

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Химический факультет

Утверждено методической комиссией

кафедры неорганической химии

химического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова

**ВОПРОСЫ БАЗОВОГО УРОВНЯ
К КОЛЛОКВИУМАМ
ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Часть I

**Методическое пособие по неорганической химии
для студентов I курса
химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова**

Москва, 2011

Вопросы для настоящего пособия составлены преподавателями кафедры неорганической химии химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова на основе многолетнего опыта. Вопросы базируются на материале, который рассматривается студентами 1 курса на лекциях и семинарах по неорганической химии, а также практических занятиях. Для систематизации материала и облегчения восприятия, вопросы представлены отдельными главами. Каждая глава обычно посвящена одной группе Периодической таблицы или одной из основных теоретических тем, рассматриваемых в курсе. Перечисленные вопросы являются необходимыми требованиями к студентам для сдачи коллоквиумов по соответствующим темам.

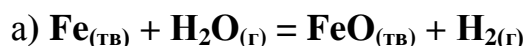
Составители: к.х.н., доц. Е.И. Ардашникова, к.х.н., доц. Е.В. Карпова, к.х.н., доц. Г.Н. Мазо, к.х.н., доц. М.Е. Тамм, д.х.н., проф. А.В. Шевельков.

Под редакцией д.х.н., проф. А.В. Шевелькова

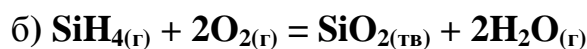
ВОПРОСЫ К ТЕМЕ

«НАЧАЛА ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ, ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ»

1. Система, представляющая собой надутый водородом воздушный шарик, является открытой, закрытой или изолированной? Приведите пример системы другого типа.
2. Сформулируйте первый закон термодинамики. Запишите выражение I-го начала термодинамики.
3. Сформулируйте закон Гесса. Можно ли определить $\Delta_r H^\circ_{298}$ приведенных ниже реакций? Если да, то как, а если нет, то каких данных не хватает?



Если известно, что:

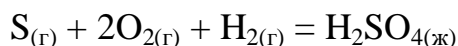
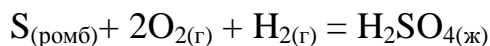
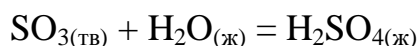


Если известно, что:



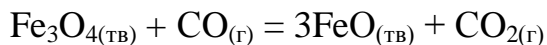
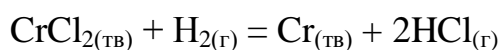
Для реакции а) приведите расчет, для реакции б) дайте ответ в общем виде.

4. Какие условия в термодинамике называют стандартными? Можно ли сказать, что значение ΔH°_{400} относится к стандартным величинам?
5. Дайте определение термину «энтальпия образования». Из приведенных ниже уравнений реакций укажите, изменение энтальпии какой реакции называется энтальпией образования серной кислоты.





6. Рассчитайте $\Delta_r H^\circ_{298}$ следующих реакций, используя табличные значения $\Delta_f H^\circ$ соответствующих веществ:



7. Напишите уравнения процессов, изменение энтальпии которых называют:

а) энергией кристаллической решетки KCl;

б) энергией гидратации K^+

в) потенциалом ионизации K;

г) энергией сродства к электрону Cl;

д) ΔH атомизации K;

е) ΔH диссоциации Cl_2 ;

ж) энергией связи C-H в молекуле CH_4 .

8. Рассчитайте энергию связи C-H в молекуле CH_4 , если известно, что

$$\Delta_f H^\circ_{298} CH_{4(г)} = -77.2 \text{ кДж/моль}; \quad \Delta_{ат} H^\circ_{298} C_{(тв)} = 714.8 \text{ кДж/моль};$$

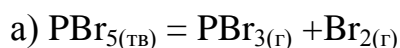
$$\Delta_{дис} H^\circ_{298} H_{2(г)} = 431.6 \text{ кДж/моль}.$$

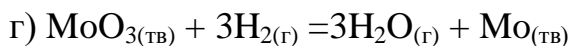
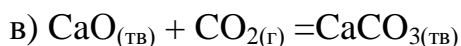
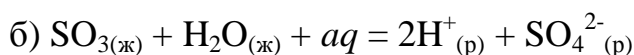
9. Каким образом, согласно представлениям классической термодинамики, энтропия связана с теплотой и температурой? Рассчитайте изменение энтропии при плавлении и кипении серы, если $\Delta H^\circ_{пл} = 1.59 \text{ кДж/моль}$ (при $T_{пл} = 386\text{K}$), $\Delta H^\circ_{кип} = 9.21 \text{ кДж/моль}$ (при $T_{кип} = 718\text{K}$).

10. Как объяснить тот факт, что при плавлении энтропия вещества увеличивается меньше, чем при испарении?

11. Почему, в отличие от энтальпии, для энтропии возможно определение абсолютного значения?

12. Предскажите, не проводя вычислений, как изменится энтропия (увеличится, уменьшится или останется неизменной) в результате протекания следующих процессов:





13. Какие факторы надо учитывать, чтобы судить о самопроизвольности процесса в неизолированных системах? Какая термодинамическая функция связывает энтальпию и энтропию системы?

14. Каково должно быть значение ΔG системы при постоянной температуре и давлении, чтобы процесс протекал самопроизвольно? Будет ли в стандартных условиях при $T = 298 \text{ K}$ протекать реакция разложения оксида меди (II) с образованием оксида меди (I)? Рассчитайте температуру, при которой такая реакция проходит самопроизвольно (считать $\Delta_f H^\circ$ и $\Delta_f S^\circ$ независимыми от температуры). При расчетах используйте следующие данные:

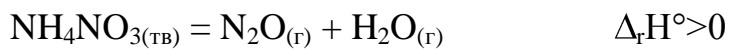
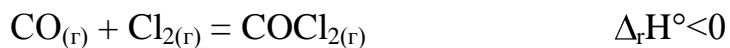
	$\text{Cu}_2\text{O}_{(\text{тв})}$	$\text{CuO}_{(\text{тв})}$	$\text{O}_{2(\text{г})}$
$\Delta_f H^\circ_{298}$, кДж/моль	-173.2	-162.0	0
S°_{298} , Дж/моль·К	92.93	42.63	205

15. Как изменение энергии Гиббса зависит от реальных условий – активности? Как рассчитать, зная парциальные давления и концентрации, активность: а) газов; б) чистых твердых веществ и жидкости; в) растворов?

16. При каких условиях самопроизвольное протекание процесса завершится? Какое состояние системы называется равновесием? Что такое константа равновесия? Используя данные предыдущей задачи, рассчитайте давление кислорода в равновесной системе $\text{Cu}_2\text{O}/\text{CuO}$ при температуре 800°C .

17. От каких факторов зависит константа равновесия? Каким образом можно изменить соотношение компонентов реакции, находящихся в равновесии? Напишите выражения для константы равновесия для этих реакций. Не проводя расчетов, предскажите, как изменится количество исходных

веществ в равновесии, если: а) увеличить температуру, б) увеличить давление.



18. Определите, будет ли оксид марганца MnO окисляться до Mn_3O_4 при $T = 800 \text{ K}$ и $p(\text{O}_2) = 10^{-2} \text{ атм}$? При расчетах используйте следующие данные:

	$\text{MnO}_{(тв)}$	$\text{Mn}_3\text{O}_{4(тв)}$	$\text{O}_{2(г)}$
$\Delta_f H^\circ_{298}$, кДж/моль	-385.1	-1387.6	0
S°_{298} , Дж/моль·К	61.5	154.8	205

ВОПРОСЫ К ТЕМЕ

«ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ, ФАЗОВЫЕ ДИАГРАММЫ И РАСТВОРЫ»

1. Дайте определения терминам «фаза», «независимый компонент», «степень свободы»? Может ли число фаз, независимых компонентов, степеней свободы быть произвольными в равновесной системе, как они связаны между собой? Определите число фаз, независимых компонентов и степеней свободы в системах, состоящих из:
 - а) насыщенного раствора KCl , кристаллов KCl и водяного пара над раствором;
 - б) насыщенного раствора $K_2Cr_2O_7$, льда, кристаллов $K_2Cr_2O_7$ и водяного пара над раствором;
 - в) смеси твердых кристаллогидратов $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ и $CaCl_2 \cdot 4H_2O$, раствора хлорида кальция и насыщенного водяного пара;
 - г) смеси твердых оксидов CuO и Cu_2O и газообразного кислорода;
 - д) карбоната магния и продуктов его разложения;
2. Изобразите схему P-T фазовой диаграммы воды. Укажите на диаграмме:
 - а) линии, соответствующие зависимости давления насыщенного пара над жидкостью, над твердым веществом;
 - б) тройную точку;
 - в) область существования твердой фазы. Какое равновесие осуществляется при T и P, соответствующих тройной точке? Что такое температура кипения, от каких факторов она зависит?
3. На рис. 1 представлена T-x диаграмма системы $H_2O - NH_4HF_2$.
 - а) Для каждой области диаграммы укажите фазовый состав. Какие зависимости представляют собой линия *a-e-c*, *b-e-d*?
 - б) Определите состав эвтектики.
 - в) Нарисуйте кривые охлаждения для расплавов состава 30 мол.% H_2O . Для каждого излома на кривой укажите, как меняется число степеней свободы системы при этих температурах.

г) Определите по диаграмме максимальную растворимость (концентрацию насыщенного раствора) соли при $T = 50^\circ\text{C}$.

д) Можно ли очистить эту соль от примеси незначительного количества NaCl методом перекристаллизации. Ответ поясните.

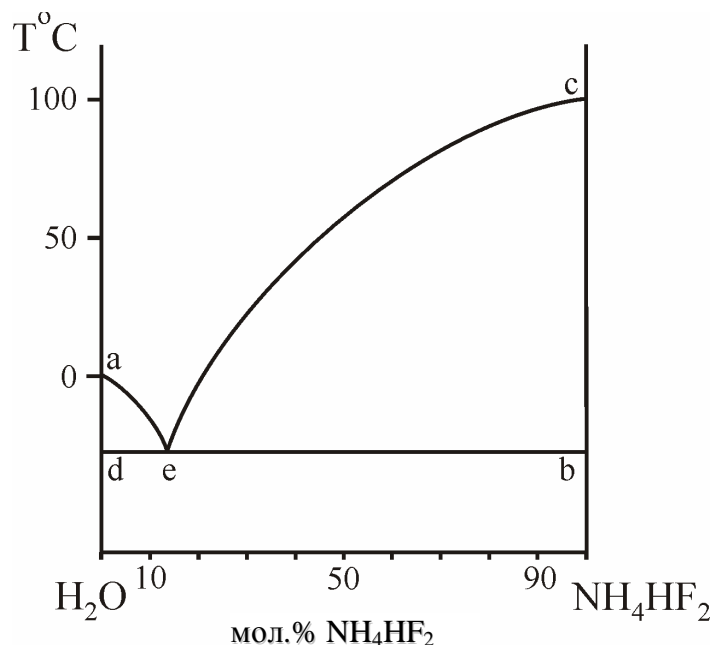
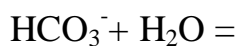
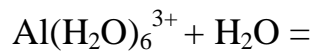
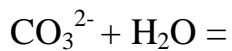
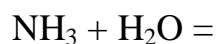
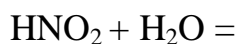


Рис. 1. Т-х фазовая диаграмма системы $\text{H}_2\text{O} - \text{NH}_4\text{HF}_2$.

- Какие способы выражения концентраций Вы знаете? Какие из них используются при определении величины осмотического давления, понижении давления пара над раствором (закон Рауля), изменения температур кипения и замерзания? Не проводя расчетов, определите, температура замерзания какого раствора выше 1) 0.1%-го водного раствора глюкозы или мочевины; 2) 0.01%-го раствора глюкозы или фруктозы; 3) 0.1 моляльного раствора глицерина или этиленгликоля?
- Какие свойства растворов называются коллигативными? Для каких растворов справедливы законы Рауля?
- Как соотносятся величины ($>$, $<$, $=$) а) давления насыщенного пара воды над растворами, б) температуры замерзания и в) температуры кипения для: 1) 0.01 М раствора глюкозы; 2) 0.01М раствора NaCl ; 3) 0.01М раствора BaI_2 ?

7. От каких факторов зависит степень диссоциации электролитов? Расставьте в порядке возрастания степени диссоциации следующие растворы: 0.1 М водный раствор KOH; 0.1 М спиртовой раствор KOH; 0.1 М водный раствор NH₃; 0.01 М водный раствор NH₃.
8. Что такое «сильные кислоты» и «слабые кислоты». Выберите из этого списка кислот - сильные: H₂SO₄; H₂S; HCN; HNO₂; HClO; HClO₄; HF, HI, CH₃COOH.
9. Допишите приведенные ниже реакции и запишите их в ионной, сокращенно-ионной форме. Какие равновесия сильно смещены в сторону продуктов реакции («идут практически до конца»)?
- | | |
|---|---|
| Na ₂ CO ₃ + HCl = | RbOH + HNO ₃ = |
| FeS + H ₂ SO ₄ = | KNO ₃ + BaCl ₂ = |
| Al(OH) ₃ + NaOH = | Cu(OH) ₂ + NH ₃ = |
| FeCl ₃ + KOH = | Na ₂ [Zn(OH) ₄] + H ₂ S = |
10. Определите значение pH среды: а) 0.01 М раствора HCl, б) 0.01 М раствора KOH, в) чистой воды, г) 0.01 М раствора HNO₂ (K_a=5.1·10⁻⁴).
11. Напишите уравнение реакции, константой равновесия которой является ПР Ca(OH)₂. Какой объем воды потребуется для растворения 1 г Ca(OH)₂? Каково значение pH насыщенного раствора Ca(OH)₂ (ПР = 5.5·10⁻⁶)?
12. Какие процессы называются «гидролизом солей»? Приведите пример соли, гидролизующейся: а) по катиону, б) по аниону, в) подвергающуюся полному гидролизу. Напишите уравнения реакций в полной, ионной и сокращенно-ионной форме. Определите значение pH 0.01М раствора KNO₂. (K_a(HNO₂) = 5.1·10⁻⁴).
13. От каких факторов зависит степень гидролиза? Сравните значения pH (>, <, =) растворов одинаковой молярности: а) FeCl₂ и FeCl₃; б) KNO₂ и KNO₃. Напишите уравнение реакции:
- AlCl₃ + Na₂CO₃ + H₂O =
- CuSO₄ + Na₂CO₃ + H₂O =

14. Дайте определения понятия кислоты и основания в теории Бренстеда-Лоури. Укажите сопряженные пары кислот и оснований в следующих реакциях:



15. Какую массу очищенной соли можно получить из 200 г 40%-го раствора KNO_3 , если раствор охладить до 10°C (растворимость 21.2 г на 100 г воды). Будет ли соль содержать примесь KCl , если исходный раствор содержал 12г хлорида калия, а его растворимость при 10°C равна 31.2 г на 100 г воды. В каких случаях методом перекристаллизации можно очистить вещества от растворимых примесей?

ВОПРОСЫ К ТЕМЕ

«СТРОЕНИЕ АТОМА, ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН, ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ»

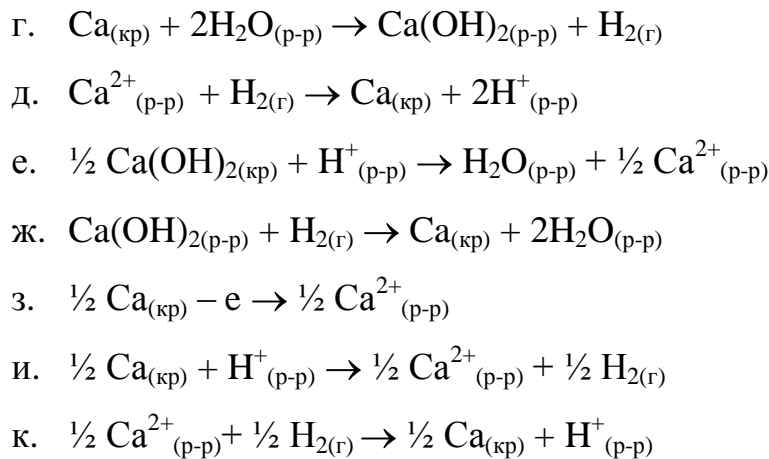
1. Что такое атом? Из чего он состоит? Что такое массовое число? Что такое радиоактивность и период полураспада? Приведите пример реакции радиоактивного распада.
2. Что такое квантовые числа, какие значения они принимают и какие свойства определяют?
3. Дайте определение понятию «орбиталь». Какими квантовыми числами полностью определяется орбиталь и электроны на ней? Как изменяется относительная энергия орбиталей, в чем смысл правила Клечковского?
4. Что определяется принципом Паули и правилами Хунда? Приведите электронную конфигурацию S, Cr, Ge, Br, Rb, Ti^{3+} , Fe^{3+} , P^{3+} , начиная от предшествующего благородного газа.
5. Чем определяется периодичность свойств элементов? Приведите современную формулировку Периодического закона. Укажите места расположения металлов и неметаллов, s-, p-, d-, и f-элементов в Периодической системе.
6. Обсудите следующие основные свойства химических элементов: атомный радиус, первый потенциал ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. Каковы основные тенденции изменения этих величин в группах и периодах?
7. Что такое химическая связь? Какие силы объединяют атомы в молекулы? Каковы основные параметры химической связи? Назовите основные типы химической связи.
8. Что такое ковалентная связь? Каковы основы метода валентных связей (МВС)? Как определяется взаимодействие атомов в схеме Льюиса? Что такое донорно-акцепторное взаимодействие? Приведите структуры Льюиса для молекул HF, PF_3 , CCl_4 , $COCl_2$.

9. Обсудите понятия «кратность связи», «правило октета», «насыщаемость связи», «поляризуемость связи»? Что такое направленность ковалентной связи, гибридизация? Приведите примеры молекул с sp^3 и sp^2 гибридизацией. В чем проявляются недостатки МВС?
10. Приведите основные положения метода Гиллеспи. Примените метод для определения геометрической конфигурации молекул NH_3 , H_2O , XeF_4 , BF_3 , SOCl_2 . Каковы ограничения метода Гиллеспи?
11. Каковы основы метода МО-ЛКАО? Что такое связывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали и как они образуются из атомных орбиталей? Что такое σ -связь, π -связь, σ -орбитали, π -орбитали?
12. Постройте энергетические диаграммы МО следующих двухатомных молекул и ионов: H_2^- , Be_2 , O_2 , CN^- , определите кратность связи в них; для ионов предложите формулы изоэлектронных молекул. Определите, какие из указанных ионов и молекул парамагнитны.
13. Дайте определение понятию «ионная связь»? Каковы основные особенности ионных соединений? Приведите примеры соединений с преимущественно ионной связью, укажите основные характерные для них типы кристаллической структуры. В чем смысл константы Маделунга?
14. Что такое водородная связь? В каких молекулах и ионах она образуется и как влияет на их физические свойства? Как меняются температуры плавления и кипения в ряду галогенов и галогеноводородов?
15. Каковы основные особенности Ван-дер-ваальсовой связи? Укажите три типа Ван-дер-ваальсовых взаимодействий и обсудите их относительную энергию.
16. Как осуществляется связь в металлах? Сравните $\text{Li}_{2(\text{r})}$ и $\text{Li}_{(\text{тв})}$: есть ли разница в связи в этих веществах?

ВОПРОСЫ К ТЕМЕ

«ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ»

1. Что такое степень окисления? Рассчитайте степень окисления элементов в следующих частицах: H_3O^+ , H_2SO_4 , KMnO_4 , $[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$, H_2O_2 , Li_2O , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, CO , SO_2Cl_2 , BaO_2 , NH_4NO_3 , VO_2NO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, $\text{Li}[\text{AlH}_4]$, H_2PO_3^- , $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, $[\text{NiCl}_4]^{2-}$, $\text{Fe}(\text{CO})_5$.
2. Из перечисленных ниже веществ выберите соединения, у которых преобладают окислительные свойства, и соединения, у которых преобладают восстановительные свойства. Приведите примеры реакций, подтверждающих Ваш выбор. HCl , HNO_3 , KMnO_4 , KNO_3 , Br_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, H_2O_2 , H_2S , $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, MgSO_4 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, ICl_3 .
3. Какие продукты могут быть получены при взаимодействии KMnO_4 и K_2SO_3 ? Какие факторы влияют на протекание реакции? Напишите уравнения соответствующих реакций.
4. Уравняйте следующие окислительно-восстановительные реакции методом электронно-ионного баланса:
 - а. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 - б. $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
 - в. $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 - г. $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
 - д. $\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 - е. $\text{I}_2 + \text{HNO}_{3(100\%)} \rightarrow \text{HIO}_3 +$
 - ж. $\text{FeBr}_2 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
 - з. $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
5. Что такое ЭДС реакции? Что такое стандартный электродный потенциал и как его можно определить экспериментально? Ответ подтвердите примерами реакций, протекающих: а) в кислой среде, б) в щелочной среде.
6. Укажите, какому процессу соответствует значение $E^\circ(\text{Ca}^{2+}/\text{Ca})$:
 - а. $\text{Ca}_{(\text{p-p})}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Ca}_{(\text{кр})}$
 - б. $\text{Ca}_{(\text{кр})} + 2\text{H}_{(\text{p-p})}^+ \rightarrow \text{Ca}_{(\text{p-p})}^{2+} + \text{H}_{2(\text{r})}$
 - в. $\text{Ca}_{(\text{кр})} - 2e \rightarrow \text{Ca}_{(\text{p-p})}^{2+}$



7. Напишите уравнение, связывающее ЭДС (E_r°) и константу равновесия окислительно-восстановительной реакции.
8. Для реакции $2\text{Ag}^{+}_{(\text{p-p})} + \text{Zn}_{(\text{тв})} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(\text{p-p})} + 2\text{Ag}_{(\text{тв})}$ рассчитайте значения E_r° , $\Delta_r G^\circ_{298}$ и K_p , используя значения стандартных электродных потенциалов: $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0.80 \text{ В}$, $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ В}$.
9. Влияет ли изменение температуры на значение ЭДС окислительно-восстановительной реакции? Можно ли определить, как изменится значение E_r° реакции при понижении температуры экзотермической реакции?
10. Возможно ли селективно окислить перманганатом калия хлорид-ионы в присутствии бромид-ионов? Возможно ли такое селективное окисление другим окислителем? Для ответа на вопрос используйте значения стандартных электродных потенциалов: $E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = +1.36 \text{ В}$, $E^\circ(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = +1.09 \text{ В}$, $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = +1.51 \text{ В}$, $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2) = +1.68 \text{ В}$.
11. На основании приведённой диаграммы Латимера рассчитайте значение $E^\circ(\text{NO}_3^-/\text{NO})$. Определите, какие соединения термодинамически неустойчивы к диспропорционированию в данных условиях?
- $$\text{NO}_3^- \xrightarrow{+0.803\text{В}} \text{N}_2\text{O}_4 \xrightarrow{+1.07\text{В}} \text{HNO}_2 \xrightarrow{+0.996\text{В}} \text{NO} \xrightarrow{+1.59\text{В}} \text{N}_2\text{O} \xrightarrow{+1.77\text{В}} \text{N}_2$$
- $$\text{N}_2 \xrightarrow{-1.87\text{В}} \text{NH}_3\text{OH}^+ \xrightarrow{+1.41\text{В}} \text{N}_2\text{H}_5^+ \xrightarrow{+1.275\text{В}} \text{NH}_4^+$$
- Рассчитайте значение $E(\text{NO}_3^-/\text{NO})$ для $\text{pH}=5$.

12. Определите, какие частицы устойчивы к диспропорционированию, используя диаграмму Фроста, представленную на рис. 2. Сравните

окислительную способность хлорит- и хлорат-анионов. Рассчитайте значения $E^\circ(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}_2)$ и $E^\circ(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-)$. Изменится ли значение $E(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-)$ при изменении pH среды от 0 до 14?

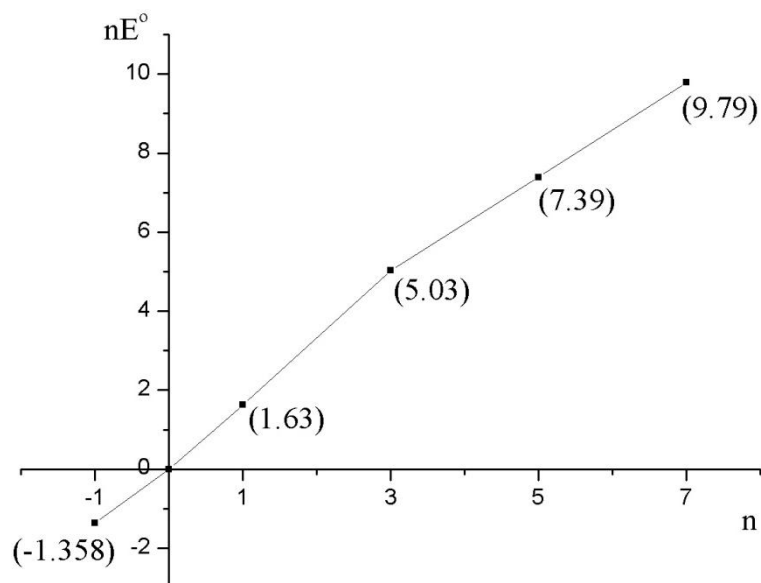
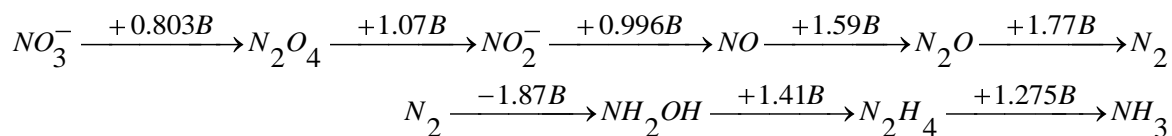


Рис. 2. Диаграмма Фроста для хлора при pH=0.

13. На основании приведённой диаграммы Латимера (pH = 14) рассчитайте значение $E^\circ(\text{NO}_3^-/\text{NO})$. Сравните со значением, полученным в №11, объясните отличие рассчитанных значений стандартных электродных потенциалов. Рассчитайте $E(\text{NO}_3^-/\text{NO})$ при pH=10.



14. Приведите примеры реакций, в которых водород выступает как окислитель, как восстановитель.
15. Сравните строение и химические свойства кислорода и озона, приведите примеры окислительно-восстановительных реакций с их участием.

16. ВОПРОСЫ К ТЕМЕ

«ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ 17-Й ГРУППЫ»

1. Какова электронная конфигурация атомов элементов 17-й группы? Какие степени окисления характерны для этих элементов? Приведите примеры соединений этих элементов в различных степенях окисления.
2. Как меняются по группе F-Cl-Br-I: а) радиусы атомов, б) первый потенциал ионизации, в) электроотрицательность атомов?
3. Какие из перечисленных соединений встречаются в природе: NaF, CaF₂, NaCl, HCl, KClO₃, Br₂, NaBr, NaBrO₄, NaI, NaIO₃? Как получают галогены в виде простых веществ в промышленности и в лаборатории? Напишите уравнения соответствующих реакций.
4. Как изменяются окислительные свойства в ряду галогенов F₂-Cl₂-Br₂-I₂? Проиллюстрируйте эту закономерность примерами химических реакций. В чем проявляются особенности фтора по сравнению с другими галогенами? Для окислительно-восстановительных процессов напишите электронно-ионные уравнения полуреакций.
5. Как изменяется в ряду галогеноводородов HF-HCl-HBr-HI: а) межатомное расстояние H-Hal, б) прочность связи, в) кислотные свойства их растворов в воде?
6. Как изменяются восстановительные свойства в ряду галогеноводородов HF-HCl-HBr-HI? Проиллюстрируйте эту закономерность примерами химических реакций. Как получают галогеноводороды? Для окислительно-восстановительных процессов напишите электронно-ионные уравнения полуреакций.
7. Как галогены реагируют с водой? Напишите уравнения соответствующих реакций. Дайте определение реакции диспропорционирования.
8. Каково пространственное строение анионов оксокислот хлора HClO, HClO₂, HClO₃, HClO₄ и название кислот и их солей. Как меняется сила кислот в

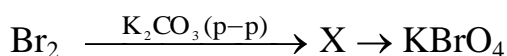
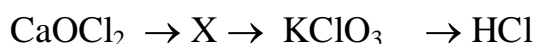
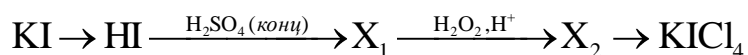
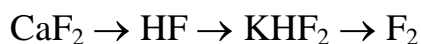
ряду $\text{HClO}-\text{HClO}_2-\text{HClO}_3-\text{HClO}_4$? Для какой соли, KClO или KClO_3 , значение pH растворов с одинаковой концентрацией будет больше, почему?

9. Как меняются окислительные свойства в ряду $\text{HClO}-\text{HClO}_2-\text{HClO}_3-\text{HClO}_4$?
10. Сопоставьте по ряду оксокислот $\text{HClO}_3-\text{HBrO}_3-\text{HIO}_3$: а) окислительные свойства, б) кислотные свойства, в) термическую устойчивость. Приведите примеры взаимодействия этих кислот с I_2 . Напишите уравнения соответствующих реакций.
11. Предложите способ получения $\text{KICl}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, используя в качестве единственного источника хлора KCl , а в качестве единственного источника иода – KI .
- а) Напишите уравнения всех реакций и укажите условия их проведения.
- б) Напишите уравнения реакций взаимодействия этого соединения с избытком воды и с раствором KOH .
- в) Каково геометрическое строение иона ICl_4^- и валентные углы ($>$, $<$, $= 90^\circ$, 109.5° , 120°)? Ответ поясните, используя метод Гиллеспи.

12. Напишите уравнения реакций, укажите условия их проведения:

- | | |
|--|---|
| 1) $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow$ | 6) $\text{KI} + \text{I}_{2(\text{aq})} \rightarrow$ |
| 2) $\text{HCl} + \text{KClO}_3 \rightarrow$ | 7) $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow$ |
| 3) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_{4 \text{ конц.}} \rightarrow$ | 8) $\text{HI} + \text{CuCl}_2 \rightarrow$ |
| 4) $\text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_{4 \text{ конц.}} \rightarrow$ | 9) $\text{I}_2 + \text{KClO}_3 \rightarrow$ |
| 5) $\text{KBr} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$ | 10) $\text{KI} + \text{Cl}_2$ (в различных условиях) \rightarrow |

13. Напишите уравнения реакций следующих превращений, укажите условия их проведения:



ВОПРОСЫ К ТЕМЕ

«ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ 16-Й ГРУППЫ»

1. Какова электронная конфигурация атомов элементов 16-й группы? Какие степени окисления характерны для этих элементов? Приведите примеры соединений этих элементов в различных степенях окисления.
2. Как меняются по группе O–S–Se–Te: а) радиусы атомов, б) первый потенциал ионизации, в) электроотрицательность атомов?
3. Что такое аллотропия и полиморфизм? Какие аллотропные и полиморфные модификации кислорода и серы Вы знаете? Как их получают?
4. Как меняются физические и химические свойства простых веществ в ряду O–S–Se–Te?
5. Как изменяется в ряду H₂O–H₂S–H₂Se–H₂Te: а) межатомное расстояние Н-Э, б) прочность связи, в) угол Н-Э-Н, г) полярность связи, д) Δ_fH°₂₉₈? Как получают эти соединения?
6. Как изменяются кислотные свойства растворов в воде в ряду H₂S–H₂Se–H₂Te?
7. Как изменяются восстановительные свойства в ряду H₂O–H₂S–H₂Se–H₂Te? Проиллюстрируйте эту закономерность примерами химических реакций H₂O и H₂S.
8. Предложите способ получения диоксида серы, используя в качестве единственного источника серы BaSO₄. Напишите уравнения всех реакций и условия их проведения.
9. Используя в качестве единственного источника серы газообразный H₂S, предложите способ получения Na₂S₂O₈ и Na₂S₂O₃. Напишите уравнения соответствующих реакций и условия их проведения. Напишите уравнение реакции взаимодействия избытка Na₂S₂O₈ с MnSO₄ в подкисленном водном растворе.

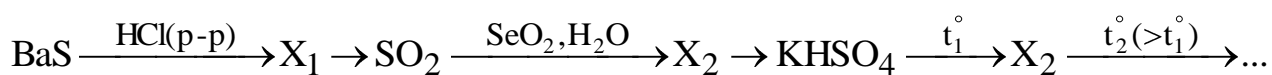
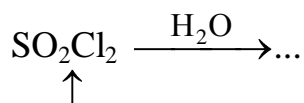
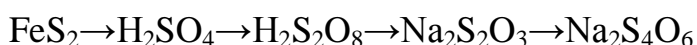
10. В бьюксах без этикеток находятся в виде порошков SeO_2 и Na_2SO_4 . Определите содержимое бьюксов, используя характерные химические реакции. Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций и условия их проведения.

11. Какая из кислот, серная или сернистая, является более сильным окислителем? Ответ подтвердите примерами уравнений реакций.

12. Что произойдет при взаимодействии SeO_2 с сульфитом натрия в кислой среде? Напишите уравнение реакции. Какое из упомянутых соединений Э(IV) является более сильным восстановителем? Приведите примеры соединений Э(VI), в которых соединение селена является более сильным окислителем.

13. В двух пробирках без этикеток находятся растворы, полученные в результате гидролиза SOCl_2 и SO_2Cl_2 . Предложите химический способ определения содержимого каждой пробирки. Напишите последовательно уравнения всех реакций и укажите, на основании каких свойств Вы распознаете каждое из веществ.

14. Осуществите химические превращения, используя минимальное количество стадий:



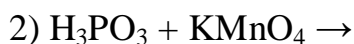
X_i – вещество, содержащее S.

15. Определите, будет ли сера диспропорционировать с образованием H_2S и H_2SO_3 при $\text{pH} = 3$, если $E^\circ(\text{S}/\text{H}_2\text{S}) = +0.14 \text{ В}$; $E^\circ(\text{H}_2\text{SO}_3/\text{H}_2\text{S}) = +0.38 \text{ В}$. Ответ подтвердите расчетом э.д.с. реакции. Считайте активности всех остальных веществ, участвующих в реакции, равными 1.

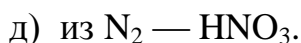
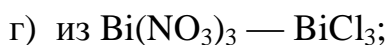
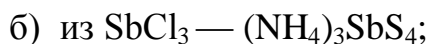
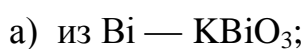
ВОПРОСЫ К ТЕМЕ
«ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ 15-Й ГРУППЫ»

1. Какова электронная конфигурация атомов элементов 15-й группы? Какие степени окисления характерны для этих элементов? Приведите примеры соединений этих элементов в различных степенях окисления.
2. Как меняются по группе N–P–As–Sb–Bi:
 - а) радиусы атомов,
 - б) электроотрицательность атомов,
 - в) первые потенциалы ионизации?
3. Какими способами получают: аммиак, гидразин, гидроксилламин? Проиллюстрируйте примерами реакций их восстановительные свойства. Какие из этих веществ проявляют окислительную активность? Приведите примеры соответствующих реакций.
4. Используя в качестве примера цинк и медь, напишите уравнения взаимодействия металла с азотной кислотой различной концентрации: 2, 30, 60%.
5. Как изменяются восстановительные свойства в ряду $\text{NH}_3\text{--PH}_3\text{--AsH}_3\text{--SbH}_3\text{--BiH}_3$? Подтвердите ответ примерами химических реакций. Как получают PH_3 и SbH_3 ?
6. Известно, что в ряду элементов P–As–Sb–Bi устойчивость соединений в высшей степени окисления уменьшается. Каков состав соединений, образующихся при горении на воздухе фосфора, мышьяка, сурьмы, висмута? Напишите уравнения реакций взаимодействия KBiO_3 с HCl и KBiO_3 с H_2SO_4 .
7. Как меняются окислительные свойства в ряду $\text{HNO}_2\text{--HNO}_3$? Проиллюстрируйте ответ примерами химических реакций разбавленных растворов этих кислот с одним и тем же восстановителем. Напишите электронно-ионные уравнения полуреакций.

8. Напишите уравнения реакций и электронно-ионные уравнения полуреакций для следующих процессов:

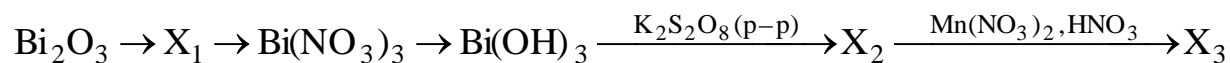
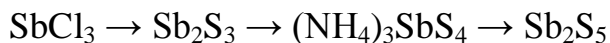
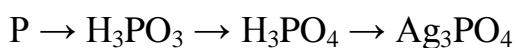
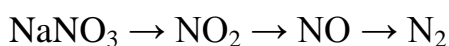


9. Предложите схему получения:



Напишите уравнения реакций.

10. Напишите уравнения реакций следующих превращений, используя для каждого превращения минимальное число стадий. Укажите условия их проведения.



X_i – вещества, содержащие Bi.

11. В трех закрытых сосудах находятся продукты взаимодействия NOCl , PCl_3 , BiCl_3 с водой.

1) Напишите уравнения реакций взаимодействия веществ с водой. Какова реакция среды (щелочная, нейтральная или кислая) получившихся растворов?

- 2) Какие процессы протекают при взаимодействии этих веществ с раствором NaOH? Напишите уравнения соответствующих реакций.
- 3) Приведите примеры реакций, в которых NaNO_2 , Na_2HPO_3 , $\text{Bi}(\text{OH})_3$ проявляют окислительные свойства. Напишите уравнения реакций.
12. В трех пробирках без этикеток находятся растворы солей: NaH_2PO_2 , Na_2SO_3 и $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Предложите химический способ определения содержимого каждой пробирки. Напишите последовательно уравнения всех предложенных Вами реакций и укажите, на основании каких свойств Вы распознали каждую из солей. Укажите, как меняются окислительно-восстановительные свойства и сила кислот в ряду H_3PO_4 — H_3PO_3 — H_3PO_2 . Нарисуйте графические формулы анионов этих кислот.

ВОПРОСЫ К ТЕМЕ

«ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ 14-Й ГРУППЫ И БОРА»

1. Какова электронная конфигурация атомов элементов 14-й группы и бора? Какие степени окисления проявляют эти элементы? Приведите примеры соединений этих элементов в различных степенях окисления.
2. Как изменяются атомные радиусы в ряду C–Si–Ge–Sn–Pb? Как изменяются по группе кислотные свойства оксидов Э(IV)?
3. Сопоставьте кислотные свойства угольной и ортокремниевой кислот. Что происходит при пропускании в раствор силиката натрия избытка углекислого газа? Как взаимодействуют при совместном прокаливании карбонат натрия с оксидом кремния (IV)? Напишите уравнения соответствующих реакций. Сопоставьте летучесть соответствующих оксидов. Как влияет строение оксида на его агрегатное состояние, химические и физические свойства?
4. Какие процессы протекают при растворении Na_2CO_3 в воде? Напишите уравнения реакций электролитической диссоциации и гидролиза этой соли. Какова реакция среды получившегося раствора: кислая, нейтральная или щелочная? Как усилить гидролиз?
5. Какие процессы протекают при взаимодействии BF_3 , BCl_3 , SiF_4 , SiCl_4 с водой? Какие комплексные частицы образуются во фторидных растворах? Напишите уравнения соответствующих реакций. Какова реакция среды получившихся растворов: $\text{pH} < 7$, $= 7$, > 7 ?
6. Приведите примеры (галогениды, оксиды, гидриды) близких свойств соединений бора и кремния и различия в свойствах одготипных соединений углерода. Напишите уравнения соответствующих реакций.
7. Объясните, можно ли хранить плавиковую кислоту (HF) в стеклянной посуде? Предложите несколько способов перевода в растворимые

соединения оксида кремния SiO_2 . Напишите уравнения всех предложенных Вами реакций, укажите условия их проведения.

8. Характерны ли для соединений элементов 14-й группы ОВР? Приведите примеры.
9. Известно, что в ряду элементов Si, Ge, Sn, Pb устойчивость соединений в низшей положительной степени окисления увеличивается. Подтвердите устойчивость Pb^{2+} уравнениями реакции PbO_2 с HCl . Приведите пример другой группы Периодической системы, в которой существует такая же закономерность.
10. Объясните, почему для разделения смеси сульфидов PbS и Sb_2S_3 можно использовать растворы сульфида $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ или полисульфида $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$. Напишите уравнения соответствующих реакций.
11. Определите, будут ли соединения олова (II) восстанавливать $\text{Bi}(\text{OH})_3$ при $\text{pH} = 14$ если известно, что $E^\circ([\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-}/[\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-}) = -0.93 \text{ В}$; $E^\circ(\text{Bi}(\text{OH})_3/\text{Bi}) = -0.45 \text{ В}$. Ответ подтвердите расчетом E_r° . Напишите уравнение реакции взаимодействия $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$ с $\text{Bi}(\text{OH})_3$.
12. Напишите уравнения реакций, используя для каждого превращения минимальное число стадий, укажите условия их проведения:
- $$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{B}$$
- $$\text{C} \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$$
- $$\text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiF}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6$$
- $$\text{SnCl}_2 \rightarrow \text{SnS} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SnS}_3 \rightarrow \text{SnS}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SnCl}_6$$
- $$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{X}_1 \rightarrow \text{Pb}_3\text{O}_4 \xrightarrow{\text{HNO}_3(\text{p-p})} \text{X}_2$$
- X_i – вещества, содержащие Pb.

ЛИТЕРАТУРА

1. М.Е. Тамм, Ю.Д. Третьяков. Неорганическая химия. Т.1. Физико-химические основы неорганической химии. – М.: Изд. центр «Академия», 2004.
2. А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов. Неорганическая химия. Т.2. Химия непреходных элементов. Под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Изд. центр «Академия», 2004.
3. Н.С. Ахметов. Общая и неорганическая химия. – М.: Высш.школа. 2001.
4. Ю.Д. Третьяков, Л.И. Мартыненко, А.Н. Григорьев, А.Ю. Цивадзе. Неорганическая химия. Химия элементов. Учебник в 2 томах. - М. МГУ: ИКЦ «Академкнига». 2007.
5. Ф. Коттон, Дж. Уилкинсон. Современная неорганическая химия: в 3 т. – М.: Мир. 1969.
6. Практикум по неорганической химии. Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: Изд. центр «Академия». 2004.
7. Ю.М. Коренев, А.Н. Григорьев, Н.Н. Желиговская, К.М. Дунаева. Задачи и вопросы по общей и неорганической химии с ответами и решениями. – М.: Мир. 2004.
8. Е.И. Ардашникова, Г.Н. Мазо, М.Е. Тамм. Сборник задач по неорганической химии. Под ред. Ю.Д. Третьякова. М.: Изд. центр «Академия», 2008.