатов кальция, натрия и оксида кремния (IV) для выплавки 0,5 т оконного стекла?
4. Составьте уравнение реакции $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.
5. Какое соединение в большей степени подвергается гидролизу в водном растворе – SnCl_2 или SnCl_4 ? В каком из растворов указанных соединений при одинаковой молярной концентрации больше значение рН? Какое соединение образует SnCl_4 с продуктом гидролиза?

Элементы VA группы

1. Какие продукты получаются при действии едкого калия на эквивалентную смесь оксидов азота (II) и (IV)?
2. Какие из приведённых реакций могут быть использованы для получения фосфористой кислоты:
 - а) $\text{P}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{20^\circ\text{C}} \dots$; б) $\text{P}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{80^\circ\text{C}} \dots$;
 - в) $\text{P} + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$?

- Какова массовая доля каждой из образующихся солей, если через 300 г 5,6%-го раствора гидроксида калия пропустили 5,6 л оксида азота (IV) при нормальных условиях?
- Составьте электронно-ионные, ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций мышьяка с: а) хлорноватистой кислотой; б) расплавом гидроксида натрия.
- Сколько миллилитров 10%-го раствора α -мышьяковой кислоты ($\rho = 1,07$ г/мл) нужно прибавить к 50 мл 20%-го раствора α -мышьяковой кислоты ($\rho = 1,145$ г/мл), чтобы получить 15%-й раствор ($\rho = 1,106$ г/мл)?

Элементы VIA группы

- Как меняются химические свойства сульфидов элементов в пределах третьего периода?
- Какую роль играет соль надсерной кислоты в реакции:

$$\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow \dots ?$$
Составьте уравнение реакции, используя метод электронно-ионного баланса.
- Для тиосульфата натрия укажите его получение и строение молекулы, взаимодействие с хлороводородом и йодом. Напишите уравнения реакций.
- Сколько теплоты выделится при сгорании серы массой 24 г, если известно, что энтальпия образования оксида серы (IV) из кислорода и серы равна $-296,9$ кДж/моль?
- Какова плотность гремучего газа (2 объёма водорода и 1 объём кислорода) по отношению к: а) водороду; б) кислороду; в) водяному пару; г) воздуху?

Элементы VIIA группы

- Определите геометрию молекулы SF_4 и иона $[\text{ICl}_2]^-$.
- Напишите уравнения реакций получения йода из иодида калия и оксида марганца (IV) в присутствии серной кислоты.
- Осуществите превращения:

$$\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{ClO}_2)_2 \rightarrow \text{HClO}_3.$$

4. Сколько граммов гипохлорита кальция должно прореагировать с концентрированной хлороводородной кислотой, взятой в избытке, для получения 6,72 л хлора (н. у.)?
5. Составьте уравнение реакции образования комплексного соединения $\text{CoCl}_3 + \text{NaNO}_{2(\text{изб})} \rightarrow \dots$. Для полученного комплексного соединения напишите: а) уравнение электролитической диссоциации; б) выражение константы нестойкости комплексного иона.

Элементы IV группы

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:
 $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}[\text{Ag}(\text{CN})_2] \rightarrow \text{Ag} \rightarrow \text{AgSO}_4$.
2. Составьте уравнение реакции, лежащей в основе применения тиосульфата натрия в качестве фиксирующего реагента в фотографии.
3. Составьте уравнение реакции $\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_{3(\text{конц})} \rightarrow \dots$.
4. Вещество, полученное при прокаливании 2,6 г меди в струе кислорода, превратили в хлорид меди (II). Вычислите объём израсходованной 4%-й соляной кислоты ($\rho = 1,02$ г/мл) и массу образовавшегося хлорида меди (II).

Элементы III группы

1. Как получают амальгамы? Что они собой представляют? Изменяются ли химические свойства металлов в амальгаме?
2. До каких продуктов может восстанавливать цинк азотную кислоту по мере её разбавления? Напишите уравнения реакций.
3. Вычислите мольную долю растворённого вещества и мольное отношение растворённого вещества и растворителя в водном растворе нитрата кадмия, содержащего 15 % (мас.) соли.
4. Составьте уравнение реакций взаимодействия цинка: а) с разбавленной серной кислотой; б) с концентрированным раствором аммиака.

Элементы IIIB и IVB групп

1. Обладающие высокой твёрдостью и электрической проводимостью нитриды титана (IV) и циркония (IV) получают нагреванием в токе аммиака соответствующих хлоридов. Составьте уравнения этих реакций.
2. Определите степень протолиза в 0,05 М растворах хлоридов скандия (III), иттрия (III) и лантана (III) при 25 °С. Исходя из этого, выведите заключение о протолитических свойствах катиона Ac^{3+} .

Элементы VIB группы

1. Природное соединение MoS_2 служит источником получения молибдена и его соединений. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций, в которых восстановитель окисляется максимально:
а) $\text{W} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$; б) $\text{MoS}_2 + \text{O}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \dots$.
2. Как действуют на хром, молибден и вольфрам концентрированные растворы минеральных кислот? Приведите уравнения реакций.
3. Чем вызвано изменение жёлтого цвета раствора хромата калия при его подкислении? Как меняются цвет и состав образующихся веществ с уменьшением pH среды?
4. Пользуясь данными справочника, вычислите стандартные энтальпию, энтропию и энергию Гиббса реакции:
$$4\text{CrO}_{3(\text{к})} \rightarrow 2\text{Cr}_2\text{O}_{3(\text{к})} + 3\text{O}_{2(\text{г})}$$
Сделайте вывод о возможности протекания реакции при низких и высоких температурах.

Элементы VIIB группы

1. Какая степень окисления наиболее характерна для рения? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:
а) $\text{ReS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{Re} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$; в) $\text{ReO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$.
2. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{KMnO}_4$.
3. Составьте уравнение реакции $\text{Re}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HReO}_4 + \dots$.
4. Выделение йода из раствора, полученного после выщелачивания золы морских водорослей, производится путём добавления оксида марганца (IV) и серной кислоты. Сколько тонн раствора,

содержащего 5 % иодида калия, и сколько килограммов оксида марганца требуются для получения 1 т йода?

Элементы VIIIВ группы

1. Какие кислотно-основные свойства проявляет гидроксид никеля (II)? Напишите уравнения реакций, подтверждающих свойства гидроксида никеля (II), в ионном и молекулярном видах.
2. Осуществите превращения: $\text{Fe} \xrightarrow{\text{HCl}} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{Na}_2\text{SO}_3} \text{X}_3$. Назовите неизвестные вещества.
3. Растворимость $\text{Fe}(\text{OH})_3$ составляет $1,9 \cdot 10^{-10}$ моль/л. Вычислите $\text{pR}(\text{Fe}(\text{OH})_3)$ и pH насыщенного раствора.
4. Иридий, в отличие от кобальта и родия, образует устойчивые соединения со степенью окисления +4. Зная это, напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:
а) $\text{Ir} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{Ir} + \text{Cl}_2 + \text{NaCl} \rightarrow \dots$; в) $\text{Ir}(\text{OH})_3 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.

ВАРИАНТ 14

Элементы IA и IIA групп

1. При взаимодействии натрия с водой всегда слышны характерные щелчки. Какова причина этого явления?
2. Объясните, почему при пропускании диоксида углерода через раствор хлорида кальция осадок CaCO_3 не выпадает, а при пропускании диоксида углерода через раствор гидроксида кальция – выпадает.
3. Составьте уравнения следующих реакций:
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{NH}_3} \text{NaN}_3 \xrightarrow{t} \text{Na}_3\text{N} \xrightarrow{\text{H}_2} \text{NaNH}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NaOH}$.
4. Жжёный гипс $m\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ готовят из обычного гипса $x\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ выдерживанием последнего при 130°C . По данным анализа образец гипса содержит 20,9 % (по массе) воды, а образец жжёного гипса – только 6,2 %. Установите химический состав обоих кристаллогидратов.
5. Выведите формулу кристаллогидрата иодида лития, если его молярная масса равна 187,91 г/моль. Рассчитайте массу осадка, выпавшего из 300 мл 5 М раствора фторида аммония после добавления 1 моля кристаллогидрата иодида лития.

Элементы IIIA группы

1. Учитывая стандартные электродные потенциалы алюминия в кислой и щелочной средах, рассмотрите возможность его растворения в кислотах, воде и щелочах. Охарактеризуйте коррозионную устойчивость алюминия в этих средах и на воздухе.
2. Термит (тонкоизмельчённая смесь алюминия и железной окалины) применяют для сварки металлических изделий. Обоснуйте целесообразность такого применения. Рассчитайте минимальную массу термитной смеси, которая необходима для получения 665,3 кДж теплоты, если теплоты образования Fe_3O_4 и Al_2O_3 равны 1117 и 1670 кДж/моль соответственно.
3. Рассчитайте молярную массу эквивалента и относительную атомную массу трёхвалентного металла, если известно, что из 1,35 г металла получается 2,55 г его оксида.
4. Пользуясь справочной и учебной литературой, сравните кислотно-основные свойства катионов и гидроксидов галлия (III), индия (III) и таллия (III). Составьте уравнения реакций:
а) $\text{Ca} + \text{HCl} \rightarrow \dots$; б) $\text{Ga} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$;
в) $\text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; г) $\text{TlOH} + \text{Ga}(\text{OH})_3 \rightarrow \dots$;
д) $\text{In}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \rightarrow \dots$; е) $\text{InCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
5. Образец газообразного борана B_xH_y массой 0,553 г создаёт в сосуде объёмом 0,407 л давление 0,658 атм. при 100 °С. Определите химическую формулу борана.

Элементы IVA группы

1. Почему для углерода более характерно образование связей C–C, а для кремния Si–O–Si? Сопоставьте значения энергий связей Э–Э и Э–О.
2. Подтвердите уравнениями реакций восстановительные свойства оксида углерода (II).
3. Выразите состав стекла в виде соединения оксидов, если оно содержит (по массе) 14 % оксида натрия, 10,7 % оксида кальция и 75,3 % оксида кремния (IV).
4. Составьте уравнение реакции $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.

5. Рассчитайте суммарный объём газов (н. у.), полученных при прокаливании нитрата свинца (II), если образовалось 202,4 г твёрдого продукта.

Элементы VA группы

1. Какова плотность азота по воздуху и по водороду?
2. Напишите молекулярное и ионные уравнения гидролиза гидрофосфата натрия.
3. Какой объём 1 М раствора гидроксида натрия требуется для нейтрализации 100 мл 2 М раствора азотистой кислоты?
4. Метависмутат натрия NaBiO_3 можно получить пропусканием хлора в суспензию гидроксида висмута (III) в концентрированном растворе NaOH . Напишите электронное и молекулярное уравнения этой реакции. Какие свойства проявляют висмутаты в окислительно-восстановительных реакциях? Почему?
5. Оксид мышьяка (III), или «белый мышьяк», получают при обжиге мышьякового колчедана FeAsS . Напишите уравнение этой реакции и определите, сколько необходимо сырья для получения 1 т As_2O_3 , если выход продукта составляет 83 %.

Элементы VIA группы

1. Изобразите графическую формулу сернистой кислоты. Какую степень окисления имеет центральный атом?
2. Определите исходное количество (моль) оксида серы (IV), если к определённом моменту времени по реакции $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$ образовалось 0,42 моля оксида серы (VI), причём прореагировало 70 % SO_2 .
3. Напишите уравнения качественных реакций на сульфид- и тиосульфат-ионы.
4. В каких соединениях кислород имеет степени окисления +1 и -1?
5. Составьте уравнение реакции $\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.

Элементы VIIA группы

1. Определите геометрию следующих молекул и ионов: PCl_3 , $[\text{IF}_2]^-$, $[\text{BrO}_3]^-$.
2. Составьте уравнение реакции взаимодействия хлора с гидроксидом кальция. Соли каких кислот получаются в результате данной реакции?
3. Вычислите pH раствора, в 3 л которого содержится 0,30 г кислоты, имеющей состав (% мас.): Н – 1,00; Cl – 35,30; О – 63,70.
4. Осуществите превращения:
 $\text{Br}_2 \rightarrow \text{ClBr} \rightarrow \text{HBrO} \rightarrow \text{NaBrO} \rightarrow \text{NaBrO}_3 \rightarrow \text{Br}_2$.
5. Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса: а) $\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; б) $\text{FeSO}_4 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$.

Элементы IB группы

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:
 $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{CuCl} \rightarrow \text{CuCl}_2$.
2. Сопоставьте свойства галогенидов меди и серебра со свойствами галогенидов щелочных металлов. Чем обусловлены различия?
3. Составьте уравнение реакции $\text{Au} + \text{H}_2\text{SeO}_{4(\text{конц})} \xrightarrow{t} \text{Au}_2(\text{SeO}_4)_3 + \dots$.
4. Сколько граммов бромида серебра можно растворить при 25 °С в одном литре воды, если $\text{PP}(\text{AgBr})$ при данной температуре равно $3 \cdot 10^{-13}$?

Элементы IIIB группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{Zn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$.
2. Вычислите молярную концентрацию раствора бромида кадмия, титр которого равен 0,017 г/мл.
3. Для полуреакции $\text{Hg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Hg}^0$ стандартный потенциал имеет значение больше нуля. Однако ртуть реагирует с йодоводородной кислотой с выделением водорода. Объясните этот факт и составьте уравнение реакции.

4. Какие кислотно-основные свойства проявляют оксид и гидроксид цинка? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:



Элементы IIIB и IVB групп

1. Напишите молекулярные уравнения реакций: а) сплавления диоксида титана со щёлочью; б) растворения диоксида титана в концентрированной серной кислоте (в этой реакции образуется как сульфат титана, так и сульфат титанила); в) прокаливания титана на воздухе.
2. Определите массу (кг) урана, который можно извлечь из 550 кг руды с содержанием 55 % (по массе) минерала настуран ($\text{U}_2\text{U}^{\text{VI}}\text{O}_8$).

Элементы VIB группы

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:
 $\text{Mo} \rightarrow \text{MoO}_3 \rightarrow \text{Mo} \rightarrow \text{K}_2\text{MoO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{MoO}_4 \rightarrow (\text{MoO}_2)\text{SO}_4$.
Перевод молибдена в растворимый молибдат калия осуществляется сплавлением молибдена с карбонатом и нитратом натрия (содой и селитрой). О каких кислотно-основных свойствах гидроксида молибдена (VI) говорит последнее превращение?
2. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{WO}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{WO}_4 \rightarrow \text{WO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{WO}_4 \rightarrow \text{WO}_3$.
3. Какие свойства проявляет дихромат-ион в окислительно-восстановительных реакциях? Приведите примеры.
4. Образуется ли осадок гидроксида хрома (III), если слить равные объёмы децинормальных растворов хлорида хрома (III) и гидроксида калия? $\text{PP}(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 7,0 \cdot 10^{-31}$.

Элементы VIIB группы

1. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций, в которых диоксид марганца является окислителем:
а) $\text{MnO}_2 + \text{HCl}_{(\text{конц.})} \rightarrow \dots$; б) $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \dots$;
в) $\text{MnO}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \dots$.

2. Как изменяется: а) устойчивость соединений со степенью окисления +7 в ряду Mn – Tc – Re; б) их окислительная способность; в) сила кислот HMnO_4 , HTcO_4 , HReO_4 от HMnO_4 к HReO_4 ? Какие изменения происходят с оксидом рения (IV) при нагревании на воздухе?
3. Составьте уравнения реакций:
- а) $\text{MnS} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 б) $\text{KMnO}_4 + \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 в) $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.
4. Какое количество манганата калия получится из 100 кг пиролюзита с содержанием оксида марганца (IV) 85 %, если выход манганата составляет 62 % от теоретического? Сколько часов следует пропускать ток в 10 А для окисления полученного количества манганата в перманганат калия?

Элементы VIIIВ группы

1. При действии на соль состава $\text{Co}(\text{NO}_3)_2(\text{SCN}) \cdot 5\text{NH}_3$ иона Fe^{3+} не наблюдается характерного окрашивания, связанного с образованием $\text{Fe}(\text{SCN})_3$. Отсутствуют также специфические реакции на кобальт и аммиак. Экспериментально установлено, что в растворе соль диссоциирует на три иона. Напишите координационную формулу соли и уравнение её диссоциации. Назовите и охарактеризуйте (тип комплекса, заряд и координационное число комплексообразователя) указанное соединение.
2. Осуществите превращения $\text{NiCl}_2 \rightarrow \text{NiOHCl} \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_3$. Назовите все соединения никеля.
3. Рассчитайте массу дихромата калия, необходимую для окисления сульфата железа (II), содержащегося в 250 мл раствора, приготовленного из 70,2 г железного купороса ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), содержащего 1 % неокисляемых примесей. Окисление протекает в сернокислой среде. Составьте уравнение реакции с использованием метода электронно-ионного баланса.
4. Гексахлорорутенат (IV) водорода (гексахлорорутениевую кислоту) получают растворением рутения в «царской водке» (смеси концентрированных азотной и хлороводородной кислот). Аналогичное соединение получается при растворении платины в насыщен-

ной хлором хлороводородной кислоте. Напишите электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.

ВАРИАНТ 15

Элементы IA и IIA групп

1. Известно, что щелочные металлы обладают способностью растворяться в жидком аммиаке, при этом образуются синие растворы со значительной электропроводностью (жидкий аммиак – диэлектрик). Объясните это явление. При составлении ответа учтите высокую полярность молекул аммиака.
2. Составьте уравнения реакций между магнием и следующими реактивами: а) серная кислота (разб.); б) азотная кислота (разб.); в) сульфат аммония (конц.); г) вода (гор.). Почему магний не взаимодействует с холодной водой?
3. Подберите коэффициенты в уравнениях последовательных реакций:
а) $[\text{Ca}(\text{NH}_3)_6] \rightarrow \text{Ca}(\text{NH}_2)_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2$;
б) $\text{Ca}(\text{NH}_2)_2 \rightarrow \text{CaNH} + \text{NH}_3$; в) $\text{CaNH} \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2 + \text{NH}_3$.
4. Установите расчётом, какой массой поташа можно заменить 0,53 г кальцинированной соды при проведении реакции с бромоводородной кислотой.
5. Смешали 100 мл 20%-й серной кислоты (плотность 1,14 г/мл) и 400 г 5,2%-го раствора хлорида бария. Установите массу выпавшего осадка и массовую долю веществ в конечном растворе.

Элементы IIIA группы

1. Объясните образование димера хлорида алюминия; чем его структура отличается от структуры мономера? В каком агрегатном состоянии хлорид алюминия состоит из мономерных и димерных молекул, а в каком имеет ионную решетку?
2. Напишите уравнения реакций, которые соответствуют процессам, выраженными схемами:
а) $\text{Al}^{3+} + \text{X}_1 \rightarrow \text{Al} + \text{X}_2$; б) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{X}_3 \rightarrow \text{AlO}_2^- + \text{X}_4 + \text{X}_5$.
Укажите неизвестные вещества и условия осуществления превращений.

3. Алюминий массой 5,4 г сплавили с серой, продукт подвергли полному гидролизу, затем прокалили и растворили в соляной кислоте. Запишите уравнения всех реакций. Рассчитайте массу гексагидрата хлорида алюминия, который может быть выделен из полученного раствора.
4. Газообразный трихлорид бора поглотили водой при комнатной температуре. Выпавший осадок отфильтровали, промыли холодной водой и растворили в горячей воде. К полученному раствору в отдельных пробирках добавили: а) фтороводородную кислоту; б) карбонат натрия. Составьте уравнения реакций и назовите продукты.
5. Провели полный гидролиз 0,204 л (н. у.) трихлорида бора минимальным количеством воды, осадок отфильтровали, фильтрат разбавили водой до 12 л. Найдите массу осадка без учёта его растворимости и значение рН в конечном растворе.

Элементы IVA группы

1. Сопоставьте склонность к образованию комплексных соединений у р-элементов IVA группы. Рассмотрите, исходя из строения атома, способность кремния (IV) к проявлению донорной и акцепторной функций.
2. Вычислите потерю в массе (%), происходящую при прокаливании гидрокарбоната натрия.
3. Какие вещества образуются при сплавлении оксида кремния (IV) с карбонатами, щелочами и основными оксидами? Напишите уравнения реакций.
4. Составьте уравнение реакции $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$
5. Найдите объём 20%-го раствора азотной кислоты, необходимый для растворения образцов «припоя», в которых массовые доли олова и свинца соответственно равны 70 и 30 %. Каждый из образцов имеет массу 100 г, а восстановление кислоты приводит к образованию оксида азота (II).

Элементы VA группы

1. Сравните химические свойства азота и фосфора при взаимодействии со следующими веществами, указав условия протекания реакций: а) кислородом; б) водородом; в) концентрированной азотной кислотой.
2. Исходя из азота и воды, получите нитрат аммония.
3. Рассчитайте, сколько литров и молей аммиака требуется для получения 12,6 т азотной кислоты, считая потери в производстве 5 %.
4. Какие свойства может проявлять оксид мышьяка (III) в окислительно-восстановительных реакциях? Почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций оксида мышьяка (III) с: а) азотной кислотой; б) цинком в присутствии хлороводородной кислоты. В реакции (а) мышьяк окисляется максимально, а в реакции (б) – восстанавливается максимально.
5. Составьте уравнение реакции $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \dots$.

Элементы VIA группы

1. Напишите две структурные формулы тиосерной кислоты $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Какие степени окисления имеют атомы серы?
2. Закончите уравнения реакций и укажите, какую роль выполняет сера: а) $\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$; б) $\text{S} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$.
3. Осуществите превращения:
 $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4$.
4. Составьте уравнение реакции взаимодействия озона с водным раствором иодида калия.
5. В каких условиях вода разлагается на водород и кислород? Является ли эта реакция экзо- или эндотермической?

Элементы VIIA группы

1. Определите геометрию молекулы Cl_2O_5 и иона $[\text{IF}_4]^+$.
2. Какие процессы протекают при растворении галогенов в воде? Каковы особенности растворения хлора в воде и в растворах щелочей при разных температурах? Почему щёлочь лучше, чем вода, связывает хлор?
3. Вычислите pH раствора, в литре которого содержится 0,845 г кислоты, имеющей состав (% мас.): Н – 1,18; Cl – 42,02; О – 56,80.

4. Осуществите превращения: $I_2 \rightarrow IF_5 \rightarrow HF \rightarrow F_2 \rightarrow SiF_4 \xrightarrow{H_2O} X$.
5. Напишите уравнения реакций, подтверждающих окислительные свойства хлора, брома и йода.

Элементы IV группы

1. Соединения серебра (I) являются окислителями, тогда как соединения золота (I) неустойчивы и в момент образования диспропорционируют. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций: а) взаимодействия формальдегида (H_2CO) с Ag_2O ; б) диспропорционирования $AuCl$.
2. Напишите уравнение реакции гидролиза куприта натрия.
3. Составьте уравнение реакции $C + Ag_2SeO_3 \rightarrow Ag_2Se + \dots$.
4. Через 1 л 20%-го раствора сульфата меди (II) ($\rho = 1,12$ г/мл) пропустили 25 л сероводорода (н. у.). Какое вещество выпало в осадок? Определите его массу.

Элементы III группы

1. Взаимодействует ли цинк с гидроксидом натрия в водном растворе?
2. Подберите коэффициенты к схемам следующих реакций:
 $HgCl_2 + NH_3 + H_2O \rightarrow HgNH_2Cl + Hg + NH_4Cl + H_2O$;
 $Hg_2(NO_3)_2 + NH_3 + H_2O \rightarrow Hg + NH_4NO_3 + H_2O + (Hg_2N)NO_3$;
 $HgCl_2 + NH_3 + H_2O \rightarrow HgNH_2Cl + NH_4Cl + H_2O$.
Являются ли эти реакции окислительно-восстановительными? Можно ли их использовать для распознавания соединений ртути (I) и ртути (II)?
3. До какого объёма следует разбавить 2 л 0,15 н. раствора нитрата цинка для получения 0,06 н. раствора?
4. Цинковая пыль при кипячении с сильнощелочными растворами нитратов восстанавливает их максимально. Составьте электронное и молекулярное уравнения этой реакции, если один из продуктов – тетрагидроксоцинкат калия.

Элементы IIIB и IVB групп

1. Металлический титан можно получить восстановлением TiCl_4 гидридом натрия. Составьте электронное и молекулярное уравнения реакции.
2. Составьте формулы следующих веществ: арсенат иттрия (III), перхлорат европия (II), фторид тербия (IV), иодид иттербия (II), сульфид актиния (III), хлорид менделевия (II).

Элементы VIB группы

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения $\text{WO}_3 \rightarrow \text{W} \rightarrow \text{WO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{WO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{WO}_4 \rightarrow \text{W}_2\text{O}_5$. Восстановление H_2WO_4 в W_2O_5 осуществляется цинком в хлороводородной кислоте.
2. Составьте уравнение реакции $\text{KCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$.
3. Какие из перечисленных солей: хлорид хрома (III), хромит натрия, дихромат калия подвергаются гидролизу? Составьте ионные и молекулярные уравнения гидролиза, укажите характер среды (рН) их растворов.
4. Пользуясь данными справочника, вычислите ΔG° , ΔH° , ΔS° следующей реакции: $\text{Mo}_{(к)} + 6\text{CO}_{(г)} \rightarrow \text{Mo}(\text{CO})_{6(г)}$. Определите возможность протекания реакции при высоких и низких температурах.

Элементы VIIB группы

1. Марганцовую кислоту получают окислением соединений марганца (II) оксидом свинца (IV) в азотно- или сернокислой среде. Эта очень чувствительная качественная реакция служит для определения марганца (II). Напишите электронное и молекулярное уравнения реакции нитрата марганца с оксидом свинца (IV) в присутствии азотной кислоты. Почему в этой реакции нельзя применять хлороводородную кислоту?
2. Окислительно-восстановительный потенциал системы:
 $\text{Re}^{+3} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ReO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
составляет 0,422 В. Можно ли получить хлор действием концентрированной соляной кислоты на перренат калия?
3. Составьте уравнения реакций: а) $\text{MnO}_4^- + \text{Br}^- + \text{H}^+ \rightarrow \dots$;
б) $\text{PbO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \dots$; в) $\text{MnO}_2 + \text{Sn}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \dots$.

4. Перманганат калия взаимодействует с 200 мл раствора с массовой долей хлороводорода 36 % ($\rho = 1,18$ г/мл). Сколько граммов соляной кислоты участвует в окислительно-восстановительном процессе, сколько – в солеобразовании?

Элементы VIIIВ группы

- Используя табличные данные, оцените термодинамическую возможность получения кобальта и никеля из их оксидов методом алюмотермии.
- По приведённым электронно-ионным схемам составьте уравнения реакций в молекулярном виде:
 - $\text{Ni}^0 - 2e^- \rightarrow \text{Ni}^{2+}$, $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{Co}^0 - 2e^- \rightarrow \text{Co}^{2+}$, $2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10e^- \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{Fe}^0 - 2e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$, $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$.Сделайте вывод о концентрации исходных растворов (разбавленные или концентрированные) кислот.
- Для определения содержания $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в железном купоросе готовят раствор исходного вещества, окисляют Fe^{2+} азотной кислотой и осаждают гидроксид железа (III), который затем прокаливают, превращая его в оксид железа (III). Вычислите массу кристаллогидрата в исходной навеске, если масса вещества после прокаливания составила 0,5026 г. Почему в ходе анализа нельзя сразу прокалить на воздухе сульфат железа (II)?
- Палладий, в отличие от платины, легко растворяется в азотной и горячей концентрированной серной кислотах. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций растворения палладия в концентрированной серной кислоте, а платины в «царской водке» (смеси концентрированных азотной и хлороводородной кислот). Примите во внимание наиболее характерную степень окисления этих элементов в соединениях.

ВАРИАНТ 16

Элементы IA и IIA групп

1. Какое из простых веществ элементов IA группы будет наиболее сильным восстановителем в реакции с: а) кислородом; б) водой?
2. Какие продукты могут образоваться при барботировании через раствор гидроксида бария следующих газов: а) диоксида углерода; б) сероводорода; в) йодоводорода; г) дихлора? Составьте уравнения реакций.
3. Укажите причины, по которым реакция: $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{p})} + \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{r})} \leftrightarrow \text{CaCO}_{3(\text{r})} + 2\text{NaOH}_{(\text{p})}$ обратима, и составьте выражение для константы равновесия. Почему в этом процессе образуется разбавленный раствор гидроксида натрия, а получение концентрированного раствора невозможно?
4. Рассчитайте при 25 °С рН раствора, полученного взаимодействием с водой 1,01 г вещества Mg_xN_y (массовая доля азота равна 27,76 %) и последующим разбавлением смеси до 1 л.
5. В мерной колбе объёмом 1 л растворили 1,12 г технического едкого калия. На титрование (до рН = 7) 100 мл этого раствора пошло 96 мл 0,01 М серной кислоты. Рассчитайте степень чистоты щёлочи, считая примеси инертными.

Элементы IIIA группы

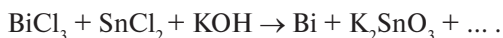
1. Почему практически нерастворимый в воде алюминий может растворяться в водных растворах хлорида аммония и карбоната натрия? Дайте мотивированный ответ и приведите уравнения соответствующих реакций.
2. Осуществите превращения $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{AlF}_3 \rightarrow \text{Na}_3\text{AlF}_6$. Укажите условия протекания реакций.
3. Произведение растворимости гидроксида алюминия при 20 °С равно $2 \cdot 10^{-33}$. Определите, в каком минимальном количестве воды можно растворить 0,2 г гидроксида алюминия.
4. Трифторид бора образует кристаллогидрат состава $\text{BF}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Составьте координационную формулу и систематическое название этого соединения, если известно, что в твёрдом состоянии оно является ионным кристаллом, а в растворе полностью диссоциирует на ионы и создаёт сильноокислотную среду.
5. Нагрели 9 г галлия с 9 г хлора. Определите массу продукта.

Элементы IVA группы

1. Сравните особенности структуры, физические и химические свойства аллотропных модификаций углерода. Чем объяснить наличие у углерода таких аллотропных модификаций, как карбин, поликумулен, фуллерен?
2. Что образуется при пропускании оксида углерода (IV) через водный раствор аммиака? Напишите уравнение реакции.
3. Один из технических способов получения сажи состоит в нагревании оксида углерода (II) под давлением в присутствии катализатора. Определите объём (н. у.) выделившегося оксида углерода (IV), если образовалось 50 кг сажи.
4. Напишите уравнение реакции $\text{SnCl}_2 + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \dots$.
5. Для какой соли при одних и тех же условиях величина степени гидролиза больше: а) Na_2SnO_2 или Na_2SnO_3 ; б) $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$ или $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$? Избыток каких ионов в растворе уменьшает степень гидролиза этих солей?

Элементы VA группы

1. Почему в реакциях азотная кислота проявляет только окислительные свойства, а азотистая кислота – и окислительные, и восстановительные? Ответ обоснуйте. Приведите примеры.
2. Какие вещества получаются при пропускании воздуха над раскалённым кальцием? Что происходит, если к полученным веществам прибавить воду?
3. Напишите уравнение реакции лабораторного метода получения аммиака.
4. Какие соединения называются арсенидами, антимонидами и висмутидами? Можно ли из них получить соответственно арсин, стибин и висмутин? Составьте электронные и молекулярные уравнения горения стибина на воздухе.
5. Составьте уравнение реакции



Элементы VIA группы

1. Напишите структурную формулу надсерной кислоты H_2SO_5 . Какую степень окисления имеет атом серы?
2. Определите энтальпию образования сероводорода, используя уравнения:
 - а) $\text{H}_2\text{S} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2, \Delta H_1^\circ = -518,1 \text{ кДж};$
 - б) $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2, \Delta H_2^\circ = -296,7 \text{ кДж};$
 - в) $\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}, \Delta H_3^\circ = -241,6 \text{ кДж}.$
3. Осуществите превращения:
 $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{H}_2\text{S}.$
4. В какой реакции пероксид водорода проявляет одновременно окислительную и восстановительную функции? К какому типу относится эта реакция?
5. Составьте уравнение реакции $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \dots$.

Элементы VIIA группы

1. Определите геометрию следующих молекул: хлорид фосфора (V), фторид ксенона (II).
2. Вычислите pH 0,1 M раствора гипохлорита калия, если константа диссоциации HClO равна $3 \cdot 10^{-8}$.
3. Напишите уравнение реакции получения хлора из хлороводородной кислоты. Какие свойства проявляет в данной реакции кислота?
4. Осуществите превращения $\text{Br}_2 \rightarrow \text{PBr}_3 \rightarrow \text{HBr} \rightarrow \text{Br}_2 \rightarrow \text{BrCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{X}.$
5. Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса:
 - а) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$; б) $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.

Элементы IB группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuBr}_2 \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{CO}_3.$
2. При гидролизе AuCl_3 раствор приобретает коричнево-красную окраску вследствие образования кислоты $\text{H}_2[\text{AuOCl}_3]$. Почему при добавлении соляной кислоты раствор становится лимонно-жёлтым? Составьте уравнения реакций.

3. Какие кислотно-основные свойства проявляют гидроксиды меди (II) и золота (III)? Исходя из этого, напишите электронно-ионные и молекулярные уравнения реакций:
- а) $\text{Au} + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \dots$; б) $\text{Au}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$;
 в) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaClO} + \text{NaOH} \rightarrow \dots$.
4. Золото «растворили» в «царской водке» и собрали 16,8 л газа (н. у.). Рассчитайте массу металла, вступившего в реакцию.

Элементы IIВ группы

1. Можно ли при выпаривании раствора чистого хлорида цинка получить чистую соль? Дайте обоснованный ответ.
2. Напишите уравнения реакций каломели с хлором и хлоридом олова (II). Какие свойства проявляет каломель?
3. Какой объём воздуха необходим при получении 300 кг цинка из цинковой обманки массой 1 кг? Чему равна массовая доля сульфата цинка в используемой руде?
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:



Элементы IIIВ и IVВ групп

1. Почему чёрный гидроксид титана (II) на воздухе постепенно изменяет окраску через тёмно-коричневую на белую? Напишите электронные и молекулярные уравнения этих превращений.
2. Составьте формулы следующих веществ: гидроортофосфат церия (IV), иодат тория (IV), оксид-трибромид протактиния, нитрат америцила, гептагидрат сульфата плутония (III).

Элементы VIВ группы

1. Составьте уравнение реакции $\text{KCrO}_2 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$.
2. Осуществите превращения: дихромат калия \rightarrow хромат калия \rightarrow хромит калия \rightarrow оксид хрома (III) \rightarrow металлический хром.
3. Пользуясь данными справочника, вычислите ΔG° , ΔH° , ΔS° процесса термической диссоциации $\text{H}_2\text{MoO}_{4(\text{к})}$ с образованием $\text{MoO}_{3(\text{к})}$ и $\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$.

4. К растворам хромата калия, сульфата калия, селената калия и марганата калия добавлена серная кислота. В каких растворах произошла реакция? Составьте уравнения реакций.

Элементы VIIВ группы

1. Приведите табличные значения окислительно-восстановительных потенциалов в кислой среде для валентных состояний атомов марганца, технеция и рения. Какой из ионов вида MeO_4^- является наиболее сильным окислителем?
2. Что образуется при: а) нагревании оксида марганца (IV) с концентрированной соляной кислотой; б) сплавлении оксида марганца (IV) с гидроксидом натрия и нитратом калия? Напишите уравнения реакций. Какие свойства проявляет оксид марганца в этих реакциях?
3. Подберите коэффициенты и рассчитайте молярную массу эквивалента перманганата калия в реакции:
$$\text{KMnO}_4 + \text{H}_3\text{P} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}.$$
Какова масса образующейся ортофосфорной кислоты, если в реакцию вступает 34 г фосфина?
4. Почему соединения Mn (VI) способны к диспропорционированию? Составьте уравнения реакций:
а) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$; б) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$;
в) $\text{MnO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.

Элементы VIIIВ группы

1. В заводских условиях бром улавливают железными стружками, с которыми он образует соединение Fe_3Br_8 . Что представляет собой это вещество? Каковы степени окисления железа и брома в нём?
2. Охарактеризуйте электронную структуру атомов железа, кобальта и никеля. Почему эти элементы, различаясь по количеству электронов на предвнешних d-орбиталях, близки по наиболее характерным и определяющим их химию валентным состояниям? Приведите соответствующие электронные формулы.
3. Осуществите превращения:
$$\text{CoCl}_2 \rightarrow \text{CoOHCl} \rightarrow \text{Co(OH)}_2 \rightarrow \text{CoCl}_2 \rightarrow [\text{Co(NH}_3)_6]\text{Cl}_2.$$

4. Сколько граммов сульфата железа (II) можно окислить в присутствии серной кислоты с помощью 100 мл 0,25 н. раствора дихромата калия? Какой объём раствора перманганата калия такой же концентрации потребуется для окисления этого количества сульфата железа в кислой среде? Составьте уравнения реакций с использованием метода электронно-ионного баланса и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителей в указанных реакциях.

ВАРИАНТ 17

Элементы IA и IIA групп

1. Известно, что гидриды щелочных элементов в твёрдом состоянии нерастворимы в неполярных органических растворителях, но активно реагируют с водой, в расплаве подвергаются электролизу, в газообразном состоянии находятся в виде молекул MH . Каков тип связи в этих гидридах?
2. Магний и щёлочно-земельные металлы проще всего получать электролизом расплава их галогенидов. Укажите, какие электроды можно использовать для этого, и составьте уравнения электрохимических реакций для хлорида магния и бромиды стронция. Возможно ли выделение металлов при электролизе растворов этих солей? Укажите, какой электрод придётся обязательно использовать при электролизе раствора.
3. Составьте уравнения реакций для схемы $Na \rightarrow Na_2O_2 \rightarrow NaOH \rightarrow Na_2SO_4$ и рассчитайте массу израсходованного натрия, если получено 272 г конечного продукта с практическим выходом 56 %.
4. К 10%-му раствору хлорида бария массой 416 г прилили некоторый избыток 12%-го раствора карбоната натрия. Осадок отфильтровали, а фильтрат обработали 20%-й азотной кислотой массой 63 г, после чего выделение газа прекратилось. Вычислите взятую массу раствора карбоната натрия.
5. Объясните, почему хромат стронция реагирует с уксусной кислотой, а хромат бария не реагирует. Почему оба хромата реагируют с хлороводородной кислотой? Дайте аргументированный ответ.

Элементы IIIA группы

1. Предложите способы лабораторного получения: а) оксида алюминия из нитрата алюминия; б) сульфата алюминия из оксида алюминия; в) основной соли алюминия из хлорида алюминия; г) алюмината калия из квасцов. Напишите соответствующие уравнения реакций.
2. Составьте уравнения реакций в ионной и молекулярной формах:
а) $\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \dots$; б) $\text{Al} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
3. Какова масса бария, полученная из оксидного концентрата массой 500 г (массовая доля оксида бария 91,5 %) методом алюмотермии, если используется 80 г технического алюминия (массовая доля алюминия 97,6 %)?
4. Гидроксид бора $\text{B}(\text{OH})_3$ часто представляют как трёхосновную борную кислоту H_3BO_3 . Очевидно, что это утверждение неверно, так как ни один из атомов водорода в молекуле $\text{B}(\text{OH})_3$ не является кислотным. Приведите другие доказательства, подтверждающие правильность записи $\text{B}(\text{OH})_3$.
5. Определите массу осадка, полученного добавлением нитрата серебра (I) к раствору, содержащему 0,3 моля хлорида лития, 0,2 моля хлорида стронция и 0,1 моля хлорида галлия.

Элементы IVA группы

1. Каково отношение углерода к кислотам? Напишите уравнение реакции взаимодействия угля с концентрированной серной кислотой. Составьте электронно-ионную схему и расставьте коэффициенты.
2. Вычислите, сколько теплоты выделится при сгорании 1 м³ (н. у.) водяного газа, содержащего CO – 40 %, H₂ – 50 %, CO₂ и N₂ – по 5 % (по объёму), если при сгорании 1 моля водорода и оксида углерода (II) выделяется соответственно 245 и 285 кДж тепла.
3. Напишите уравнение гидролиза ортосиликата натрия, если продуктом реакции является дисиликат натрия.
4. Напишите уравнение реакции взаимодействия хлорида олова (II) с хлоридом ртути (I).
5. Почему хлорид олова (IV) дымит на воздухе? По характеру гидролиза SnCl_2 и SnCl_4 сделайте вывод о том, какой из них в большей мере относится к классу солей или галогенангидридов.

Элементы VA группы

1. Какую среду имеет раствор при гидролизе нитрита аммония? Приведите значения констант диссоциации и вычислите константу гидролиза.
2. С помощью каких реакций можно получить метафосфорную кислоту?
3. Составьте уравнения реакций азотной кислоты с оксидом железа (III), гидроксидом цинка, карбонатом кальция. Сколько молей азотной кислоты расходуется на реакции с 20 г каждого из этих веществ?
4. Какой из газообразных гидридов элементов пятой группы наилучший восстановитель? Почему? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций: а) $\text{AsH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$; б) $\text{AsH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.
5. Получите сплавлением As_2O_3 и $\text{Sb}(\text{OH})_3$ со щелочами соответственно метаарсенит натрия и метаантимонит калия.

Элементы VIA группы

1. Напишите структурную формулу пероксодисерной кислоты $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Какие степени окисления имеют атомы серы?
2. Закончите уравнения реакций:
а) $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$; б) $\text{SO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \dots$.
3. Каковы особенности электролиза разбавленной и концентрированной серной кислоты?
4. Применяя принцип Ле Шателье, укажите, в каком направлении произойдёт смещение равновесия газовой системы:
 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$, $\Delta H_p^\circ = 2,85 \text{ кДж}$,
если: а) увеличить концентрацию водорода; б) понизить температуру; в) понизить концентрацию оксида углерода (IV)?
5. Водород сожгли в избытке кислорода. Объём газовой смеси (н. у.) уменьшился на 240 мл. Определите исходный объём водорода.

Элементы VIIA группы

1. Напишите уравнения реакций получения оксокислот хлора. Укажите их названия и изобразите графические формулы.
2. Используя табличные данные, рассчитайте значение стандартной энергии Гиббса процесса восстановления хлората натрия в сильнокислой среде $\text{NaClO}_{3(\text{ж})} + \text{KI}_{(\text{ж})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{ж})} \rightarrow \dots$.
3. Какие свойства проявляет йод при: а) взаимодействии иодида калия с концентрированной серной кислотой; б) взаимодействии йода с сероводородом? Напишите уравнения реакций.
4. Осуществите превращения $\text{CaF}_2 \rightarrow \text{HF} \rightarrow \text{H}_2[\text{SiF}_6] \rightarrow \text{SiF}_4 \rightarrow \text{SiO}_2$.
5. Составьте уравнение реакции, соответствующее равновесию, возникающему при растворении хлора в воде. Какое вещество – хлороводородную кислоту, гидроксид натрия или хлорид натрия – надо использовать для смещения равновесия в сторону прямой реакции?

Элементы IB группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$.
2. Какие исходные вещества образуют соединение $\text{H}[\text{AuCl}_4]$? Назовите это вещество и укажите, какая соль этой кислоты имеет техническое название «золотая соль».
3. Какой объём 10%-го раствора азотной кислоты потребуется для растворения 30 г меди? Каков объём выделяющегося при этом газа (н. у.)?
4. Какую степень окисления проявляют медь, серебро и золото в соединениях? Какая степень окисления наиболее характерна для каждого из них? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций: а) меди с концентрированной серной кислотой; б) золота с безводной селеновой кислотой.

Элементы IIB группы

1. Как относится гидроксид кадмия к раствору гидроксида натрия и раствору аммиака?
2. Напишите уравнения реакций нитратов ртути (I) и ртути (II) с малым количеством иодида калия и его избытком.

- Какая из солей $ZnCl_2$ или $[Zn(NH_3)_4]Cl_2$ гидролизуеться в большей степени и почему? Составьте уравнения гидролиза.
- Цинк и кадмий – химически активнее ртути. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций, если окислитель восстанавливается максимально:
 - $Zn + N_2 \rightarrow \dots$;
 - $Zn + H_3AsO_4 + HCl \rightarrow \dots$;
 - $Cd + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \dots$.

Элементы IIIB и IVB групп

- Чистый нитрид титана (III) можно получить восстановлением TiO_2 углём в атмосфере азота. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций. Углерод окисляется до CO.
- Составьте названия следующих веществ:
 Sc_4C_3 , $Sc_2(SeO_4)_3 \cdot 5H_2O$, $Sc(NCS)_2(OH) \cdot 11H_2O$, $K_3[Sc(C_2O_4)_3]$,
 $2AcPO_4 \cdot H_2O$, AcH_3 , $Ac(Br)O$, Yb_4F_9 , Yb_4F_9 .

Элементы VIB группы

- Что происходит при нагревании оксида хрома (VI)?
- Составьте эмпирическую и графическую формулы гидроксофосфата хрома (III). Напишите уравнение реакции его перевода в среднюю соль.
- Какой объём 0,3 н. раствора дихромата калия следует добавить к избытку подкисленного раствора иодида калия для выделения 0,02 моля йода?
- Сколько граммов перманганата калия требуется для окисления 10 г сульфата железа (II) в нейтральном и кислом растворах?

Элементы VIIIB группы

- Как относится металлический рений к соляной, серной и азотной кислотам? Напишите уравнения реакций.
- Какой продукт получится, если к раствору хлорида марганца (II) добавить раствор щёлочи, взятый: а) в избытке; б) недостатке? Будут ли различаться продукты, если осаждение вести на воздухе и в инертной атмосфере? Напишите соответствующие уравнения реакций.

3. Каким количеством 0,1 М раствора перманганата калия можно заменить 200 мл 5%-го раствора дихромата калия ($\rho = 1,04$ г/мл) в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в кислом растворе? Изменится ли соотношение количеств перманганата и дихромата, если использовать их для окисления веществ в щелочной среде?
4. Составьте уравнения реакций:
 а) $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \dots$; б) $\text{MnO}_2 + \text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$.

Элементы VIIIВ группы

1. Раствор сульфата кобальта (II) образует со щёлочью при нагревании осадок грязно-розового цвета, сульфата никеля (II) – бледно-зелёный осадок. При действии брома они становятся чёрными. Выразите происходящие изменения уравнениями реакций.
2. Охарактеризуйте процесс электрохимической коррозии железа в нейтральной среде. Стандартные электродные потенциалы металлов X и Y равны соответственно $-0,14$ и $-0,76$ В. Какой из этих металлов может быть использован в качестве протектора для защиты от коррозии железа? Стандартный электродный потенциал железа $-0,44$ В. Ответ мотивируйте.
3. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций:
 а) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH}_{(\text{конц})} \rightarrow \dots$; б) $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$;
 в) $\text{CoCl}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
4. Используя табличные данные, рассчитайте значение ΔG_p° , ΔH_p° , ΔS_p° реакции $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{к})} + 3\text{H}_{2(\text{г})} \rightarrow 3\text{Fe}_{(\text{к})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ и сделайте вывод о направлении реакции.

ВАРИАНТ 18

Элементы IA и IIA групп

1. Через водный раствор гидроксида натрия пропускают следующие газообразные вещества: а) хлор; б) диоксид углерода; в) сероводород; г) хлороводород. Укажите формулы и названия веществ, образующихся в каждой из протекающих реакций.
2. Магний подожгли на воздухе. Каков состав спёка? Что произойдет с этим спёком: а) во влажной атмосфере и при последующем

- прокаливания; б) при взаимодействии с разбавленной азотной кислотой? Составьте уравнения всех возможных реакций.
- По методу молекулярных орбиталей рассмотрите образование связи в частицах Li_2^+ , Li_2^0 , Li_2^- . Как изменяются энергия и длина связи в этом ряду? Укажите магнитные свойства всех частиц.
 - Навеска минерала доломита $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ массой 5,47 г обработана хлороводородной кислотой и собрано 1,08 л газа (н. у.). Рассчитайте степень чистоты минерала. Примеси с кислотой не реагируют.
 - Рассчитайте массу воды, которую надо добавить к 112 г кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, чтобы приготовить насыщенный раствор при 20 °С. Определите массу полученного раствора.

Элементы IIIA группы

- К какому типу солей относятся квасцы? Напишите уравнение диссоциации алюмокалиевых квасцов. Почему при действии на квасцы растворов сульфида натрия и карбоната натрия выпадает осадок одинакового состава? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
- Оцените направление самопроизвольного протекания процесса в стандартных условиях: $8\text{Al}_{(к)} + 3\text{Fe}_3\text{O}_{4(к)} \rightarrow 9\text{Fe}_{(к)} + 4\text{Al}_2\text{O}_{3(к)}$.
- Смесь алюминия с оксидом алюминия подвергли обработке раствором гидроксида калия. При этом было затрачено 7,45 мл 40%-го раствора ($\rho = 1,41$ г/мл) и собрано 672 мл газа (н. у.). Какова массовая доля алюминия в смеси?
- Какой из минералов бора экономически выгоднее перевозить из карьера на завод: кернит $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, тинкалконит $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ или тинкал $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$?
- Образец газообразного борана B_xH_y массой 0,553 г создаёт в сосуде объёмом 0,407 л давление 0,658 атм при 100 °С. Определите химическую формулу борана.

Элементы IVA группы

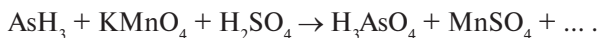
- Как можно объяснить мономерное состояние сероуглерода и полимерное состояние дисульфида кремния?
- Какая реакция является качественной на карбонат-ион?
- Вычислите теоретически необходимое количество воздуха для полного сгорания 1 кг бензина, имеющего примерный состав:

C – 85 %, H – 15 %. Содержание кислорода в воздухе принять равным 21 % (по объёму).

4. Составьте уравнения реакций взаимодействия сульфида олова (II) с дисульфидом аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$. Что получится, если на продукт реакции подействовать хлороводородной кислотой? Напишите уравнения реакций.
5. Напишите уравнение реакции взаимодействия сурика с азотной кислотой.

Элементы VA группы

1. Охарактеризуйте промышленный метод получения фосфора.
2. Исходя из нитрата калия, получите азотистую кислоту, оксид азота (II), оксид азота (IV).
3. Какую массу фосфорита, содержащего 70 % $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, нужно взять, чтобы получить из него 500 кг фосфора, если потери фосфора равны 5 %?
4. Как взаимодействуют мышьяк, сурьма и висмут с кислотами? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций мышьяка и сурьмы с концентрированной серной кислотой, а висмута – с разбавленной азотной кислотой.
5. Составьте уравнение реакции:



Элементы VIA группы

1. Напишите структурную формулу полисерной кислоты $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$. Какую степень окисления имеет атом серы?
2. Вычислите массовую долю сернистой кислоты в растворе, содержащем 10%-й оксид серы (IV). Определите молярность, нормальность и титр данного раствора с плотностью $1,09 \text{ г/см}^3$.
3. Имеется сульфит и есть предположение, что в нём содержится примесь сульфата. Как можно в этом убедиться? Напишите уравнения реакций.
4. Определите возможность протекания при стандартных условиях реакции $\text{CO}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$, $\Delta H_{\text{п}}^{\circ} = -2,85 \text{ кДж}$.
5. Какова относительная плотность по водороду газовой смеси, состоящей из равных объёмов водорода и гелия?

Элементы VIIA подгруппы

1. Изобразите электронное строение атома йода. Объясните характерные степени окисления.
2. Молярная масса эквивалента оксида марганца (IV) в реакции $\text{KClO}_3 + \text{MnO}_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{сплавление}} \dots$ равна 43,45 г/моль. Рассчитайте необходимое количество бертолетовой соли для взаимодействия её с 1,30 г MnO_2 .
3. Как изменяются степень диссоциации и окислительная активность кислородных кислот хлора?
4. Осуществите превращения $\text{NaBr} \rightarrow \text{Br}_2 \rightarrow \text{KBrO}_3 \rightarrow \text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr}$.
5. Напишите уравнения реакций, подтверждающих восстановительные свойства бромида и йодида калия в кислой среде. Как изменяется восстановительная активность в ряду $\text{HF} - \text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$?

Элементы IB группы

1. В каком из соединений AgCl или KCl химическая связь имеет большую степень ионности? Как это объяснить с учётом электронной структуры атомов металлов?
2. В водном растворе или при нагревании хлорид золота (I) распадается с выделением металлического золота. Напишите уравнение реакции и укажите её тип.
3. Определите молярную концентрацию раствора сульфата меди (II) и массу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, пошедшего на приготовление этого раствора по следующим данным. Раствор объёмом 50 мл количественно выделяет из KI свободный йод, на титрование которого требуется 25 мл раствора тиосульфата натрия с концентрацией 0,1 моль/л.
4. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций, объясняющих потемнение серебряных изделий на воздухе и позеленение медных предметов.

Элементы IIB группы

1. Что получится при взаимодействии цинка с избытком гидроксида аммония? Напишите уравнение реакции.
2. Напишите уравнения реакций сулемы HgCl_2 с хлоридом железа (II) и оксидом серы (IV).

3. Приведите справочные данные для значений ΔG_p° оксидов цинка, кадмия, ртути (II). Согласуются ли с этими данными значения температур разложения оксидов: 1950, 1813 и 400 °С соответственно? На основе сделанных выводов объясните, почему при получении из сульфидных руд цинка используются две последовательные реакции, а при получении ртути — одна.
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:

$$\text{CdO} \rightarrow \text{Cd} \rightarrow \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 \rightarrow [\text{Cd}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2 \rightarrow \text{CdCl}_2$$

Элементы IIIB и IVB групп

1. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций гидролиза тетраоксида титана при комнатной температуре и при нагревании. В первом случае образуется хорошо растворимый хлорид титанила, а во втором — белый осадок гидроксида титанила.
2. Назовите следующие вещества: $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3(\text{OH}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2[\text{Pu}(\text{NO}_3)_6]$, $(\text{NH}_4)_2[\text{Lu}_2\text{F}_{11}] \cdot \text{Th}(\text{CrO}_4)(\text{OH})_2$, ThSiO_4 , $\text{Th}[\text{BH}_4]_4$, $\text{K}_4[\text{PaF}_9]$, $(\text{NH}_4)_2\text{Np}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Cm}(\text{IO}_3)_3$, $[\text{U}(\text{C}_5\text{H}_5)_3]\text{Cl}$, $(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2$.

Элементы VIB группы

1. Составьте уравнение реакции $\text{W} + \text{NaNO}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{t, \text{сплавление}} \dots$
2. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{CrCl}_2$.
3. Пользуясь данными справочника, вычислите ΔG_p° , ΔH_p° , ΔS_p° следующей реакции: $\text{ZnO}_{(к)} + \text{MoO}_{3(к)} \rightarrow \text{ZnMoO}_{4(к)}$.
4. Как получить триоксид хрома или хромовый ангидрид из хлорида хрома (III)?

Элементы VIIB группы

1. Составьте уравнения реакций, в результате которых образуется диоксид марганца:
 - а) $\text{MnO} + \text{KClO}_3 \rightarrow \dots$; б) $\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \dots$;
 - в) $\text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.
2. Почему зелёный раствор манганата калия на воздухе постепенно изменяет свою окраску до малиновой, а при добавлении кислоты к раствору манганата окраска раствора изменяется более интен-

сивно? Каким образом смещается химическое равновесие? Напишите уравнения реакций.

3. Составьте уравнение реакции $Mn^{2+} + BrO_3^- + H_2O \rightarrow \dots$
4. Составьте уравнение реакции $TcCl_6 + KOH \rightarrow KTcO_4 + TcO_2 + \dots$ и определите, какое количество хлорида технеция необходимо для получения 2 кг $KTcO_4$, если выход его составляет 80 %.

Элементы VIIIВ группы

1. На ткань, окрашенную берлинской лазурью, попали капли щёлочи, при этом появились бурые пятна, исчезающие при смачивании их разбавленной соляной кислотой. Объясните эти явления и опишите уравнениями реакций.
2. Какие свойства проявляет гидроксид никеля (II) в реакции с хлором в присутствии щёлочи и в реакции с броматом калия? Составьте уравнения реакций и мотивируйте ответ.
3. Если нагревать оксид железа (III) с нитратом и гидроксидом калия, то образуется сплав, при растворении которого в воде получается красно-фиолетовый раствор. При добавлении к раствору хлорида бария в осадок выпадает нерастворимый в воде феррат бария. Напишите уравнения реакций.
4. Вычислите концентрации ионов Cl^- , $[Co(NH_3)_6]^{3+}$, $[Co(NH_3)_5]^{3+}$ в 0,01 М растворе соли $[Co(NH_3)_6]Cl_3$. Первая константа нестойкости комплексного иона равна $4 \cdot 10^{-5}$.

ВАРИАНТ 19

Элементы IA и IIA групп

1. Как получить оксиды лития, натрия и калия? В каком случае можно использовать реакцию прямого окисления металла кислородом? Приведите соответствующие уравнения реакций.
2. Какие из перечисленных солей подвергаются гидролизу – MgI_2 , $RbNO_3$, K_3PO_4 ? Составьте ионные и молекулярные уравнения гидролиза, укажите реакцию (рН) среды растворов солей. Какие факторы влияют на степень гидролиза?
3. По какому характеру связей гидриды щелочных металлов называют солеобразными? Как их получают и какие свойства для них характерны?

4. Какие из перечисленных веществ можно применить для устранения карбонатной жёсткости воды: а) соду; б) гашеную известь; в) поваренную соль; г) ортофосфат натрия. Напишите уравнения реакций.
5. Для нейтрализации 1000 мл насыщенного при 25 °С раствора гидроксида кальция потребовалось 49 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты. Вычислите произведение растворимости гидроксида кальция при указанной температуре.

Элементы IIIA группы

1. Как реагирует алюминий с серной и азотной кислотами различной концентрации? Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций, охарактеризуйте условия их протекания, укажите окислитель в каждой реакции.
2. Объясните, почему различный порядок прибавления реактивов (гидроксид натрия и сульфат алюминия) по каплям приводит к разному характеру наблюдаемых изменений. Приведите уравнения реакций.
3. Газ, выделившийся на аноде при промышленном получении алюминия, был пропущен до прекращения поглощения через раствор гидроксида калия ($\rho = 1,1$ г/мл) с массовой долей КОН 10,5 % объёмом 1,456 л. Определите массовую долю образовавшейся соли в растворе и массу полученного алюминия.
4. Для получения бора: а) тетрафтороборат (III) калия восстанавливают при нагревании натрием; б) триоксид дибора спекают с магнием. Составьте уравнения реакций. Приведите примеры других способов получения бора.
5. Рассчитайте объём воды, затраченный на гидролиз 200 г Al_4C_3 . Определите массу осадка и объём (н. у.) газа.

Элементы IVA группы

1. Какие вещества и в каком количестве требуются для получения 1 л силана при нормальных условиях?
2. Напишите уравнение гидролиза карбоната железа (II) в момент его образования.

3. При взаимодействии карбида кальция с азотом образуются цианид кальция $\text{Ca}(\text{CN})_2$ и углерод. Напишите уравнение этой реакции и реакции взаимодействия цианида с водой. Где он находит практическое применение?
4. Напишите уравнения реакций олова с разбавленными соляной, серной и азотной кислотами. В какой из этих кислот олово растворяется лучше?
5. Цинковую пластинку массой 100 г погрузили в раствор нитрата свинца (II). Через некоторое время масса пластинки стала равной 119,4 г. Какова масса свинца, осаждённого на пластинке?

Элементы VA группы

1. Какое наибольшее число электронов может получить азот при восстановлении азотной кислоты? Приведите уравнение реакции.
2. Составьте схему ступенчатой диссоциации ортофосфорной кислоты. Напишите выражения для констант диссоциации.
3. Какая масса оксида фосфора (V) образуется при полном сгорании фосфина, полученного из фосфида кальция массой 36,4 г?
4. Какой из сульфидов – As_2S_3 , Sb_2S_3 или Bi_2S_3 – растворяется в растворе сульфида аммония? Что образуется при взаимодействии тиоарсенита аммония с хлороводородной кислотой? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.
5. Что произойдет при добавлении раствора йода к щелочному раствору арсенита натрия? Составьте уравнение реакции.

Элементы VIA группы

1. Напишите структурную формулу полисерной кислоты $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_{10}$. Какую степень окисления имеет атом серы?
2. Напишите уравнения реакций получения сульфида алюминия.
3. Каковы особенности электролиза растворов сульфата и гидросульфата натрия (разбавленных и насыщенных)? Составьте схемы электролиза.
4. Составьте уравнение реакции взаимодействия пероксида водорода с хлором.
5. Какой объём 15%-го раствора серной кислоты плотностью 1,1 г/мл надо взять для реакции с избытком цинка, чтобы полу-

ченным водородом можно было восстановить оксид железа Fe_3O_4 массой 11,6 г до железа?

Элементы VIIA группы

1. Изобразите электронное строение атома хлора. Объясните характерные степени окисления.
2. Напишите уравнения качественных реакций на бромид- и иодид-ионы.
3. 22,9 мл хлорной кислоты полностью прореагировало с 50 мл 0,5 н. раствора гидроксида калия. Определите молярность раствора кислоты.
4. Осуществите превращения $\text{KI} \rightarrow \text{I}_2 \rightarrow \text{HI} \rightarrow \text{HIO}_3 \rightarrow \text{H}_5\text{IO}_6 \rightarrow \text{I}_2\text{O}_5$.
5. Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса:
а) $\text{MnSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$; б) $\text{H}_2\text{S} + \text{HClO} \rightarrow \dots$

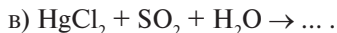
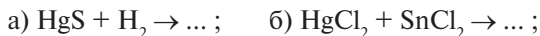
Элементы IV группы

1. Составьте уравнение реакции: $\text{P} + \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
2. Осуществите взаимные превращения ионов (в кислой среде): ион тетрааквамеди (II) \rightarrow ион тетраамминмеди (II).
3. Какова масса рафинированной меди, которая может быть получена из черновой меди массой 1 т с массовой долей примесей 3,5 %, если выход по току составляет 92 %? Где окажутся после электролиза серебро и железо, содержащиеся в примесях?
4. Зная характерную степень окисления меди, серебра и золота, составьте электронные и молекулярные уравнения реакций:
а) $\text{AuCl} + \text{HCl} \rightarrow \dots$; б) $\text{Ag} + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots$; в) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} \rightarrow \dots$

Элементы IIV группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:
 $\text{CdSO}_4 \rightarrow \text{Cd} \rightarrow \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow [\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 \rightarrow \text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$.
2. Составьте уравнение реакции сульфита цинка с бромной водой.
3. Будет ли для растворов нитрата и сульфата цинка значение pH равным, большим или меньшим 7? Дайте обоснованный ответ.

4. Почему соединения ртути (II) хорошие окислители? Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:



Элементы IIIB и IVB групп

1. Титан, цирконий и гафний можно растворить в кислотах, если при этом образуются устойчивые анионные комплексы, содержащие эти металлы в степени окисления +4. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:



2. Рассчитайте массовую долю (%) титана в его минералах: а) рутил TiO_2 ; б) ильменит $(\text{TiFe})\text{O}_3$; в) перовскит $(\text{CaTi})\text{O}_3$; г) сфен $\text{CaTi}(\text{SiO}_4)\text{O}$. Составьте химические названия этих минералов.

Элементы VIB группы

1. Составьте уравнение реакции



2. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:



3. Сколько граммов диоксида серы необходимо для полного восстановления 1 моля дихромата калия в присутствии разбавленной серной кислоты?

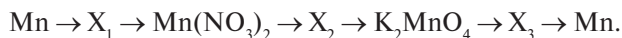
4. Составьте уравнения реакций:



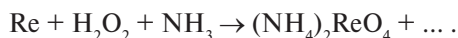
Чем объяснить отсутствие восстановительных свойств у Cr(VI)?

Элементы VIIB группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:



2. Составьте уравнение реакции:



3. Свежеприготовленный гидроксид двухвалентного марганца в количестве 20 г оставили в открытой склянке. Через некоторое время масса осадка увеличилась на 7 г. Почему это произошло? Сколько процентов исходного соединения прореагировало?
4. Хлор окисляет манганат калия. Какое соединение при этом получается, как меняется окраска раствора в результате реакции? Составьте уравнение реакции.

Элементы VIIIВ группы

1. Определите возможность восстановления железа коксом (С до СО) из Fe_3O_4 при 1000 °С. Для расчётов воспользуйтесь данными термодинамических таблиц.
2. Напишите уравнения реакций, протекающих при постепенном добавлении цианида калия к раствору соли железа (II) и последующем действии на образовавшийся раствор хлора. Назовите все полученные соединения железа.
3. Составьте уравнения реакций:
 - а) $\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$; б) $\text{CoSO}_4 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$. Назовите все соединения кобальта.
4. Составьте схему электролиза раствора сульфата никеля. При какой силе тока можно получить на катоде 0,5 г никеля, подвергая электролизу указанный раствор в течение 25 мин?

ВАРИАНТ 20

Элементы IA и IIA групп

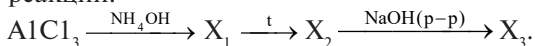
1. Приведите примеры реакций, иллюстрирующих большую химическую активность щелочных металлов. В каком направлении они усиливаются и по каким причинам?
2. Напишите уравнение реакции $\text{CaH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$. Определите окислитель и восстановитель.
3. С каким элементом второй группы периодической системы проявляет сходство литий? В чем проявляется это сходство? Укажите причину такой аналогии.
4. Что происходит при сливании растворов нитрата бериллия и сульфида натрия? Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном видах.

5. Имеется смесь сульфата, нитрата и гидрокарбоната натрия массой 24 г. При прокаливании этой смеси выделяются газообразные продукты объёмом 2,24 л (н. у.). При пропускании этих продуктов через избыток известковой воды образуется 5 г осадка. Каков состав исходной смеси?

Элементы IIIA группы

1. Какие из перечисленных ниже растворов нельзя кипятить в алюминиевой посуде: а) разбавленный раствор хлорида натрия; б) раствор карбоната натрия; в) разбавленный раствор сульфата магния; г) раствор соляной кислоты; д) раствор хлорида ртути (II)? Напишите уравнения реакций.

2. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций:



Назовите неизвестные вещества.

3. Определите массу технического алюминия (массовая доля алюминия 98 %), который необходим для алюмотермического получения ванадия массой 20 кг, если выход составляет 92 % от теоретически возможного.
4. Нейтрализация гидроксида алюминия избытком хлороводородной кислоты сопровождается тепловым эффектом +178 кДж. Определите количество теплоты, отвечающее 14 г гидроксида.
5. Известно, что хлорид таллия (III) – белое и малорастворимое в воде соединение. Ионное соединение состава Tl_3X имеет чёрный цвет и получается по реакции $\text{Tl}^{3+} + 3\text{X}^- \rightarrow \text{Tl}_3\text{X}$. Насыщенный раствор этого соединения обладает коричневым цветом и содержит мало катионов таллия (III). Укажите состав катиона и аниона в соединении Tl_3X .

Элементы IVA группы

1. Какие особенности в структуре иона CN^- обуславливают легкое вхождение его в координационную сферу комплексов?
2. Сколько оксида углерода (IV) образуется при полном сгорании 15 л ацетилена (н. у.)? Во сколько раз плотность по воздуху CO_2 больше плотности по воздуху CO?

3. Какие равновесия устанавливаются в водном растворе CO_2 ? Как влияет повышение температуры раствора на смещение этих равновесий? Можно ли приготовить 1 н. раствора угольной кислоты?
4. Напишите уравнение реакции получения гексахлоростанната (IV) аммония и выражение константы нестойкости комплексного иона.
5. Сколько граммов хлорида свинца (II) можно растворить при температуре 298 К в 5 л воды, если при этой температуре $\text{PR}(\text{PbCl}_2) = 1,7 \cdot 10^{-5}$?

Элементы VA группы

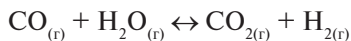
1. Напишите электронную и электронно-графическую формулы атома фосфора и обоснуйте основные степени окисления и валентности.
2. Напишите ионное и молекулярное уравнения реакции получения аммиачного комплекса кобальта (III).
3. При окислении фосфора было израсходовано 32 г кислорода. Полученный фосфорный ангидрид растворили в 100 см³ 25%-го раствора едкого натра ($\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$). Какая соль при этом образовалась и какова ее массовая доля в растворе?
4. Какие соединения с серой образуют мышьяк, сурьма и висмут? Составьте электронно-ионные, ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакции сульфида мышьяка (III) с азотной кислотой. Мышьяк и сера окисляются максимально.
5. Составьте уравнение реакции

$$\text{Sb} + \text{KClO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Sb}(\text{SO}_4)_3 + \text{KCl} + \dots$$

Элементы VIA группы

1. Напишите структурную формулу пероксосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$. Какие степени окисления имеют атомы серы?
2. К какому типу окислительно-восстановительных реакций относятся реакции:
 - а) $\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \dots$;
 - б) $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$?
 Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса.
3. Чем объяснить, что многие сульфиды тяжёлых металлов имеют непостоянный состав?

4. Константа равновесия гомогенной системы:



при 850 °С равна 1. Вычислите равновесные концентрации всех веществ, если исходные концентрации CO и H₂O составляли 3 и 2 моль/л соответственно. Как формулируется закон действующих масс?

5. На нейтрализацию раствора, полученного при взаимодействии гидрида кальция с водой, затратили 87,34 мл 29,2%-го раствора хлороводорода (ρ = 1,145 г/мл). Какой объем водорода (н. у.) выделился при разложении гидрида?

Элементы VIIA группы

1. Изобразите электронное строение атомов фтора и брома. Укажите характерные степени окисления и объясните их сходство и различие.
2. Какие свойства проявляет иодид калия в реакциях:
а) $\text{KI} + \text{KNO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \dots$; б) $\text{KI} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$;
в) $\text{KI} + \text{NO}_2 \rightarrow \dots$?
Составьте уравнения реакций, используя метод электронно-ионного баланса.
3. Рассчитайте объем 10%-го раствора HClO₄ (ρ = 1,060 г/см³), который необходим для приготовления 100 мл 2,4%-го раствора кислоты. Плотность 2%-го и 4%-го растворов соответственно 1,010 и 1,022 г/см³.
4. Как получить бром при наличии бромид натрия, хлороводородной кислоты и оксида марганца (IV)?
5. Какая соль – гипохлорит или хлорат натрия – гидролизруется в большей степени и почему? Напишите уравнения реакции.

Элементы IB группы

1. Преобразуйте цепочку превращений в уравнения химических реакций: $\text{CuCO}_3 \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$.
2. Какое свойство проявляет золото (III) при взаимодействии AuCl₃ с H₂S, в результате которого выпадает осадок Au₂S? Напишите уравнение реакции.

3. Вычислите концентрацию иона Ag^+ в насыщенных растворах Ag_2CrO_4 , AgCl , AgI , Ag_2S и обоснуйте характер превращений в системах: а) $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 + \text{Cl}^- \rightarrow \dots$; б) $\text{AgCl} + \text{I}^- \rightarrow \dots$; в) $\text{AgI} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \dots$.
4. Как получают хлорид меди (I)? Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций CuCl с концентрированными растворами: а) хлороводородной кислоты; б) аммиака.

Элементы IIВ группы

1. К какому классу относится соединение, полученное при взаимодействии нитрата ртути (I) с раствором гидроксида калия?
2. На основании справочных данных укажите, в какой среде цинк является более сильным восстановителем и будет ли он восстанавливать дихромат-ионы в растворе $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Составьте уравнения реакции.
3. Какие свойства гидроксидов цинка и кадмия позволяют сделать вывод об относительной величине гидролиза их солей? Составьте уравнения гидролиза.
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:
 $\text{HgS} \rightarrow \text{Hg} \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HgI}_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{HgI}_4] \rightarrow \text{Hg}$.

Элементы IIIВ и IVВ групп

1. Металлические титан, цирконий и гафний можно получить металлотермическим восстановлением их соединений. Напишите электронные и молекулярные уравнения реакций:
 а) $\text{TiO}_2 + \text{Ca} \rightarrow \dots$; б) $\text{HfCl}_4 + \text{Mg} \rightarrow \dots$; в) $\text{K}_2[\text{ZrF}_6] + \text{Na} \rightarrow \dots$.
2. В фиолетовый раствор, содержащий катионы гексаакватитана (III), вносят хлорид меди (II). Образуется бесцветный раствор и выпадает белый осадок, который можно перевести в раствор добавлением хлороводородной кислоты (конц.). Составьте уравнения реакций.

Элементы VIВ группы

1. Укажите значения четырёх квантовых чисел для валентных электронов атома молибдена.
2. Что произойдёт при кипячении щелочного раствора хромита калия с бромом? Составьте молекулярное и ионное уравнения реакции.

3. Пользуясь данными справочника, вычислите ΔG_p° , ΔS_p° и ΔH_p° следующей реакции: $\text{SrO}_{(к)} + \text{WO}_{3(к)} \rightarrow \text{SrWO}_{4(к)}$.
4. Имеются растворы едкого натра, сульфита натрия и бихромата калия. Каким из этих растворов можно воспользоваться для поглощения: а) диоксида серы; б) диоксида углерода; в) хлора; г) сероводорода?

Элементы VIIВ группы

1. Как получить марганец из его соединений: KMnO_4 , MnCl_2 , MnO_2 ? Составьте уравнения реакций.
2. Составьте уравнение реакции $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$.
3. Окислительно-восстановительные потенциалы систем:
 $\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^-$
и $\text{ReO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{ReO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^-$
соответственно равны 1,69 В и 0,51 В. Можно ли окислить MnO_2 и ReO_2 хлором по схемам: $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{HCl}$ и $\text{ReO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HReO}_4 + \text{HCl}$?
4. Как получить сульфат марганца (II) из: а) металлического марганца; б) диоксида марганца; в) перманганата калия? Составьте уравнения реакций.

Элементы VIIIВ группы

1. Концентрированную серную кислоту можно перевозить в стальных цистернах, в то время как разбавленную категорически нельзя. Объясните это и опишите происходящие процессы уравнениями реакций.
2. Какие кислотно-основные свойства проявляет гидроксид железа (II)? Составьте уравнения реакций, подтверждающих данные свойства, в ионном и молекулярном видах.
3. Составьте уравнения реакций:
а) $\text{Ni}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \dots$; б) $\text{NiSO}_4 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$.
Назовите все соединения никеля.
4. Имеется смесь Fe_3O_4 и Fe. Сколько воды получится при восстановлении железной окалины, содержащейся в смеси массой 3 г, если при растворении смеси массой 1 г в соляной кислоте выделился водород объемом 0,224 л (н. у.)?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Химия : учебник / А.А. Гуров [и др.]. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 784 с.
2. Коровин, Н.В. Общая химия : учебник для технических направ. и спец. вузов / Н.В. Коровин. – М. : Высш. шк., 2004. – 559 с.
3. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Н.С. Ахметов. – М. : Высш. шк., 2002. – 743 с.
4. Лукьянов, А.Б. Физическая и коллоидная химия : учебник для вузов / А.Б. Лукьянов. – М. : Химия, 1980. – 224 с.
5. Практикум по общей и неорганической химии: пособие для студентов вузов / В.И. Фролов [и др.]. – М. : Дрофа, 2002. – 304 с.
6. Лидин, Р.А. Задачи по общей и неорганической химии : учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений / Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева ; под ред. Р.А. Лидина. – М. : ВЛАДОС, 2004. – 383 с.
7. Лидин, Р.А. Общая и неорганическая химия в вопросах : пособие для вузов / Р.А. Лидин, Л.Ю. Аликберова, Г.П. Логинова ; под ред. Р.А. Лидина. – М. : Дрофа, 2004. – 304 с.
8. Ахметов, Н.С. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии : учебное пособие / Н.С. Ахметов, М.К. Азизова, Л.И. Бадыгина. – М. : Высш. шк., 2003. – 367 с.