

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Томский политехнический университет»

---

*А.В. Коршунов, Л.М. Смолова*

**ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ  
ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Учебное пособие

Издательство ТПУ  
Томск 2008

УДК 546 (076.1)

**Коршунов А.В., Смолова Л.М.**

Задачи и упражнения по неорганической химии: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 140 с.

Пособие содержит задачи и упражнения по неорганической химии. Предназначено для студентов химических специальностей технических университетов.

УДК 546 (076.1)

Рекомендовано к печати Редакционно-издательским советом  
Томского политехнического университета

*Рецензенты*

Заведующий кафедрой неорганической химии  
Томского государственного университета,  
доктор технических наук, профессор  
*В.В. Козик*

Заведующая кафедрой неорганической химии  
Томского государственного педагогического университета  
доктор химических наук, профессор  
*С.В. Ковалёва*

© Томский политехнический университет, 2008  
© Коршунов А.В., Смолова Л.М., 2008

## Тема 1. Водород. p-Элементы VII группы (Галогены)

1. Приведите примеры природных соединений водорода, вычислите массовую долю водорода в них. Укажите кларк водорода, к какой группе элементов по распространенности можно отнести водород? Какими изотопами представлен водород на Земле? Укажите их соотношение. Каковы различия в строении атомов изотопов (изобразите схемы)? Кратко охарактеризуйте процессы, которые лежат в основе получения изотопов водорода; каково их применение.
2. Почему в короткопериодном варианте Периодической системы элементов водород помещают в первой и седьмой группах одновременно? Приведите примеры сходства водорода со щелочными элементами и с галогенами.
3. В некоторых учебниках все соединения водорода называют гидридами (на том основании, что латинское наименование элемента водород – гидрогениум). Согласны ли Вы с этим? Все ли бинарные соединения водорода следует относить к гидридам?
4. Дайте общее определение гидридов как группы соединений, содержащих водород. Из приведенных ниже формул выберите те, которые отвечают гидридам:  $\text{SnH}_4$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{AlH}_3$ ,  $\text{NaNH}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{B}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{HN}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{TiH}_2$ ,  $\text{H}_2\text{F}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}[\text{BH}_4]_2$ .
5. Почему атомы водорода соединяются в молекулу  $\text{H}_2$ , а атомы гелия молекулу  $\text{He}_2$  не образуют? Могут ли существовать частицы  $\text{H}_2^+$ ,  $\text{H}_2^{2+}$ ,  $\text{H}_2^-$ ,  $\text{H}_3$ ,  $\text{H}_3^+$ ,  $\text{He}_2^+$ ,  $\text{He}_2^-$ . Дайте мотивированные ответы. Среди реально существующих частиц найдите две изоэлектронные частицы.
6. Известно, что ионосфера (слой атмосферы, расположенный на расстоянии 50–80 км от поверхности Земли) содержит частично ионизированные газы, в том числе и водород. В виде каких ионов ( $\text{H}^+$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_3^+$ ,  $\text{H}^-$ ,  $\text{H}_2^-$ ) наиболее вероятно существование водорода в ионосфере? Дайте обоснованный ответ.
7. Приведите состав ядер протия, дейтерия, трития,  $\alpha$ -частиц, образующихся при радиоактивном распаде ядер атомов многих элементов. Возможно ли образование протия, дейтерия, трития,  $\alpha$ -частиц в химических реакциях? Приведите справочные данные, которые подтвердят Ваш ответ.
8. Выпишите из справочника значения энергии связи в молекулах  $\text{H}_2$ ,  $\text{Li}_2$  и  $\text{F}_2$ . Чем можно объяснить очень большое значение энергии связи в молекуле  $\text{H}_2$ ? Почему в молекулах  $\text{Li}_2$  энергия связи наименьшая?

9. Какие изотопы водорода Вам известны? Все ли они встречаются в природе? Что такое тяжелая вода и где ее используют в промышленности? Какое вещество – оксид протия или оксид дейтерия имеет более низкую температуру кипения?
10. Какая вода – оксид протия, оксид дейтерия (тяжелая вода) или оксид трития (сверхтяжелая вода) замерзает при более высокой температуре?
11. Какими способами можно получить молекулярный водород: а) в лаборатории, б) в промышленности?
12. Один из старых промышленных способов получения водорода заключается в пропускании водяного пара над раскаленным докрасна (при температуре не выше  $500^{\circ}\text{C}$ ) железом, при этом образуется также окалина. Составьте уравнение реакции восстановления водяного пара железом. Почему в этом процессе не рекомендуется перегревать железо, например до  $1400^{\circ}\text{C}$ ? Ваш ответ аргументируйте справочными данными.
13. Распространенным промышленным способом получения водорода является его выделение из водяного газа – смеси  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}$ . Для получения водяного газа испаряют воду над раскаленным при  $1000^{\circ}\text{C}$  углем. При переработке водяного газа с целью выделения водорода монооксид углерода, входящий в состав водяного газа, переводят в  $\text{CO}_2$  при температуре  $500^{\circ}\text{C}$ . Присутствие какого вещества необходимо для протекания этого процесса? Предложите способ очистки водорода от  $\text{CO}_2$ . Какой вывод об устойчивости молекул  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$  можно сделать на основании указанных процессов?
14. Перечислите крупнотоннажные химические производства, где в качестве реагента используется водород. На какой реакции основано применение водорода в качестве горючего для космических ракет-носителей?
15. Известно, что в стандартных условиях молекулярный водород подвергается атомизации на  $1 \cdot 10^{-32}\%$  при  $300\text{ K}$  и  $0,12\%$  при  $2000\text{ K}$ . Обсудите причины зависимости степени атомизации от температуры. Может ли  $\text{H}_2$  реагировать с простыми веществами при комнатной температуре?
16. Сравните реакционную способность водорода в состояниях  $\text{H}$  и  $\text{H}_2$  по отношению к фтору, сере, ацетилену, растворенным в воде нитрату серебра(+1) и перманганату калия. Ответ сопроводите справочными данными.
17. Предложите способы получения атомарного водорода в условиях лаборатории. Где и для чего применяют атомарный водород?

18. Объясните, почему высокодисперсная платина (так называемая платиновая чернь) вызывает самовозгорание водорода на воздухе, тогда как контакт водорода с компактной платиной безопасен.
19. Предложите способы получения следующих веществ: дидейтерия, хлорида дейтерия, сульфата дейтерия, дейтериоаммиака, дейтерида лития. Можно ли все эти вещества получить из тяжелой воды?
20. Почему взаимодействия  $H_2$  с  $Cl_2$  или  $O_2$  не протекает самопроизвольно при комнатной температуре, однако при поджигании эти реакции идут? Правильно ли говорить, что водород сгорает в хлоре или кислороде (а не наоборот, хлор или кислород сгорает в водороде)? Дайте мотивированный ответ.
21. Какие степени окисления характерны для водорода? Приведите примеры соединений водорода в различных степенях окисления.
22. Какие функции могут выполнять в химических реакциях частицы: а)  $H_2$ , б)  $H^+$  (раствор), в)  $H^-$  (твердое состояние)? Проиллюстрируйте Ваши выводы уравнениями реакций.
23. Первая зона гидратации катиона водорода включает одну молекулу воды. Согласно представлениям о строении химических соединений, можно ли указать в ноне  $H_3O^+$  тот водород, который до образования этого нона был свободным катионом  $H^+$ ? Одинакова или различна длина трех химических связей  $O-H$  в ноне  $H_3O^+$ ?
24. Вторая зона гидратации катиона водорода при комнатной температуре содержит три молекулы воды. Формулу гидрата  $H_3O^+ \cdot 3H_2O$  иногда представляют в брутто-форме  $H_9O_4^+$ . Насколько корректна такая запись? Какие химические связи реализуются в тригидрате катиона оксония?
25. Известно, что существуют ионные кристаллы  $Me^+H^-$ , но никогда не образуются в свободном виде (не в растворе) ионные вещества  $H^+A^-$ , где  $A^-$  – некоторый анион. Дайте объяснение этому факту. Объясните причину существования ионных соединений с катионом оксония, например  $H_3O^+ClO_4^-$  (перхлорат оксония).
26. Определите, какие свойства проявляют водородные соединения в следующих реакциях:
- |                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| $CaH_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 2H_2,$ | $2Li + H_2 = 2LiH,$              |
| $2H_2O + 2Na = 2NaOH + H_2,$       | $FeO + H_2 = Fe,$                |
| $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2,$        | $Na_2O + H_2O = 2NaOH,$          |
| $P_4O_{10} + 6H_2O = 4H_3PO_4,$    | $NH_3 + H_2O = NH_3 \cdot H_2O.$ |
27. В производстве органических веществ широко используются реакции гидрирования и дегидрирования. Какие элементарные химические процессы (на атомно-молекулярном уровне) протекают в этих реакциях? В ответе приведите уравнения реакций гидрирования аце-

- тилена и дегидрирования метилциклогексана. Необходимо ли использование катализатора в этих реакциях?
28. В каком состоянии (атомном, молекулярном) свободный водород встречается: а) на Земле, б) в космосе? Какой другой элемент, помимо водорода, является основной составной частью космической материи?
  29. Основным источником водорода на Земле – вода. Перечислите другие вещества, содержащие связанный водород.
  30. Какие соединения в современной технологии называют твердыми источниками водорода? Приведите примеры таких соединений и реакций.
  31. Приведите примеры минералов, содержащих фтор; какой из них относительно богаче фтором (вычислите массовую долю фтора). Укажите кларк фтора, к какой группе элементов по распространенности в земной коре его можно отнести. Укажите изотопный состав природного фтора, сравните среднее значение атомной массы изотопов (если их несколько) с табличной величиной, сделайте вывод. Какова биологическая роль фтора?
  32. Приведите примеры минералов, содержащих хлор; какой из них относительно богаче хлором (вычислите  $\omega(\text{Cl})$ ). Укажите кларк хлора, к какой группе элементов по распространенности в земной коре его можно отнести. Укажите изотопный состав природного хлора; вычислите среднюю атомную массу, сравните полученное значение с табличной величиной, сделайте вывод.
  33. Приведите примеры минералов, содержащих бром; какой из них относительно богаче бромом (вычислите  $\omega(\text{Br})$ ). Укажите кларк брома, к какой группе элементов по распространенности в земной коре его можно отнести. Укажите изотопный состав природного брома; вычислите среднюю атомную массу, сравните полученное значение с табличной величиной, сделайте вывод. Какова биологическая роль брома, в каких объектах окружающей среды он накапливается?
  34. Приведите примеры минералов, содержащих иод; вычислите  $\omega(\text{I})$ . Укажите кларк иода, к какой группе элементов по распространенности в земной коре его можно отнести. Укажите изотопный состав природного йода; вычислите среднюю атомную массу, сравните полученное значение с табличной величиной, сделайте вывод. Какова биологическая роль иода, в каких объектах окружающей среды он накапливается?
  35. Распространенность в природе изотопов водорода с массовыми числами 1,0078 и 2,0140 равна соответственно 99,985 и 0,015% (мас.). Вычислите среднюю атомную массу водорода, сравните полученное

- значение с табличной величиной, сделайте вывод. Какие тяжелые изотопы водорода известны, являются ли они долгоживущими? Каково строение атомов этих изотопов? Укажите области применения тяжелых изотопов водорода.
36. Приведите формулы минералов флюорита, криолита, фторапатита; укажите степень окисления фтора в них. Приведите схемы электронного строения атома фтора и иона  $F^-$ , укажите возможность проявления фтором других степеней окисления. Кратко опишите получение фтора в промышленности.
37. Приведите формулы минералов галита (каменной соли), сильвинита, карналлита; укажите степень окисления хлора в них. Приведите схемы электронного строения атома хлора и иона  $Cl^-$ , укажите возможность проявления хлором других степеней окисления. Кратко опишите получение хлора в промышленности.
38. Приведите формулы минералов бромсильвинита, бромкарналлита; укажите степень окисления брома в них. Приведите схемы электронного строения атома брома и иона  $Br^-$ , укажите возможность проявления бромом других степеней окисления. Кратко опишите получение брома в промышленности.
39. В каком виде иод встречается в природе? Какая степень окисления иода устойчива при обычных условиях? Приведите схемы электронного строения атома иода, укажите другие возможные степени окисления. Кратко опишите получение иода в промышленности.
40. Постройте графики зависимости первого потенциала ионизации от заряда ядра  $I_1=f(Z)$  для H-F-Cl и H-Li-Na, на их основе объясните двойственное положение водорода в Периодической системе. К какой группе H должен быть отнесен по строению атома, а к какой – по возможным степеням окисления? Ответ подтвердите схемами.
41. Постройте график зависимости первого потенциала ионизации от заряда ядра  $I_1=f(Z)$  для F-Cl-Br, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости  $I_1$ ? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?
42. Постройте график зависимости первого потенциала ионизации от заряда ядра  $I_1=f(Z)$  для Cl-Br-I, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости  $I_1$ ? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?

43. Постройте график зависимости первого потенциала ионизации от заряда ядра  $I_1=f(Z)$  для Br-I-At, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости  $I_1$ ? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?
44. Постройте графики зависимости сродства к электрону от заряда ядра  $A=f(Z)$  для H-F-Cl и H-Li-Na, на их основе объясните двойственное положение водорода в Периодической системе. К какой группе H должен быть отнесен по строению атома, а к какой – по возможным степеням окисления? Ответ подтвердите схемами. Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?
45. Постройте график зависимости сродства к электрону от заряда ядра  $A=f(Z)$  для F-Cl-Br, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости  $A$ ? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?
46. Постройте график зависимости сродства к электрону от заряда ядра  $A=f(Z)$  для Cl-Br-I, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости  $A$ ? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?
47. Постройте график зависимости сродства к электрону от заряда ядра  $A=f(Z)$  для Br-I-At, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости  $A$ ? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?
48. Постройте графики зависимости электроотрицательности от заряда ядра  $\chi=f(Z)$  для H-F-Cl и H-Li-Na, на их основе объясните положение водорода в Периодической системе. К какой группе H должен быть отнесен по строению атома, а к какой – по возможным степеням окисления? Ответ подтвердите схемами.
49. Постройте график зависимости орбитального радиуса от заряда ядра  $r=f(Z)$  для F-Cl-Br, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии проявляются для данных элементов? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?



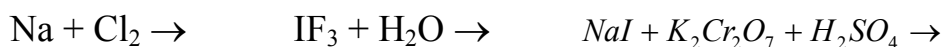
50. Постройте график зависимости орбитального радиуса от заряда ядра  $r=f(Z)$  для Cl-Br-I, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии проявляются для данных элементов? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?
51. Постройте график зависимости орбитального радиуса от заряда ядра  $r=f(Z)$  для Br-I-At, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии проявляются для данных элементов? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?
52. Изобразите схему электронного строения атома астата, объясните возможные степени окисления. Какой вид аналогии связывает данный элемент с другими элементами 7 группы, какие свойства он должен проявлять? Встречается ли этот элемент в природе, каким образом он был открыт? Приведите наиболее долгоживущие изотопы At.
53. Изобразите схему электронного строения атома иода, объясните возможные степени окисления. Какой вид аналогии связывает данный элемент с другими элементами 7 группы, какие свойства он проявляет? Приведите уравнение реакции, по которой иод был впервые получен. Из каких стабильных изотопов состоит природный иод?
54. Изобразите схему электронного строения атома брома, объясните возможные степени окисления. Какой вид аналогии связывает данный элемент с другими элементами 7 группы, какие свойства он проявляет? Приведите уравнение реакции, по которой бром был впервые получен. Из каких стабильных изотопов состоит природный бром?
55. На основе диаграмм МО для  $H_2^+ - H_2 - H_2^-$  объясните, каким образом должны изменяться характеристики связи (длина, энергия) в данном ряду частиц. Можно ли объяснить образование химической связи в данных частицах при помощи метода ВС? Ответ подтвердите схемами, справочными данными.
56. Постройте график зависимости энтальпии атомизации от заряда ядра  $\Delta H_{am}=f(Z)$  для  $H_2-F_2-Cl_2$ . Объясните вид зависимости с использованием схем ВС для данных молекул.
57. Постройте график зависимости энтальпии атомизации от заряда ядра  $\Delta H_{am}=f(Z)$  для  $F_2-Cl_2-Br_2-I_2$ . Объясните вид зависимости с использованием схем ВС для данных молекул.
58. Постройте график зависимости температуры плавления от молекулярной массы  $t_{пл}=f(Mr)$  для  $F_2-Cl_2-Br_2-I_2$ . Объясните вид зависимости на основе представлений о межмолекулярных взаимодействиях. Какой тип кристаллической структуры характерен для твердых галоген-

- нов? Объясните изменение характеристик связи в данном ряду молекул; ответ подтвердите схемами ВС, справочными данными.
59. Постройте график зависимости температуры кипения от заряда ядра галогена  $t_{кип} = f(Z_{Г})$  для HF-HCl-HBr-HI. Объясните вид зависимости на основе представлений о межмолекулярных взаимодействиях. При помощи схем ВС объясните образование иона  $\text{HF}_2^-$ . Существуют ли кислые фториды в кристаллическом состоянии (приведите примеры)? Характерны ли такие соли для других галогеноводородных кислот?
60. Постройте график зависимости дипольного момента от заряда ядра галогена для HF-HCl-HBr-HI. Рассчитайте эффективные заряды атомов и степень ионности связи в данных молекулах; объясните изменение полученных величин в данном ряду молекул. Сравните дипольные моменты НГ с  $\mu(\text{H}_2\text{O})$ , какие типы межмолекулярных взаимодействий проявляются в водных растворах галогеноводородных кислот?
61. Постройте график зависимости  $\Delta G^\circ$  образования от заряда ядра галогена для газообразных HF-HCl-HBr-HI. Объясните устойчивость молекул в данном ряду (для ответа используйте данные по характеристикам связи и схемы ВС). Какие НГ можно получить из простых веществ? Приведите уравнения реакций.
62. Постройте график зависимости температуры плавления от молекулярной массы  $t_{пл} = f(Mr)$  для HF-HCl-HBr-HI. Объясните вид зависимости на основе представлений о межмолекулярных взаимодействиях. Какой тип кристаллической структуры характерен для твердых НГ? Объясните изменение характеристик связи в данном ряду молекул; ответ подтвердите схемами ВС, справочными данными.
63. Сравните энтальпии атомизации  $\Delta H_{ат}$  и потенциалы ионизации  $I_1$  для атомов и молекул галогенов. Какие частицы – атомы или ионы  $\text{Г}^+$  и  $\text{Г}_2^+$  – легче образуются из молекул галогенов? Ответ объясните на примере диаграмм МО для  $\text{I}_2$  и  $\text{I}_2^+$ .
64. Используя схемы ВС определите, одинаковую ли форму имеют молекулы  $\text{ClO}_2$  и  $\text{Cl}_2\text{O}$ . Какая из молекул должна быть более полярной; более устойчивой (ответ подтвердите справочными данными)? Запишите уравнения реакций данных оксидов с водой.
65. Используя схемы ВС, объясните строение молекул  $\text{ClO}_2$  и  $\text{ClO}_3$ . Оксиды  $\text{Cl}_2\text{O}_4$  и  $\text{Cl}_2\text{O}_6$  не являются димерами вышеприведенных соединений. Приведите их структурные формулы. Запишите уравнения реакций всех оксидов с водой.
66. Геометрическая форма оксида  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  – два тетраэдра с общей вершиной и атомами Cl в центрах тетраэдров. Подтвердите такое строение

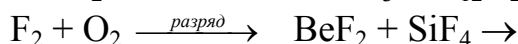
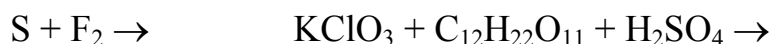
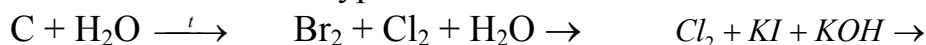
- молекулы, определив тип гибридизации орбиталей атома хлора. Какова химическая природа данного оксида? Запишите уравнения реакций оксида с водой, щелочью.
67. Используя схемы ВС, объясните строение анионов  $\text{ClO}_3^-$  и  $\text{ClO}_4^-$ . Какой из них должен быть более устойчивым с точки зрения структуры (используйте при ответе характеристики связи)? Сравните значения  $\varphi^\circ(\text{ClO}_4^-/\text{Cl}^-)$  и  $\varphi^\circ(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-)$ , согласуются ли они с выводом об устойчивости данных анионов?
68. Используя схемы ВС, объясните строение анионов  $\text{ClO}_2^-$  и  $\text{ClO}^-$ . Какой из них должен быть более устойчивым с точки зрения структуры (используйте при ответе характеристики связи)? Сравните значения  $\varphi^\circ(\text{ClO}_2^-/\text{Cl}^-)$  и  $\varphi^\circ(\text{ClO}^-/\text{Cl}^-)$ , согласуются ли они с выводом об устойчивости данных анионов?
69. Используя схемы ВС, объясните строение молекул  $\text{OF}_2$  и  $\text{O}_2\text{F}_2$ . На основе данных о строении сделайте предположение об устойчивости молекул (используйте справочные данные). Объясните, как правильно называть данные соединения – фторидами или оксидами.
70. Охарактеризуйте строение молекул  $\text{Br}_2\text{O}$  и  $\text{BrO}_2$ , используя схемы ВС. Сравните устойчивость данных оксидов с аналогичными оксидами хлора (используйте справочные данные)? Запишите уравнения реакций данных оксидов с водой.
71. Опишите строение молекул оксидов  $\text{I}_2\text{O}_5$  и  $\text{I}_2\text{O}_7$ . Какова химическая природа данных оксидов? Запишите уравнения реакций оксидов с водой, щелочью. В кристаллическом состоянии эти оксиды имеют молекулярную решетку. В связи с этим какие свойства должны быть характерны для этих соединений?
72. Хлор образует относительно устойчивые газообразные фториды, в которых степени окисления Cl (+1, +3, +5). Объясните строение молекул моно-, три- и пентафторида хлора, используя метод ОЭПВО. Запишите уравнения гидролиза этих соединений.
73. Из всех галогенов только иод образует высший фторид  $\text{IF}_7$  – кристаллическое вещество, быстро сублимирующееся при стандартных условиях. Используя метод ВС, объясните строение молекулы. Какой тип кристаллической структуры должен иметь данный фторид?
74. Бром образует фториды, в которых окисления Br (+1, +3, +5). Объясните строение молекул данных фторидов, используя схемы ВС. При станд. усл. данные вещества находятся в жидком состоянии. Какие типы межмолекулярных взаимодействий характерны для них (сравните с соответствующими фторидами хлора)? Запишите уравнения гидролиза фторидов брома.

75. Фторид и хлорид иода(+3) – разлагающиеся при станд. усл. жидкости; пентафторид иода – относительно устойчивая жидкость; бромид иода(+3) – не существует. Объясните строение данных молекул, используя метод ОЭПВО. Выскажите предположение о причинах низкой устойчивости данных соединений (используйте справочные данные).
76. Объясните строение молекулы диоксида хлора, используя метод ВС. На основании характеристик – дипольного момента, энергии ионизации и сродства к электрону – объясните свойства молекулы, определите ее возможные функции в ОВР. Приведите примеры реакций.
77. Используя схемы ВС, сравните строение иона  $\text{ClF}_6^+$  и молекулы  $\text{ClOF}_5$ . Какова устойчивость этих частиц при станд. усл.? Укажите область применения, в которой перспективно использование таких соединений.
78. Оксофториды хлора  $\text{ClOF}_3$ ,  $\text{ClO}_2\text{F}$  и  $\text{ClO}_3\text{F}$  различаются по термической и гидролитической устойчивости. Рассмотрите строение данных молекул, используя метод ОЭПВО. Приведите характеристики молекул (используйте справочные данные). Укажите, какой из оксофторидов наиболее устойчив; запишите уравнения гидролиза двух других соединений.
79. Молекула хлорноватистой кислоты может существовать в виде двух структур:  $\text{H-O-Cl}$  и  $\text{H-Cl-O}$ . Рассмотрите строение обеих форм, используя схемы ВС. Какая из форм более устойчива в растворах? Запишите уравнение диссоциации кислоты в растворе.
80. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:
- $$\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t} \quad \text{Cl}_2 + \text{F}_2 \rightarrow \quad \text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
- $$\text{ClF} + \text{F}_2 \rightarrow \quad \text{KF} + \text{NbF}_5 \rightarrow$$
- $$\text{KH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \quad \text{HF} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow$$
81. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:
- $$\text{SiH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \quad \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{800^\circ\text{C}}$$
- $$\text{LiH} + \text{B}_2\text{H}_6 \rightarrow \quad \text{H}_2\text{O} + \text{F}_2 \rightarrow \quad \text{NaIO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$
- $$\text{HCl} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{CuCl}_2, t} \quad \text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
82. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:
- $$\text{KH} + \text{AlH}_3 \rightarrow \quad \text{Fe} + \text{Cl}_2 \rightarrow$$
- $$\text{CaH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \quad \text{HI} + \text{O}_2 \rightarrow \quad \text{NaClO}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
- $$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{600^\circ\text{C}} \quad \text{HClO} \xrightarrow{h\nu}$$

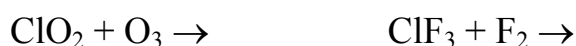
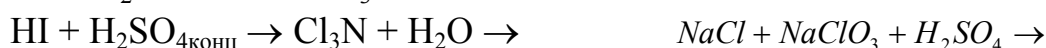
83. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



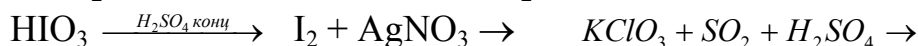
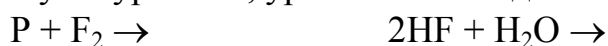
84. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества, одну из ОВР уравнийте методом полуреакций:



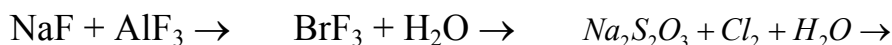
85. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



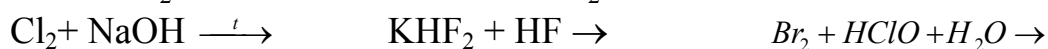
86. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



87. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества, одну из ОВР уравнийте методом полуреакций:



88. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:

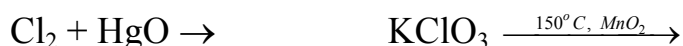
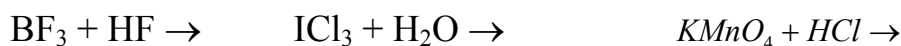


89. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



90. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:





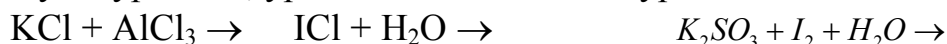
91. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



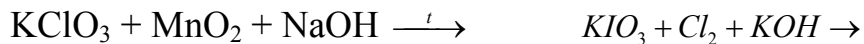
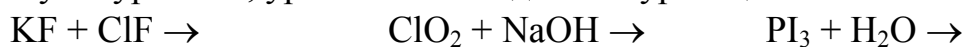
92. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



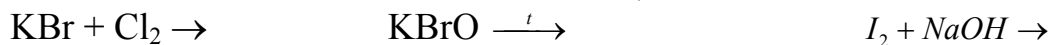
93. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



94. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



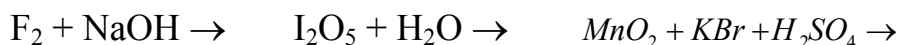
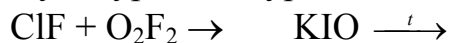
95. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



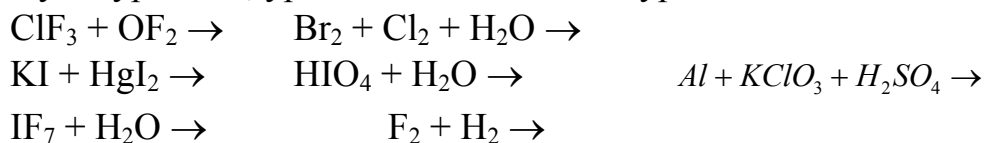
96. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



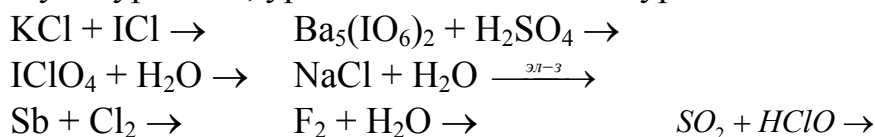
97. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



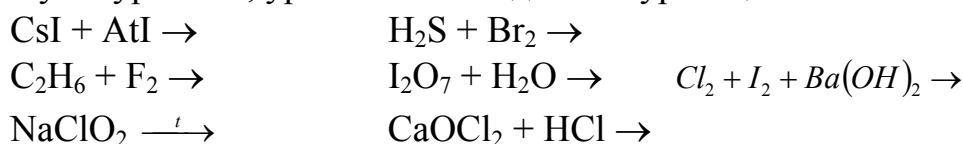
98. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



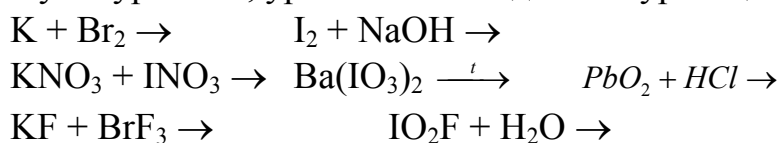
99. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



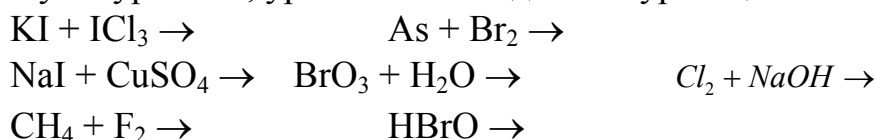
100. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



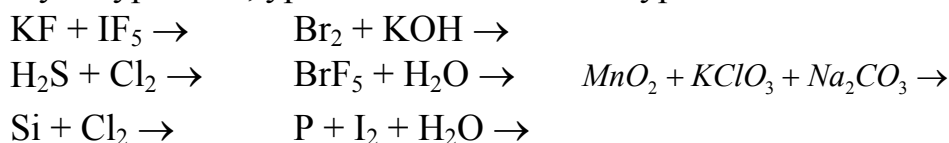
101. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



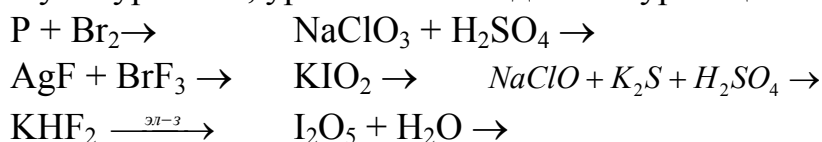
102. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



103. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:

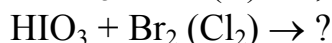


104. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



105. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов объясните, какая из кислот – хлорноватая, бромноватая

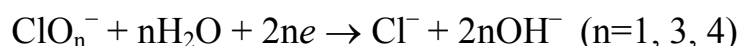
или иодноватая – обладает большей окислительной активностью?  
Возможны ли реакции:



Запишите уравнения, расставьте коэффициенты методом полуреакций. В каком состоянии данные кислоты наиболее устойчивы, как их получают на практике?

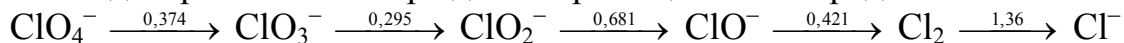
106. На основании расчетов покажите, возможно ли образование OF и OF<sub>2</sub> при взаимодействии фтора с кислородом, озоном, гидроксидом калия. Каким образом данные фториды можно получить на практике? Кратко охарактеризуйте их свойства и возможные области применения.

107. Сравните стандартные окислительно-восстановительные потенциалы систем



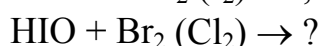
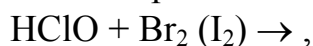
и K<sub>d</sub> кислот, соответствующих оксохлорат-анионам. Как изменяется окислительная активность в ряду ClO<sup>-</sup>-ClO<sub>2</sub><sup>-</sup>-ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>? Каким образом q<sub>эф</sub> атомов кислорода в этих анионах (соответственно -1; -0,715; -0,43; -0,359) влияет на прочность связи Н-О и каким образом это отражается на силе кислот?

108. По диаграмме Латимера для хлора в щелочной среде:



охарактеризуйте относительную стабильность частиц (ионов, молекул) в водном растворе (для сравнения используйте φ°(O<sub>2</sub>/OH<sup>-</sup>)). Вычислите φ° ОВ-пар ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>/ClO<sup>-</sup>, ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>/Cl<sub>2</sub>, ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>/Cl<sup>-</sup>, укажите наиболее вероятный продукт восстановления хлорат-иона.

109. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов объясните, какая из кислот – хлорноватистая, бромноватистая или иодноватистая – обладает большей окислительной активностью? Возможны ли реакции:



Запишите уравнения, расставьте коэффициенты методом полуреакций. В каком состоянии данные кислоты наиболее устойчивы, как их получают на практике?

110. На основании расчетов покажите, возможно ли образование Cl<sub>2</sub>O и ClO<sub>2</sub> при взаимодействии хлора с кислородом, озоном, перманганатом калия. Каким образом данные оксиды можно получить на прак-



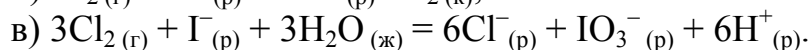
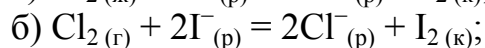
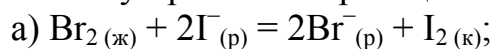
- тике? Кратко охарактеризуйте их свойства и возможные области применения.
111. Охарактеризуйте равновесия, имеющие место в жидком HF и в водном растворе плавиковой кислоты, приведите соответствующие константы равновесия. Какие ионы образуются в данных системах, устойчивы ли они в составе кристаллических солей (приведите примеры)? Запишите уравнения электролиза растворов KF в жидком HF и в воде, объясните различия.
112. Используя справочные данные сравните характер изменения силы кислот и их окислительно-восстановительной активности в рядах HClO-HBrO-HIO и HCl-HBr-HI. Объясните причины наблюдаемых закономерностей.
113. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов определите, какие продукты ( $I_2$ , HIO,  $IO_3^-$ ) образуются при взаимодействии:
- иодида калия с дихроматом калия в кислой среде;
  - иодида калия с недостатком и избытком хлорной воды.
- Запишите уравнения реакций, расставьте коэффициенты методом полуреакций.
114. Составьте уравнения образования  $NaMgF_3$ ,  $Na_3AlF_6$  и  $Na_2SiF_6$  из бинарных фторидов, определите  $\Delta_f G^\circ_{298}$  данных соединений, если значения изменения энергии Гиббса в ходе реакции соответственно равны  $-14$ ;  $-31$  и  $-51$  кДж (на 1 моль NaF). Как согласуются эти величины с изменением кислотно-основных свойств в ряду NaF-MgF<sub>2</sub>-AlF<sub>3</sub>-SiF<sub>4</sub>?
115. Используя правило Полинга, охарактеризуйте силу кислот Cl, Br и I в степенях окисления +5 и +7. Приведите  $K_d$  этих кислот, сделайте вывод. Объясните причину изменения свойств однотипных кислот данных элементов. Почему для I(+7) характерно существование орто- и мета-форм кислоты? Приведите структурную формулу орто-одной кислоты и примеры ее кислых солей.
116. При помощи термодимических циклов определите энтальпии гидратации ионов  $F^-$  и  $Br^-$  (используйте справочные значения энтальпий атомизации молекул галогенов, сродства к электрону, энтальпий образования  $F^-(p)$  и  $Br^-(p)$ ). В чем заключается причина различия полученных величин? Будут ли отличаться тепловые эффекты растворения NaF и NaBr в воде?
117. Возможно ли образование трифторидов хлора и брома из простых веществ; при взаимодействии соответствующих монофторидов со фтором? Каким образом данные соединения получают на практике?

- Укажите области их возможного применения, запишите уравнения гидролиза.
118. Взаимодействие между хлоратом натрия и иодидом натрия в кислой среде протекает, в нейтральной – нет. Объясните этот эффект. На основании значения  $\varphi^\circ(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-)$  для кислой среды вычислите значения  $\varphi^\circ$  для данной ОВ-пары при  $\text{pH}=7$  и  $10$ , сделайте выводы. Объясните, является ли значение  $\varphi^\circ(\text{I}_2/\text{I}^-)$   $\text{pH}$ -зависимым.
119. Различаются ли по растворимости галогениды серебра? Приведите значения ПР, дайте объяснение причин их различия. Для какого галогенида в таблице нет ПР и почему? Растворяются ли данные соединения в растворах аммиака, тиосульфата натрия, избытке соответствующих галогенидов натрия? Ответ иллюстрируйте значениями  $K_n$ , составьте уравнения образования комплексов, приведите их названия.
120. В ракетных двигателях можно использовать реакции  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{F}_{2(\text{г})} = 2\text{HF}_{(\text{г})}$ ;  $2\text{H}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ . Рассчитайте тепловые эффекты реакций (на 1 кг смеси реагентов), сравните теплотворную способность данных смесей. С учетом полученных данных и свойств реагентов и продуктов оцените возможность использования данных смесей на практике.
121. На основании расчетов оцените возможность восстановления оксидов меди(+2), железа(+2), магния, алюминия и титана(+4) водородом; сделайте выводы. Сравните относительную устойчивость воды и данных оксидов и сформулируйте качественное правило, позволяющее оценивать возможность восстановления оксидов водородом.
122. Степени диссоциации  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$  и  $\text{HI}$  при  $25^\circ\text{C}$  в  $0,1$  н растворах соответственно равны  $8$ ;  $92,6$ ;  $93,5$  и  $95$  %. Вычислите  $K_d$  этих кислот, сравните силу кислот. Характеризуют ли полученные значения  $K_d$  реально существующие равновесия в растворах? Приведите возможные равновесия, имеющие место в водных растворах данных кислот.
123. По диаграмме Латимера для брома в кислой среде:
- $$\text{BrO}_4^- \xrightarrow{1,853} \text{BrO}_3^- \xrightarrow{1,45} \text{HBrO} \xrightarrow{1,504} \text{Br}_2 \xrightarrow{1,07} \text{Br}^-$$
- охарактеризуйте относительную стабильность частиц (ионов, молекул) в водном растворе (для сравнения используйте  $\varphi^\circ(\text{O}_2/\text{OH}^-)$ ). Вычислите  $\varphi^\circ$  ОВ-пар  $\text{BrO}_3^-/\text{Br}_2$ ,  $\text{BrO}_3^-/\text{Br}^-$ , укажите наиболее вероятный продукт восстановления бромат-иона.
124. Дипольные моменты ( $\mu$ ,  $10^{-29}$  Кл·м)  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$  и  $\text{HI}$  соответственно равны  $0,636$ ;  $0,36$ ;  $0,273$  и  $0,127$ . Рассчитайте  $q_{\text{эф}}$  атомов в молекулах и степени ионности связей. Какие свойства данных соедине-

ний в водных растворах обусловлены такими характеристиками связей? Приведите схемы возможных равновесий и межмолекулярных взаимодействий в растворах.

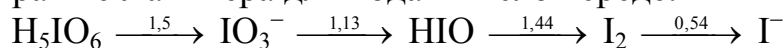
125. При помощи термохимических циклов определите энтальпии гидратации ионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{I}^-$  (используйте справочные значения энтальпий атомизации молекул галогенов, сродства к электрону, энтальпий образования  $\text{Cl}^-(\text{p})$  и  $\text{I}^-(\text{p})$ ). В чем заключается причина различия полученных величин? Будут ли различаться тепловые эффекты растворения  $\text{NaCl}$  и  $\text{NaI}$  в воде?

126. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов вычислите константы равновесия и оцените полноту протекания реакций:



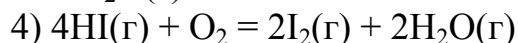
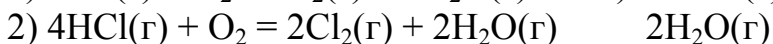
Сделайте выводы.

127. По диаграмме Латимера для йода в кислой среде:



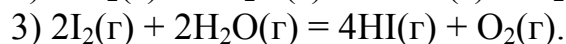
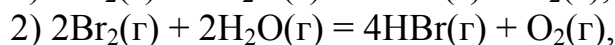
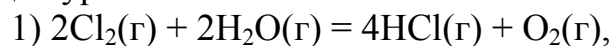
охарактеризуйте относительную стабильность частиц (ионов, молекул) в водном растворе (для сравнения используйте  $\varphi^\circ(\text{O}_2/\text{OH}^-)$ ). Вычислите  $\varphi^\circ$  ОВ-пар  $\text{IO}_3^-/\text{HIO}$ ,  $\text{IO}_3^-/\text{I}_2$ ,  $\text{IO}_3^-/\text{I}^-$ , укажите наиболее вероятный продукт восстановления иодат-иона.

128. Восстановительные свойства газообразных галогеноводородов можно сравнить по их взаимодействию с кислородом:



Вычислите  $\Delta_r G$  и константы равновесия этих реакций при стандартных условиях, сделайте выводы. Как будет влиять повышение температуры и давления на смещение равновесия этих реакций?

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



На основании термодинамических расчетов установите приближенную температуру, выше которой возможно протекание каждой реакции. Сделайте вывод об окислительной активности галогенов.

130. Фтороводород получают из флюорита, содержащего 92 %  $\text{CaF}_2$ .

При этом используется 96%-ная серная кислота ( $\rho = 1,96$ ), которую

- берут в избытке, составляющем 40 % над стехиометрией. Выход реакции составляет 95 %. Вычислить объем фтороводорода (н.у.), получаемого из 100 кг флюорита, и объем расходуемой серной кислоты.
131. Сколько граммов хлорной воды потребуется для окисления 3,9 г хлорида олова(II) в хлорид олова(IV), если в 100 г воды при 20 °С растворяется 0,73 г хлора?
  132. Какая масса бромной воды потребуется для окисления 30,4 г сульфата железа(II) в сернокислом растворе, если в 100 г воды при 20 °С растворяется 3,58 г Br<sub>2</sub>?
  133. В 100 мл 60 %-ной HNO<sub>3</sub> (ρ = 1,37) внесли 25,4 г йода, который полностью провзаимодействовал с азотной кислотой с выделением NO. Определите состав образовавшегося раствора.
  134. Вычислить объем хлора (20°C; 102,5 кПа), теоретически необходимый для взаимодействия с одним литром нагретого 11 %-ного раствора KOH (ρ = 1,10).
  135. Какая масса брома расходуется на взаимодействие с одним литром 14 %-ного раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (ρ = 1,15)? Какой объем CO<sub>2</sub> (н.у.) выделяется при этом?
  136. Какой объем хлора (при 40 °С и 98 кПа) образуется при взаимодействии концентрированной соляной кислоты с 10 г диоксида марганца, если MnO<sub>2</sub> расходуется на 50 %?
  137. Какая масса K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> и какой объем соляной кислоты (ω = 35,2 %, ρ = 1,175) провзаимодействовали с выделением хлора, если его оказалось достаточно для окисления одного моль FeCl<sub>2</sub> до FeCl<sub>3</sub>?
  138. Какой объем хлора (25 °С, 100 кПа) и какой объем 40 %-ного раствора KBr (ρ = 1,37г/мл) потребуется для получения одного килограмма брома?
  139. Какой объем хлора (25 °С, 100 кПа) необходимо пропустить через 10 л 40 %-ного раствора KI (ρ = 1,4г/мл) для выделения из него всего йода?
  140. Какая масса йода образуется при взаимодействии 100 мл 0,5 Н раствора йодида натрия с 100 мл 10 %-ного раствора K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (ρ = 1,07)?
  141. Какой объем 30 %-ной соляной кислоты (ρ = 1,15г/мл) потребуется для приготовления 250 мл 0,25 н раствора HCl и какой объем воды необходимо к нему прибавить?
  142. Из 500 мл бесцветного раствора кислоты добавлением раствора AgNO<sub>3</sub> было получено 188 г светло-желтого осадка. Какая кислота находится в растворе и чему равна ее молярная концентрация?

143. На 10 г железа подействовали 250 мл соляной кислоты ( $\omega = 20,4\%$ ,  $\rho = 1,10$  г/мл). Какое вещество образовалось в растворе и чему равна его масса в чистом виде? Какой объем водорода при 20 °С и 100 кПа выделился из раствора? Какое вещество – железо или соляная кислота было взято в избытке и чему равна масса избытка этого вещества?
144. Какой объем газообразного хлороводорода (измеренный при н.у.) надо пропустить через 0,1 л одномолярного раствора  $\text{KMnO}_4$  для обесцвечивания раствора? Какой объем 35,2 %-ной соляной кислоты ( $\rho = 1,175$ г/мл) потребуется для этой же цели?
145. Хлорноватую кислоту в лабораториях получают взаимодействием раствора хлората бария с разбавленной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Вычислить объем 20 %-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,14$ г/мл), который необходимо прибавить к 500 г 20 %-ного раствора  $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$ . По результатам реакции найти массу осадка  $\text{BaSO}_4$ , массу раствора и массу  $\text{HClO}_3$  в чистом виде, массовую долю  $\text{HClO}_3$  в растворе.
146. В результате взаимодействия 100 г раствора хлорноватой кислоты с избытком соляной кислоты образовалось 15,9 л хлора (н.у.). Вычислить массовую долю  $\text{HClO}_3$  в растворе.
147. В лаборатории имеются йод, серная кислота, хлорид натрия, диоксид марганца и вода. Как получить из этих веществ йодноватую кислоту? Написать уравнения реакций. Вычислить объем 35 %-ной  $\text{HIO}_3$  ( $\rho = 1,19$ г/мл), получаемой из 20 г йода.
148. Какой объем 0,5 н раствора  $\text{HIO}_3$  потребуется для окисления 40 мл 8 %-ного раствора  $\text{HI}$  ( $\rho = 1,06$ г/мл) и какая масса йода образуется при этом?
149. Раствор  $\text{KIO}_3$  с плотностью 1,072г/мл объемом 20 мл провзаимодействовал с избытком йодида калия в присутствии серной кислоты. Образовалось 4,634 г йода. Вычислить массовую долю (в %) и молярную эквивалентную концентрацию  $\text{KIO}_3$  в растворе.
150. Какой объем 6 %-ного раствора  $\text{KBrO}_3$  ( $\rho = 1,04$ г/мл) потребуется для окисления в сернокислом растворе 100 мл 0,5 Н раствора  $\text{FeSO}_4$ , если восстановление бромата калия происходит до бромида?
151. В 1 литре раствора содержится 10,05 г хлорной кислоты. Рассчитать нормальность раствора в реакциях взаимодействия с  $\text{NaOH}$ ; с  $\text{SO}_2$ , если кислота восстанавливается до  $\text{HCl}$ . Написать уравнения реакций.
152. Как изменится рН раствора хлорноватистой кислоты, если к 200 мл ее раствора с рН = 4,5 добавить 300 мл воды?

153. Какая масса бромной воды потребуется для окисления 30,4 г сульфата железа (II) в сернокислом растворе, если в 100 г воды при 20 °С растворяется 3,58 г Br<sub>2</sub>?
154. Сравните pH 0,01 М растворов хлорноватистой, хлористой и хлорной кислот.

## Тема 2. p-Элементы VI группы (Халькогены)

155. Приведите примеры природных соединений кислорода, вычислите массовую долю кислорода в них. Укажите содержание кислорода в земной коре, атмосфере и гидросфере; его изотопный состав, соотношение изотопов. Вычислите среднюю атомную массу кислорода и сравните полученное значение с табличным. Кратко охарактеризуйте методы получения кислорода в лаборатории и в промышленности.
156. Приведите примеры минералов серы; какой из них относительно богаче серой (вычислите массовую долю). Укажите кларк серы, к какой группе элементов по распространенности в земной коре ее можно отнести. Укажите изотопный состав природной серы, сравните среднее значение атомной массы изотопов с табличной величиной, сделайте вывод. Какова биологическая роль серы?
157. Приведите примеры минералов, содержащих селен; какой из них относительно богаче селеном (вычислите  $\omega(\text{Se})$ ). Укажите кларк селена, к какой группе элементов по распространенности в земной коре его можно отнести. Укажите изотопный состав природного Se; вычислите среднюю атомную массу, сравните полученное значение с табличной величиной, сделайте вывод. Какова биологическая роль Se?
158. Приведите примеры минералов, содержащих теллур; какой из них относительно богаче теллуrom (вычислите  $\omega(\text{Te})$ ). Укажите кларк Te, к какой группе элементов по распространенности в земной коре его можно отнести. Укажите изотопный состав природного Te; вычислите среднюю атомную массу, сравните полученное значение с табличной величиной, сделайте вывод.
159. Кратко опишите историю открытия полония, приведите уравнения ядерных реакций его образования. В каких минералах присутствует Po? Приведите наиболее долгоживущие изотопы Po, какие типы распада для них характерны? Какие техногенные процессы могут быть источниками выбросов Po? В каких объектах окружающей среды Po накапливается?
160. Приведите формулы минералов железного колчедана, пирита, сфалерита; укажите степень окисления S в них. Приведите схемы

- электронного строения атома S и  $S^{2-}$ , укажите возможность проявления у S других степеней окисления. Кратко опишите методы получения серы в промышленности и в лаборатории.
161. Приведите формулы минералов галенита, ангидрита, барита, мирабилита; укажите степень окисления серы в них. Приведите схемы электронного строения атома серы в основном и возбужденном состояниях, укажите возможные валентные состояния атома S, приведите примеры соответствующих соединений.
162. Приведите формулы минералов гессита, алтаита, тетрадимита; укажите степень окисления Te в них. Приведите схемы электронного строения атома Te и иона  $Te^{2-}$ , укажите возможность проявления теллуrom других степеней окисления. Кратко опишите методы получения Te в промышленности.
163. В каком виде селен встречается в природе? Какая степень окисления Se устойчива при обычных условиях? Приведите схемы электронного строения атома Se в основном и возбужденном состояниях, для одного из них приведите квантовые числа валентных электронов; укажите возможные степени окисления Se. Кратко опишите методы получения Se в промышленности и в лаборатории.
164. В каком виде теллур встречается в природе, какая степень окисления Te устойчива при обычных условиях? Приведите схемы электронного строения атома Te в основном и возбужденном состояниях, для одного из них приведите квантовые числа валентных электронов; укажите возможные степени окисления Te. Приведите уравнения реакций, по которым Te можно получить в лаборатории.
165. Постройте графики зависимости первого потенциала ионизации от заряда ядра  $I_1=f(Z)$  для O-S-Se и N-O-F-Ne, объясните вид зависимостей при помощи схем электронного строения атомов; отметьте типы периодичности и аналогии, которые проявляются в данных рядах элементов.
166. Постройте графики зависимости 1-го, 2-го и 3-го потенциалов ионизации от заряда ядра  $I_{1,2,3}=f(Z)$  для N-O-F, характер полученных зависимостей объясните при помощи схем электронного строения атомов. Свяжите характер зависимостей с возможными степенями окисления элементов, приведите примеры соответствующих соединений этих элементов. Объясните особенности свойств атомов кислорода и фтора.
167. Постройте графики зависимости 1-го и 2-го потенциалов ионизации от заряда ядра  $I_{1,2}=f(Z)$  для O-S-Se, характер полученных зависимостей объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом

- зависимостей  $I_{1,2}$ ? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях? Приведите примеры.
168. Постройте графики зависимости 1-го и 2-го потенциалов ионизации от заряда ядра  $I_{1,2}=f(Z)$  для S-Se-Te, характер полученных зависимостей объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости  $I_{1,2}$ ? Как изменяется устойчивость степеней окисления элементов в данном ряду? Приведите примеры соответствующих соединений.
169. Постройте графики зависимости сродства к электрону от заряда ядра  $A=f(Z)$  для N-O-F и O-S-Se, характер полученных зависимостей объясните при помощи схем электронного строения атомов. Каковы устойчивые степени окисления элементов в данных рядах? Приведите примеры соответствующих соединений.
170. Постройте график зависимости сродства к электрону от заряда ядра  $A=f(Z)$  для O-S-Se-Te, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости  $A$ ? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях?
171. Постройте график зависимости сродства к электрону от заряда ядра  $A=f(Z)$  для N-O-F и O-S-Se, характер полученных зависимостей объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости  $A$ ? Какие степени окисления элементы могут проявлять в соединениях (приведите примеры)?
172. Постройте график зависимости сродства к электрону от заряда ядра  $A=f(Z)$  для O-S-Se-Te, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости  $A$ ? Какие степени окисления данные элементы могут проявлять в соединениях (приведите примеры)?
173. Постройте графики зависимости электроотрицательности от заряда ядра  $\chi=f(Z)$  для N-O-F и O-S-Se, полученные зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии обусловлены данным видом зависимости? Какие степени окисления проявляют данные элементы (приведите примеры соединений).
174. Постройте графики зависимости орбитального радиуса от заряда ядра  $r=f(Z)$  для N-O-F-Ne и O-S-Se, характер полученных зависимостей объясните при помощи схем электронного строения атомов.



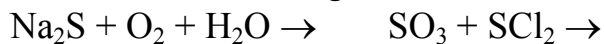
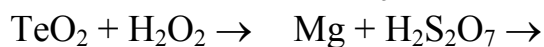
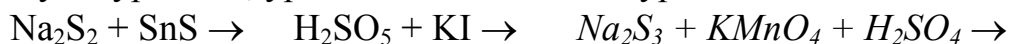
- Какие виды периодичности и аналогии проявляются для данных рядов элементов? Какие степени окисления данные элементы проявляют в соединениях?
175. Постройте график зависимости орбитального радиуса от заряда ядра  $r=f(Z)$  для O-S-Se-Te-Po, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии проявляются для данного ряда элементов? Какие степени окисления данные элементы проявляют в соединениях (примеры)?
176. Постройте график зависимости ковалентного радиуса от заряда ядра  $r=f(Z)$  для O-S-Se-Te, характер полученной зависимости объясните при помощи схем электронного строения атомов. Какие виды периодичности и аналогии проявляются для данного ряда элементов? Какие степени окисления данные элементы проявляют в соединениях (примеры)?
177. Изобразите схему электронного строения атома полония, объясните возможные степени окисления. Какой вид аналогии связывает данный элемент с другими элементами VI группы, какие свойства он должен проявлять? Встречается ли этот элемент в природе, как он был открыт? Приведите наиболее долгоживущие изотопы Po.
178. Изобразите схему электронного строения атома теллура, объясните возможные степени окисления. Какой вид аналогии связывает данный элемент с другими элементами 7 группы, какие свойства он проявляет? Кратко охарактеризуйте метод получения Te в промышленности. Из каких стабильных изотопов состоит природный Te?
179. Изобразите схему электронного строения атома селена, объясните возможные степени окисления. Какой вид аналогии связывает данный элемент с другими элементами 7 группы, какие свойства он проявляет? Кратко охарактеризуйте метод получения Se в промышленности. Из каких стабильных изотопов состоит природный селен?
180. На основе диаграмм МО для  $O_2^+ - O_2 - O_2^-$  объясните, каким образом должны изменяться характеристики связи (длина, энергия) в данном ряду частиц. Можно ли объяснить образование химической связи в данных частицах при помощи метода ВС? Ответ подтвердите схемами, справочными данными.
181. Постройте график зависимости энтальпии атомизации от заряда ядра  $\Delta H_{am}=f(Z)$  для  $N_2 - O_2 - F_2$ . Объясните вид зависимости с использованием диаграмм МО для данных молекул, сопоставьте их химическую активность при обычных условиях и при высокой температуре.
182. Постройте график зависимости энтальпии атомизации от заряда ядра  $\Delta H_{am}=f(Z)$  для  $O_2 - S_2 - Se_2 - Te_2$  (138, 213, 184 и 138 кДж/моль соот-

- ветственно). Объясните вид зависимости с использованием схем ВС для данных молекул. В каких условиях могут существовать эти молекулы? Почему для кислорода в отличие от его аналогов не характерно образование гомоцепей?
183. Постройте график зависимости температуры плавления от молекулярной массы  $t_{пл} = f(Mr)$  для  $O_2$ -S-Se-Te. Объясните вид зависимости, какой тип кристаллической структуры характерен для этих веществ? Объясните изменение характеристик связи в данном ряду; ответ подтвердите схемами ВС, справочными данными.
184. Опишите условия образования и строение аллотропных модификаций кислорода и серы. Чем обусловлены различия физико-химических свойств ( $t_{пл}$ ,  $t_{кип}$ ,  $\Delta H_{пл}$ ) этих модификаций?
185. Постройте график зависимости температуры кипения от заряда ядра халькогена  $t_{кип} = f(Z)$  для  $H_2O$ - $H_2S$ - $H_2Se$ - $H_2Te$ . Объясните вид зависимости. Чем обусловлено резкое отличие свойств воды от других халькогеноводородов?
186. Постройте график зависимости температуры плавления  $H_2O$ - $H_2S$ - $H_2Se$ - $H_2Te$  от заряда ядра халькогена  $t_{пл} = f(Z)$ . Объясните вид зависимости. Чем обусловлено резкое отличие свойств воды от других халькогеноводородов?
187. Постройте график зависимости  $\Delta_f G^\circ$  образования газообразных  $H_2O$ - $H_2S$ - $H_2Se$ - $H_2Te$  от заряда ядра халькогена. Объясните устойчивость молекул в данном ряду (для ответа используйте данные по характеристикам связи и схемы ВС). Какие  $H_2E$  можно получить из простых веществ? Приведите уравнения реакций.
188. Постройте график зависимости температуры плавления от молекулярной массы  $t_{пл} = f(Mr)$  для  $H_2O$ - $H_2S$ - $H_2Se$ - $H_2Te$ . Объясните вид зависимости на основе представлений о химической связи. Какой тип кристаллической структуры характерен для твердых  $H_2E$ ?
189. Сравните энтальпии атомизации  $\Delta H_{ат}$  и потенциалы ионизации  $I_1$  для атомов и молекул элементов N, O, F. Какие частицы – атомы или ионы  $E^+$  и  $E_2^+$  – легче образуются из молекул? Ответ объясните на примере диаграмм МО для  $O_2$  и  $O_2^+$ . В чем состоит особенность кислорода?
190. Используя схемы ВС определите, одинаковую ли форму имеют молекулы  $SO_2$  и  $O_3$ . Какая из молекул должна быть более полярной, более устойчивой в газовой фазе и в растворе (ответ подтвердите справочными данными)? Запишите уравнения реакций данных веществ со щелочами.
191. Постройте график зависимости валентного угла от заряда ядра халькогена для  $H_2O$ - $H_2S$ - $H_2Se$ - $H_2Te$ . Используя схемы ВС, объясните

- строение молекул  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{H}_2\text{Se}$ . Чем обусловлены различия характеристик связи в данных молекулах?
192. Опишите строение молекул  $\text{H}_n\text{Э}_n$  для  $\text{Э} = \text{O}$  и  $\text{S}$ . Какие значения принимает число  $n$  для кислорода и серы, чем это обусловлено? Сравните устойчивость этих соединений в растворах, ответ иллюстрируйте справочными данными. Приведите уравнения реакций их получения.
  193. Используя метод ВС, опишите строение молекулы  $\text{SO}_3$ . В чем состоят особенности структуры твердого серного ангидрида? Опишите свойства твердых модификаций  $\text{SO}_3$ , изобразите графическую формулу тримера  $(\text{SO}_3)_3$ .
  194. Сера при высоких температурах образует оксиды  $\text{SO}$  и  $\text{S}_2\text{O}$ . С использованием схем ВС опишите их строение. Приведите уравнения реакций получения этих оксидов и охарактеризуйте реакционную способность.
  195. Изобразите графические формулы пероксокислот серы, а также дитионовой, дитионистой, пироксидной, дисерной, тиосерной кислот. Запишите уравнения реакций их получения. Чем можно объяснить отсутствие аналогичных кислот у селена и теллура?
  196. Используя схемы ВС, объясните строение анионов  $\text{SO}_3^{2-}$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ . Какой из них должен быть более устойчивым с точки зрения структуры (используйте при ответе характеристики связи)?
  197. Используя схемы ВС, объясните строение молекул  $\text{SF}_6$  и  $\text{SeF}_6$ . Какая из них более устойчива? Запишите уравнения реакций этих фторидов с водой и со щелочью. Охарактеризуйте области применения данных веществ.
  198. Объясните изменение стандартной энтальпии сублимации в ряду  $\text{SO}_2$ - $\text{SeO}_2$ - $\text{TeO}_2$  (33,4, 96,1 и 259,2 кДж/моль соответственно). Чем обусловлено различие структуры этих оксидов? При помощи схем ВС объясните строение молекулы  $\text{SO}_2$ , сравните со структурой диоксидов  $\text{Se}$  и  $\text{Te}$ .
  199. Приведите структурные формулы высших кислот серы, селена и теллура. В чем состоит особенность теллура (проведите аналогию с йодом)? Почему сера и селен не образуют орто-кислот? Запишите уравнения реакций этих кислот со щелочами, приведите названия возможных солей.
  200. Приведите формулы всех возможных галогенидов серы и селена. Как можно объяснить несовпадение максимальных степеней окисления серы и селена во фторидах и хлоридах? Используя схемы ВС опишите строение высших хлорида и бромиды серы.

201. Используя схемы ВС, опишите строение молекул  $\text{SO}_2\text{F}_2$  и  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$ . В чем состоит характерное отличие физико-химических свойств этих оксогалогенидов (приведите справочные данные, уравнения реакций)?
202. Используя метод ОЭПВО, опишите строение молекул  $\text{SF}_6$  и  $\text{SOF}_4$ . В чем состоит характерное отличие физико-химических свойств этих соединений (приведите справочные данные, уравнения реакций)?
203. Используя метод ОЭПВО, опишите строение молекул гекса- и тетрагалогенидов селена. Какова относительная устойчивость этих соединений? Сравните с устойчивостью соответствующих соединений серы, приведите примеры реакций.
204. Используя схемы ВС, опишите строение анионов  $\text{TeO}_4^{2-}$  и  $\text{TeO}_6^{6-}$ , проведите аналогию с йодом. Приведите примеры соответствующих соединений (солей), укажите условия их получения.
205. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$\text{S} + \text{KOH} \rightarrow \quad \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t} \quad \text{S} + \text{KClO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$$
- $$\text{Bi}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \quad \text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow$$
- $$\text{TeO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \quad \text{O}_3 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$
206. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \quad \text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \quad \text{H}_2\text{Se} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
- $$\text{K}_2\text{S} + \text{Al}_2\text{S}_3 \rightarrow \quad \text{K}_2\text{SeO}_3 + \text{KNO}_2 \rightarrow$$
- $$\text{Te} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \quad \text{O}_2\text{F}_2 + \text{KOH} \rightarrow$$
207. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$\text{PbS} + \text{O}_3 \rightarrow \quad \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \quad \text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$$
- $$\text{HSO}_3\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \quad \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t} \rightarrow$$
- $$\text{K}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \quad \text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$
208. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$\text{K}_2\text{SeO}_4 + \text{KNO}_2 \rightarrow \quad \text{NaHSO}_4 \xrightarrow{t} \rightarrow \quad \text{O}_3 + \text{CrCl}_3 + \text{KOH} \rightarrow$$
- $$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_3\text{SbO}_3 \rightarrow \quad \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$
- $$\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \quad \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
209. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$\text{Na}_2\text{S}_5 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \quad \text{SeO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \quad \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$
- $$\text{TeF}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \quad \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t} \rightarrow$$
- $$\text{TeO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \quad \text{H}_2\text{O}_2 + \text{CrCl}_3$$

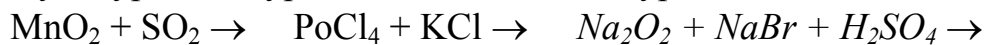
210. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



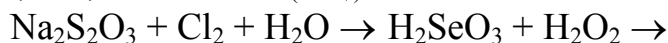
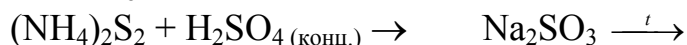
211. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



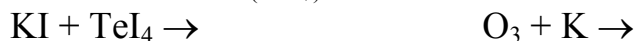
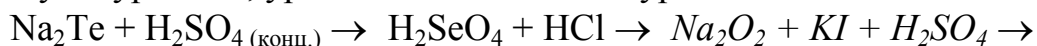
212. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



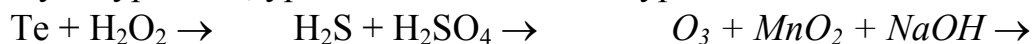
213. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



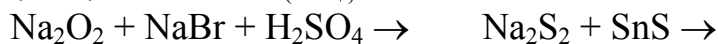
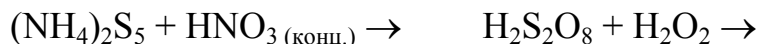
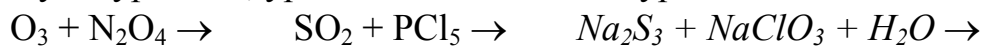
214. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



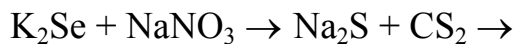
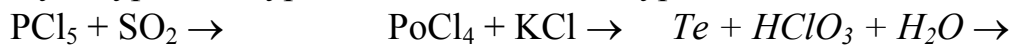
215. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



216. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



217. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:

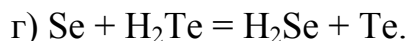


- $H_2SO_5 + KI \rightarrow Na_2S_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$   
 218. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $H_2SeO_3 + H_2O_2 \rightarrow H_2O_2 + CrCl_3 \rightarrow Na_2S + O_2 + H_2O \rightarrow$   
 $SO_2 + SeO_2 \rightarrow K_2O_2 + H_2O \rightarrow$   
 $Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Mg + H_2S_2O_7 \rightarrow$
219. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $KI + H_2O_2 \rightarrow BaS_4 + O_3 + H_2O \rightarrow Na_2S_2O_6 + O_3 + H_2O \rightarrow$   
 $SO_3 + SCl_2 \rightarrow PbO_2 + H_2O_2 \rightarrow$   
 $H_2SeO_4 + Au \rightarrow MnO_2 + SO_2 \rightarrow$
220. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $TeO_2 + SO_2 + H_2O \rightarrow O_3 + KI + H_2O \rightarrow H_2O_2 + MnSO_4 + H_2O \rightarrow$   
 $Na_2S_2O_3 + Cl_2 + H_2O \rightarrow SeO_3 + HBr \rightarrow$   
 $BaS_2O_6 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2S_2O_7 \xrightarrow{t} \rightarrow$
221. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $SO_2 + O_3 \rightarrow H_2S_2O_8 + H_2O \rightarrow H_2SeO_3 + SO_2 + H_2O \rightarrow$   
 $NH_3 + SO_3 \rightarrow Na_2S_2O_3 \xrightarrow{эл-3} \rightarrow$   
 $H_6TeO_6 \xrightarrow{t} CaS_3 + KClO + H_2O \rightarrow$
222. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $SO_3 + HCl \rightarrow H_6TeO_6 + NaOH \rightarrow KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow$   
 $SO_2Cl_2 + Ag_2S \rightarrow NaHSO_4 \xrightarrow{t} \rightarrow$   
 $SeO_2 + H_2O_2 \rightarrow K_2S_2O_3 + Br_2 + H_2O \rightarrow$
223. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $SCl_2 + H_2O \rightarrow Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow K_2S_2O_8 + AgNO_3 + KOH \rightarrow$   
 $Na + SO_2 \rightarrow KHSO_3 \xrightarrow{эл-3} \rightarrow$   
 $Na_2S_2 + O_3 + H_2O \rightarrow Po + H_2SO_4 \text{ (разб)} \rightarrow$
224. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $FeCl_3 + Na_2SO_3 \rightarrow TeF_4 + H_2O \rightarrow K_2S_2O_8 + K_2S_2 + H_2O \rightarrow$   
 $Na_2SO_3 \xrightarrow{t} Hg + Se \rightarrow$   
 $PCl_5 + SO_2 \rightarrow Na_2S_2O_3 + H_2O_2 \rightarrow$
225. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $TeF_6 + H_2O \rightarrow Po + HCl \rightarrow K_2S_2O_3 + Br_2 + H_2O \rightarrow$

- $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$                        $\text{NaHSO}_3 \xrightarrow{t}$   
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{FeSO}_4 \rightarrow$      $\text{TeO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
226. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $\text{Au} + \text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow$      $\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$      $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$   
 $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$                        $\text{BaO}_2 \xrightarrow{500^\circ\text{C}}$   
 $\text{Na}_2\text{S} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$                        $\text{Se} + \text{NaOH} \xrightarrow{t}$
227. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $\text{PoO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$      $\text{HNO}_3 + \text{Se} \rightarrow$      $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{SO}_2 + \text{C} \rightarrow$                        $\text{Sb}_2\text{S}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$   
 $\text{Te} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{150^\circ\text{C}}$                        $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow$
228. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $\text{Al}_2\text{Te}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$                        $\text{Na}_2\text{S} + \text{CS}_2 \rightarrow$      $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_6 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.)  $\rightarrow$                        $\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{t}$   
 $\text{Te} + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow$                        $\text{Na}_2\text{S}_3 + \text{HCl}$  (разб.)  $\rightarrow$
229. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:  
 $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow$                        $\text{S} + \text{Na}_2\text{S} \xrightarrow{t}$      $\text{KI} + \text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$   
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.)  $\xrightarrow{\text{эл-т}}$                        $\text{SO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$   
 $\text{NaOH} + \text{H}_6\text{TeO}_6 \rightarrow$                        $\text{SOBr}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
230. По величинам  $\Delta_f G^\circ$  образования оксидов серы, селена, теллура и полония определите возможность их получения из простых веществ и оцените их относительную устойчивость (приведите справочные данные). Запишите уравнения реакций, используемых на практике для получения этих оксидов.
231. Используя значения  $\varphi^\circ_{\text{э/н2э}}$  для  $\text{H}_2\text{S}$ - $\text{H}_2\text{Se}$ - $\text{H}_2\text{Te}$  объясните относительную восстановительную активность халькогеноводородов и возможность их использования в качестве восстановителей в процессах  $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ;  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}$ . Напишите уравнения возможных реакций, уравнийте методом полуреакций.
232. По термодинамическим данным рассчитайте константу равновесия газовой реакции  $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 = \text{NO} + \text{SO}_3$  при ст. усл. и оцените полноту превращения  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$ . Укажите область применения данной реакции. Какова роль оксидов азота в ней?
233. При взаимодействии твердых йодида и хлорида калия с концентрированной серной кислотой образуются различные продукты окисления галогенид-ионов и восстановления серы (+6). С использо-

- ванием значений  $\varphi^\circ$  укажите возможно большее число таких продуктов и условия их преимущественного образования. Напишите уравнения реакций; какая из них термодинамически наиболее вероятна?
234. На основе значений  $\varphi^\circ$  оцените, можно ли: 1) окислить сернистую кислоту до серной действием  $\text{H}_2\text{SeO}_3$ ; 2) окислить селенистую кислоту до селеновой действием  $\text{H}_2\text{TeO}_3$ ; 3) получить селен из  $\text{H}_2\text{SeO}_3$  действием  $\text{H}_2\text{TeO}_3$ ; 4) окислить сернистый газ диоксидом селена в растворе? Запишите уравнения возможных реакций, уравняйте их методом полуреакций.
235. По диаграмме Латимера для серы в щелочной среде  $\text{SO}_4^{2-} \xrightarrow{-0,94} \text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{-0,58} \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \xrightarrow{-0,74} \text{S} \xrightarrow{-0,45} \text{S}^{2-}$  охарактеризуйте относительную ОВ-активность анионов в водном растворе при ст. усл. (для сравнения используйте  $\varphi^\circ(\text{O}_2/\text{OH}^-)$ ). Вычислите  $\varphi^\circ$  ОВ-пар  $\text{SO}_4^{2-}/\text{S}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}/\text{S}^{2-}$ , укажите наиболее вероятные продукты восстановления сульфат- и тиосульфат-ионов, приведите примеры реакций.
236. Используя правило Полинга, охарактеризуйте силу различных кислородсодержащих кислот серы, приведите  $K_d$  этих кислот, сделайте выводы. Каким образом наличие связей S–S в молекулах кислот влияет на их силу? Иллюстрируйте объяснение графическими формулами кислот.
237. Используя значения стандартных ОВ-потенциалов укажите, можно ли действием озона окислить: 1) серную кислоту до пероксосерных кислот; 2) селенистую кислоту до селеновой; 3) воду до пероксида водорода (в кислой и нейтральной среде); 4) соляную кислоту до хлорной кислоты? Приведите уравнения возможных реакций, уравняйте методом полуреакций.
238. Различаются ли сульфиды Fe(+2), Cd, Co, Cu(+2), Hg(+2) по растворимости, какой из них наиболее растворим, какой – наименее? С применением термодинамических расчетов покажите, какие из данных сульфидов могут растворяться в разбавленных кислотах ( $\Delta_f G^\circ(\text{H}^+_{\text{aq}})=0$ ) с образованием ионов металлов и сероводорода. Сформулируйте эмпирическое правило, связывающее растворимость сульфидов в кислотах с их ПР.
239. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов (среда кислая) вычислите константы равновесия и оцените полноту протекания реакций:
- $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{Se} = \text{Se} + \text{H}_2\text{O}$ ;
  - $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{Te} = \text{Te} + \text{H}_2\text{O}$ ;





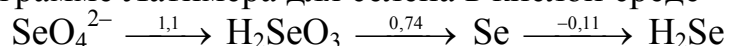
Сделайте выводы.

240. Взаимодействие S, Se и Te с водяным паром может протекать по типу диспропорционирования (с образованием халькогеноводорода  $\text{H}_2\text{Э}$  и оксида  $\text{ЭO}_2$ ) или замещения (с образованием только оксида). На основании термодинамических расчетов покажите, какой тип взаимодействия более вероятен для данных элементов (ст. усл.). Укажите возможное применение реакций на практике.
241. Используя справочные данные, сравните характер изменения силы кислот (с учетом ступенчатых констант диссоциации) и их окислительно-восстановительной активности в рядах  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{SeO}_4\text{-H}_6\text{TeO}_6$  и  $\text{H}_2\text{S-H}_2\text{Se-H}_2\text{Te}$ . Объясните причины наблюдаемых закономерностей, приведите уравнения реакций.
242. Приведите уравнения реакций, иллюстрирующие окислительные и восстановительные свойства пероксида водорода в кислой и щелочной средах. В какой среде  $\text{H}_2\text{O}_2$  является: а) более сильным окислителем; б) более сильным восстановителем? При каких условиях преимущественно протекает реакция диспропорционирования? При ответе используйте справочные данные.
243. В лаборатории сероводород можно получить в аппарате Киппа при взаимодействии сульфида железа (+2) с разбавленной соляной кислотой. Можно ли заменить  $\text{HCl}$  концентрированными или разбавленными серной, азотной, фосфорной кислотами? Какие продукты могут образоваться в этом случае? Приведите уравнения реакций, ОВР уравняйте с помощью метода полуреакций. Предложите способ осушки сероводорода и его очистки от примеси хлороводорода.
244. Приведите уравнения реакций, иллюстрирующие окислительные и восстановительные свойства диоксидов серы и селена в кислой и щелочной средах (на примере реакций с цинком, сероводородом, йодом, диоксидом теллура). Используйте справочные данные.
245. Концентрированная серная кислота используется в лаборатории для осушки газов. Какие из приведенных газов не следует подвергать осушке с использованием  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :  $\text{HCl}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HI}$ , воздух,  $\text{Ar}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}$ ? Приведите уравнения возможных реакций, соответствующие справочные данные.
246. При термическом разложении кристаллогидрата  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  возможно образование сульфата натрия, сероводорода и воды; либо вначале происходит потеря кристаллизационной воды, а затем (выше  $220^\circ\text{C}$ ) – превращение в сульфат и пентасульфид натрия; последний неустойчив и при дальнейшем нагревании разлагается до сульфида натрия и серы. Составьте уравнения всех параллельных реакций, а

также суммарное уравнение термического разложения исходного кристаллогидрата. Предложите способы разделения и обнаружения всех продуктов.

247. Вследствие закономерного изменения свойств сульфидов в периодах и в группах, возможны реакции соединения сульфидов с образованием сульфосолей. Объясните, между какими сульфидами и почему возможны такие реакции, приведите уравнения реакций. В каких условиях реакции протекают, можно ли их проводить в водных растворах? Какова устойчивость соответствующих сульфосолям кислот (приведите примеры)?

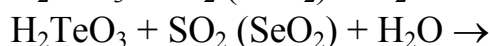
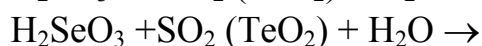
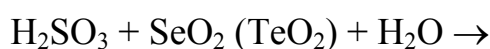
248. По диаграмме Латимера для селена в кислой среде



охарактеризуйте окислительную активность селеновой и селенистой кислот в водном растворе при ст.усл. (для ответа используйте  $\varphi^\circ(\text{O}_2/\text{OH}^-)$ , а также данные для серной и сернистой кислот). Вычислите  $\varphi^\circ$  ОВ-пар  $\text{SeO}_4^{2-}/\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{SeO}_3/\text{H}_2\text{Se}$ , укажите наиболее вероятные продукты восстановления селенат-ионов и селенистой кислоты, приведите примеры реакций.

249. Сульфаты можно условно разделить на группы по величине температуры их разложения. Используя справочные данные [Лидин], разделите соли на группы:  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ , ответ мотивируйте. Запишите уравнения реакций разложения всех сульфатов; для 2-3-х из них вычислите приблизительную температуру наступления равновесия при разложении, сравните со справочными значениями, в случае их расхождения дайте объяснение.

250. Используя значения стандартных ОВ-потенциалов объясните, какая кислота – сернистая, селенистая или теллуристая – обладает большей окислительной активностью. Возможны ли реакции:



Запишите уравнения, расставьте коэффициенты методом полуреакций. В каком состоянии данные кислоты наиболее устойчивы, как их получают на практике?

251. Используя справочные данные сравните характер изменения силы кислот и их окислительно-восстановительной активности в рядах  $\text{H}_2\text{SO}_3$ - $\text{H}_2\text{SeO}_3$ - $\text{H}_2\text{TeO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ - $\text{H}_2\text{SeO}_4$ - $\text{H}_6\text{TeO}_6$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ - $\text{H}_2\text{Se}$ - $\text{H}_2\text{Te}$ . Объясните причины наблюдаемых закономерностей, приведите примеры реакций.

252. Используя диаграмму Латимера для серы (кислая среда)  $\text{SO}_4^{2-} \xrightarrow{-0,07} \text{S}_2\text{O}_6^{2-} \xrightarrow{0,57} \text{H}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{-0,07} \text{HS}_2\text{O}_4^- \xrightarrow{0,87} \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \xrightarrow{0,6} \text{S}$  определите ОВ-активность и устойчивость дитионовой, сернистой и дитионистой кислот при ст. усл. в растворах. Вычислите потенциал ОВ-пары  $\text{SO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{SO}_3$ . Какие из приведенных веществ при данных условиях могут взаимодействовать с кислородом, ионами  $\text{Fe}(+3)$ , йодом? Составьте уравнения реакций, уравняйте методом полуреакций.
253. С чем связаны названия тиосульфата натрия «антихлор», «фиксаж», а также применение его в медицине? Чем обусловлено многообразие продуктов, образующихся в реакциях с участием тиосульфата? Запишите уравнения реакций  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  с галогенами, кислотами, хлоридом железа (+3), составьте схему электролиза раствора тиосульфата с инертными электродами. Ответ проиллюстрируйте значениями  $\varphi^\circ$ .
254. Используя стандартные окислительно-восстановительные потенциалы, оцените возможность окисления серной кислоты до пероксокислот действием озона. Запишите уравнения реакций. Каким образом пероксокислоты серы и их соли получают в промышленности? Можно ли получить пероксокислоты взаимодействием пероксидов серы с водой (уравнения)? Приведите примеры реакций с участием персульфатов, расставьте коэффициенты методом полуреакций.
255. Растворимость сероводорода при  $20^\circ\text{C}$  составляет 0,447 г. Вычислите рН насыщенного раствора сероводорода ( $\rho = 1$  г/мл).
256. Какова молярная концентрация и рН раствора сернистой кислоты, полученной растворением в 100 мл воды сернистого газа, выделившегося при взаимодействии 3,2 г меди концентрированной серной кислотой?
257. Для полного обесцвечивания 20 мл 0,1 Н раствора перманганата калия в сернокислой среде потребовался равный объем раствора перекиси водорода. Какова молярность последнего? Какой объем кислорода ( $25^\circ\text{C}$  и 746 мм рт. ст.) выделился при этом?
258. Пропускание воздуха объемом 20,16 л (н.у.), содержащий примесь сероводорода, через 7,5 мл 0,12 н раствора йода оказалось достаточным для полного восстановления йода. Вычислите содержание сероводорода (% об.) в воздухе.
259. Сколько граммов хлорсульфоновой кислоты вступило в реакцию с водой, если для нейтрализации продуктов гидролиза израсходовано 25 мл 1,2 н раствора щелочи?
260. Какой объем 2 н раствора КОН потребуется для нейтрализации продуктов гидролиза 2,7 г диоксодихлорида серы?

261. Через 100 мл 0,2 н раствора едкого натра пропустили 448 мл  $\text{SO}_2$  ( $23^\circ\text{C}$ , 752 мм рт.ст.). Какая соль образовалась? Найдите ее массу.
262. Одинаковое ли количество серной кислоты потребуется для растворения никеля, если в одном случае взять концентрированную кислоту, а в другом – разбавленную? Какой объем 0,25 н раствора кислоты пойдет на окисление в каждом случае?
263. К 200 г 5%-ного раствора нитрата свинца прилили 100 мл 0,5 М раствора сульфида натрия. Выпавший черный осадок обработали избытком раствора пероксида водорода, при этом осадок стал белым. Напишите уравнения реакций, вычислите массы черного и белого осадков.
264. При взаимодействии 100 мл раствора  $\text{H}_2\text{O}_2$  с подкисленным серной кислотой раствором йодида калия образовалось 76,2 г йода. Вычислите нормальную концентрацию  $\text{H}_2\text{O}_2$  в растворе.
265. Какой объем кислорода ( $15^\circ\text{C}$ ; 110 кПа) выделится при взаимодействии 100 мл 0,05 н раствора перманганата калия с избытком пероксида водорода в сернокислом растворе?
266. При пропускании через раствор йодида калия 2,6 л озонированного кислорода ( $20^\circ\text{C}$ , 100 кПа) выделилось 2,54 г йода. Вычислить содержание озона в озонированном кислороде, ответ выразить в объемных процентах.
267. Осушенный и очищенный от  $\text{CO}_2$  воздух объемом 100 л (н. у.) пропустили через озонатор, при этом 8 % кислорода превратилось в озон. Полученный озонированный воздух пропустили через раствор йодида калия. Какая масса йода образовалась? Какой объем хлора (н.у.) потребуется для превращения этого йода в  $\text{HIO}_3$ ?
268. Какой объем пергидроля (30%-й раствор  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\rho = 1,112$ ) можно получить из одного килограмма пероксомоносерной и пероксиди-серной кислот при взаимодействии каждой из них с водой?
269. Пероксид натрия поглощает сероводород, максимально его окисляя. Образующиеся при этом  $\text{NaOH}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ , в свою очередь, взаимодействуют с избытком сероводорода по типу основно-кислотных реакций. Напишите уравнения всех стадий и общее уравнение процесса. Какой объем  $\text{H}_2\text{S}$  (н.у.) поглощается одним килограммом  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , сколько литров сероводорода при этом окисляется, а сколько превращается в сульфид натрия?
270. Концентрация насыщенного водного раствора сероводорода при  $20^\circ\text{C}$  составляет приблизительно 0,1 М. Вычислите степень диссоциации  $\text{H}_2\text{S}$  в этом растворе по первой и второй ступеням и рН раствора. Какое из названий – сероводородная кислота или сероводородная вода – более соответствует этому раствору?

271. Какой объем сероводорода, взятого при 17 °С и 98 кПа, пропустили через 100 мл 0,25 Н раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой, если раствор перманганата полностью обесцвятился?
272. Продукты сжигания 29,6 л сероводорода (н.у.) поглотили 500 мл 25 %-ного раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1,28$ ). Какие продукты и в каком количестве образовались в растворе?
273. Почему, несмотря на небольшое значение окислительно-восстановительного потенциала полуреакции:
- $$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}; \quad \varphi^0 = 0,17 \text{ В},$$
- концентрированная серная кислота окисляет все металлы, кроме благородных? В 100 мл 60 %-ной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,61$  г/мл) внесли один грамм серебра. Вычислите: 1) массу образовавшегося сульфата серебра(+1); 2) объём выделившегося  $\text{SO}_2$  (н.у.); 3) массовую долю  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в растворе после реакции.
274. Вычислите степень диссоциации  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$  и  $\text{H}_2\text{Te}$  в 0,1 М водных растворах (учитывать 1-ю ступень); вычислить рН этих растворов. Как и почему изменяются основно-кислотные свойства этих соединений?
275. При растворении 10 г образца меди с примесями оксидов меди (I) и (II) в избытке концентрированной серной кислоты выделился газ в количестве 0,125 моль. Определите массовую долю меди во взятом образце.
276. При длительном нагревании 57,5 г кристаллогидрата сульфата двухвалентного металла происходит полное обезвоживание и образуется 36,8 г безводной соли, которая при дальнейшем прокаливании превращается в 18,4 г твердого остатка, представляющего собой оксид металла. Определите состав кристаллогидрата.
277. Соединение селена  $\text{Ag}_2\text{Se}$  сопутствует природным сульфидам. С целью получения селена на смесь действуют вначале нитратом натрия и серной кислотой, а затем пропускают сернистый газ. Напишите уравнения протекающих при этом реакций и рассчитайте, какую массу Se можно получить из 1 тонны смеси, если содержание селенида составляет 30%.
278. Вычислите константу гидролиза сульфита натрия, степень гидролиза соли в 0,1 М растворе и рН раствора.
279. Произойдет ли осаждение сульфида кадмия, если к 1 л 0,1 н  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  прибавить такой же объем 0,01н.  $\text{Na}_2\text{S}$ ;  $\alpha_{\text{Cd}(\text{NO}_3)_2} = 75\%$ ;  $\alpha_{\text{Na}_2\text{S}} = 87\%$ ;  $\text{PP}_{\text{CdS}} = 7,1 \cdot 10^{-28}$ ?

### Тема 3. p-Элементы V группы (Шниктогены)

280. Приведите примеры природных соединений азота (неорганических и простейших органических), вычислите массовую долю N в них. Укажите содержание азота в земной коре, атмосфере; его изотопный состав, соотношение изотопов. Вычислите среднюю атомную массу N и сравните полученное значение с табличным. Охарактеризуйте методы получения азота в лаборатории и в промышленности. Какова биологическая роль азота?
281. Приведите примеры минералов фосфора; какой из них относительно богаче фосфором (вычислите массовую долю). Укажите кларк фосфора, к какой группе элементов по распространенности в земной коре его можно отнести? Укажите изотопный состав природного фосфора. Какова биологическая роль фосфора?
282. Приведите примеры минералов, содержащих мышьяк; какой из них относительно богаче мышьяком (вычислите  $\omega(\text{As})$ ). Укажите кларк мышьяка, к какой группе элементов по распространенности в земной коре его можно отнести. Укажите изотопный состав природного As; вычислите среднюю атомную массу, сравните полученное значение с табличной величиной, сделайте вывод. Какова биологическая роль As?
283. Приведите примеры минералов, содержащих сурьму. В каком из минералов содержание сурьмы наибольшее? Укажите кларк Sb, к какой группе элементов по распространенности в земной коре ее можно отнести. Укажите изотопный состав природной Sb; вычислите среднюю атомную массу, сравните полученное значение с табличной величиной, сделайте вывод. Укажите области применения сурьмы.
284. Приведите примеры минералов висмута. В каком из минералов содержание Bi наибольшее? Укажите кларк Bi, к какой группе элементов по распространенности в земной коре его можно отнести. Укажите изотопный состав природного Bi; вычислите среднюю атомную массу, сравните полученное значение с табличной величиной, сделайте вывод. Укажите области применения Bi.
285. Приведите формулы чилийской и индийской селитр; укажите степень окисления N в них. Приведите схемы электронного строения атома N и  $\text{N}^{-3}$ , укажите возможность проявления у N других степеней окисления. Кратко опишите методы получения азота в промышленности и в лаборатории.
286. Приведите формулы минералов фосфорита, гидроксиапатита, фторапатита, вивианита; укажите степень окисления P в них. Приведите схемы электронного строения атома фосфора в основном и возбуж-

- денном состоянии, укажите возможные валентные состояния атома Р, приведите примеры соответствующих соединений с названиями.
287. Приведите формулы минералов реальгара, аурипигмента, мышьяковистого колчедана, арсенопирита; укажите степень окисления As в них. Приведите схемы электронного строения атома As и иона  $As^{-3}$ , укажите возможность проявления мышьяком других степеней окисления. Кратко опишите методы получения As.
288. В каком виде сурьма встречается в природе? Какая степень окисления Sb устойчива при обычных условиях? Приведите схемы электронного строения атома Sb в основном и возбужденном состояниях, для одного из них приведите квантовые числа валентных электронов; укажите возможные степени окисления Sb. Кратко опишите методы получения Sb.
289. В каком виде висмут встречается в природе, какая степень окисления Bi устойчива при обычных условиях? Приведите схемы электронного строения атома Bi в основном и возбужденном состояниях, для одного из них приведите квантовые числа валентных электронов; укажите возможные степени окисления Bi. Приведите уравнения реакций, по которым Bi можно получить в лаборатории.
290. Приведите формулы минералов реальгара, аурипигмента, мышьяковистого колчедана, арсенопирита; укажите степень окисления As в них. Приведите схемы электронного строения атома As и иона  $As^{-3}$ , укажите возможность проявления мышьяком других степеней окисления. Кратко опишите методы получения As.
291. Стабильность соединений р-элементов 5 группы в высшей степени окисления их атомов понижается в ряду фосфор–висмут, но производные сурьмы (+5) более устойчивы, чем аналогичные соединения мышьяка. Объясните наблюдаемую закономерность. Сравнить в этом плане р-элементы 5 и 6 групп. Можно ли наблюдаемую закономерность расценивать как проявление вторичной периодичности свойств элементов?
292. Чем объяснить увеличение координационного числа от 4 у азота (максимальное) и фосфора (наиболее характерное) до 6 у сурьмы?
293. С учетом первых трех потенциалов ионизации азота (14,5; 29,6; 47,4 эВ) и суммарного значения сродства атома азота к трем электронам (–23,7 эВ) охарактеризовать склонность атомов азота к образованию в составе химических соединений ионов  $N^{3+}$  и  $N^{3-}$ .
294. Охарактеризовать склонность атомов р-элементов 5 группы к образованию связей по донорно-акцепторному механизму и образованию координационных соединений.

295. Рассмотреть, как сказывается изменение потенциалов ионизации в ряду р-элементов 5 группы на металлических и неметаллических свойствах соответствующих простых веществ. Объяснить закономерность в изменении их температур плавления и кипения.
296. Сравнить закономерность изменения металлических свойств элементов в главных подгруппах 5–7 групп Периодической системы.
297. Почему двухатомные молекулы P<sub>2</sub>, As<sub>2</sub> и Sb<sub>2</sub> в обычных условиях нестабильны, в то время как молекулы N<sub>2</sub> относятся к числу наиболее устойчивых?

298. Какое из приведенных распределений электронов по молекулярным орбиталям соответствует невозбужденной молекуле азота:

$$[\text{KK}(\sigma_s^{\text{св}})^2 (\sigma_s^{\text{разр}})^2 (\pi_p^{\text{св}})^2 (\sigma_p^{\text{св}})^2 (\pi_p^{\text{разр}})^2]$$

$$[\text{KK}(\sigma_s^{\text{св}})^2 (\sigma_s^{\text{разр}})^2 (\pi_p^{\text{св}})^4 (\sigma_p^{\text{св}})^2]$$

$$[\text{KK}(\sigma_s^{\text{св}})^2 (\sigma_s^{\text{разр}})^2 (\pi_p^{\text{св}})^4 (\sigma_p^{\text{св}})^1 (\pi_p^{\text{разр}})^1]$$

299. Почему для азота малохарактерно образование гомоцепей со связями N–N, а у фосфора такая способность проявляется (P<sub>4</sub>, P<sub>n</sub>)?

300. Используя приведенные данные, сформулировать закономерности в изменении энергии химических связей:

Связь	E, кДж/моль	Связь	E, кДж/моль
N–N	160,5	N–H	388
P–P	214,4	P–H	323
As–As	134,2	As–H	281
Sb–Sb	126,2	Sb–H	256
Bi–Bi	~100		

- Обосновать эти закономерности. Какую закономерность в изменении энергии химических связей по группе можно предсказать для связей Э–F, Э–Cl, Э–O (Э – р-элемент 5 группы)?

301. Почему для азота в отличие от фосфора, мышьяка и сурьмы не характерна аллотропия?

302. Охарактеризовать термодинамическую возможность самопроизвольных превращений аллотропных модификаций фосфора, используя следующие данные:

	P (бел)	P, (г)	P (красн)	P (черн)
$\Delta_f H^\circ_{298}$ , кДж/моль	0	58,9	-18,4	-43,1
$S^\circ_{298}$ , Дж/(моль·К)	44,3	279,6	22,8	22,6

303. Почему в стандартных условиях самопроизвольно осуществляется превращение P(бел) → P(красн)  $\Delta H^\circ_{298} = -18,4$  кДж/моль, но не идет самопроизвольно процесс P (красн) → P(черн)  $\Delta H^\circ_{298} = -25$  кДж/моль? Как можно осуществить перевод красного фосфора в белый?



304. Почему белый фосфор кристаллизуется намного легче, чем красный? Почему белый фосфор плавится при более низкой температуре, чем красный?
305. Изобразите структурные формулы молекулы белого фосфора и фрагмента структуры красного фосфора. Какую пространственную конфигурацию имеет молекула белого фосфора?
306. Учитывая химическую природу элемента, устойчивость различных степеней окисления его атомов и их характерные координационные числа, объяснить форму существования в природе фосфора.
307. Объяснить, почему при достаточно высокой температуре (1400–1600 °С) возможно протекание сильно эндотермического процесса
308.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 (\text{к}) + 5\text{C}_{(\text{графит})} + 3\text{SiO}_2 (\text{к}) = 3\text{CaSiO}_3 (\text{к}) + 5\text{CO} (\text{г}) + 2\text{P} (\text{г})$ ,  
 $\Delta H^\circ_{298} = 1696 \text{ кДж}$ .
309. Какую роль в этом процессе играет диоксид кремния и может ли протекать реакция в его отсутствие?
310. Можно ли для получения свободного фосфора из фосфатов использовать в качестве восстановителя углерод, магний, алюминий? Выбор восстановителя обосновать термодинамически.
311. Предложить общий принцип получения мышьяка, сурьмы и висмута из их природных соединений.
312. Как согласовать малую химическую активность свободного азота с высокой электроотрицательностью элемента, малым радиусом атома и сравнительно высокими энергиями связей, образуемых атомами азота и атомами других элементов?
313. Проиллюстрировать характер изменения металлических свойств простых веществ в ряду фосфор–висмут на примере взаимодействия этих веществ с азотной кислотой (концентрированной и разбавленной).
314. Как взаимодействуют фосфор и мышьяк с царской водкой? Можно ли отразить сущность этих процессов одним уравнением, обозначив P и As как Э?
315. Как по химическим и физическим свойствам отличить мышьяк от сурьмы; сурьму от висмута? Какие химические реакции лежат в основе широко используемого в практике метода определения мышьяка?
316. На основе учения о строении атомов и молекул объясните, какая частица более устойчива:  $\text{N}^+$  или  $\text{N}_2^+$ ? Может ли происходить самопроизвольный отрыв электрона от атома N и от молекулы  $\text{N}_2$ ? Ответ подтвердите справочными данными.
317. Используя необходимые справочные данные, объясни те, почему белый фосфор  $\text{P}_4$  проявляет значительно большую химическую ак-

- тивность, чем молекулярный  $N_2$ , хотя электроотрицательность фосфора значительно ниже, чем у азота. Будет ли атомный фосфор активнее атомного азота? Дайте аргументированный ответ.
318. Взаимодействуют ли простые вещества элементов VA группы с концентрированной и разбавленной азотной кислотой? Можно ли заменить в протекающих реакциях азотную кислоту на серную и хлороводородную? Укажите устойчивые степени окисления всех элементов данной группы.
319. По методу молекулярных орбиталей рассмотрите образование связи в частицах  $N_2^+$ ,  $N_2$ ,  $N_2^-$ , укажите изменение порядка, энергии и длины связи в данном ряду.
320. Рассмотрите образование дативной связи между атомом переходного металла с частично заполненным  $(n-1)d$ -подуровнем и молекулой азота;  $\sigma$ -составляющая – это связь  $M^{+v} \leftarrow N_2$ ,  $\pi$ -составляющая – связь  $M^{+v} \rightarrow N_2$ . Какие орбитали атома металла и молекулы азота принимают участие в образовании дативной связи?
321. Жидкий азот получают в промышленности перегонкой сжиженного воздуха. Используя справочные данные, опишите процесс перегонки.
322. Жидкий азот в лаборатории сохраняют в алюминиевых сосудах Дьюара. Предложите способ определения количества азота в сосуде Дьюара емкостью 16 л без измерения уровня жидкости.
323. Составьте несколько (не менее пяти) уравнений реакций, продуктами которых будут только газообразный азот и вода.
324. Значения температур плавления водородных соединений элементов VA-группы следующие (в  $^{\circ}C$ ):  $NH_3$  ( $-77,8$ );  $PH_3$  ( $-133,8$ );  $AsH_3$  ( $-116,9$ );  $SbH_3$  ( $-94,2$ ). Постройте графическую зависимость температуры плавления этих соединений от порядкового номера элемента-центрального атома и объясните, почему эта зависимость не является монотонной. Методом экстраполяции оцените значение температуры плавления для  $BiH_3$  (в чистом виде не получен).
325. По указанным ниже значениям стандартной энергии Гиббса образования водородных соединений элементов VA-группы  $\Delta_f G^{\circ}_{298}$  (в кДж/моль):  $NH_3$  ( $-16$ );  $PH_3$  ( $13$ );  $AsH_3$  ( $69$ );  $SbH_3$  ( $148$ ), постройте графическую зависимость  $\Delta_f G^{\circ}_{298}$  от порядкового номера элемента-центрального атома. Уточните значение энергии Гиббса для  $SbH_3$  и методом экстраполяции оцените значение  $\Delta_f G^{\circ}_{298}$  для  $BiH_3$  (в чистом виде неизвестен). Почему данная зависимость, в отличие от рассмотренной в предыдущем вопросе, монотонна?
326. Для молекул водородных соединений некоторых элементов VA-группы известны значения сродства к протону  $A_p$  (в эВ):  $NH_3$  ( $-9,0$ );

- $\text{PH}_3$  (–8,07);  $\text{AsH}_3$  (–7,50). Как изменяются донорные свойства атомов в ряду  $\text{N}-\text{P}-\text{As}$ ? Каким (по знаку) может быть сродство к протону для  $\text{SbH}_3$  и  $\text{BiH}_3$ ? Укажите, какая частица более устойчива: 1)  $\text{NH}_4^+$  или  $\text{NH}_3$ ; 2)  $\text{NH}_4^+$  или  $\text{PH}_4^+$ . Приведите аргументированный ответ.
327. Известно распределение эффективных зарядов в молекуле аммиака и катионе аммония:  $\text{N}^{-0,45}(\text{H}^{+0,15})_3$  и  $[\text{N}^{+0,4}(\text{H}^{+0,15})_4]^+$ . Будут ли такими же эффективные заряды на атоме фосфора в аналогичных частицах и если нет, то меньшими или большими?
328. В чем заключается причина того, что соединение азота (V) состава  $\text{NF}_5$  неизвестно, но получены соединения  $\text{NO}_2\text{F}$ ,  $\text{NOF}_3$ ,  $\text{NOF}_2^+$  и  $\text{NF}_4^+$  с одной стороны, и соединение фосфора (V) состава  $\text{PF}_5$  с другой стороны?
329. Известно, что максимальная валентность атома азота равна четырем. Объясните, почему образование пяти ковалентных связей атомом азота энергетически невыгодно и поэтому никогда не осуществляется в соединениях.
330. Какие частицы присутствуют в жидком аммиаке? Назовите эти частицы и дайте характеристику их пространственного строения.
331. Какая реакция протекает при смешивании растворов двух электролитов – амида калия и нитрата аммония в жидком аммиаке? Как Вы назовете реакции такого типа? Приведите уравнение соответствующей реакции в водном растворе.
332. Пользуясь принципом Ле Шателье, укажите оптимальные условия (температуру и давление), обеспечивающие увеличение выхода аммиака при его прямом синтезе из азота и водорода. Объясните, почему в реальных условиях производственный процесс проводят при температуре 450–500°C и используют катализатор?
333. Укажите, в чем заключаются химико-технологические преимущества получения аммиака гидролизом нитридов металлов (например,  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ) по сравнению с прямым синтезом из  $\text{N}_2$  и  $\text{H}_2$ . В чем недостатки гидролитического метода получения аммиака, препятствующие его широкому применению в промышленности?
334. В одной монографии отмечается, что при комнатной температуре в насыщенном водном растворе аммиак находится в виде молекул гидрата  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (54%) и негидратированных молекул  $\text{NH}_3$  (46%). Что имеют в виду авторы, говоря о негидратированных молекулах. Укажите тип химической связи в  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .
335. Можно ли концентрированный раствор гидрата аммиака считать одновременно разбавленным раствором гидроксида аммония? Обоснуйте ответ справочными данными.

336. В две пробирки, содержащие нитрид калия, вносят в равных объемах холодную воду и раствор гидроксида калия соответственно. Объясните, почему в первой пробирке выделение газа начинается позже и оно менее интенсивное, чем во второй пробирке.
337. Опишите происходящие с участием аммиака процессы: а) газообразный аммиак пропускают в воду; б) кусочек льда вносят в жидкий аммиак.
338. Обычно обнаружение аммиака в лабораторных условиях проводят поднесением к сосуду, из которого выделяется  $\text{NH}_3$  стеклянной палочки, непосредственно до этого опущенной в сосуд с концентрированной хлороводородной кислотой. При наличии аммиака образуется белый дым. Каков химический состав дыма? Можно ли заменить  $\text{HCl}$  (конц) на следующие реактивы: а)  $\text{HCl}$  (разб), б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.), в)  $\text{HNO}_3$  (разб), г)  $\text{HI}$  (конц), д)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (конц)?
339. Известно, что аммиак в водном растворе проявляет основные свойства, а кислотных свойств не имеет. Откуда это следует? Как будут вести себя при контакте с водой следующие вещества:  $\text{Ba}(\text{NH}_2)_2$ ,  $\text{Li}_2\text{NH}$ ,  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ,  $\text{Li}_3\text{N}$ ?
340. Катион аммония в водном растворе подвергается протолизу, а катион тетраметиламмония  $\text{N}(\text{CH}_3)_4^+$  в воде протолитом не является. Объясните причину этого различия в свойствах данных катионов.
341. Гидрат аммиака – слабый электролит в водном растворе. Каким электролитом будет соединение состава  $\text{N}(\text{CH}_3)_3 \cdot \text{CH}_3\text{OH}$ ? дайте его точную химическую формулу и название. Что образуется при взаимодействии этого соединения с иодоводородом?
342. Объяснить закономерности в изменении приведенных характеристик в ряду аммиак–стибин:

	$d_{\text{Э-Н}}$ , нм	$E_{\text{Э-Н}}$ , кДж/моль	$\Delta H^\circ_{298}$ , кДж/моль	$\langle \text{HЭН} \rangle$ , °	$\mu(\text{ЭН}_3)$ , Кл·м
$\text{NH}_3$	0,101	390,4	-46,4	107,3	$1,15 \cdot 10^{-29}$
$\text{PH}_3$	0,142	328,5	5,4	93,3	$0,19 \cdot 10^{-29}$
$\text{AsH}_3$	0,152	279,2	66,5	92	$0,07 \cdot 10^{-29}$
$\text{SbH}_3$	0,171	254,6	145	91	$0,04 \cdot 10^{-29}$

343. С учетом приведенных характеристик к предыдущей задаче объяснить, почему в ряду  $\text{NH}_3\text{--BiH}_3$  понижается устойчивость соединений, растет их реакционная способность, повышается восстановительная активность.
344. Почему из всех гидридов ЭН<sub>3</sub> ( $\text{NH}_3\text{--BiH}_3$ ) только аммиак может быть получен путем прямого синтеза? Дать термодинамическое обоснование, сравнив в стандартных условиях и при повышенных температурах процессы синтеза  $\text{NH}_3$  и  $\text{PH}_3$ .

345. Какие из указанных химических реакций могут быть положены в основу общего для всех гидридов ЭН метода их получения:



346. Стандартная энергия Гиббса образования аммиака равна  $-16,63$  кДж/моль. Вычислить константу равновесия  $K_p$ , при  $25^\circ\text{C}$  для реакции  $1/2\text{N}_{2(\text{г})} + 3/2\text{H}_{2(\text{г})} = \text{NH}_{3(\text{г})}$ . Сравнить полученное значение  $K_p$  с константой равновесия при  $500^\circ\text{C}$ , если  $K_p^{500} = 1,3 \cdot 10^{-5}$ . Объяснить, учитывая значения констант, почему промышленный синтез аммиака проводится при такой температуре. Какие факторы следует учитывать при выборе условий синтеза аммиака?

347. Оценить термодинамическую возможность осуществления в стандартных условиях и при повышенной температуре процесса  $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$ .

348. Жидкий аммиак, обладающий высокой диэлектрической проницаемостью, может использоваться как неводный растворитель. Как объяснить, что в растворе жидкого аммиака кислоты  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и  $\text{HClO}_4$  диссоциируют нацело, в то время как в водном растворе одна из кислот является слабым электролитом?

349. Объяснить различие в величинах энтальпий образования газообразных и растворенных в воде  $\text{NH}_3$  и  $\text{NH}_4^+$ :

	$\text{NH}_3(\text{г})$	$\text{NH}_3(\text{р})$	$\text{NH}_4^+(\text{г})$	$\text{NH}_4^+(\text{р})$
$\Delta_f H^\circ_{298}$ , кДж/моль	-45,98	-80,96	627,96	-132,96

350. Как согласовать встречающуюся в литературе форму записи уравнения  $\text{NH}_3(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{NH}_4\text{OH}(\text{р}) = \text{NH}_4^+(\text{р}) + \text{OH}^-(\text{р})$  с тем, что: 1) только часть молекул растворенного аммиака взаимодействует с молекулами воды с образованием ионов аммония и гидроксида, основное же количество молекул связывается с молекулами воды водородными связями; 2) установлено образование гидратов  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  но они не содержат ни ионов  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{OH}^-$ , ни дискретных молекул  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; 3) соединение  $\text{NH}_4\text{OH}$  должно было бы быть соединением ионного типа, содержащим комплексный нон  $\text{NH}_4^+$ , и в разбавленном растворе диссоциировать полностью; 4) образование  $\text{NH}_4\text{OH}$  из  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$  термодинамически не оправдано:  $\text{NH}_3(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{NH}_4\text{OH}(\text{р})$ .

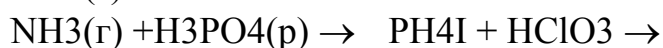
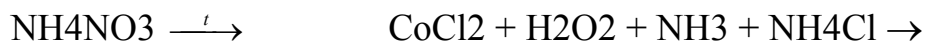
351. Пятна от фруктов можно выводить «нашатырным спиртом», получаемым путем разбавления 25%-ного раствора аммиака водой в объемном отношении 1:5. Вычислить массовую долю аммиака в таком растворе и его молярную концентрацию.

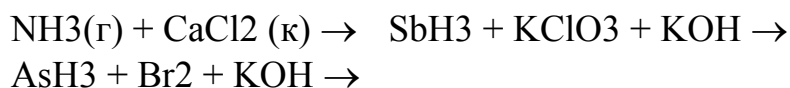
352. Вычислить рН 0,2 М раствора аммиака.
353. Вычислить рН раствора, полученного при растворении 1,12 л аммиака (н.у.) в 1 л воды.
354. Вычислить, как изменится рН раствора, если 1 М раствор аммиака вдвое разбавить водой.
355. Для приготовления раствора с рН 10 используют 0,1 М водный раствор аммиака и твердый хлорид аммония. Сколько граммов последнего потребуется для получения 1 л раствора с указанным рН? Изменением объема раствора при добавлении хлорида пренебречь.
356. Почему при добавлении небольших количеств кислоты или щелочи к раствору, содержащему аммиак и соль аммония (буферный раствор), значение рН практически не изменяется?
357. Какие вещества следует использовать в качестве осушителя газообразного аммиака? Можно ли для этих целей использовать серную кислоту, безводный хлорид кальция, фосфорный ангидрид?
358. Используя величины стандартной энергии Гиббса образования  $\text{NH}_3$  ( $-16,64$  кДж/моль),  $\text{NO}$  ( $124,22$  кДж/моль) и  $\text{H}_2\text{O}$  ( $-228,44$  кДж/моль), оценить, какой из процессов:
- $$4\text{NH}_3(\text{г}) + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г}),$$
- $$4\text{NH}_3(\text{г}) + 5\text{O}_2 = 4\text{NO}(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г}),$$
- предпочтительнее при окислении аммиака? Как обеспечивается преимущественное протекание второго процесса?
359. Почему в отсутствие воды затрудняется взаимодействие аммиака и хлороводорода?
360. Какие вещества могут получиться при пропускании через раствор аммиака следующих газов:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$ ?
361. В каких случаях водный раствор аммиака нельзя использовать для осаждения труднорастворимых гидроксидов металлов?
362. Какие общие особенности молекул  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}$  обуславливают их способность выступать в роли лигандов?
363. Почему в отличие от аммиака фосфин плохо растворяется в воде и не создает в растворе щелочную среду?
364. Привести примеры уравнений реакций диспропорционирования фосфора и его соединений
365. Сравнить химические свойства фосфина, сероводорода и хлороводорода. Какие сходные свойства обнаруживают эти соединения и чем они различаются?
366. По величинам стандартных окислительно-восстановительных потенциалов оценить возможность использования арсина в качестве восстановителя в реакциях с иодатом калия и свободным иодом. Каковы наиболее вероятные продукты этих реакций?

367. Какие продукты образуются при пропускании аммиака и арсина в раствор нитрата серебра? Написать уравнения реакций. Почему получающиеся продукты неоднотипны?
368. Вычислить степень термической диссоциации арсина, если известно, что при его хранении в условиях постоянных температуры и давления объем газа увеличился от 50 до 62 мл. Объемом твердого мышьяка и упругостью его паров можно пренебречь.
369. В чем проявляется сходство в свойствах солей аммония и солей калия и рубидия? Чем это обусловлено?
370. Почему молекулы  $\text{NH}_4$  в отличие от ионов  $\text{NH}_4^+$  крайне неустойчивы?
371. При термическом разложении каких из перечисленных солей, хлората, бромида, карбоната, сульфата, фосфата, нитрита, хромата аммония, можно получить аммиак?
372. На основании термодинамических данных оценить, какой из двух процессов термического разложения нитрата аммония предпочтительнее в стандартных условиях:



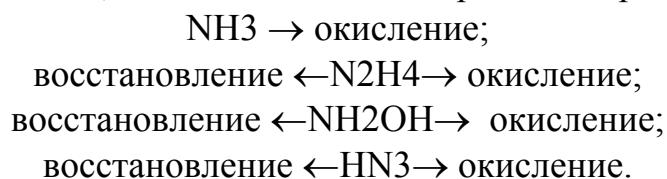
373. Как объяснить, что при хранении в химических лабораториях склянок с  $\text{HCl}$  и  $\text{HNO}_3$  на их горлышках появляется белый налет, а на горлышках склянок с  $\text{HCl}$  такой налет не образуется?
374. Какую среду имеют водные растворы солей  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ? В случае необходимости при составлении ответа использовать справочные данные.
375. Вычислить pH 2,14%-ного раствора хлорида аммония ( $\rho \sim 1 \text{ г/см}^3$ ).
376. Вычислить степень гидролиза нитрата аммония в его 0,1 М растворе.
377. Объяснить раз в устойчивости солей аммония и фосфония ( $\text{NH}_4\text{F}$  устойчив в стандартных условиях;  $\text{PH}_4\text{F}$  разлагается уже при  $0^\circ\text{C}$ ).
378. Как объяснить, что из солей фосфония устойчивы лишь производные сильных кислот:  $\text{PH}_4\text{Br}$ ,  $\text{PH}_4\text{I}$ ,  $\text{PH}_4\text{ClO}_4$ ,  $\text{PH}_4\text{HSO}_4$ . Высказать предположение об устойчивости  $\text{PH}_4\text{NO}_3$  (соль сильной кислоты).
379. Закончить уравнения реакций и указать реакции замещения, присоединения и окисления аммиака:



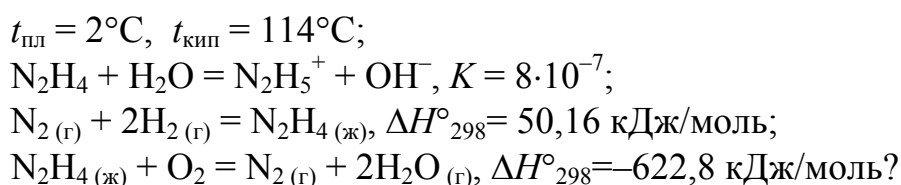


380. Для каких из водородных соединений азота,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{NH}_2\text{OH}$ ,  $\text{NH}_3$ , и почему характерны следующие свойства: присоединение в водном растворе ионов водорода; щелочная среда водных растворов; взаимодействие с кислотами с образованием солей; восстановительная активность в водных растворах; способность входить в роли лигандов в координационные сферы комплексов?

381. Закончить схемы, записать наиболее вероятные продукты:



382. Какие из приведенных характеристик гидразина обуславливают возможность использования его в качестве горючего компонента ракетного топлива:



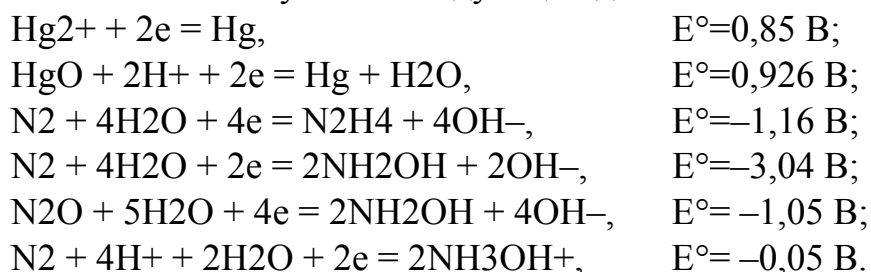
383. Как объяснить, что ионы  $\text{N}_2\text{H}_5^+$  сравнительно устойчивы в водном растворе, а ионы  $\text{N}_2\text{H}_6^{2+}$  немедленно гидролизуются?

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

385. Какой из разбавленных растворов одинаковой молярной концентрации имеет наименьшее значение pH:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_2\text{OH}$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{HN}_3$ ?

386. Вычислить pH 0,1 М растворов  $\text{NH}_2\text{OH}$  и  $\text{N}_2\text{H}_4$ .

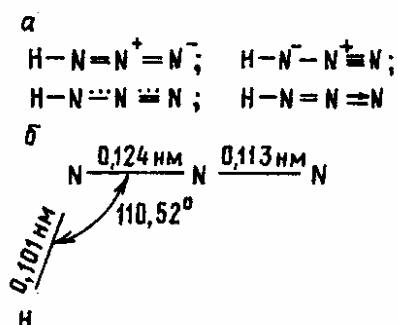
387. Можно ли использовать гидразин и гидроксил амин в качестве восстановителей ртути из растворов ее солей при переработке отходов ртути? Ответ составить с учетом следующих данных:



388. Почему в ноне  $\text{N}_3^-$  обе связи азот–азот имеют одинаковую длину (0,115 нм), а в молекуле  $\text{HN}_3$  – разную (0,113 и 0,124 нм)?



389. Объяснить следующий факт. два разных по природе нона  $\text{N}_3^-$  и  $\text{NCO}^-$  имеют одинаковое строение: оба линейны, симметричны, с одинаковыми межъядерными расстояниями (0,115 нм) N–N в  $\text{N}_3^-$  и N–C, C–O в  $\text{NCO}^-$ .
390. Как согласуются приведенные структурные формулы азотистоводородной кислоты а) с реальной структурой ее молекулы, установленной электронографически б):

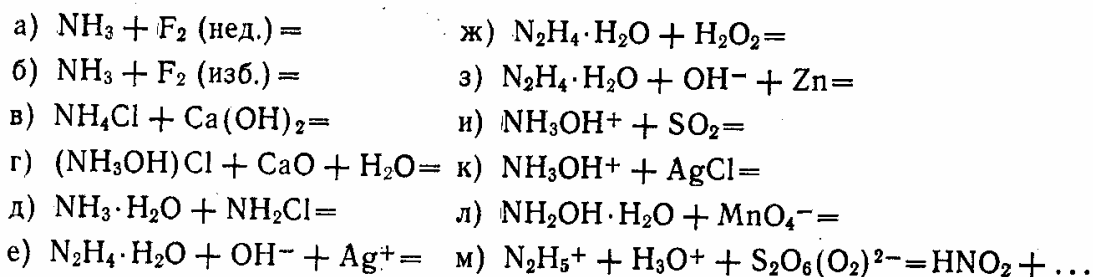


391. Можно ли получить азотистоводородную кислоту при непосредственном взаимодействии азота и водорода? Ответ дать с учетом термодинамических характеристик веществ.
392. Как объяснить, что многие азиды легко взрываются; что они термически более устойчивы, чем азотистоводородная кислота? Расположите в ряд по мере повышения устойчивости вещества  $\text{HN}_3$ ,  $\text{NaN}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ .
393. Стандартная энтальпия образования азотоводородной кислоты составляет 293,8 кДж/моль. Какое количество энергии освобождается при взрыве 10 г  $\text{HN}_3$ ?
394. Закончить уравнения реакций:
- $$\begin{array}{ll} \text{NH}_2\text{OH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow & \text{N}_2\text{H}_4 + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KOH} \rightarrow \\ [\text{NH}_3\text{OH}]\text{Cl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow & \text{N}_2\text{H}_4 + \text{HNO}_2 \rightarrow \\ \text{NH}_2\text{OH} + \text{Ti}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow & \text{N}_2\text{H}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \\ \text{N}_2\text{H}_5\text{HSO}_4 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{KOH} \rightarrow & \text{HN}_3 + \text{Mg} \rightarrow \\ \text{N}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \rightarrow & \text{HN}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \end{array}$$
395. Закончить уравнения реакций:
- $$\begin{array}{ll} \text{NH}_3\text{OH}^+ + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow & \text{NH}_3\text{OH}^+ + \text{Sn}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Sn}^{4+} + \dots \\ \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{ClO}_3^- \rightarrow & \text{HN}_3 + \text{Zn} \rightarrow \end{array}$$
396. Какова геометрическая форма молекулы гидразина? Почему температуры плавления и кипения гидразина значительно выше, чем у дифосфана  $\text{P}_2\text{H}_4$ ? Составьте уравнение автопротолиза жидкого гидразина и назовите продукты реакции.
397. Катион  $\text{N}_2\text{H}_5^+$  в водном растворе является амфолитом, при этом он проявляет слабые кислотные свойства, а основными свойствами поч-

ти не обладает. Какие свойства – кислотные или основные – характерны для иона  $N_2H_6^{2+}$ ? Ответ подтвердите уравнениями реакций, протекающих при растворении в воде солей  $N_2H_5Cl$  и  $N_2H_6Cl_2$ .

398. Изобразите геометрическое строение молекулы гидросиламина. Является ли эта молекула: а) симметричной, б) полярной, в) реакционноспособной? Дайте мотивированный ответ.

399. Составьте уравнения следующих реакций с участием водородных соединений азота:

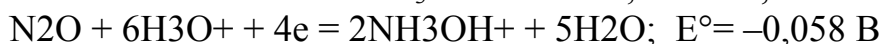


400. Какие свойства водородных соединений азота проявляются в этих реакциях?

401. Гидразин и гидросиламин могут быть восстановлены до аммиака, если использовать водород в момент его выделения. Как провести эти процессы на практике? Составьте уравнения реакций.

402. Смесь гидразина  $N_2H_4$  и его производного – N,N-диметилгидразина  $N(CH_3)_2-NH_2$  используется в качестве ракетного топлива. Составьте уравнение реакции окисления этой смеси в кислороде и укажите, какова химическая функция азотсодержащих веществ в реакции.

403. Исходя из значений стандартных потенциалов следующих полуреакций восстановления:



определите, могут ли образоваться продукты реакции  $N_2$ ,  $N_2O$  и  $HNO_2$  при окислении катионов гидросиламиния. Если да, то укажите, образование какого из этих продуктов наиболее вероятно и почему. Если нет, то приведите причины невозможности образования указанных продуктов.

404. Даны формулы твердых ионных веществ:  $(NH_4^+)(OH^-)$ ,  $(NH_4^+)_2(O^{2-})$ ,  $(NH_4^+)(NH_2^-)$ ,  $(NH_4^+)_2(O_2^{2-})$ . Все вещества с такой структурой должны быть неустойчивыми. Составьте уравнения внутримолекулярной перегруппировки (без изменения числа атомов и степеней

- окисления элементов) с указанием формулы, отражающей устойчивость вещества. Предложите название указанной перегруппировки.
405. Изобразите схемы геометрического строения молекул азидоводорода и азид-иона. Одинаковы или различны длины связей азот–азот в этих частицах? Каким по значению должен быть валентный угол Н–N–N в молекуле азидоводорода?
406. Составьте уравнения следующих реакций с участием азидоводорода и азидов металла:
- |  |  |
|--|--|
| а) $\text{NaN}_{3(\text{т})} + \text{NaNO}_{3(\text{т})} = \text{N}_2 + \dots$ | д) $\text{HN}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^- =$  |
| б) $\text{NaN}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) =$                     | е) $\text{HN}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{MnO}_4^- =$ |
| в) $\text{HN}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} =$                      | ж) $\text{HN}_3 + \text{MnO}_4^- =$                        |
| г) $\text{HN}_3 + \text{H}_2\text{S} =$  | з) $\text{HN}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{I}^- =$     |

Какие свойства азидоводорода и азидов проявляются в этих реакциях?

407. Катионы  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  близки по свойствам (при ведите примеры). Однако, если натрий и калий существуют в свободном состоянии, то свободный аммоний  $\text{NH}_4^\circ$  не получен. Дайте возможные объяснения этому факту.
408. В литературе встречается указание на то, что в амальгаме можно обнаружить нейтральный аммоний  $\text{NH}_4^\circ$ . Возможно ли образование такого соединения в соответствии с теорией строения вещества? Предложите более вероятную формулу нейтрального аммония, учтя его хорошие электропроводящие свойства в амальгаме наравне с самой ртутью. Составьте номенклатурное название нейтрального аммония.
409. При взаимодействии  $\text{NH}_3$  с  $\text{F}_2$ , проходящем под действием ультрафиолетового облучения, образуется ион  $\text{NF}_4^+$ . Укажите, какова роль ультрафиолетового облучения в этом процессе; дайте название нона. Оцените степень окисления и валентность азота в частицах  $\text{NH}_3$  и  $\text{NF}_4^+$ . Можно ли объяснить образование частицы  $\text{NF}_4^+$  из  $\text{NF}_3$  и  $\text{F}^-$  с помощью донорно-акцепторного механизма, подобно объяснению образования иона  $\text{NH}_4^+$  из  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}^+$  ( $\text{NH}_3$  – донор пары электронов,  $\text{H}^+$  – акцептор этой пары)? Приведите аргументированный ответ.
410. Соединение азота с фтором состава  $\text{NF}_3$  – устойчивое вещество, но в жестких условиях, например при действии искрового разряда, оно реагирует с водой:  $\text{NF}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{HF} + \text{HNO}_2$  (азотистая кислота разлагается на  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ ). Аналогичное соединение азота с хлором полностью гидролизуете уже при обычных условиях; реакция протекает в соответствии с уравнением  $\text{NCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 + \text{HClO}$ . Почему продукты в этих реакциях разные как для галогенов,

так и для азота? При ответе учтите различную степень полярности молекул указанных соединений азота.

411. Составьте уравнения следующих реакций:

а) нитрид трихлора + катион оксония = ,

б) нитрид трихлора + гидроксид-ион = ,

в) хлорамин + вода = ,

г) амид бария+катион оксония = .

Какую степень окисления имеет азот в указанных его соединениях?

Ответ поясните.

412. Оценить термодинамическую возможность прямого синтеза оксидов азота из простых веществ в стандартных условиях и при повышенной температуре. Почему из всех эндотермичных оксидов азота только NO может образовываться из простых веществ при достаточно высокой температуре?

413. Чем объяснить устойчивость в стандартных условиях эндотермичных оксидов N<sub>2</sub>O, NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>?

414. Проанализировать, насколько значительна роль в определении трудностей синтеза NO из азота и кислорода (метод «сжигания воздуха») каждого из следующих факторов: необходимость нагрева до высокой (выше 2000 °C) температуры; малый выход NO вследствие низкой константы равновесия реакции синтеза; легкость окисления NO в NO<sub>2</sub> необходимость быстрой «закалки системы» (из-за сдвига равновесия в сторону разложения NO при медленном охлаждении), т.е. необходимость быстрого попеременного нагревания и охлаждения системы; большой расход электроэнергии.

415. Можно ли подобрать катализатор, в присутствии которого происходило бы окисление азота кислородом при температуре ниже 2000 °C?

416. Некоторый объем воздуха был нагрет до температуры 2500 °C, а затем медленно охлажден. Возможно ли, чтобы состав воздуха при этом не изменился?

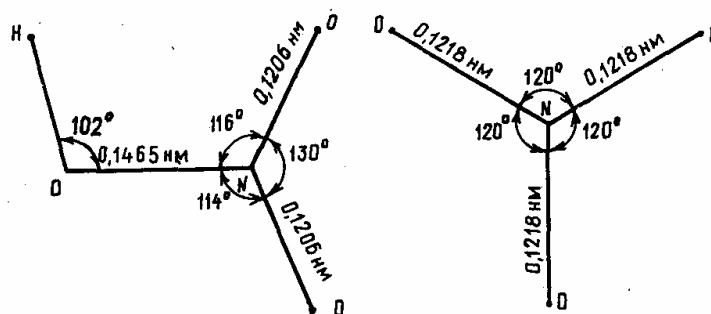
417. Какое влияние на состав продуктов реакции оказывает скорость продувания смеси азота с кислородом через трубку, нагретую до 3000 °C?

418. При 2000 К для реакции N<sub>2</sub> (г) + O<sub>2</sub>(г) = 2NO (г), K<sub>c</sub>=2,3·10<sup>-4</sup>. Вычислить концентрацию получающегося оксида азота, если исходные концентрации азота и кислорода составляли по 1 моль/л.

419. Какие из возможных методов получения NO используются в лабораторных условиях:



420. Используя теории ВС и МО, объяснить высокую прочность молекулы NO ( $E=627$  кДж/моль).
421. Охарактеризовать пространственную форму молекулы диоксида азота. Объяснить причины ее полярности ( $\mu=0,11 \cdot 10^{-29}$  Кл·м) и парамагнетизма.
422. Чем обусловлена способность N<sub>2</sub>O поддерживать горение? Дать термодинамическое обоснование.
423. Сформулировать правило, оценивающее, какие вещества способны гореть в атмосфере N<sub>2</sub>O.
424. Одним из видов топлива для ракетных двигателей может служить смесь диоксида азота и гидразина, способных взаимодействовать согласно уравнению  $N_2O_4 (ж) + 2N_2H_4 (ж) = 3N_2 (г) + 4H_2O (г)$ . Вычислить, используя справочные данные, тепловой эффект сгорания в расчете на 1 кг смеси. Обосновать рациональность ее использования.
425. Вычислить степень термической диссоциации N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> и парциальные давления газов в смеси, образовавшейся после хранения 2,76 г в сосуде объемом 1 л при 27 °С. Воздух из сосуда был предварительно откачен. Равновесное давление в сосуде  $10^5$  Па.
426. Автоионизация жидкого диоксида азота идет в соответствии со схемой  $N_2O_4(ж) = NO^+ + NO_3^-$ . К какому типу следует отнести реакцию в жидком N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> между AgNO<sub>3</sub> и NOCl?
427. При каких условиях процесс растворения диоксида азота в воде может протекать в соответствии с каждой из схем:  
 $NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$ ; 3)  $NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$ ?  
 $NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + NO$ ;
428. Охарактеризовать кислотно-основные свойства всех оксидов азота на примере их отношения к щелочам. Написать уравнения реакций растворения в щелочном растворе диоксида азота.
429. Оксид N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> может реагировать с водой с образованием либо азотистой, либо азотной кислот. Написать уравнения этих реакций и указать, при каких условиях они происходят.
430. Написать уравнения реакций, которые могут протекать при пропускании NO и NO<sub>2</sub> в раствор сульфата железа (II).
431. Объяснить пространственное строение молекулы HNO<sub>3</sub> и иона NO<sub>3</sub><sup>-</sup>



и оценить кратность связи между атомами азота и кислорода, приняв во внимание, что длины одиночной и двойной связей азот–кислород равны соответственно 0,136 и 0,112 нм.

432. Стандартная энергия Гиббса образования жидкой азотной кислоты составляет  $-79,84$  кДж/моль. Почему азот и кислород воздуха в обычных условиях и при повышенной температуре не взаимодействуют с водородом, образуя азотную кислоту?
433. Какие из возможных реакций фиксации атмосферного азота  $N_2 + Li, Ca, CaC_2, H_2, O_2, V(OH)_2$  лежат в основе современных промышленных методов получения азотсодержащих соединений? Закончить схемы этих уравнений.
434. Какие химические процессы составляют основу новых методов фиксации азота при невысоких температурах?
435. Одна из наиболее активных для связывания молекулярного азота систем содержит  $V(OH)_2$ . Рассмотреть возможный химизм фиксации азота с помощью этой системы.
436. Оценить термодинамическую возможность фиксации азота воздуха по пути:
- 1)  $N_2 + 2H_2O = NH_4NO_2$ ; 2)  $2N_2 + O_2 + 4H_2O = 2NH_4NO_3$ .
437. Синтез азотной кислоты из аммиака ведут в три стадии:
- $$NH_3 \xrightarrow{+O_2} NO \xrightarrow{+O_2} NO_2 \xrightarrow{+O_2+H_2O} HNO_3.$$

Почему нельзя провести реакцию в одну стадию  $NH_3 + O_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$  ?

438. Почему при получении азотной кислоты из селитры (лабораторный метод) необходимо использовать концентрированную серную кислоту, твердую селитру, а реакционную смесь нагревать? Почему нельзя путем упаривания увеличить концентрацию 70 %-ного раствора азотной кислоты? Почему при хранении концентрированная азотная кислота быстро желтеет? Написать уравнение реакции.
439. Стандартный окислительно-восстановительный потенциал системы  $2NO_3^- + 4H^+ + 2e = 2H_2O + 2NO_2$  составляет 0,8 В. Увеличится или уменьшится величина потенциала с увеличением концентрации

- азотной кислоты? Как это будет сказываться на окислительной способности азотной кислоты?
440. Какие из соединений азота,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ ,  $\text{NH}_2\text{OH}$ ,  $\text{HN}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ , могут получаться в качестве продуктов восстановления азотной кислоты металлами?
441. Чем обусловлена более сильная, чем у самой азотной кислоты, окисляющая способность царской водки? Написать уравнение реакции взаимодействия концентрированных азотной и соляной кислот.
442. В каких условиях азотная кислота может диссоциировать в соответствии со схемами:
- $$\text{HNO}_3 = \text{NO}_2^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O};$$
- $$\text{HNO}_3 = \text{NO}_3^- + \text{H}^+;$$
- $$\text{HNO}_3 = \text{NO}_3^+ + \text{H}^+?$$
- В каких условиях могут протекать реакции:
- $$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NO}_2^+ + \text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O};$$
- $$\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4 = \text{NO}_2^+ + \text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O};$$
- $$\text{HNO}_3 + \text{HF} = \text{NO}_2^- + \text{HF}_2^- + \text{H}_2\text{O}?$$
443. Ион  $\text{NO}_2^+$  можно представить как продукт ионизации молекулы  $\text{NO}_2$ . Как объяснить его образование при реакции  $\text{HNO}_3 + 2\text{HClO}_4 = \text{NO}_2^+ + 2\text{ClO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ?
444. Какая общая реакция протекает при растворении в воде нитрата, сульфата и перхлората нитроила?
445. Сравнить свойства (устойчивость, силу, окислительно-восстановительную активность, возможность взаимного вытеснения из солей) наиболее широко применяемых кислот:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HCl}$ .
446. Какие азотсодержащие вещества будут находиться в растворе, если в 1 л воды ввести по 1 моль: 1)  $\text{N}_2\text{H}_4$  и  $\text{H}^+$ ; 2)  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}^+$ ; 3)  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{MnO}_4^-$  и  $\text{H}^+$ ?
447. Привести примеры реакций диспропорционирования и внутримолекулярного окисления-восстановления азотистой кислоты или ее солей.
448. В какой среде, кислой или щелочной, окислительная функция солей азотистой кислоты выражена сильнее, если
- $$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + e = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}, E^\circ = 0,99 \text{ В};$$
- $$\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + e = \text{NO} + 2\text{OH}^-, E^\circ = -0,46 \text{ В}?$$
449. Учитывая нижеприведенные окислительно-восстановительные потенциалы, оценить, какую роль будет играть азотистая кислота в реакциях с иодид- и перманганат-ионами:
- $$\text{NO}_3^- + \text{H}^+ + 2e = \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}, E^\circ = 0,94 \text{ В};$$
- $$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + e = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}, E^\circ = 0,99 \text{ В};$$



450. Какую электронную структуру можно приписать иону в соединениях нитрозила? Почему ноны  $\text{NO}^+$  неустойчивы в водном растворе?
451. Какие различия в структуре  $\text{NOClO}_4$  и  $\text{NOCl}$  обуславливают солеподобный характер первого соединения и наличие у второго свойств типичного хлорангидрида?
452. Как можно различить азотную, азотистую и азотистоводородную кислоты?
453. Расположить в ряд по мере предполагаемого повышения термической устойчивости вещества:  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ . Какой принцип может быть использован при этом?
454. Написать уравнения реакций термического разложения солей  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ .
455. Какую среду имеют разбавленные растворы солей  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{KN}_3$ ?
456. Какие из молекул и ионов,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^+$ , могут входить в координационную сферу комплексов? В каких случаях в названии комплексного соединения как составная часть входят термины «нитро-», «нитрито-», «нитрато-», «нитрозо-»?
457. Закончить уравнения реакций:
- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{NO} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \dots$                | 6) $\text{KNO}_3 + \text{C} + \text{S} \rightarrow$  |
| 2) $\text{NO} + \text{CrCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_3 + \dots$  | 7) $\text{NaNO}_3 + \text{MnO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$<br>$\rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots$ |
| 3) $\text{HNO}_3$ (конц) + $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ | 8) $\text{KNO}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  |
| 4) $\text{HNO}_3$ (конц) + $\text{AsH}_3 \rightarrow$                          | 9) $\text{KNO}_2 + \text{Zn} + \text{KOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \dots$                                 |
| 5) $\text{HNO}_3$ (конц) + $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow$                   | 10) $\text{NaNO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$                                     |
458. Существуют ли в стандартных условиях устойчивые молекулы состава  $\text{Э}_2\text{O}_3$  где  $\text{Э} = \text{N}, \text{P}, \text{As}, \text{Sb}, \text{Bi}$ ? Чем отличаются по структуре твердые  $\text{N}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ?
459. Проиллюстрировать на примерах конкретных реакций амфотерный характер оксидов  $\text{Э}_2\text{O}_3$  мышьяка и сурьмы.
460. В литературе встречаются следующие формулы гидроксидов элементов (III):  $\text{Э}(\text{OH})_3$ ,  $\text{H}_3\text{ЭO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{ЭO}_2$ ,  $\text{H}_3[\text{Э}(\text{OH})_6]$ ,  $\text{H}[\text{Э}(\text{OH})_4]$ . Какие из этих форм записи могут быть использованы в применении к гидроксидам каждого из элементов ряда азот–висмут?
461. Чем объяснить, что при взаимодействии фосфорного ангидрида с водой первоначально образуется полимерная  $\text{HPO}_3$ , затем  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$  и только в качестве конечного продукта –  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ?



462. При сгорании 10 г фосфора на воздухе образовалось 22,91 г оксида, который при взаимодействии с водой образовал 31,63 г некоторой кислоты. Установить ее формулу.
463. Учитывая значение характерного для атомов фосфора координационного числа и неустойчивость для фосфора р $\pi$ -связей, рассмотреть структуру фосфорных кислот. Объяснить основность кислот.
464. Соотнести между собой кислоты  $\text{H}_3\text{PO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HPO}_3$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_8$  и оксиды  $\text{P}_4\text{O}_6$ ,  $\text{P}_2\text{O}_4$ ,  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ .
465. Сгруппировать по определенным признакам кислоты фосфора:  $\text{H}_3\text{PO}_2$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_5$ ,  $\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_9$ ,  $\text{H}_4\text{P}_4\text{O}_{12}$ . По каким признакам можно классифицировать кислоты фосфора?
466. Чем обусловлена высокая стабильность нона  $\text{PO}_4^{3-}$ ? Одинаковы ли причины малой устойчивости в водном растворе ионов  $\text{PO}_3^-$  и  $\text{PO}_3^{3-}$ ? Подтвердить стабильность фосфат-ионов, приведя конкретные примеры.
467. На нейтрализацию 7,33 г фосфорноватистой кислоты ушло 4,444 г NaOH. Учитывая эти данные, написать структурную формулу фосфорноватистой кислоты.
468. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, определить возможность восстановления серебра из раствора его соли с помощью фосфористой кислоты.
469. Написать уравнения реакций получения ортофосфорной кислоты из фосфата (технический способ); фосфора; оксида фосфора (V); хлорида фосфора (V).
470. Охарактеризовать свойства (термическую устойчивость, силу, летучесть, окислительную способность) ортофосфорной кислоты.
471. Вычислить pH 1,96 %-ного раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ( $\rho \approx 1 \text{ г/см}^3$ ) принимая во внимание лишь первую стадию ее диссоциации.
472. Вычислить pH раствора, полученного при внесении в 1 л воды 2,2 г  $\text{P}_2\text{O}_3$ , принимая во внимание лишь первую стадию диссоциации образующейся кислоты. Изменением объема при растворении можно пренебречь.
473. Рассмотреть принципы получения удобрений, содержащих калийные соли азотной и ортофосфорной кислот.
474. Объяснить возможные причины изменения состава и свойств гидроксидов р-элементов 5 группы в рядах: 1)  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Sb}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ; 2)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $(\text{HPO}_3)_n$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ .

475. В водном растворе полифосфат-ионы медленно гидролизуются с образованием фосфат-ионов. Какие промежуточные продукты и в какой последовательности могут образовываться в процессе гидролиза?

476. Охарактеризовать условия, необходимые для перевода фосфата металла в полифосфат.

477. Чем различаются структуры тримета-  $(\text{NaPO}_3)_3$ , тетрамета-  $(\text{NaPO}_3)_4$  и полиметафосфата натрия  $(\text{NaPO}_3)_n$ ?

478. Используя значение стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, определить направление реакции и оценить, будет ли она обратима:



479. Какую среду имеют разбавленные водные растворы среднего, гидро- и дигидрофосфата калия? Ответ обосновать, проведя необходимые расчеты.

480. Объяснить, почему присутствие ацетата натрия влияет на характер продуктов взаимодействия в растворе солей алюминия и железа (II) с  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

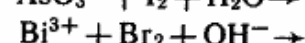
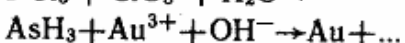
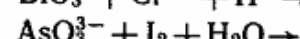
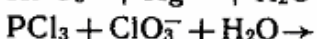
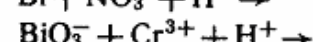
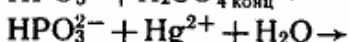
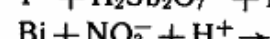
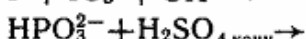
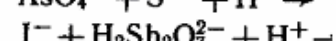
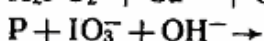
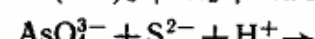
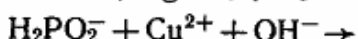
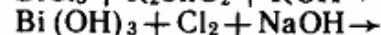
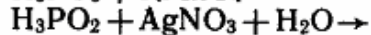
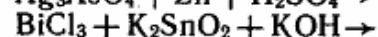
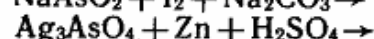
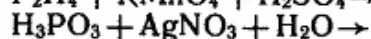
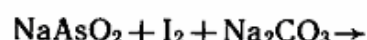
481. К 100 мл раствора с эквивалентной концентрацией 0,001 н по нитратам кальция и магния добавили 10 мл 0,001 н раствора  $\text{K}_3\text{PO}_4$ . Какое вещество выпало в осадок?

482. Охарактеризовать общие условия получения соединений висмута (+5).

Закончить уравнения реакций, иллюстрирующих окислительные свойства соединений висмута (+5):



483. Закончить уравнения реакций:



484. Опишите пространственное строение молекулы диоксодинитрата(+1) водорода  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$ . Используя справочные данные, сравните

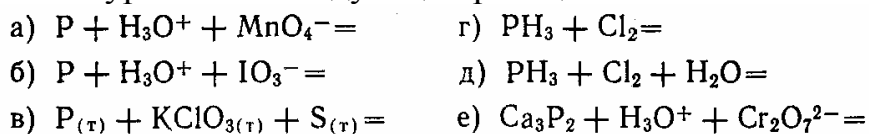
- характеристики связи азот–азот в молекуле этой кислоты и в молекуле диазота  $N_2$ , укажите сходство и различие.
485. Пользуясь справочной и учебной литературой, укажите, какой из оксидов азота а) не образует твердой фазы, б) не существует в газовой фазе в индивидуальном виде (при нормальном давлении), в) можно получить прямым синтезом из  $N_2$  и  $O_2$  и при каких условиях.
486. Опишите пространственное строение молекулы  $N_2O$ . Почему степень окисления (+1) для азота в этом оксиде можно считать условной? Какой смысл (помимо номенклатурных требований) может быть вложен в название монооксид диазота. Известен ли диоксид диазота? Если да, то каково его строение?
487. Предположим, что нам неизвестно действительное строение монооксида диазота  $N_2O$ . Тогда с учетом только  $\sigma$ -связей строение этой молекулы можно представить так:
488.  $N-N-O$  или  $N-O-N$ . Дополните эти формулы  $\pi$ -связями и на основе этого сделайте вывод о невозможности образования молекулы, строение которой предполагает симметричное окружение атома кислорода.
489. В рамках метода валентных связей строение молекулы  $N_2O$  можно передать двумя формулами:  $:N\equiv N-O$  и  $:N=N=O$ . Проанализируйте эти формулы. Сравните длину связей в  $N_2O$  ( $N-N$  113,  $N-O$  118 пм) с длинами связей (в пм) в эталонах:
- |       |             |             |       |             |             |
|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|
| $N=N$ | $N\equiv N$ | $N\cdots N$ | $N-O$ | $N\cdots O$ | $N\equiv O$ |
| 125   | 110         | 115         | 140   | 120         | 115         |
- (три точки изображены многоцентровые  $\pi$ -составляющие химической связи). На основе этого сделайте вывод о наличии в молекуле двухцентровых связей  $N=N$  и  $N-O$ , а также трехцентровой  $\pi$ -связи  $N\cdots N\cdots O$ .
490. В некоторых учебниках оксиды  $N_2O$  и  $NO$  называют «безразличными» оксидами. Укажите, какой смысл вкладывают в этот термин, приведите уравнения реакций для доказательства их реакционной способности.
491. Составьте энергетические диаграммы образования связи по методу молекулярных орбиталей для частиц  $NO^+$ ,  $NO^\circ$  и  $NO^-$ . Укажите характер изменения порядка, энергии и длины связи в ряду этих частиц. Имеется ли изоэлектронность между ними и частицами  $N_2$ ,  $O_2$  и  $O_2^+$ ? Каковы магнитные свойства всех указанных частиц?
492. Правильно ли называть частицу  $NO$  молекулой? Дайте обоснованный ответ. Почему частица  $NO$  обладает высокой энергией иониза-

- ции и малым сродством к электрону? Вывод проиллюстрируйте справочными данными.
493. Почему нейтральную частицу NO<sub>2</sub> правильнее называть не молекулой, а радикалом? Сравните геометрическую форму частиц NO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub><sup>+</sup>.
494. Рассмотрите электронное строение частиц NO и NO<sub>2</sub>. Объясните, почему NO<sub>2</sub> заметно димеризуется уже при комнатной температуре, тогда как NO – только при –160°C и ниже.
495. Приведите доводы, согласно которым димеризация монооксида азота протекает сравнительно слабо. Почему образование димера лучше протекает в твердом и жидком состоянии системы?
496. Объясните, почему оксид NO<sub>2</sub> обесцвечивается при охлаждении. Можно ли добиться обесцвечивания диоксида азота нагреванием?
497. Известно, что вещество N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в твердом состоянии имеет ионное строение, а в жидком и газообразном состояниях – молекулярное. Предложите ионную формулу для твердого оксида. На какие более простые частицы распадается N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при нагревании? Какая из химических связей при этом разрывается?
498. Какие оксиды азота могут быть получены при взаимодействии твердого нитрита калия с концентрированной серной кислотой? Укажите необходимые условия проведения реакций.
499. Составьте уравнения следующих реакций с участием оксидов азота:
- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| $N_2O + C =$                | $NO_2 + H_2O \text{ (гор)} =$      |
| $N_2O + H_3O^+ + MnO_4^- =$ | $NO_2 + H_2O \text{ (хол)} =$      |
| $NO + H_3O^+ + MnO_4^- =$   | $NO_2 + MnO_4^- =$                 |
| $NO + H_2O + HClO =$        | $N_2O_4 + H_2O \text{ (недост)} =$ |
| $N_2O_3 + H_2O =$           | $N_2O_4 + H_2O \text{ (избыт)} =$  |
- Какие химические свойства оксидов азота проявляются в этих реакциях?
500. Для вещества состава HNO<sub>2</sub> известны две таутомерные формы: HO–NO (азотистая кислота) и H–NO<sub>2</sub> (название?). Изобразите их пространственное строение. Какая из таутомерных форм является более симметричной? Почему одна из форм не проявляет кислотных свойств в водном растворе?
501. По методу валентных связей предскажите тип гибридизации атомных орбиталей азота и геометрическую форму иона NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. Объясните, чем обусловлена его высокая реакционная способность (по сравнению с ионо NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Укажите различия в способах ковалентного присоединения NO<sub>2</sub><sup>-</sup> при образовании нитро- и нитритосоединений. Какие химические функции присущи иону NO<sub>2</sub><sup>-</sup>?

502. Чем обусловлена малая реакционная способность нитрат-иона в водном растворе? Какие условия надо создать, чтобы азот (+5) мог проявлять окислительные свойства?
503. Какие частицы присутствуют в жидкой азотной кислоте? Составьте уравнения реакций. Назовите все частицы. Какая из них является нитрующим началом азотной кислоты?
504. Известны значения энергии Гиббса реакций:
- а)  $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{FeSO}_4 = \text{KNO}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}; \quad \Delta G^\circ = +18 \text{ кДж}$   
 $\text{HNO}_3 (\text{разб.}) + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{FeSO}_4 = \text{HNO}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}; \quad \Delta G^\circ = -34 \text{ кДж}$
- б)  $8\text{HNO}_3 (\text{разб.}) + 3\text{Cu} = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}; \quad \Delta G^\circ = -357 \text{ кДж}$   
 $2\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{разб.}) + \text{Cu} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}; \quad \Delta G^\circ = +35 \text{ кДж}$
505. Какие выводы можно сделать о сравнительной реакционной способности  $\text{KNO}_3$  и  $\text{HNO}_3$  (разб.),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (разб.) и  $\text{HNO}_3$  (разб.)? Какие из этих реакций протекают при комнатной температуре?
506. Составьте уравнения термического разложения азотной кислоты и нитратов калия, свинца(+2) и серебра(+1). Рассмотрите возможные пути протекания реакций; из всех продуктов выберите наиболее вероятные. В ответах приведите справочные данные.
507. При контакте серы и древесного угля с расплавленным нитратом калия происходит их загорание. В чем горят сера и уголь?
508. Опишите процессы, протекающие при смешивании хлороводородной и концентрированной азотной кислот. Для чего применяется эта смесь? Приведите ее тривиальное название. Какие частицы в этой смеси являются «действующим началом»? Дайте мотивированный ответ.
509. Смесь концентрированных азидоводородной и хлороводородной кислот переводит в раствор золото и платину подобно царской водке. Составьте уравнения соответствующих реакций, укажите окислители и восстановители.
510. Пользуясь литературой, приведите примеры природных неорганических соединений фосфора. Сделайте вывод о наиболее устойчивой степени окисления фосфора. Какими свойствами должны обладать соединения фосфора с другими степенями окисления?
511. Приведите уравнение реакции получения белого фосфора в промышленности и определите химическую функцию каждого исходного вещества в этом процессе. Укажите, как хранят белый фосфор и чем обусловлена необходимость особых условий хранения этого вещества.
512. Опишите строение белого и красного фосфора. Почему белый фосфор обладает более высокой химической активностью? Объясните,

почему белый фосфор хорошо растворяется в сероуглероде и плохо – в воде, а красный фосфор нерастворим в обоих растворителях.

513. Составьте уравнения следующих реакций:

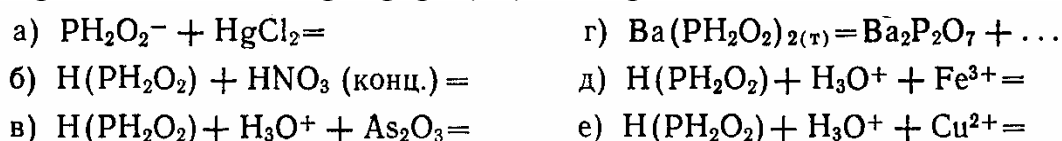


514. Какие химические свойства фосфора, фосфина и фосфидов проявляются в этих реакциях?

515. Значения электроотрицательности фосфора и водорода близки между собой. Какие химические доводы позволяют приписать фосфору в фосфине  $PH_3$  степень окисления  $(-3)$ ?

516. Спектральными методами доказано, что фосфорноватистая кислота  $H_3PO_2$  – кислородсодержащая кислота фосфора  $(+1)$  существует в водном растворе в двух таутомерных формах:  $H_2(PHO_2)$  – фосфонистая кислота и  $H(PH_2O_2)$  – фосфиновая кислота (вторая форма доминирует). Изобразите их пространственное строение и укажите, почему предпочтительной является вторая форма.

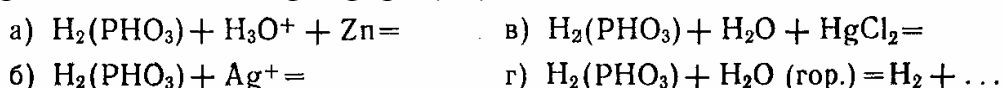
517. Составьте уравнения следующих реакций с участием кислородсодержащей кислоты фосфора  $(+1)$  и ее производных:



518. Какие химические свойства соединений фосфора  $(+1)$  проявляются в этих реакциях?

519. Установлено, что в водном растворе существуют две таутомерные формы фосфористой кислоты  $H_3PO_3$  – кислородсодержащей кислоты фосфора  $(+3)$ :  $H_2(PHO_3)$  – фосфоновая кислота и  $P(OH)_3$  — гидроксид фосфора  $(+3)$  (вторая форма содержится в следовых количествах). Изобразите пространственное строение данных молекул и укажите причины, по которым предпочтительной является первая форма.

520. Составьте уравнения следующих реакций с участием кислородсодержащей кислоты фосфора  $(+3)$ :



521. Какие химические свойства соединений фосфора  $(+3)$  характеризуют эти реакции?

522. Приведите уравнения реакций, протекающих при контакте: а) декаоксида тетрафосфора с водой, б) гексаоксида тетрафосфора с кон-

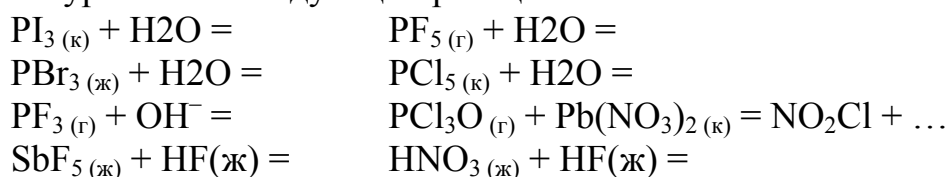
центрированной серной кислотой. Укажите условия проведения этих реакций.

523. Геометрическое строение иона  $P_2O_7^{4-}$  – два тетраэдра с общей вершиной. Подтвердите такое строение определением типа гибридизации атомных орбиталей фосфора. По методу валентных связей предскажите также геометрическую форму фосфинат-иона  $PH_2O_2^-$ , фосфонат-иона  $PHO_3^-$  и ортофосфат-иона  $PO_4^{3-}$ . Приведите все возможные доводы, характеризующие наибольшую устойчивость и инертность иона  $PO_4^{3-}$ .

524. Известно что соединение  $P_xCl_yF_z$  с атомным отношением  $x:y:z=1:4:1$  существует в двух формах: фторидтетрахлорид фосфора и фторид тетрачлорфосфония. Укажите свойства, различные для обеих форм. Почему вместо второй формы не образуется хлорид фтортрихлорфосфония?

525. Укажите, одинаковые или разные по свойствам вещества изображены следующими наборами формул: 1)  $PCl_5$ ,  $[PCl_4]^+[PCl_6]^-$ ; 2)  $PCl_2F_3$ ,  $[PCl_4]^+[PF_6]^-$ ; 3)  $PCl_4F$ ,  $[PCl_4]^+(F)^-$ ,  $[PCl_4]^+[PCl_4F_2]^-$ . Руководствуясь литературой, приведите примеры свойств, подтверждающих приведенные структуры. Можно ли для ответа использовать такое свойство, как способность к гидролизу этих соединений?

526. Составьте уравнения следующих реакций:



Являются ли эти реакции окислительно-восстановительными? Дайте мотивированный ответ.

527. В газовой фазе существуют молекулы PN. По методу молекулярных орбиталей опишите электронное строение этой молекулы, определите порядок связи в ней и укажите, каким другим азотсодержащим или фосфорсодержащим частицам она изоэлектронна. Является ли молекула PN полярной?

528. Минерал апатит имеет химическую формулу 1)  $Ca_5(PO_4)_3(Cl, OH, F)$  {Sr}. Для характеристики состава того же минерала нередко используют следующие записи формулы: 2)  $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(Cl, OH, F)_2$  {Sr}, 3)  $18CaO \cdot 2Ca(Cl_2, O, F_2) \cdot 3P_4O_{10} \cdot 2H_2O$  {Sr}. Приведите возможно большее число доводов в пользу формулы (1) и укажите все недостатки записей (2) и (3). Какой узел кристаллической решетки занимает примесный стронций? Можно ли говорить, что в состав апатита входят: а) ортофосфат кальция, б) гидроксид кальция, в) ортофосфат стронция, г) фторид стронция? Дайте мотивированные ответы.

529. Пользуясь литературой, приведите названия и формулы мышьяксо-державших минералов. Напишите уравнения реакций, протекающих при обжиге минералов реальгара и аурипигмента. Почему цинк, свинец, висмут и другие металлы, получаемые из сульфидных руд, всегда содержат мышьяк?

530. Химические свойства фосфора во многом близки к свойствам мышьяка, но резко отличаются от химических свойств азота. В чем заключается главная причина сходства и различия химии элементов N, P и As?

531. Составьте уравнения следующих реакций с участием мышьяка и сурьмы:

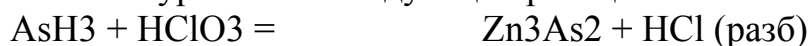


На основании этих реакций укажите, какой из элементов в свободном виде – As или Sb – проявляет более сильные восстановительные свойства.

532. При нагревании без доступа воздуха минерала арсенопирита  $\text{FeAsS}$  образуются сульфид железа (+2) и мышьяк. При ведите возможное объяснение того факта, что в свободном со стоянии выделяется именно мышьяк, а не сера (с образованием второго продукта  $\text{Fe}_3\text{As}_2$ ) или железо (с образованием второго продукта  $\text{As}_2\text{S}_3$ ).

533. Укажите, о каких свойствах у соединений сурьмы(+3) свидетельствует существование следующих рядов веществ: 1)  $\text{Sb}(\text{NO}_3)_3$  и  $\text{SbBr}_3$ ; 2)  $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{K}[\text{Sb}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$ . Какими свойствами обладают  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  и  $\text{SbO}(\text{OH})$ ? Дайте мотивированный ответ.

534. Составьте уравнения следующих реакций:

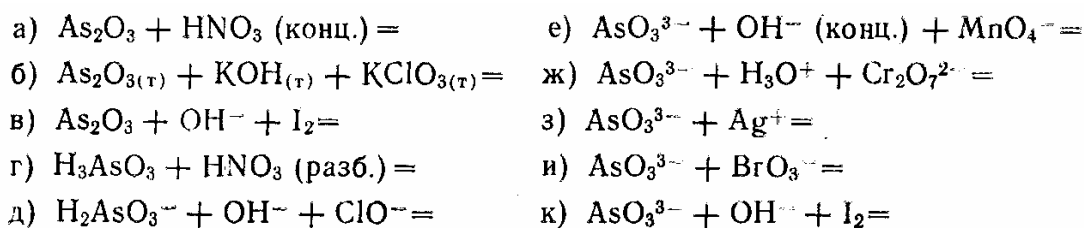


Какие из этих реакций являются окислительно-восстановительными? Ответы поясните и в случае необходимости приведите справочные данные.

535. Окислительные свойства соединений мышьяка (+3) –  $\text{As}_2\text{O}_3$  и  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  проявляются только в присутствии сильного восстановителя – атомарного водорода (в момент выделения). Как на практике осуществить эти реакции?

536. Составьте уравнения следующих реакций:

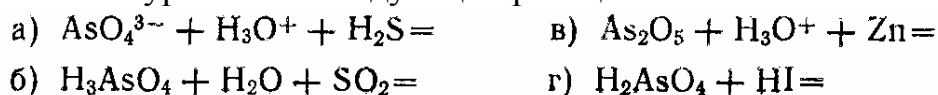




Какие химические свойства соединений мышьяка (+3) проявляются в этих реакциях?

537. Как в лаборатории синтезируются  $\text{As}_2\text{S}_3$  и  $\text{As}_2\text{S}_5$ ? Подвергаются ли эти сульфиды действию: а) холодной и горячей воды, б) концентрированной и разбавленной азотной кислоты? Ответ проиллюстрируйте уравнениями реакций.

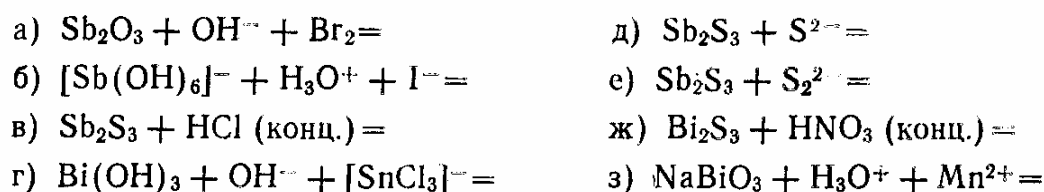
538. Составьте уравнения следующих реакций:



Какие химические свойства соединений мышьяка (+5) отражают эти реакции?

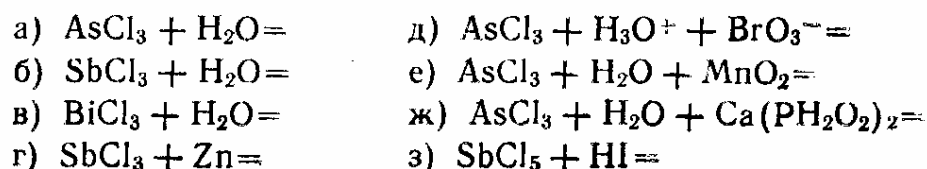
539. Количественное определение сурьмы в водном растворе основано на реакции:  $[\text{SbCl}_4]^- + \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{IO}_3^- = \dots$  Составьте уравнение этой реакции, объясните, в чем состоит удобство ее использования в аналитической практике.

540. Охарактеризуйте некоторые свойства соединений сурьмы и висмута, основываясь на протекании следующих реакций:



541. Пользуясь справочной и учебной литературой, приведите все возможные доводы, опровергающие существование в кристаллах и в растворе ионов  $\text{SbO}^+$  и  $\text{BiO}^+$ .

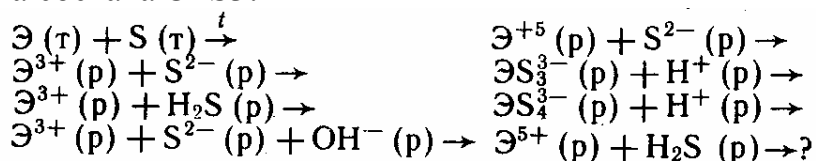
542. Охарактеризуйте тип химической связи в хлоридах мышьяка, сурьмы и висмута и обсудите некоторые свойства этих соединений, которые проявляются в следующих химических реакциях:



Составьте уравнения реакций, предварительно выписав из справочника данные об агрегатном состоянии этих хлоридов при комнатных условиях.

543. Висмут с кислородом образует оксиды состава  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  и  $\text{Bi}_2\text{O}_5$ , а также  $\text{BiO}_2$ . Исследование Показало, что  $\text{BiO}_2$  – двойной оксид висмута(+5) и висмута(+3). Приведите формулу этого соединения. Какие свойства будут характерны для него? Составьте уравнения реакции его получения из  $\text{Bi}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (происходит потеря кислорода уже при слабом нагревании). Объясните, почему при внесении оксидов, содержащих висмут (+5) в подкисленный раствор соли марганца(+2), происходит изменение окраски раствора. Ответ проиллюстрируйте уравнениями реакций.
544. Какие из галогенидов,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{AsF}_5$ ,  $\text{SbBr}_3$ ,  $\text{BiI}_3$ , относятся к галогенангидридам и какие – к солям?
545. Какую пространственную конфигурацию имеют молекула  $\text{AsCl}_3$  и ионы  $\text{AsCl}_4^-$  и  $\text{SbCl}_6^{3-}$ ?
546. Сформулировать и объяснить закономерность в изменении температур плавления ( $^\circ\text{C}$ ) фторидов типа  $\text{ЭF}_3$  в ряду фторидов азота–висмута:  $-206,5$  ( $\text{NF}_3$ );  $-151$  ( $\text{PF}_3$ );  $-5,95$  ( $\text{AsF}_3$ );  $292$  ( $\text{SbF}_3$ );  $730$  ( $\text{BiF}_3$ ).
547. Среди галогенидов азота по устойчивости и химической индифферентности выделяется  $\text{NF}_3$  ( $\text{NCl}_3$  взрывается при температуре  $\sim 90^\circ\text{C}$ ,  $\text{NI}_3$  – при комнатной температуре). Чем объяснить различие в устойчивости галогенидов азота?
548. Объяснить различие в продуктах гидролиза хлоридов азота, фосфора, висмута:  $\text{NCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HClO}$ ;  $\text{PCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{HCl}$ ;  $\text{BiCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BiOCl} + \text{HCl}$ .
549. Какой из приведенных процессов гидролиза обратим:
- $$\text{PCl}_3 (\text{ж}) + 3\text{H}_2\text{O} (\text{ж}) = \text{H}_3\text{PO}_3 (\text{р}) + 3\text{HCl} (\text{р}) \quad \Delta G_{298}^\circ = -228,23 \text{ кДж/моль};$$
- $$\text{AsCl}_3 (\text{ж}) + 3\text{H}_2\text{O} (\text{ж}) = \text{H}_3\text{AsO}_3 (\text{р}) + 3\text{HCl} (\text{р}) \quad \Delta G_{298}^\circ = -27,59 \text{ кДж/моль};$$
- $$\text{SbCl}_3 (\text{т}) + \text{H}_2\text{O} (\text{ж}) = \text{SbOCl} (\text{т}) + 2\text{HCl} (\text{р}) \quad \Delta G_{298}^\circ = -36,78 \text{ кДж/моль?}$$
550. Какие продукты образуются при сливании растворов хлорида сурьмы (III) и карбоната натрия; хлорида сурьмы (V) и сульфида аммония?
551. Почему термодинамически невозможная в стандартных условиях реакция взаимодействия азота и фтора ( $\Delta G_{298}^\circ = 87,78$  кДж/моль,  $K_p \approx 10^{-14}$ ) может протекать при электрическом разряде?

552. Галогениды сурьмы образуют устойчивые комплексы типов:  $\text{Me}_2[\text{Sb}\Gamma_5]$ ,  $\text{Me}[\text{Sb}\Gamma_4]$ ,  $\text{Me}[\text{Sb}\Gamma_6]$ . Характерно ли образование аналогичных комплексов для азота и фосфора?
553. Пентахлориды азота, мышьяка и висмута нестабильны, пентахлориды фосфора и сурьмы сравнительно устойчивы. Сформулировать как можно больше вопросов к приведенной информации. Предложить возможные ответы на эти вопросы.
554. Пентахлорид фосфора диссоциирует согласно уравнению  $\text{PCl}_5 (\text{г}) = \text{PCl}_3 (\text{г}) + \text{Cl}_2 (\text{г})$ ,  $\Delta H^\circ_{298} = 90,29$  кДж/моль. В каких условиях, при комнатной температуре или на холоде, в закрытом или открытом сосудах, следует хранить пентахлорид?
555. Чем объяснить неустойчивость мономерного фосфонитрилхлорида? Рассмотреть особенности строения тримера, тетрамера и полимера фосфонитрилхлорида.
556. Склонность фосфора образовывать полимерные вещества связана с его способностью образовывать цепи P–P, P–O–P, P–N–P. Одинаковы ли причины, обуславливающие устойчивость этих цепей? Проиллюстрировать разнообразие полимерных веществ в химии фосфора.
557. Какие из реакций, схемы уравнений которых приведены ниже, могут использоваться для получения сульфидов мышьяка, сурьмы и висмута состава  $\text{Э}_2\text{S}_3$ :

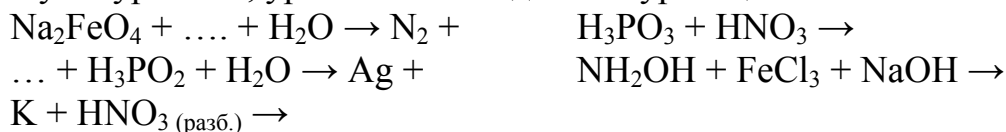


558. Сульфиды мышьяка, сурьмы и висмута (III) практически нерастворимы в воде (величины ПР соответственно равны  $9,5 \cdot 10^{-16}$ ;  $2,9 \cdot 10^{-59}$  и  $1,1 \cdot 10^{-27}$ ). В чем можно растворить эти сульфиды? Рассмотреть особенности реакций, лежащих в основе процессов их растворения.
559. Для отделения полония от висмута, находящихся в смоляной урановой руде, ее обрабатывают соляной кислотой и пропускают сероводород. Какое свойство сульфидов полония и висмута обеспечивает возможность их разделения?
560. Как можно объяснить, что получены тиосоединения фосфора, мышьяка и сурьмы (такие, например, как тиоарсенаты и тиоарсениды), но неизвестны соединения аналогичного состава азота и висмута?
561. Закончить уравнения реакций:

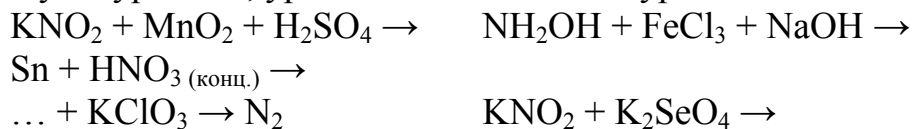


562. Учитывая нестабильность в обычных условиях ионов  $N^{3-}$ , охарактеризовать возможность образования ионных бинарных соединений азота с металлами. Каким из приведенных нитридов приписывается ионная структура:  $Li_3N$ ,  $Ca_3N_2$ ,  $BN$ ,  $Cl_3N$ ?
563. Какие нитриды отличаются термической и коррозионной устойчивостью? Чем обусловлены эти свойства нитридов?
564. Классифицировать нитриды  $Mg_3N_2$ ,  $Ba_3N_2$ ,  $Cl_3N$ ,  $VN$ ,  $W_2N$ ,  $BN$ ,  $Li_3N$ ,  $AlN$ ,  $H_3N$  по типам. Какой принцип может быть положен в основу классификации?
565. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнивайте методом полуреакций:
- $$NH_4NO_3 \rightarrow \quad NH_4NO_2 \rightarrow$$
- $$CoCl_2 + H_2O_2 + NH_3 + NH_4Cl \rightarrow \quad NH_3(p) + CaOCl_2 \rightarrow$$
- $$NH_2OH + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$$
566. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнивайте методом полуреакций:
- $$N_2H_4 + K_3[Fe(CN)_6] + KOH \rightarrow \quad N_2H_4 + HNO_2 \rightarrow$$
- $$NH_2OH + Ti_2(SO_4)_2 + H_2O \rightarrow$$
- $$N_2H_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$$
567. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнивайте методом полуреакций:
- $$N_2H_4 \cdot H_2SO_4 + K_2S_2O_8 + KOH \rightarrow N_2H_4 \cdot$$
- $$HCl + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow \quad HN_3 + Mg \rightarrow$$
- $$HN_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow \quad N_2O_4(ж) + N_2H_4(ж)$$
568. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнивайте методом полуреакций:
- $$NO + KMnO_4 \rightarrow \quad KNO_3 + C + S \rightarrow$$
- $$NO + CrCl_2 + HCl \rightarrow \quad NaNO_3 + MnO_2 + KOH \rightarrow$$
- $$HNO_3(конц.) + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$$
569. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнивайте методом полуреакций:
- $$KNO_2 + KI + H_2SO_4 \rightarrow \quad Cu_2S + HNO_3(конц.) \rightarrow$$
- $$KNO_2 + Zn + KOH \rightarrow \quad NaNO_2 + PbO_2 + H_2SO_4 \rightarrow$$
- $$H_2S + HNO_3 \rightarrow$$
570. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнивайте методом полуреакций:
- $$CuS + HNO_3(конц.) \rightarrow \quad H_2S + Cl_2 + H_2SO_4 \rightarrow$$
- $$NaNO_3 + \dots + NaOH \rightarrow NH_3 +$$
- $$CrCl_3(кр.) + NaNO_3 + NaOH(сплавл.) \rightarrow$$
- $$\dots + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow N_2$$

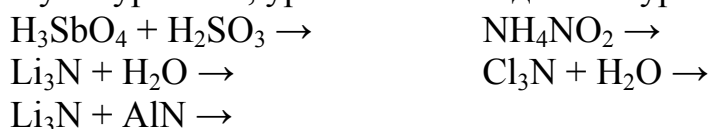
571. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



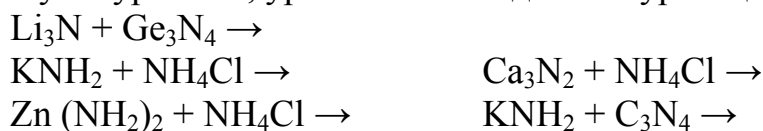
572. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



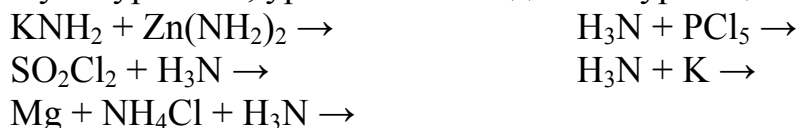
573. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



574. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



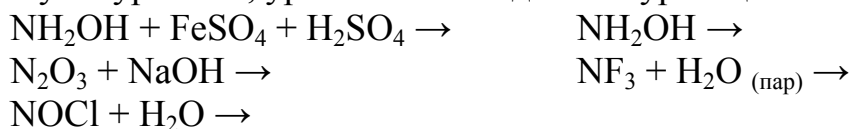
575. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



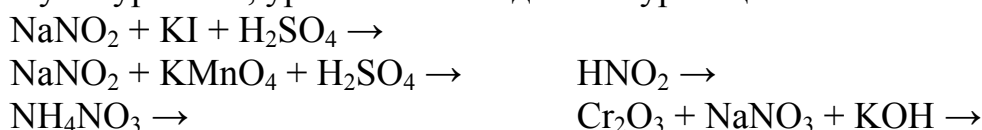
576. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



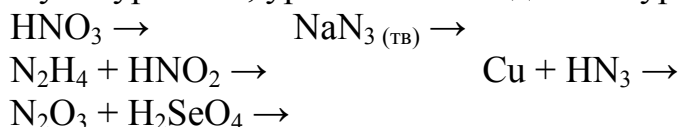
577. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



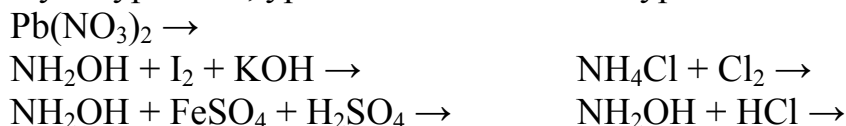
578. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



579. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



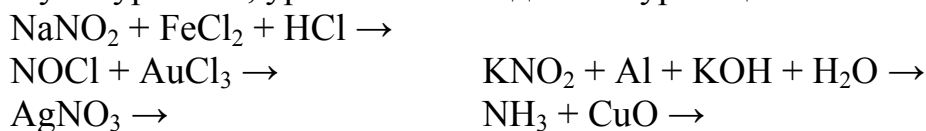
580. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



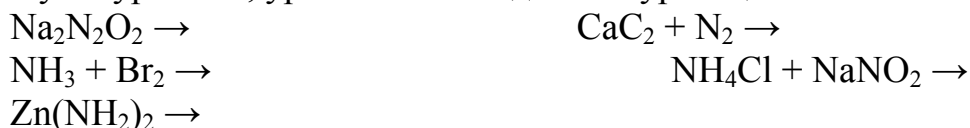
581. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



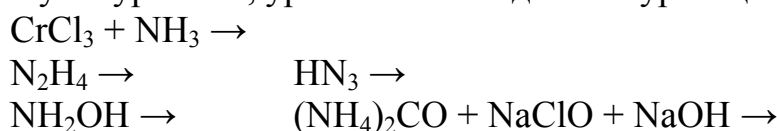
582. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



583. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



584. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



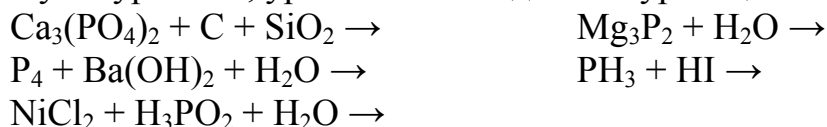
585. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



586. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



587. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



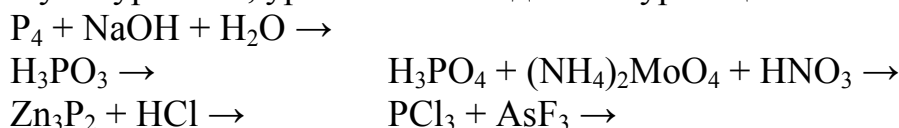
588. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



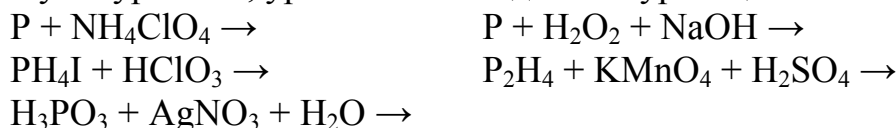
589. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



590. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



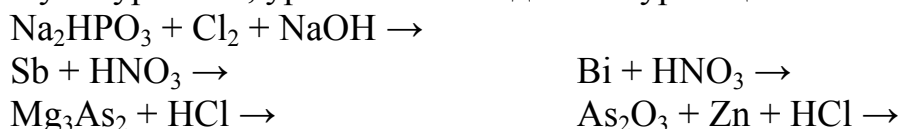
591. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



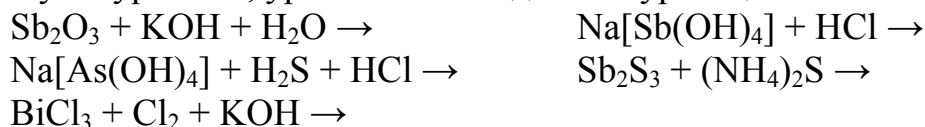
592. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



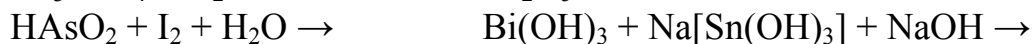
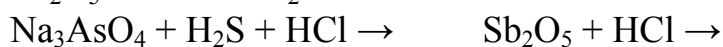
593. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



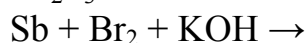
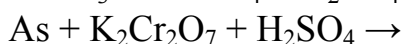
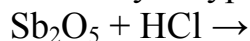
594. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



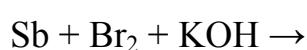
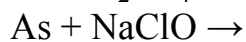
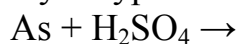
595. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



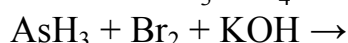
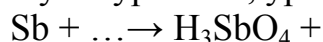
596. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



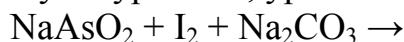
597. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



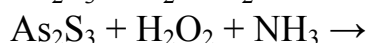
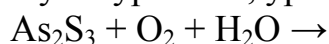
598. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



599. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



600. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



601. Смешивают 51,04 г тетрагидрата нитрата кальция и 51,04 г сульфата аммония. Смесь нагревают, водяной пар конденсируют в ловушке, другой газ собирают, сухой остаток взвешивают. Определите объем (мл) воды, объем (л, н. у.) газа и массу (г) остатка.

602. Присутствие благородных газов в воздухе было постулировано (а затем открыто) У.Рамзаем в 1894 г. при сравнении плотности атмосферного азота (т. е. воздуха, из которого удален кислород), равной 1,257 г/л, с плотностью химически чистого азота (полученного термическим разложением нитрита аммония). Плотность какого азота должна быть больше? Рассчитайте плотность чистого азота и пока-

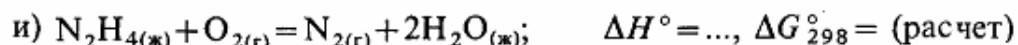


- жите, что не случайно открытие благородных газов называют «торжеством третьего знака после запятой».
603. В вакуумированную стальную ампулу вместимостью 15,26 см<sup>3</sup> помещено 0,2344 г нитрита аммония и проведено полное термическое разложение этой соли. Определите давление (Па) в ампуле, охлажденной до  $-60^{\circ}\text{C}$ .
604. Реакция между литием и азотом термодинамически выгодна в закрытой системе при 298 К (докажите расчетом). Однако на практике она идет, если только газообразный азот будет влажным. Укажите, как вода проявляет здесь иницирующее действие.
605. Смешаны при  $25^{\circ}\text{C}$  равные объемы 0,1 М раствора NaOH и 0,05 М раствора  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ . Найдите молярную концентрацию (моль/л) всех частиц (кроме  $\text{H}_2\text{O}$ ), а также pH конечного раствора.
606. Готовят разбавленный раствор ацетата аммония в воде. Составьте уравнения электролитической диссоциации соли, обратимого протолита ионов и суммарной обратимой реакции. Для последней рассчитайте константу равновесия при  $25^{\circ}\text{C}$ . Какой тип среды будет в растворе этой соли?
607. Барботируют 0,1 моль аммиака в 1,5 л 0,1 М раствора серной кислоты при  $25^{\circ}\text{C}$ . Определите значения молярной концентрации (моль/л) всех частиц (кроме воды) в конечном растворе.
608. 12.92. Проводят термическое разложение твердого хлорида аммония в закрытой системе. Докажите, что для протекания этой реакции требуется внешнее воздействие. Рассчитайте температуру (К) равновесия реакции, а также молярные концентрации (моль/л) продуктов при этой температуре.
609. 12.93. Для синтеза аммиака в промышленности используют два газа, исходные концентрации которых были по 4 моль/л. Рассчитайте константу равновесия реакции ( $T=\text{const}$ ), если равновесная концентрация аммиака составляет 2 моль/л. Какие условия способствуют увеличению выхода продукта в этом процессе? Почему на практике процесс ведут при  $T>650\text{ K}$ ?
610. Составьте уравнения термического разложения следующих солей аммония: карбонат, хлорид, сульфат, дихромат, гидросульфид.
611. Укажите, какие из характеристик жидкого гидразина делают его подходящим для использования в качестве ракетного топлива:
- $t_{\text{пл}} = 1,5^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{кип}} = 113,5^{\circ}\text{C}$ ;
  - бесцветная жидкость,  $\rho = 1,01\text{ г/см}^3$  ( $20^{\circ}\text{C}$ );
  - протонный растворитель,  $\epsilon = 53$  ( $20^{\circ}\text{C}$ );
  - неограниченная растворимость в воде;

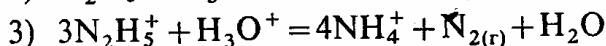
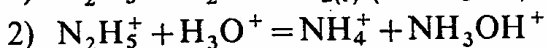
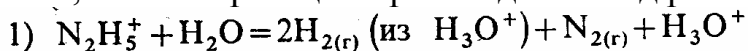
д) основание в водном растворе,  $K=1,7 \cdot 10^{-6}$ , ( $25^\circ \text{C}$ );

е) хорошая растворимость в этаноле;

ж) необратимо реагирует с катионами оксония;

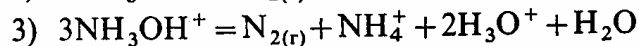
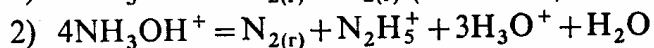
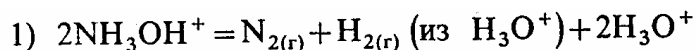


612. Установите, какая из реакций преобладает в водном растворе при  $25^\circ \text{C}$ :



613. Приготовлены 0,01 М растворы  $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$  и  $(\text{NH}_3\text{OH})\text{Cl}$  в воде при  $25^\circ \text{C}$ . Не прибегая к вычислениям, укажите, в каком из растворов значение pH будет меньше, ответ подтвердите расчетом.

614. Определите, какая из реакций преимущественно протекает при  $25^\circ \text{C}$ :



615. Гидроксиламин в концентрированном щелочном растворе под действием катализатора (Pt) разлагается на три газа. Один из них относительно инертен, другой содержит азот в низшей степени окисления, а третий – азот с условной степенью окисления (+1). Составьте уравнение реакции, укажите ее тип и определите общий объем (л, н.у.) образующихся газов при разложении 8,26 г исходного вещества.

616. Рассчитайте значения  $\varphi^\circ$  полуреакций: а)  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_4^+$ ; б)  $\text{NO} \rightarrow \text{NH}_4^+$  по следующим переходам:  $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{N}_2\text{H}_5^+ \rightarrow \text{NH}_3\text{OH}^+ \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}$ .

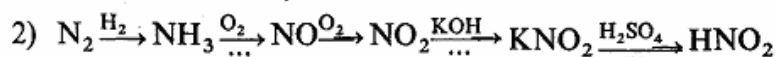
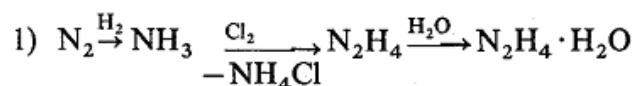
617. Общеизвестные значения длин одинарной, двойной и тройной связей азот–азот равны 145, 125 и 110 пм. Постройте график зависимости  $l=f(\omega)$  и методом интерполяции определите порядок обеих связей в ионе  $\text{N}_3^-$  ( $l=117$  пм) и молекуле  $\text{HN}_3$  (длина связей 113 и 124 пм).

618. Вещество состава  $\text{N}_2\text{H}_4$  растворили в воде. Катионы оказались протолитом-кислотой, а анионы – основанием. Составьте уравнения отдельных стадий и суммарной реакции (с учетом образования воды). Установите тип среды полученного раствора и рассчитайте значение  $K_c$  суммарной реакции.

619. Азидоводород можно получить по реакции



620. Реагенты вначале синтезируют по следующим схемам:



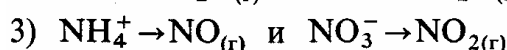
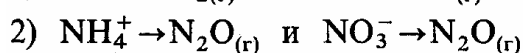
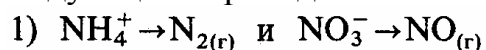
621. Составьте суммарные уравнения синтеза реагентов, затем суммарное уравнение синтеза  $\text{HN}_3$ . Рас считайте объемы (л, н.у.) газообразных простых веществ, использованных для получения 1 кг азидоводорода.

622. По правилу Полинга оцените силу кислот  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_4$  в водном растворе. Составьте уравнения протолитических реакций. Назовите эти кислоты.

623. По данным задачи 12.101 графически определите порядок связи азот–азот в  $\text{N}_2\text{O}$  ( $l=113$  пм) и в  $\text{N}_2\text{O}_2^{2-}$  ( $l=125$  пм).

624. Составьте уравнения реакций:  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2 + \text{MnO}_4^- = \text{NO}_3^- + \dots$ ;  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2 + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Zn} = \text{NH}_3\text{OH}^+ + \dots$ . По значениям  $\varphi^\circ$  подтвердите, что данные реакция термодинамически возможны в стандартных условиях при  $25^\circ\text{C}$ .

625. Проводится при  $25^\circ\text{C}$  реакция между  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и  $\text{KNO}_3$  в кислой среде. Возможны следующие переходы:

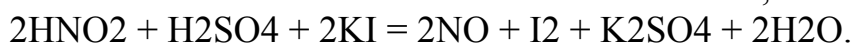


626. По значениям  $\varphi^\circ$  выберите наиболее выгодную пару переходов. Составьте уравнение реакции.

627. Определите объем (л, н.у.) газа, который образуется при взаимодействии 0,075 моль (экв.) меди с разбавленной азотной кислотой.

628. Получают монооксид азота действием азотной кислоты (разб.) на медь. Определите объем (мл) 14,3%-ного раствора  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1080$  г/л), затраченного на реакцию, если получено 4,48 л (н.у.) газа.

629. Рассчитайте энергию Гиббса реакций (кДж) в водном растворе:



Какие выводы из этих значений можно сделать относительно реакционной способности  $\text{NO}_2^-$  в зависимости от среды?

630. Определите молярную концентрацию (моль/л) и массовую долю (%) нитрита калия в растворе ( $\rho = 1002$  г/л), если 75 мл этого раствора израсходовано на восстановление всего дихромата калия, содержащегося в 90 мл 0,1 н. раствора (реакция протекает в кислой среде). Подтвердите принципиальную возможность протекания этой реакции в стандартных условиях при  $25^\circ\text{C}$ .

631. По данным задачи 12.101 графически определите порядок связи азот–азот в  $N_2O_4$  ( $l = 178$  пм). Можно ли назвать эту связь ковалентной? Если нет, то укажите тип связывания частиц  $NO_2$  в димере.
632. Сырьем для синтеза диоксида азота в промышленности является аммиак. Составьте уравнения реакций. Какой объем (л, н. у.) диоксида азота можно получить из 10 моль (экв.) аммиака, если выход продукта составляет 40%? Приведите также уравнение получения азотной кислоты в промышленности, исходя из диоксида азота.
633. Составьте уравнения следующих реакций:
- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| $HNO_3$ (конц.) + Ag =          | $HNO_3$ (разб.) + $SO_{2(r)}$ = |
| $HNO_3$ (оч. разб.) + Mg =      | $HNO_3$ (конц.) + KI (изб.) =   |
| $HNO_3$ (оч. разб.) + Al =      | $HNO_3$ (конц.) + $I_2$ =       |
| $HNO_3$ (конц.) + S =           | $HNO_3$ (конц.) + $K_2S$ =      |
| $HNO_3$ (конц.) + C =           | $NO_3^- + H_3O^+ + Zn$ =        |
| $HNO_3$ (конц.) + FeS =         | $NO_3^- + OH^- + Zn$ =          |
| $HNO_3$ (разб.) + Fe( $S_2$ ) = | $HNO_3$ (конц.) + MnS =         |
634. В лаборатории диоксид азота получают нагреванием нитрата свинца (II). Газообразные продукты реакции ( $NO_2$  и газ А) охлаждают, при этом диоксид азота конденсируется в бесцветную жидкость. При добавлении нескольких капель воды жидкость синее, при избытке воды выделяется бесцветный газ, а раствор обесцвечивается. Составьте уравнения всех реакций. Определите, какой объем (л, н. у.) газа А получается из 24,84 г исходной соли, если потери составляют 13%.
635. Проводят термическое разложение 0,46 моль нитрата калия. После охлаждения сосуда получают твердое вещество А. Его растворяют в воде, добавляют избыток хлорида аммония и смесь нагревают. Определите объем (л, н. у.) образующегося при этом газа. Предложите также способ получения вещества А из подкисленного серной кислотой раствора нитрата калия. Составьте уравнения всех реакций.
636. Кристалл нитрата калия объемом 5,874 см (при  $16^\circ C$ ) нагревали до тех пор, пока не образовался прозрачный расплав. Масса расплава составила 10,429 г. Найдите плотность (г/см<sup>3</sup>) исходного кристалла.
637. Установите, сможет ли газообразный хлор в кислотной среде вызвать следующие переходы при  $25^\circ C$ : 1)  $N_2 \rightarrow N_2O$ ; 2)  $NH_4^+ \rightarrow N_2O$ ; 3)  $N_2O \rightarrow NO_3^-$ ; 4)  $N_2O \rightarrow HNO_2$ ; 5)  $N_2O \rightarrow NO$ ; 6)  $N_2O \rightarrow NO_2$ .
638. Назовите следующие вещества:  $(NO)OF$ ,  $(NO)[IF_8]$ ,  $(NO_2)OF$ ,  $(NO_2)Cl$ ,  $(NO_2)ClO_4$ ,  $(NO)NO_3$ ,  $(NO_2)NO_3$ ,  $(NO_2)HSO_4$ ,  $(NH_3OH)ClO_4$ ,  $(N_2H_6)SO_4$ ,  $(NO)NH_2$ ,  $(NO_2)NH_2$ ,  $Na_2N_2O_3$ .
639. При высокой температуре в паре белого фосфора  $P_4$  обнаружены молекулы  $P_2$ . Почему разрушение тетрамера до димера идет при на-

- гревании? Рассчитайте температуру (К) равновесия реакции в обоих направлениях (система закрытая) и степень (%) распада молекул  $P_4$  при начальной концентрации белого фосфора 4,04 моль/л.
640. Газообразный белый фосфор  $P_x$  сгорает в избытке кислорода; объемное отношение реагирующих веществ равно 1:5. Определите состав молекулы белого фосфора.
641. Для получения белого фосфора  $P_4$  прокаливают в электропечи 1 т фосфоритной руды, содержащей 64,5% (мас.) ортофосфата кальция, в смеси с избытком кварцевого песка и угля. Рассчитайте массу (кг) продукта, если практический выход равен 85%.
642. Соединение  $P_xH_y$  содержит 6,11% (по массе) водорода. Плотность пара этого соединения по аргону равна 1,652. Установите его истинную формулу.
643. При кипячении суспензии белого фосфора в водном растворе гидроксида бария образуется газ А и растворимая средняя соль В; в анионе которой имеется  $P(+1)$ . Раствор делят на две части. Первую часть обрабатывают 250 мл 0,1 М раствора нитрата серебра; серебро полностью расходуется в реакции, в продуктах которой обнаружена средняя соль бария С (анион содержит  $P(+3)$ ). Найдите общую массу (г) осадка. Вторую часть раствора упаривают. При этом соль В кристаллизуется, ее обезвоживают, а затем прокаливают. Выделяется тот же газ А, а в остатке находится дифосфат бария. Составьте уравнения всех реакций. Назовите газ А, соли В и С.
644. Жидкий трибромид фосфора объемом 0,475 мл обработали водой и довели объем раствора А до 500 мл. К нему добавили 50 мл 0,1 М раствора нитрата серебра. Осадок отфильтровали и высушили. Определите массу (г) осадка и молярные концентрации (моль/л) веществ в растворе А.
645. Жидкий трихлорид фосфора объемом 2 мл смешивают с избытком воды и добавляют избыток гидроксида бария. Выпадает осадок средней соли, его отделяют и обезвоживают в сушильном шкафу. Определите массу (г) полученной соли. При прокаливании этой соли образуются фосфин, водяной пар, а также дифосфат и ортофосфат бария. Составьте уравнения реакций.
646. К раствору нитрата серебра, находящемуся в двух колбах, добавляют раствор: а) триоксидортофосфата диводорода; б) ортофосфорной кислоты. Составьте уравнения реакций. Для реакции (а) определите массу (г) осадка, если взято 100 мл 0,1 М раствора указанного реактива и равное эквивалентное количество соли серебра.
647. Химически растворяют 2,84 г декаоксида тетрафосфора в воде и доводят объем раствора до 1 л ( $\rho = 1020$  г/л). Определите молярные

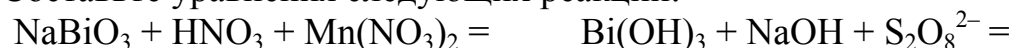
- концентрации (молы/л) и массовую долю (%) растворенного вещества. В этот раствор добавляют 25,24 г октагидрата гидроксида бария. Выпадает осадок, для которого требуется рассчитать его массу (г). Будет ли выпадение осадка практически полным по аниону? Почему?
648. По правилу Полинга предскажите силу кислот  $\text{H}(\text{PH}_2\text{O}_2)$ ,  $\text{H}_2(\text{PHO}_3)$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ ,  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_3\text{F}$  в водном растворе. Составьте уравнения протолитических реакций. Назовите все кислоты.
649. Сжигают 12,39 г красного фосфора на воздухе, а образующийся оксид фосфора (+5) вносят в 214 мл 23,7%-ного раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1260$  г/л). Установите формулу образующейся соли и ее массовую долю (%) в конечном растворе.
650. В промышленности ортофосфорную кислоту получают из фосфоритной руды (ортофосфат кальция и нерастворимые примеси), обрабатывая последнюю серной кислотой. Составьте уравнение реакции и определите, какой объем (л) 60%-ного раствора ( $\rho = 1426$  г/л) продукта можно получить из 800 кг руды с 25%-ной (по массе) примесью. Приведите уравнение реакции лабораторного способа получения той же кислоты, исходя из красного фосфора и концентрированной азотной кислоты.
651. Некоторый жидкий оксид-хлорид фосфора(+5)  $\text{P}_x\text{Cl}_y\text{O}_z$  (1,83 л,  $\rho = 1675$  г/л, массовая доля фосфора 20,2%) обработали раствором гидрата аммиака до установления слабокислой среды (образуется, в частности, дигидроортофосфат-ион), а затем раствором избытка нитрата серебра до прекращения выпадения осадка смеси средних солей серебра. Масса осадка составляет 16,97 г. Определите химическую формулу исходного вещества.
652. Составьте названия следующих веществ:  $\text{K}_2(\text{OHO}_3)$ ,  $\text{Na}(\text{PH}_2\text{O}_2)$ ,  $\text{Na}_3\text{PS}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ,  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_4\text{S}_{12}$ ,  $\text{P}(\text{Br})\text{Cl}(\text{O})\text{F}$ ,  $(\text{NO}_2)[\text{PF}_6]$ ,  $(\text{PCl}_4)[\text{PCl}_6]$ ,  $\text{PCl}_4\text{F}$ ,  $(\text{PCl}_4)^+\text{F}^-$ ,  $(\text{PCl}_4)[\text{PCl}_4\text{F}_2]$ .
653. На примере соединений  $\text{PCl}_3$  и  $\text{BiCl}_3$  сравните следующие свойства Э(+3): а) взаимодействие с водой (назовите продукты, укажите среду конечного раствора); б) переход  $\text{Э}^{+3} \rightarrow \text{Э}^{+5}$  (укажите условия проведения реакций и их уравнения, назовите продукты и охарактеризуйте окислительно-восстановительную устойчивость соединений  $\text{Э}^{+5}$ ); в) переход  $\text{Э}^{+5} \rightarrow \text{Э}^{+3}$  (приведите примеры).
654. Обработка  $\text{As}_2\text{O}_3$  цинком в кислой среде приводит к образованию арсина. Этот газ можно поджечь на воздухе, но можно пропустить

через раскаленную кварцевую трубку, где в холодной зоне образуется «черное зеркало» (что это такое?), которое исчезает при смачивании его раствором  $\text{NaClO}$ . Если же арсин барботировать через раствор нитрата серебра, то осаждается благородный металл. Составьте уравнения всех реакций.

655. Над осадком гидратированного  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  в растворе существуют частицы  $[\text{Sb}(\text{H}_2\text{O})(\text{OH})_5]$ , проявляющие свойства кислоты. Составьте общее уравнение реакции и укажите способы сдвига гетерогенного равновесия: а) в сторону раствора; б) в сторону осадка. Назовите все частицы, присутствующие в растворе (кроме воды).

656. Хлорид оксовисмута  $\text{BiOCl}$  – малорастворимое вещество. Та его часть, которая находится в растворе, подвергается полному гидролизу. Составьте уравнение гетерогенного равновесия «насыщенный раствор  $\rightleftharpoons$  осадок». Рассчитайте молярные концентрации (моль/л) всех ионов в насыщенном растворе этого вещества при  $25^\circ\text{C}$ .

657. Составьте уравнения следующих реакций:



658. При растворении нитрата висмута (+3) в воде раствор становится мутным. Почему? При ведите уравнение реакции, назовите твердый продукт и укажите условия приготовления прозрачного раствора, содержащего  $\text{Bi}(+3)$ .

659. Можно ли пентагидрат нитрата висмута (+3) очистить перекристаллизацией из водного раствора? Ответ поясните.

660. Назовите следующие вещества:  $\text{KAsH}_2$ ,  $\text{As}_4\text{S}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{AsS}_4$ ,  $(\text{CaAs}_2)\text{O}_6$ ,  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{As}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{AsO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_3\text{AsO}_2\text{S}_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NF}_4)[\text{AsF}_6]$ ,  $\text{K}[\text{As}(\text{OH})\text{F}_5]$ ,  $(\text{AsF}_2)[\text{SbF}_6]$ ,  $(\text{Sb}^{+3}\text{Sb}^{+5})\text{O}_4$ ,  $\text{SbONO}_3$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{ClO}_4$ ,  $(\text{PbBi}_2)\text{S}_4$ ,  $(\text{Bi}_3^{3+})[\text{AlCl}_4]_3$ .

#### Тема 4. p-Элементы IV группы

661. Учитывая, что суммарное сродство к четырем электронам атома углерода приблизительно равно  $-32$  эВ, а суммарная величина первых четырех ионизационных потенциалов составляет  $148$  эВ, сделать вывод о склонности атома углерода к образованию ионных связей. Можно ли назвать соединения, в которых допускается существование ионов  $\text{C}^{4+}$  и  $\text{C}^{4-}$ ?

662. Какая форма, катионная или анионная, более характерна для германия, олова и свинца (+2 и +4)?

663. Проанализировать, как влияют на термическую устойчивость и реакционную способность предельных углеводородов следующие фак-

торы: высокая энергия связи C–C (~334 кДж/моль), отсутствие на атомах углерода заметного эффективного заряда, координационная и валентная насыщенность атомов углерода («закрытый» характер связей C–C).

664. Можно ли резко понизить химическую устойчивость водородных соединений со связями Э–Э при переходе от углерода к кремнию (сравнить, например, C и Si объяснив только уменьшением энергии этих связей (соответственно от 347 до 222 кДж/моль)?
665. Почему в отличие от углерода для кремния, германия, олова и свинца нехарактерны кратные связи Э=Э и Э≡Э?
666. Как согласовать факт более прочной связи углерод–углерод в молекуле C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (808 кДж/моль) по сравнению с молекулой C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (326 кДж/моль) с тем, что ацетилен более реакционноспособен? Ответ обосновать.
667. Сформулировать и объяснить закономерности в изменении значений энергии связей, [кДж/моль]:

Связь	C	Si	Ge	Sn	Связь	C	Si	Ge	Sn
Э–Э	326	222	118	163	Э–F	485	564	—	—
Э–О	355	451	—	—	Э–Cl	338	380	338	318
Э–Н	414	318	309	297	Э–Br	284	309	279	272

Почему прочность связей Э–О и Э–Г (Г=F, Cl, Br) повышается, а связей Э–Э и Э–Н понижается при переходе от углерода к кремнию?

668. Одной из характерных особенностей химии кремния можно считать широкую распространенность его соединений со связями Si–O–Si («силоксановые» связи). Чем объяснить устойчивость цепей Si–O–Si и неустойчивость цепей C–O–C?
669. Заполнить таблицу, вписав в нее характерный для атомов с каждым из координационных чисел (к. ч.) тип гибридизации атомных орбиталей:

	C	Si	Ge	Sn	Pb
к. ч.	2; 3; 4	4; 6	4; 6; 8	4; 6; 8	4; 6; 8
тип гибридизации	...	...	...	...	...

Как объяснить увеличение координационных чисел в ряду углерод–свинец?

670. Общепринятые значения длины одинарной, двойной и тройной связей углерод–углерод равны соответственно 154, 134 и 120 пм. Методом графической интерполяции оцените порядок той же связи в следующих веществах:



Вещество .....	Графит	Карбин	$C_2N_2$	$C_2Cl_4$	$C_2Br_6$	$C_6H_6$
$l_{св}$ , пм .....	142	128	138	130	152	140

671. Графит обрабатывают азотной кислотой (конц.) при нагревании. Образующаяся смесь газов пропущена через насыщенный раствор гидроксида кальция. Составьте уравнения реакций. Укажите также, что образуется при взаимодействии: а) графита с серной кислотой (конц); б) кокса с водяным паром.
672. Определите стандартную энтальпию (кДж), энтропию (Дж/К) и энергию Гиббса (кДж) реакции образования графита из алмаза при 1200 К по следующим данным:
- $$C_{(алмаз)} + O_{2(г)} = CO_2, \Delta H^\circ_{298} = -395 \text{ кДж}, \Delta S^\circ = 7 \text{ Дж/К.}$$
673. Синтетический алмаз с размерами 2x2x2 мм можно считать макромолекулой  $C_x$  (почему?). Определите значение  $x$ .
674. Как изменяется термодинамическая стабильность соединений элементов (IV) в ряду углерод–свинец? Чем это обусловлено? Влияет ли стабильность соединений элементов (IV) на их окислительную и восстановительную способность?
675. Какие из перечисленных факторов позволяют объяснить способность углерода существовать в виде трех аллотропных модификаций (алмаз, графит, карбин): для атомных орбиталей углерода характерны три типа гибридизации ( $sp$ ;  $sp^2$ ,  $sp^3$ ); атомы могут образовывать стабильные р $\pi$ -связи (отсюда устойчивы кратные связи углерод–углерод); для атомов углерода характерны координационные числа 2, 3, 4; число валентных электронов равно числу атомных орбиталей радиус атома углерода невелик.
676. Возможно ли образование трех аллотропных модификаций кремния, по структуре аналогичных алмазу, графиту и карбину? Почему межъядерные расстояния углерод–углерод неодинаковы в решетках алмаза (0,154 нм), графита (0,141 нм) и карбина (0,128 нм)?
677. Энергия диссоциации молекулы  $C_2$  (602 кДж/моль) выше, чем энергия диссоциации молекулы  $O_2$  (493 кДж/моль). Как объяснить, что в обычных условиях молекулы  $O_2$  существуют, а  $C_2$  не существуют? Почему молекулы  $C_2$  существуют только при высокой температуре (выше 3000°C)? Какой процесс происходит при конденсации паров углерода?
678. По величинам энтальпий сгорания алмаза (–394,1 кДж/моль), графита (–396,3 кДж/моль) и карбина (–356,1 кДж/моль) вычислить энтальпию переходов одной модификации в другую и сделать вывод о том, какая из аллотропных модификаций углерода наиболее устойчива при стандартных условиях. Как объяснить наличие у графита

следующих свойств: серый цвет, металлический блеск, электропроводность, мягкость, легкая расщлаиваемость, и отсутствие подобных свойств у алмаза?

679. Какие полиморфные модификации известны для олова? Сравнить характер химических связей в кристаллах этих модификаций, их структуру и электрические свойства.
680. Как можно объяснить возникновение носителей зарядов – электронов и дырок – в кристаллах кремния и германия? Какого типа проводники – p- или n- – образуются при введении в кристалл германия примесей сурьмы; фосфора; индия; галлия; селена? Могут ли образовывать твердые растворы кремний и германий; кремний и свинец?
681. Какие, окислительные или восстановительные, свойства характерны для простых веществ, образуемых p-элементами IV группы? Ответ проиллюстрировать, приведя уравнения реакций. Написать формулы продуктов, образующихся при взаимодействии графита со фтором; концентрированной серной кислотой; калием.
682. Написать уравнения реакций растворения в щелочи хлора, серы, фосфора и кремния. В чем сходство и различие этих процессов?
683. Чем объясняется высокая реакционная способность кремния относительно водных растворов щелочей, в то время как в растворах кислот, даже обладающих окислительными свойствами, кремний обычно не растворяется?
684. По методу МО составьте энергетические диаграммы образования связи в частицах  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}^+$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{CN}$ ,  $\text{CN}^+$ . Укажите порядок связи. Сравните значения энергии и длины связи в этих частицах.

Частица .....	$\text{CO}$	$\text{NO}^+$	$\text{CN}^-$	$\text{CN}$	$\text{CN}^+$
$E_{\text{св}}$ , кДж .....	1076	1051	1004	762	477
$l_{\text{св}}$ , пм .....	113	106	111	117	129

В чем заключается причина разных значений  $E_{\text{св}}$  и  $l_{\text{св}}$  в частицах  $(\text{CN})^{0,+,-}$ ?

685. Вещество  $\text{C}_x\text{N}_y$  содержит 46,16% (по массе) углерода. Определите химическую формулу вещества, если плотность его пара по воздуху равна 1,79. Предварительно рассчитайте относительную молекулярную массу воздуха, состав (% по массе) которого: 78,09 ( $\text{N}_2$ ), 20,95 ( $\text{O}_2$ ), 0,93 ( $\text{Ar}$ ); 0,03 ( $\text{CO}_2$ ).
686. Технический цианамид кальция содержит 20,45% (по массе) азота. Определите степень (%) чистоты этого продукта. Приведите уравнение его синтеза в промышленности, исходя из оксида кальция.
687. Почему не растворяющийся в концентрированной азотной кислоте кремний растворяется в смеси  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HF}$ ? Какую роль играет  $\text{HF}$  в такой смеси? Сходны ли по химизму воздействия на вещества смесь

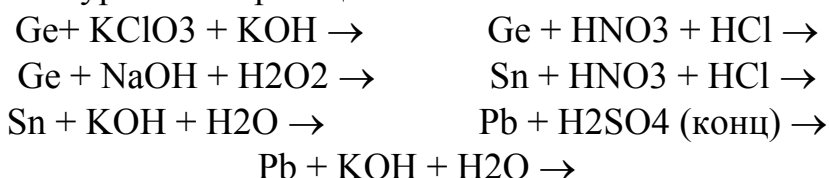
концентрированных HF и HNO<sub>3</sub> и смесь концентрированных HCl и HNO<sub>3</sub>?

688. На примере реакций взаимодействия простых веществ с концентрированной и разбавленной азотной кислотой проиллюстрировать нарастание металлических свойств в ряду углерод–свинец.

689. Почему свинец, стоящий в ряду напряжений левее водорода, практически не растворяется в таких разбавленных сильных кислотах, как соляная, бромоводородная, серная? Как влияет повышение концентрации этих кислот на процесс растворения?

690. Какие твердые продукты получают в растворах и могут быть выделены из растворов, образующихся при действии на олово разбавленных и концентрированных соляной, серной и азотной кислот?

691. Закончить уравнения реакций:



692. Оценить термодинамическую возможность использования магния, водорода и алюминия в качестве восстановителей при получении германия из его диоксида.

693. Для получения олова из белой жести (промышленные отходы, консервные банки) применяют следующий цикл обработки: воздействуют 10%-ным раствором хлора в тетрахлориде углерода, полученный продукт вносят в воду, затем отделяют осадок, высушивают его и прокалывают в токе водорода, оксида углерода или смеси этих газов. Написать уравнения протекающих при этом реакций.

694. Какие химические реакции лежат в основе промышленных методов получения олова и свинца?

695. Используя значения стандартных электродных потенциалов металлов, определить, какие металлы вытесняют олово и свинец из растворов их солей и могут быть использованы при гидрометаллургическом получении олова и свинца. Можно ли для вытеснения их из растворов солей использовать водород?

696. Как изменяются температуры кипения в ряду метан–гидрид свинца? Чем объяснить, что фосфин кипит при более низкой температуре, чем аммиак, а силан – при более высокой, чем метан?

697. Почему для метана не характерны ни кислотные, как, например, для фтороводорода, ни основные, как для аммиака, свойства? Может ли метан взаимодействовать с кислотами и щелочами?

698. Используя приведенные данные, сравнить устойчивость гидридов типа ЭН:

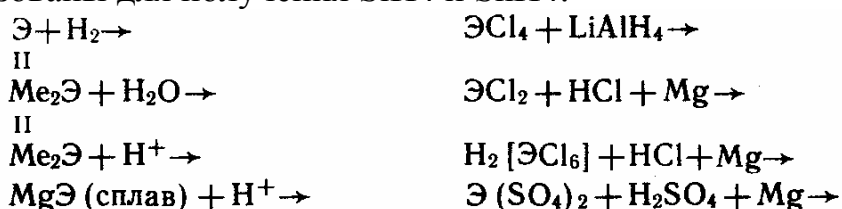
	CH <sub>4</sub>	SiH <sub>4</sub>	GeH <sub>4</sub>	SnH <sub>4</sub>
$E_{Э-Н}$ , кДж/моль	414	318	309	297
$\Delta G_f^\circ$ , кДж/моль	-51	57,3	112,9	187,7

699. Оценить возможность синтеза этих гидридов из простых веществ при стандартных условиях и высокой температуре. Высказать предположение о характере изменения реакционной способности гидридов по ряду CH<sub>4</sub>–PbH<sub>4</sub>.

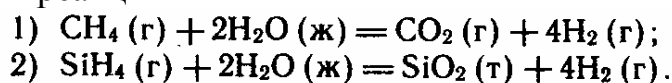
700. Какие из перечисленных факторов объясняют резкое увеличение химической активности при переходе от метана к силану: уменьшение энергии связи Э–Н; увеличение длины связи Э–Н; появление у атома кремния вакантных 3d-орбиталей; появление на атомах кремния положительного и на атомах водорода отрицательного эффективных зарядов; понижение термодинамической устойчивости соединений?

701. Почему кремний не способен образовывать такое большое количество соединений с водородом, как углерод? Учитывая особенности образуемых атомами кремния химических связей, сделать вывод относительно возможности получения силанов непредельного ряда.

702. Какие из реакций, схемы которых приведены ниже, могут быть использованы для получения SiH<sub>4</sub> и SnH<sub>4</sub>:

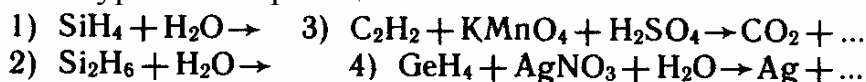


703. Оценить термодинамическую возможность протекания в стандартных условиях реакций



704. Используя соответствующие термодинамические характеристики и пренебрегая зависимостью величины теплового эффекта от температуры, вычислить тепловой эффект реакции сгорания метана и силана. Дать сравнительную оценку практической возможности использования этих веществ в качестве топлива.

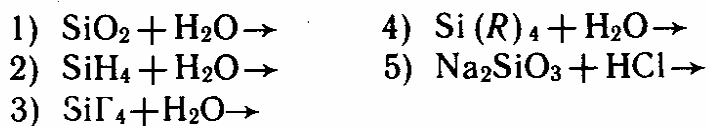
705. Закончить уравнения реакций:



706. Как, используя представления теорий ВС и МО, объяснить следующие свойства оксида углерода (II): высокую энергию (1066 кДж/моль) и малую длину связи (0,1129 нм) в молекуле; малую полярность молекул ( $\mu=0,039 \cdot 10^{-29}$  Кл·м); эффективный отрицательный заряд на атоме углерода; химическую инертность?
707. Как объяснить сходство следующих свойств оксида углерода (II) и азота соответственно:  $T_{пл}=-204$  и  $-191^\circ\text{C}$ ;  $T_{кип}=210$  и  $-196^\circ\text{C}$ ;  $E_{св}=1066$  и  $919,6$  кДж/моль;  $d_{св}=0,1129$  нм и  $0,1095$  нм; оба вещества в обычных условиях газообразны, малорастворимы в воде и химически инертны?
708. Что обуславливает способность молекул оксида углерода (II) выступать в роли донора электронной пары и входить в координационную сферу комплексов?
709. С какими металлами может реагировать оксид углерода (II)? К какому классу соединений относятся продукты реакции? Как они взаимодействуют с кислотами? Написать уравнения реакций.
710. Если считать, что молекулы карбониллов металлов образуются за счет химических связей типа  $Me \leftarrow CO$ , то как объяснить отсутствие на атомах металлов отрицательного и наличие положительного эффективных зарядов?
711. Рассмотреть особенности структуры молекул карбониллов хрома, железа, никеля и кобальта.
712. Написать уравнения реакций, лежащих в основе лабораторных методов получения CO из  $HCOOH$ ;  $H_2C_2O_4$ ;  $K_4[Fe(CN)_6]$ .
713. Какие вещества и в какой последовательности используются в системе, предназначенной для очистки CO от примесей  $CO_2$ ,  $O_2$  и  $H_2O$ ?
714. Угарный газ и водород обладают рядом сходных свойств: оба газообразны, бесцветны, практически нерастворимы в воде, кислотах и щелочах, хорошие восстановители, сгорают в кислороде. Как разделить их смесь?
715. Вычислить теплотворную способность водяного газа [в кДж/моль] в стандартных условиях, если объемный состав газа принять равным 40 % CO и 50 %  $H_2$  (остальное  $CO_2$  и  $N_2$ ).
716. Используя значения стандартных энтальпий образования оксида углерода (II) и газообразного углерода, а также значение энергии связи в молекуле кислорода, вычислить энергию диссоциации молекул оксида углерода на атомы.
717. Привести примеры реакций, в которых бы оксид углерода (II) выступал в роли восстановителя при обычных условиях и при высокой температуре и лиганда.

718. Какие химические реакции лежат в основе лабораторных и промышленных методов получения углекислого газа?
719. Хранящийся в стальных баллонах углекислый газ может содержать следующие примеси: пары воды; оксид углерода (II); кислород; азот; реже – следы сероводорода и сернистого газа. Как очистить углекислый газ? Предложить принципиальную схему очистительной системы.
720. Какие процессы происходят при взаимодействии углекислого газа с водой? Какие молекулы и ионы находятся в образующемся при этом растворе? Написать уравнения реакций.
721. Учитывая, что для углерода характерны валентность 4, координационное число 4 и связи С–О стабильны, объяснить, почему неизвестен гидроксид углерода  $C(OH)_4$ ?
722. Какова пространственная форма молекулы  $H_2CO_3$  и иона  $CO_3^{2-}$ ?
723. Вычислить рН насыщенного раствора углекислого газа в воде. Растворимость  $CO_2$  при нормальных условиях составляет 170 мл в 100 г воды.
724. Могут ли ионы  $CO_3^{2-}$  входить в координационную сферу комплексов? Если могут, привести примеры таких соединений. Устойчивы ли эти соединения?
725. Почему при приготовлении труднорастворимых, но легко гидролизующихся карбонатов не рекомендуют использовать избыток растворимого карбоната?
726. Написать формулы тех веществ, которые могут выпадать в осадок при попытке осуществления в водном растворе реакции  $Me^{n+}_{(p)} + CO_3^{2-} \rightarrow \dots$
727. Написать уравнения реакций, которые могут протекать при смешивании водных растворов  $Zn(NO_3)_2$  и  $K_2CO_3$ ;  $Zn(NO_3)_2$  и  $KHCO_3$ . Какие вещества могут выпадать в осадок? Выбрать оптимальные условия для получения среднего карбоната цинка.
728. Отразится ли на составе осадка природа аниона растворимой соли свинца ( $NO_3^-$ ,  $CH_3COO^-$ ) природа осадителя ( $NaHCO_3$ ,  $Na_2CO_3$ ,  $KHCO_3$ ) и температура растворов при получении карбоната свинца?
729. Рассмотреть особенности процессов, протекающих при сливании горячего раствора соды и растворов, содержащих ионы  $Be^{2+}$ ;  $Cu^{2+}$ ;  $Co^{2+}$ ;  $Ni^{2+}$ .
730. Как объяснить, что карбонаты щелочных и щелочноземельных металлов термически более устойчивы, чем карбонаты d-металлов?
731. Вычислить рН 0,1 М раствора карбоната натрия, учитывая только первую стадию гидролиза соли.
732. Вычислить рН 0,1 М раствора гидрокарбоната натрия.

733. Почему в водных растворах щелочных карбонатов рН всегда выше, чем в растворах гидрокарбонатов той же молярной концентрации? Ответ обосновать, используя справочные данные.
734. Не проводя расчета, оценить среду водного раствора карбоната аммония. Какие справочные данные следует использовать при этом?
735. В каком количестве воды можно растворить 1 г  $\text{PbCO}_3$ ?
736. Сравнить свойства и структуру оксидов  $\text{CO}_2$  и  $\text{SiO}_2$ .
737. Как объяснить, что диоксид кремния имеет высокие температуры плавления ( $1700^\circ\text{C}$ ) и кипения ( $2200^\circ\text{C}$ ), в то время как диоксид углерода возгоняется уже при  $-78,5^\circ\text{C}$ ?
738. Как объяснить существование нескольких модификаций  $\text{SiO}_2$  (известны  $\alpha$ - и  $\beta$ -кварц, тридимит,  $\alpha$ - и  $\beta$ - кристобалит и др.)?
739. Процесс кристаллизации аморфного диоксида кремния термодинамически возможен:  $\text{SiO}_2 (\text{аморф}) \rightarrow \text{SiO}_2 (\text{кварц})$ ,  $\Delta G^\circ_{298} = -3$  кДж/моль. Почему диоксид кремния трудно кристаллизуется и легко образует стекловидные формы?
740. Какие реакции можно использовать для перевода диоксида кремния в растворимое соединение кремния?
741. Учитывая соответствующие термодинамические характеристики, оценить возможность использования цинка и магния в качестве восстановителей при получении свободного кремния из его диоксида.
742. Какая из кислот кремния может существовать в мономерной форме в сильно разбавленных растворах? Что происходит при концентрировании раствора? Рассмотреть схему процесса конденсации кремниевой кислоты в водном растворе.
743. Какие из приведенных химических реакций ( $\Gamma$  – галоген, R – органический радикал) можно использовать для получения поликремниевых кислот:

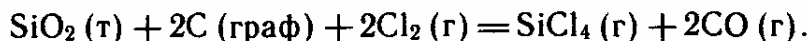


744. Что придает силикагелю слабо выраженные кислотные свойства? Как согласовать кажущееся противоречие:  $\text{SiO}_2$  широко используется в качестве осушителя;  $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\Delta H > 0$ ,  $\Delta S < 0$  ?
745. Как объяснить существование большого количества силикатов самого разнообразного состава? Можно ли стекла различного химического состава считать различными химическими соединениями? Каковы общие особенности строения стекла? Почему стекло плохо кристаллизуется?

746. Привести примеры коллоидных растворов соединений кремния. Как их приготовить?

747. С учетом термодинамических характеристик веществ обосновать возможность использования приведенной реакции для синтеза нитрида кремния в стандартных условиях и при повышенной температуре:  $3\text{SiO}_2 (\text{к}) + 4\text{NH}_3 (\text{г}) = \text{Si}_3\text{N}_4 (\text{к}) + 6\text{H}_2\text{O} (\text{г})$ .

748. В основе одного из промышленных методов получения  $\text{SiCl}_4 (\text{г})$  лежит реакция

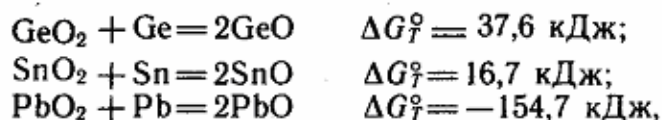


Обосновать возможность или невозможность использования аналогичной реакции для получения  $\text{SiBr}_4 (\text{г})$ .

749. Можно ли основывать технологию получения карбида кальция на следующих реакциях:

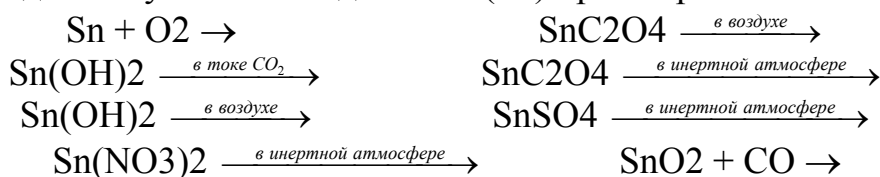
- 1)  $\text{Ca} + 2\text{C} (\text{граф}) = \text{CaC}_2$ ;
- 2)  $\text{Ca} + 2\text{CO} = \text{CaC}_2 + \text{O}_2$ ;
- 3)  $\text{Ca} + 2\text{CO}_2 = \text{CaC}_2 + 2\text{O}_2$ ?

750. Учитывая приведенные данные:



сравнить устойчивость монооксидов и диоксидов германия, олова и свинца.

751. Какие из реакций, схемы которых приведены ниже, можно использовать для получения оксида олова (+2) при нагревании:



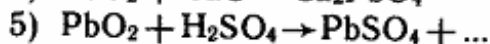
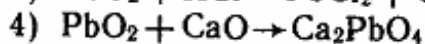
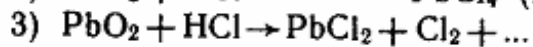
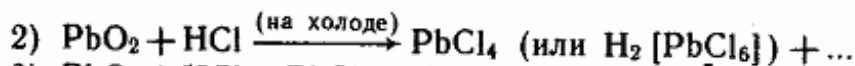
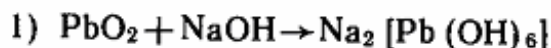
Чем можно объяснить, что реакции получения  $\text{SnO}$  нельзя проводить при температуре выше некоторой определенной, даже если процесс вести в инертной атмосфере?

752. Закончить уравнения реакций:

- 1)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaClO} + \text{NaOH} \rightarrow$
- 2)  $\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] + \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow$
- 3)  $\text{PbO} + \text{CaOCl}_2 \rightarrow$
- 4)  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{NaClO} \rightarrow$
- 5)  $\text{PbCl}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 6)  $\text{Na}_2[\text{PbCl}_6] + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 7)  $\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6] + \text{CO}_2 \rightarrow$
- 8)  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 (\text{разб}) \rightarrow$

753. Какие из реакций иллюстрируют амфотерный характер диоксида свинца:

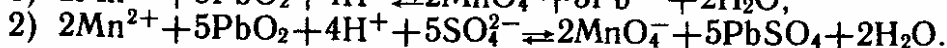
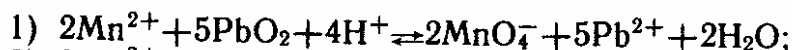




754. Как перевести в растворимые в воде соединения оксиды олова и свинца (ЭО и ЭО<sub>2</sub>)?

755. По стандартным окислительно-восстановительным потенциалам оценить термодинамическую возможность окисления суриком в кислом растворе йодид-ионов до свободного йода; ионов хрома (+3) до дихромат-ионов.

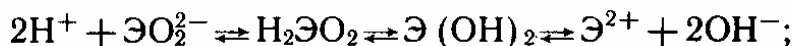
756. Используя справочные данные, оценить направление реакций и дать необходимое пояснение:



757. Какие из перечисленных формул пригодны для описания гидроксидов германия, олова и свинца (+4): Э(ОН)<sub>4</sub>, ЭО(ОН)<sub>2</sub>, Н<sub>4</sub>ЭО<sub>4</sub>, Н<sub>2</sub>ЭО<sub>3</sub>, Н<sub>2</sub>[Э(ОН)<sub>6</sub>], ЭО<sub>2</sub>·nН<sub>2</sub>О?

758. Как изменяются устойчивость, восстановительная активность, кислотно-основные свойства в ряду гидроксидов Ge(ОН)<sub>2</sub>–Pb(ОН)<sub>2</sub>?

759. Как объяснить амфотерность гидроксидов германия, олова и свинца? Насколько справедливы схемы уравнений:



760. Почему для получения гидроксида свинца (II) обычно используется избыток водного раствора аммиака, но не избыток щелочи?

761. Выпадет ли осадок гидроксида свинца (II), если к 10 мл 0,2 н. раствора нитрата свинца (II) добавить 10 мл 0,1 н. раствора аммиака?

762. В чем заключается различие в структуре и свойствах α- и β-оловянных кислот? Можно ли приписать одной из этих форм формулу Н<sub>2</sub>[Sn(ОН)<sub>6</sub>]?

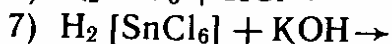
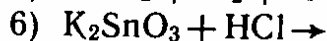
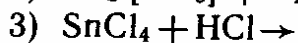
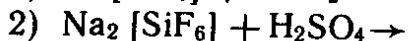
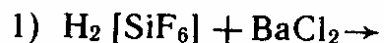
763. Какие из перечисленных продуктов: Э(ОН)<sub>2</sub>, Э(ОН)NO<sub>3</sub>, xЭ(ОН)<sub>2</sub>·yЭ(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>[Э(ОН)<sub>4</sub>], K<sub>4</sub>[Э(ОН)<sub>6</sub>], K[Э(ОН)<sub>3</sub>] получаются при реакциях в растворе между Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и KOH; между Sn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и KOH?

764. При приготовлении растворов солей олова рекомендуется вести растворение соли в заранее подкисленной воде, так как добавление кислоты в раствор, где уже прошел гидролиз, не всегда вызывает ис-

- чезновение мути, образующейся при гидролизе. Почему в этом случае может быть затруднено смещение равновесия гидролиза?
765. Почему в водных растворах ионы  $\text{Sn}^{4+}$  и  $\text{Pb}^{4+}$  существуют только в сильноокислой среде?
766. Как можно объяснить, что ионы  $\text{Pb}^{4+}$  менее устойчивы, сильнее гидролизуются, более склонны к комплексообразованию и переходу в анионную форму, чем ионы  $\text{Pb}^{2+}$ ?
767. Закончить уравнения реакций:
- |   |   |
|---|---|
| 1) $\text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$                                     | 6) $\text{Sn}^{2+} + \text{ClO}^- + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$       |
| 2) $\text{Na}_2\text{PbO}_3 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$                | 7) $\text{Pb}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{OH}^- \rightarrow$               |
| 3) $\text{Na}_2\text{SnO}_2 + \text{Bi}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Bi} + \dots$       | 8) $\text{Pb}^{2+} + \text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightarrow$                             |
| 4) $\text{Na}_2\text{SnO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ | 9) $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow$ |
| 5) $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \text{CO}_2 \rightarrow$                        | 10) $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$                         |
768. В какой среде идет легче окисление  $\text{Э}(+2) \rightarrow \text{Э}(+4)$  и восстановление  $\text{Э}(+4) \rightarrow \text{Э}(+2)$  ( $\text{Э}$  – элемент подгруппы германия)?
769. Какие соединения олова и свинца используются в лабораторной практике в качестве окислителей; восстановителей?
770. Какие окислительно-восстановительные процессы происходят при зарядке и разрядке свинцового аккумулятора? Написать уравнения реакций.
771. Вычислить окислительно-восстановительный потенциал системы  $\text{Sn}^{4+} + 2e = \text{Sn}^{2+}$  для  $[\text{Sn}^{2+}] = 0,01$  моль/л и  $[\text{Sn}^{4+}] = 0,2$  моль/л. В каких (разбавленных или концентрированных) растворах для ионов  $\text{Sn}^{2+}$  сильнее выражены восстановительные свойства?
772. Определить, как влияет среда раствора на окислительную и восстановительную способность производных олова (+2) и (+4) если известно, что:
- при  $\text{pH} = 0$   $\text{Sn}^{4+} + 2e = \text{Sn}^{2+}$   $E^\circ = -0,15$  В;  
при  $\text{pH} = 13$   $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-} + 2e = [\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2\text{OH}^-$   $E^\circ = -0,96$  В.
773. Могут ли существовать совместно в растворе ионы:  $\text{Sn}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$ ;  $\text{Sn}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $[\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-}$  и  $[\text{Pb}(\text{OH})_6]^{2-}$ ? Если нет, то почему? Подтвердить вывод уравнениями возможных реакций.
774. Используя значения стандартной энергии Гиббса образования газообразных  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{CBr}_4$  и  $\text{CI}_4$ , соответственно равные  $-887,4$ ;  $-60,6$ ;  $69,4$  и  $260,4$  кДж/моль, сравнить устойчивость тетрагалогенидов углерода и оценить возможность их синтеза из простых веществ. Чем объяснить наблюдаемый порядок изменения величин  $\Delta_f G^\circ_{298}$  тетрагалогенидов углерода?

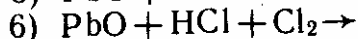
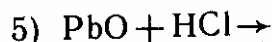
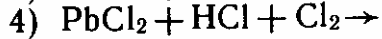
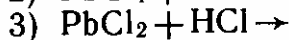
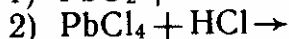
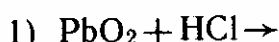
775. Чем обусловлена низкая устойчивость тетрагалогенидов свинца ( $\text{PbF}_4$  и  $\text{PbCl}_4$  разлагаются при нагревании,  $\text{PbBr}_4$  и  $\text{PbI}_4$  не получены)?
776. Чем обусловлены разнообразие по составу и исключительная химическая инертность фторуглеродов?
777. Как объяснить существенное различие в температурах плавления хлоридов германия, олова и свинца типа  $\text{ЭCl}_2$  (в обычных условиях твердые вещества) и типа  $\text{ЭCl}_4$  (жидкости)? Какие из хлоридов относятся к числу солей, какие – к хлорангидридам?
778. Почему  $\text{CF}_4$  и  $\text{CCl}_4$  в отличие от хлоридов и фторидов всех остальных р-элементов IV группы в обычных условиях не подвергаются гидролизу? При каких условиях идет гидролиз  $\text{CCl}_4$ ?
779. Гидролиз каких тетрагалогенидов р-элементов IV группы в обычных условиях протекает согласно схеме  $\text{ЭГ}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ЭO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{HG}$ ? Какие дополнительные продукты могут образовываться при гидролизе остальных тетрагалогенидов?
780. Почему при растворении олова в соляной кислоте получается хлорид слова (+2), а не хлорид слова (+4)? Как можно получить хлорид слова (+4)?
781. Закончить уравнения реакций:
- $$\begin{aligned} \text{SnCl}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} &\rightarrow \text{SnCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц)} \rightarrow \\ \text{SnCl}_2 + \text{NaBiO}_3 + \text{HCl} &\rightarrow \text{SnCl}_2 + \text{HgCl}_2 \rightarrow \\ \text{SnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} &\rightarrow \text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_3 \rightarrow \\ \text{SnCl}_2 + \text{NH}_2\text{OH} + \text{NaOH} &\rightarrow \text{SnCl}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \end{aligned}$$
782. Как объяснить, что среди галогенокомплексов кремния стабильны только фторокомплексы; для германия – фторо- и хлоро-, а для олова – все галогенокомплексы?
783. Как объяснить, что координационное число центрального атома во фторокомплексах олова и свинца выше (до 8), чем в соединениях кремния и германия (6)?
784. Как объяснить форму молекул соединений С (IV):  $\text{CF}_4$  – форма тетраэдра;  $\text{COF}_2$   $\text{CSF}_2$  – треугольника;  $\text{CO}_2$ ,  $\text{COS}$ ,  $\text{CS}_2$  – линейная (Г – F, Cl, Br, I)?
785. Наметьте методику получения возможно более концентрированного раствора гексафторокремниевой кислоты, используя в качестве исходных веществ диоксид кремния и фторид кальция. Можно ли получить безводную  $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ ?
786. Тетрахлорид олова образует комплексы (аддукты) с  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$  и т.д. Написать координационные формулы этих соединений.

787. Закончить уравнения реакций:



788. Сравнить среду в растворах соединений слова одинаковой молярной концентрации:  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{SnCl}_4$  и  $\text{Na}_2[\text{SnCl}_6]$ .

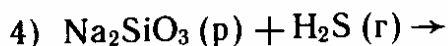
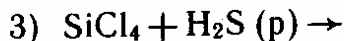
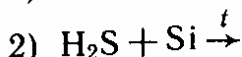
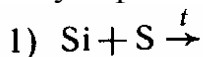
789. Какие из реакций можно использовать для получения гексахлоросвинцовой кислоты:



790. Как объяснить, что термодинамически невозможная в стандартных условиях реакция  $\text{C} (\text{т}) + 2\text{S} (\text{т}) = \text{CS}_2 (\text{г})$ ,  $\Delta G^\circ_{298} = 65,83$  кДж/моль идет при высокой (900–1000°C) температуре?

791. Как объяснить мономерное состояние сероуглерода и полимерное – дисульфида кремния? Сравнить их строение со строением диоксидов углерода и кремния.

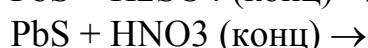
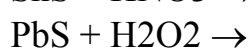
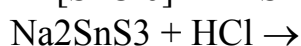
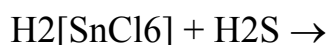
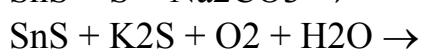
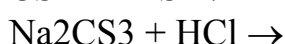
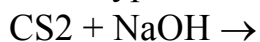
792. Какие из приведенных реакций могут быть использованы для получения дисульфида кремния:



793. Какие сульфиды,  $\text{ЭS}$  или  $\text{ЭS}_2$ , получаются при нагревании смесей твердых веществ: Ge и S; Sn и S; Pb и S?

794. Почему для получения сульфидов слова из растворов по обменной реакции используют кислые растворы солей?

795. Закончить уравнения реакций:



796. Как объяснить неустойчивость тиостаннитов, тиоплюмбатов и тиоплюмбитов (тиостаннаты устойчивы)?

797. Дисульфид серы растворяется в растворе сульфида натрия, в концентрированной соляной кислоте, в растворе гидроксида калия. Однотипны ли по химизму протекающие при этом процессы?
798. Как объяснить, что молекулы циановодорода и его ассоциатов имеют линейную форму?
799. Учитывая, что  $2\text{C} + \text{N}_2 = (\text{CN})_2$ ,  $\Delta G^\circ_{298} = 297,2$  кДж, объяснить, почему циан получается (в небольших количествах) при электрическом разряде на воздухе, если используются угольные электроды. Может ли получаться циан при прокаливании угля в атмосфере азота?
800. Иодид свинца можно получить при сливании на воздухе холодных достаточно концентрированных раствора иодида калия и подкисленного раствора нитрата свинца. Какая побочная реакция может осложнить синтез в этом случае: образование вследствие гидролиза основных солей или гидроксида свинца; образование комплексного соединения; окисление реагентов на воздухе; окисление йодида в кислой среде нитрат ионами?
801. Осадок хлорида свинца массой 10 г промыли 1 л воды. Сколько граммов вещества унесено при этом с промывной водой? Предложите способы уменьшения потерь при промывке хлорида свинца.
802. Почему цианиды нужно хранить в плотно закрытых сосудах? Ответ обосновать с учетом констант диссоциации HCN и  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .
803. Какое взаимодействие между молекулами HCN в растворе может рассматриваться как одна из причин образования двух ее таутомерных форм?
804. Какие особенности структуры иона  $\text{CN}^-$  обуславливают его способность входить в состав многих комплексных соединений?
805. Какие продукты, цианид железа (+3), гидроксид железа (+3), гексацианоферрат (III) калия, можно получить, варьируя соотношение сливаемых объемов водных растворов KCN и  $\text{FeCl}_3$ ?
806. Вычислить степень гидролиза соли и pH в 0,65 %-ном растворе цианида калия.
807. Как изменится концентрация ионов водорода в растворе синильной кислоты с pH=5, если к 300 мл ее раствора добавить равный объем воды?
808. Закончить уравнения реакций:

- 1)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{KNO}_3 \rightarrow$
- 2)  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{KNO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \dots$
- 3)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{MnO}_2 + \dots$
- 4)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{CO}_2 + \dots$
- 5)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \dots$
- 6)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{MnSO}_4 + \dots$
- 7)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \dots$
- 8)  $\text{HCOONa} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3 + \dots$
- 9)  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{KBrO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{N}_2 + \dots$

809. Как различаются карбиды, а также металлов по типу химической связи?
810. Чем обусловлена способность углерода к образованию при взаимодействии с d-металлами карбидов внедрения нестехиометрического состава?
811. Чем различаются по структуре и свойствам карбиды кальция и вольфрама? Как различаются карбиды этих металлов по действию на них воды и кислот?
812. Предложить несколько способов получения карбида кремния.
813. Структуру карборунда можно представить как структуру алмаза, в которой половина атомов углерода замещена атомами кремния. Как это сказывается на твердости, тугоплавкости, химической активности карборунда? Сравнить с алмазом.
814. При сплавлении свинца с магнием образуется интерметаллическое соединение, содержащее 19 % по массе магния. Определить формулу этого соединения.
815. Закончить уравнения реакций:
- $$\begin{array}{l} \text{Be}_2\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \qquad \qquad \text{Ca}_2\text{Si} + \text{HCl} \rightarrow \\ \text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \qquad \qquad \text{MoSi}_2 + \text{HF} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{MoF}_6 + \dots \\ \text{Mn}_3\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \end{array}$$
816. Известно, что веществ, содержащих углерод (в большинстве – органических соединений), существует около пяти миллионов, тогда как веществ, содержащих все остальные элементы, в 17 раз меньше (примерно триста тысяч). Кроме того, ежегодно синтезируется огромное число (~250000) новых соединений углерода; число новых соединений остальных элементов, вместе взятых, значительно меньше. Объясните, в чем заключается химическая причина столь большого (практически неограниченного) многообразия органических соединений. Каковы возможные типы гибридизации орбиталей атома углерода? Может ли атом углерода быть а) трехвалентным, б) пятивалентным?

817. Объясните, почему атомные орбитали кремния (IV) могут находиться в  $sp^3d^2$ -гибридизации, но этот же тип гибридизации не реализуется в соединениях углерода (IV). Приведите конкретные примеры соединений кремния с гибридизацией атомных орбиталей типа  $sp^3d^2$ .
818. По методу молекулярных орбиталей изобразите энергетическую диаграмму и опишите образование связи в молекулах  $C_2$  и SiC. В какой из этих молекул химическая связь будет прочнее и короче? Проверьте вывод по справочнику.
819. В некоторых учебниках среди солеобразных карбидов, подвергающихся гидролизу, выделяют группы ацетиленидов (ацетилидов) и метанидов. Почему? Приведите примеры соединений этих типов.
820. В лаборатории монооксид углерода получают разложением муравьиной или щавелевой кислоты:  $HCOOH = CO + H_2O$ ;  $H_2C_2O_4 = CO + CO_2 + H_2O$ . С какой целью разложение проводят не простым нагреванием реагента, а введением этих кислот в горячую концентрированную серную кислоту? Какие способы обнаружения CO Вы знаете?
821. В рамках метода валентных связей строение молекулы монооксида углерода передается формулой  $(:C\equiv O:)$ , где атомы C и O имеют по одной неподеленной электронной паре, которая может стать донорной. Будут ли проявляться донорные свойства CO за счет электронной пары атома углерода (с образованием связей  $\text{Э} \leftarrow \text{CO}$ ) или атома кислорода (с образованием связей  $\text{Э} \leftarrow \text{OC}$ )? Ответ аргументируйте справочными данными.
822. В молекуле  $CO_2$  атомы C и O химически соединены двойными связями  $C=O$ , а в молекуле CO тройными связями  $C\equiv O$ , более устойчивыми, чем двойные связи. Однако атмосфера планеты Венера (температура на поверхности  $477^\circ\text{C}$ , давление около 100 атм) содержит 97%  $CO_2$  (оксид углерода (+2) и молекулярный кислород присутствуют в качестве примесей). Какое объяснение можно дать этому факту?
823. Известно, что зажженный на воздухе магний продолжает гореть и в атмосфере диоксида углерода, но также хорошо известно применение углекислотных огнетушителей. Нет ли здесь противоречия? Ответ поясните.
824. Предложите возможный механизм образования связи в моногидрате  $CO_2 \cdot H_2O$ , который мгновенно образуется при контакте  $CO_2$  с  $H_2O$ , а затем медленно изомеризуется в молекулу  $H_2CO_3$ . Известны ли полигидраты  $CO_2 \cdot nH_2O$  ( $n \geq 2$ )?

825. Студент провел в пробирке реакцию между карбонатом бария и хлороводородной кислотой (взятой в избытке) и следующим образом записал молекулярное уравнение реакции:  $\text{BaCO}_3 + 2\text{HCl (изб.)} = \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2$ . Исправьте допущенные в данной записи ошибки и составьте ионное уравнение этой реакции.
826. Через суспензию карбоната кальция в воде пропускают ток диоксида углерода; раствор становится прозрачным. Какими способами можно вновь осадить исходное вещество?
827. Известно, что карбонат бария практически нерастворим в воде. Почему же он не выпадает в осадок при насыщении раствора нитрата бария газообразным диоксидом углерода?
828. Перечислите все возможные продукты, образующиеся при пропускании диоксида углерода: а) через раствор гидроксида бария, б) через суспензию гидроксида магния, в) через раствор тетрагидроксобериллата (II) натрия, г) через раствор ортосиликата калия. Почему в этих же условиях суспензия гидроксида алюминия не становится прозрачным раствором?
829. Руководствуясь справочной и учебной литературой, выпишите формулы и названия распространенных карбонатных минералов. Почему в земной коре встречаются карбонаты многих металлов? Дайте мотивированный ответ.
830. Дициан  $(\text{CN})_2$  образуется при окислении ионов  $\text{CN}^-$ . Предскажите геометрическую форму молекулы  $\text{C}_2\text{N}_2$ . Почему это вещество называют псевдогалогеном, а цианид-ион  $\text{CN}^-$  – псевдогалогенид-ионом? Сравните аналогичные реакции для галогенов и дициана: а)  $\text{I}^-$  и  $\text{CN}^-$  с  $\text{MnO}_4^-$  в кислотной среде, б)  $\text{Cl}_2$  и  $\text{C}_2\text{N}_2$  со щелочью в холодном растворе, в)  $\text{Br}^-$  и  $\text{CN}^-$  с избытком  $\text{Ag}^+$ , г) избытка  $\text{I}^-$  и  $\text{CN}^-$  с  $\text{Hg}^{2+}$ .
831. Какая из двух таутомерных форм циановодорода, отвечающих формулам



- будет более сильным протолитом (в роли кислоты) в водном растворе? Дайте аргументированный ответ.
832. Укажите все возможные причины более сильного проявления в ионе  $\text{CN}^-$  электроноакцепторных свойств атомом углерода по сравнению с атомом азота (предварительно составьте электронную формулу цианид-иона). На основе этого сделайте вывод о том, какая из двух изомерных форм циановодорода, со связью  $\text{H}-\text{C}$  или со связью  $\text{H}-\text{N}$ , является лучшим донором электронов (предварительно составьте электронные формулы молекул изомеров).



833. С учетом гибридизации орбиталей центрального атома изобразите геометрические конфигурации для ионов:  $\text{NCS}^-$ ,  $\text{CNO}^-$ ,  $\text{OCN}^-$  и  $\text{NCN}^{2-}$ . Докажите изоэлектронность этих ионов между собой и с молекулой  $\text{CO}_2$ .
834. Известно, что тетрахлорид углерода негорюч, а дисульфид углерода огнеопасен. Приведите все возможные справочные данные, объясняющие эти факты. Составьте уравнения реакций полного и неполного сгорания этого сульфида в кислороде.
835. Из истории химии известно, что перегруппировка цианата аммония  $(\text{NH}_4)\text{OCN}$  в карбамид (мочевину)  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  при  $60^\circ\text{C}$  была первым примером синтеза органического соединения из неорганических веществ. Является ли эта реакция обменной или окислительно-восстановительной? Укажите степени окисления всех элементов в обоих веществах.
836. Приведите возможно большее число признаков, подтверждающих неметаллический характер кремния. Не противоречат ли этому свойству кремния его реакции с кислотами и со щелочами?
837. Проанализируйте фразу: «Песок сгорает в газообразном фторе, образуя тетрафторид кремния и кислород». Какой химический смысл вложен здесь в слово «сгорает»?
838. Известно, что стекло разрушается плавиковой кислотой, хотя основные компоненты стекла – силикаты являются очень устойчивыми соединениями. Что является движущей силой реакций между стеклом (условно  $\text{SiO}_2$ ) и плавиковой кислотой (в недостатке, в избытке)?
839. При взаимодействии диоксида кремния с фтороводородной кислотой (в избытке) образуется соединение, которому приписывают химическую формулу  $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ . Это соединение в свободном виде не выделено, а существует только в растворе. Руководствуясь справочной и учебной литературой, укажите, в виде каких частиц (молекул, ионов) рассматриваемое соединение присутствует в водном растворе, обоснуйте образование именно таких частиц и охарактеризуйте их строение. Правомерна ли запись формулы  $[\text{SiH}_2\text{F}_6]$  вместо  $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ ?
840. Можно ли получить ортосиликат аммония при сливании водных растворов  $\text{Na}_4\text{SiO}_4$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ? дайте мотивированный ответ.
841. Минерал оливин имеет состав  $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ . Что означает в такой записи перечисление металлов через запятую? Приведите все возможные доводы в пользу одновременного существования в узлах кристаллической решетки катионов двух типов. Можно ли утверждать, что минерал оливин – это смесь двух солей, а именно ортоси-

ликата магния и ортосиликата железа (II)? Дайте обоснованный ответ.

842. При обработке силицида димагния водой или хлороводородной кислотой наблюдается самовоспламенение выделяющегося газа, а при сплавлении тетранитрида трикремния со щелочью выделяющийся газ не возгорается. Составьте уравнения протекающих реакций и укажите, почему выделения газа не происходит, если указанный нитрид кремния обработать фтороводородной кислотой.
843. При открывании склянки с жидким тетрахлоридом кремния у горлышка склянки образуется белый дым. Каков химический состав этого дыма? Напишите уравнение протекающей реакции и укажите ее тип. Почему происходит именно такая реакция? При ответе охарактеризуйте строение и тип связи в тетрахлориде кремния.
844. Элемент германий достаточно широко распространен в земной коре (массовая доля  $2 \cdot 10^{-4}\%$ ), однако технологи испытывают большие трудности в получении этого элемента в свободном виде. Как Вы считаете, почему? При составлении ответа воспользуйтесь справочной и учебной литературой.
845. Составьте уравнения следующих реакций с участием германия и его соединений:
- |   |  |
|---|--|
| а) $\text{GeO}_2 + \text{HCl}(\text{конц.}) =$                                    | е) $\text{GeO}_2 + \text{C} =$                           |
| б) $\text{Ge} + \text{HCl}(\text{конц.}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) =$ | ж) $\text{Ge} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) =$            |
| в) $[\text{GeCl}_6]^{2-} + \text{Zn} =$   | з) $\text{Ge} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}_2 =$    |
| г) $\text{GeCl}_4 + \text{H}_2\text{O}(\text{изб.}) =$                            | и) $\text{Na}_2\text{GeO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$      |
| д) $\text{GeS}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S}(\text{р.}) =$                          | к) $\text{GeO}_2 + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HS}^- =$ |

Какие химические свойства германия проявляются в этих реакциях?

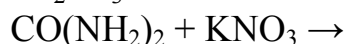
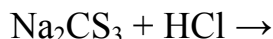
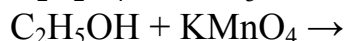
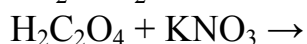
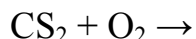
846. Смесь порошкообразного германия и натрия сожгли в атмосфере кислорода, затем прокалили до окончания выделения газа и внесли в концентрированный раствор гидроксида натрия. Составьте уравнения протекающих реакций. Укажите геометрические формы германийсодержащих частиц, участвующих в этих реакциях.
847. Укажите распространенные в лаборатории реактивы, с помощью которых можно химически растворить: а) олово, б) свинец. Почему олово активнее, чем свинец, реагирует с катионами оксония в растворе? Ответы мотивируйте справочными данными.
848. Предложите реактивы, с помощью которых из сплава слова со свинцом можно химически растворить: а) только слово, б) только свинец. Ответ подтвердите справочными данными.
849. Пользуясь справочной и учебной литературой, напишите химические формулы распространенных минералов олова и свинца. Сделай-

- те вывод об относительной устойчивости характерных степеней окисления этих элементов. Почему олово и свинец не встречаются в природе в самородном виде?
850. Обнаружение олова в горных породах проводят следующим образом. Исследуемую на присутствие  $\text{SnO}_2$  пробу вносят в пробирку со смесью цинка и хлороводородной кислоты; если олово в пробе есть, то выделяющийся станнан  $\text{SnH}_4$  окрасит пламя газовой горелки в темно-голубой цвет. Составьте уравнение реакции и укажите ее тип. Какое вещество является реагентом, переводящим  $\text{SnO}_2$  в  $\text{SnH}_4$ ?
851. умеренно концентрированной серной кислоте и неустойчивость по отношению к концентрированным ее растворам (более 80%). Написать уравнения реакций.
852. Какое соединение более гидролизуеться в водном растворе –  $\text{SnCl}_2$  или  $\text{SnCl}_4$ ? В каком растворе при одинаковой молярной концентрации больше рН? Какое соединение образует  $\text{SnCl}_4$  с продуктом гидролиза?
853. При действии разбавленной  $\text{HNO}_3$  на  $\text{Pb}_2\text{O}_3$  и на  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  образуется в обоих случаях  $\text{PbO}_2$ . Относятся ли эти реакции к окислительно-восстановительным? Какие выводы можно сделать на основании продуктов реакции относительно строения этих оксидов?
854. Для получения соды раствор  $\text{NaOH}$  разделили на две равные порции, одну из них насытили  $\text{CO}_2$ , после чего смешали с другой порцией. Какое вещество образовалось после насыщения первой порции? Какая реакция произошла при смешении первой порции со второй? Написать уравнения реакций.
855. Одной из характерных особенностей химии кремния можно считать широкую распространенность его соединений со связями  $\text{Si-O-Si}$  («силоксановые» связи). Чем объяснить устойчивость цепей  $\text{Si-O-Si}$  и неустойчивость цепей  $\text{C-O-C}$ ?
856. Как изменяется термодинамическая стабильность соединений элементов (IV) в ряду углерод – свинец? Чем это обусловлено? Влияет ли стабильность соединений (IV) на их окислительную способность?
857. Написать уравнения реакций растворения в щелочи хлора, серы, фосфора и кремния. В чем сходство и различие этих процессов?
858. Чем объясняется высокая реакционная способность кремния относительно водных растворов щелочей, в то время как в растворах кислот, даже обладающих окислительными свойствами, кремний обычно не растворяется? Написать уравнение реакции.
859. Почему не растворяющийся в концентрированной азотной кислоте кремний растворяется в смеси  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HF}$ ? Какую роль играет  $\text{HF}$  в

- такой смеси? Сходны ли по химизму воздействия на вещества смесь концентрированных HF и HNO<sub>3</sub> и смесь и смесь концентрированных HCl и HNO<sub>3</sub> ?
860. На примере взаимодействия простых веществ с концентрированной и разбавленной азотной кислотой проиллюстрировать нарастание металлических свойств в ряду углерод – свинец.
861. Какие твердые продукты получают в растворах и могут быть выделены из растворов, образующихся при действии на олово разбавленных и концентрированных соляной, серной и азотной кислот? Написать уравнения реакций.
862. Написать уравнения реакций, которые могут протекать при смешивании водных растворов Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и KHCO<sub>3</sub>. ; Какие вещества могут выпадать в осадок? Выбрать оптимальные условия для получения карбоната цинка.
863. Как объяснить существование нескольких модификаций SiO<sub>2</sub> (известны α- и β- кристобалит и др.)?
864. Как доказать, что PbO<sub>2</sub> – оксид, а BaO<sub>2</sub> – пероксид?
865. Как изменяется устойчивость, восстановительная активность, кислотнo-основные свойства в ряду гидроксидов Ge(OH)<sub>2</sub> – Pb(OH)<sub>2</sub>? Показать на примере реакций.
866. Почему для получения гидроксида свинца (II) обычно используется избыток водного раствора аммиака, но не избыток щелочи?
867. В чем заключается различие в структуре и свойствах α- и β-оловянных кислот? Можно ли приписать одной из форм формулу H<sub>2</sub>[Sn(OH)<sub>6</sub>]?
868. Могут ли существовать совместно в растворе ионы: Sn<sup>2+</sup> и Fe<sup>3+</sup>; Sn<sup>2+</sup> и Fe<sup>2+</sup>; Pb<sup>2+</sup> и Fe<sup>3+</sup>; [Sn(OH)<sub>4</sub>]<sup>2-</sup> и [Pb(OH)<sub>6</sub>]<sup>2-</sup>; Pb<sup>2+</sup> и [Pb(OH)<sub>6</sub>]<sup>2-</sup>? Ответ мотивировать, написав уравнения реакций.
869. Как объяснить существенное различие в температурах плавления хлоридов германия, олова и свинца типа ЭСl<sub>2</sub> (в обычных условиях твердые вещества) и типа ЭСl<sub>4</sub> (жидкости)? Какие из хлоридов относятся к числу солей, какие – к хлорангидридам?
870. Почему при растворении олова в соляной кислоте получается хлорид олова (II), а не хлорид олова (IV)? Как можно получить хлорид олова (IV)?
871. Как объяснить, что из числа комплексных галогенидов кремния стабильны только фториды, германия – фториды и хлориды, олова – все галогениды?

872. Написать уравнения реакции взаимодействия иодида свинца и иодида калия. Почему добавление воды к раствору полученного соединения способствует образованию осадка? Каков состав этого осадка?
873. Почему для перевода в раствор твердую соль  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  вносят не в воду, а в хлороводородную кислоту? Что происходит при разбавлении полученного раствора водой?
874. Для олова (II) характерно координационное число (КЧ), равное 3, например в комплексах  $[\text{SnCl}_3]^-$  и  $[\text{Sn}(\text{OH})_3]^-$ . Сравните (по методу валентных связей) геометрическую форму этих комплексов и соответствующих комплексов с КЧ=4. Какие из них (с КЧ, равным 3 или 4) более устойчивы в водном растворе?
875. Составьте уравнения следующих реакций:
- |  |   |
|--|---|
| а) $\text{Sn} + \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+ =$                          | ж) $[\text{SnCl}_3]^- + \text{OH}^- (\text{нед.}) =$  |
| б) $[\text{SnCl}_3]^- + \text{Cl}^- + \text{Br}_2 =$                           | з) $[\text{SnCl}_3]^- + \text{OH}^- (\text{изб.}) =$  |
| в) $[\text{SnCl}_3]^- + \text{Zn} =$   | и) $[\text{Sn}(\text{OH})_3]^- = \text{Sn} + \dots$   |
| г) $[\text{SnCl}_3]^- + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- + \text{O}_2 =$     | к) $[\text{Sn}(\text{OH})_3]^- + \text{OH}^- + \text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} =$ |
| д) $[\text{SnCl}_3]^- + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- + \text{BrO}_3^- =$ | л) $[\text{Sn}(\text{OH})_3]^- + \text{OH}^- + \text{Bi}^{3+} =$                                |
| е) $[\text{SnCl}_3]^- + \text{SO}_3\text{S}^{2-} = \text{SnS} + \dots$         | м) $[\text{Sn}(\text{OH})_3]^- + \text{OH}^- + \text{CrO}_4^{2-} =$                             |
876. Какие химические свойства олова и его соединений проявляются в этих реакциях?
877. В осадке находится смесь солей  $\text{PbS}$ ,  $\text{PbSO}_4$  и  $\text{PbCrO}_4$ . Предложите способ количественного определения состава смеси без предварительного разделения и схему разделения этих солей.
878. Составьте уравнения следующих реакций:
- |   |   |
|---|---|
| а) $\text{PbS} + \text{O}_2 =$  | ж) $\text{PbO} + \text{C} =$  |
| б) $\text{PbS} + \text{H}_2\text{O}_2 =$                              | з) $\text{PbCl}_2 + \text{HCl} (\text{конц.}) =$                                  |
| в) $\text{PbS} + \text{HNO}_3 (\text{конц.}) =$                       | и) $\text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} =$           |
| г) $\text{PbCrO}_4 + \text{KOH} (\text{конц.}) =$                     | к) $\text{PbCrO}_4 + \text{HNO}_3 =$  |
| д) $\text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) =$           | л) $\text{PbO} + \text{OH}^- + \text{Cl}_2 =$                                     |
| е) $\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] = \text{H}_2\text{O} + \dots$ | м) $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{NaOH} + \text{Ca}(\text{ClO})_2 =$ |
879. Какие химические свойства соединений свинца (+2) проявляются в этих реакциях?
880. Предложите возможные способы разделения смеси ионов  $\text{Sn}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  и их определения (одного в присутствии другого) в водном растворе.
881. Составьте уравнения следующих реакций:
- |  |  |
|--|--|
| а) $\text{SnO}_2 + \text{C} =$                   | г) $\text{SnS}_2 + \text{Na}_2\text{S}_{(\text{p})} =$ |
| б) $\text{SnO}_2 + \text{OH}^- =$                | д) $\text{SnS}_2 + \text{OH}^- =$                      |
| в) $[\text{SnCl}_6]^{2-} + \text{H}_2\text{S} =$ | е) $\text{SnS}_2 + \text{HCl} (\text{конц.}) =$        |

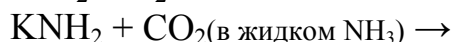
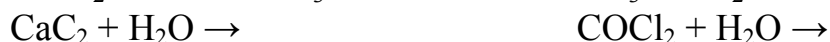




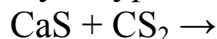
892. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



893. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



894. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



895. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



896. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



897. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:

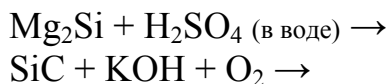


898. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:

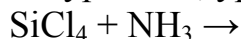


899. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:





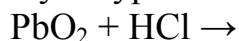
900. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



901. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



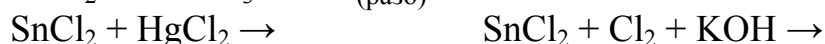
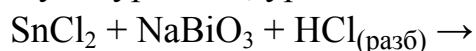
902. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



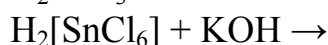
903. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



904. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



905. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



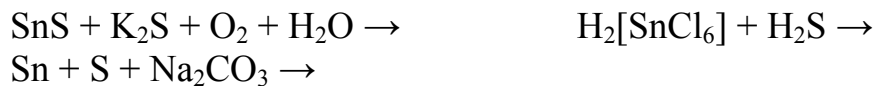
906. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



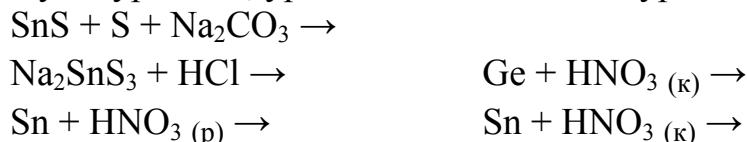
907. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:







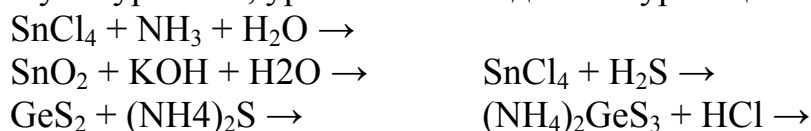
908. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



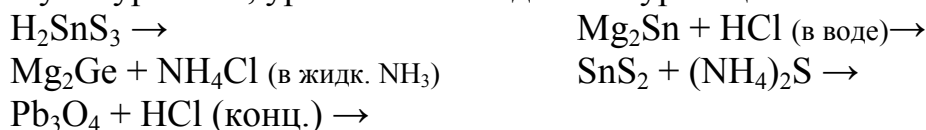
909. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



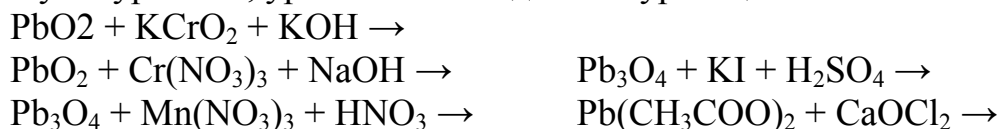
910. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



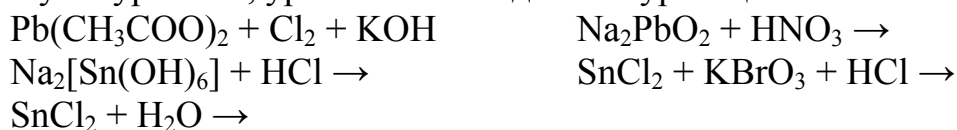
911. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



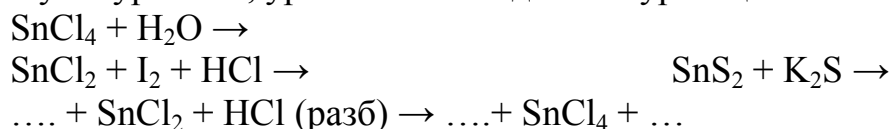
912. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



913. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:

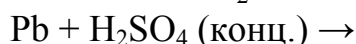
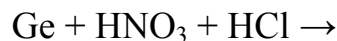


914. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



915. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:

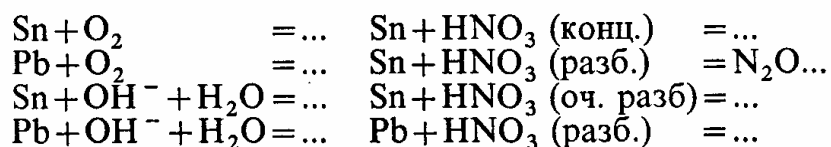




916. Определите, будет ли в закрытой системе при стандартных условиях ( $T = 298 \text{ K}$ ) самопроизвольно протекать реакция  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ . Составьте также уравнение подобной реакции для трикарбида тетраалюминия. Как называют такие реакции? Обратимы они или нет?
917. При  $25^\circ\text{C}$  проведен полный гидролиз 1,28 г ацетиленида кальция и раствор разбавлен водой до 2 л. Найдите pH этого раствора.
918. Определите тепловой эффект (МДж) полного сгорания ацетилена, полученного из 2,79 кг карбида кальция с выходом 54% (мол.). Рассчитайте также объем (л, н. у.) сгоревшего ацетилена.
919. Предложите химическое объяснение чрезвычайно высокой ядовитости монооксида углерода, что дало право называть его «угарным газом». Рассчитайте отношение, числа молекул  $\text{O}_2$  к числу молекул  $\text{CO}$  при вдыхании 1 л воздуха с предельно допустимой концентрацией  $\text{CO}$ , равной 0,03 мг/л. Объемная доля  $\text{O}_2$  в воздухе составляет 20,95%.
920. Укажите, что образуется при взаимодействии щавелевой кислоты в кислотной среде с: а) йодом; б) оксидом марганца (+4). Составьте уравнения реакций.
921. Определите, какой объем (л, н. у.) диоксида углерода собран после окончания реакции между 2,14 моль (экв.) перманганата калия в сернокислой среде и избытком щавелевой кислоты, если практический выход составляет 88%.
922. Определите молярность и нормальность 5%-ного раствора ( $\rho = 1,023 \text{ г/мл}$ ) щавелевой кислоты при изучении ее восстановительных свойств. Рассчитайте также объем (л, н. у.) газа, который можно получить, исходя из 0,5 л данного раствора, и массу (г) дигидрата щавелевой кислоты, взятого для приготовления указанного раствора.
923. Определите молярную концентрацию (моль/л) уксусной кислоты в 0,1 М растворе ацетата натрия, если pH этого раствора доведен до 7 при  $25^\circ\text{C}$ .
924. В открытой колбе при  $25^\circ\text{C}$  находится дистиллированная вода с  $\text{pH} = 5,63$  за счет поглощения углекислого газа. Рассчитайте молярную (моль/л) и массовую (мг/л) концентрации  $\text{CO}_2$  в этой воде.
925. Диоксид углерода, растворенный в воде, образует гидрат  $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , который обратимо переходит в угольную кислоту  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Известны константы кислотности: кажущаяся – для смеси  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{CO}_3$ , и истинная – для  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , равные соответственно  $4,27 \cdot 10^{-7}$  и  $1,32 \cdot 10^{-4}$

- при 25°C. Определите, сколько частиц  $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  приходится на одну молекулу  $\text{H}_2\text{CO}_3$  при этой температуре, а также рассчитайте рН 0,01 М раствора, исходя из протолиза как  $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , так и  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .
926. Диоксид углерода пропускают через насыщенный раствор гидроксида кальция. Вначале образуется осадок, который затем исчезает. Составьте уравнения реакций. Определите суммарный объем (л, н.у.) газа, потраченного на образование 74,07 г осадка и перевод его в раствор.
927. При 25°C измеряют рН в насыщенном водном растворе карбоната бария. Что показал результат измерения?
928. Через насыщенный раствор хлорида натрия пропускают газообразный аммиак, а затем углекислый газ. Выпавший осадок гидрокарбоната натрия отфильтровывают и прокаливают при 500°C. Получают твердое вещество А. Перешел ли (да, нет) гидрокарбонат натрия полностью в вещество А, если масса осадка до прокаливания была 43,69 г, а после прокаливания – 27,97 г. Как практически наиболее просто убедиться, что последняя реакция закончилась?
929. По правилу Полинга предскажите силу кислот  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  и  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ . Составьте уравнения протолитических реакций.
930. При сжигании 8,71 г некоторого газообразного силана в воздухе образовалось 16,82 г  $\text{SiO}_2$ . Найдите химическую формулу этого силана, если его плотность по аргону равна 1,558.
931. Объясните, в силу каких причин взаимодействие между диоксидом кремния и магнием протекает, хотя стандартная энергия Гиббса образования ( $T=298 \text{ K}$ ) для оксида магния меньше, чем для диоксида кремния (подтвердите это расчетом).
932. Для получения аморфного кремния нагревают смесь диоксида кремния и магния. После окончания реакции и охлаждения спека к нему добавляют хлороводородную кислоту. Наблюдают самовоспламенение выделяющейся газовой смеси. Составьте уравнения реакций. Аморфный кремний, полученный в этом опыте, химически растворяют в концентрированном растворе гидроксида натрия и собирают 8,29 л (н.у.) газа. Какова была масса (г) кремния?
933. Проведен полный гидролиз 100 мл жидкого тетраоксида кремния. Полученный раствор разбавляют водой до 100 л. Определите рН конечного раствора при 25°C. Твердый продукт гидролиза смешивают с карбонатом натрия, смесь прокаливают, спек растворяют в воде и через раствор пропускают углекислый газ. Составьте уравнения реакций.
934. Рассчитайте массовую долю (%) диоксида кремния, «содержащегося» в минерале асбест  $3\text{MgSiO}_3 \cdot \text{CaSiO}_3$ .

935. В производстве полупроводников предельно чистый германий легируют бором до содержания  $1 \cdot 10^{18}$  атомов бора в  $1 \text{ см}^3$  германия. Рассчитайте необходимую для легирования 10 кг германия массу (г) навески бора.
936. Эквимолярную смесь графита, аморфного кремния, олова и свинца обработали раствором гидроксида натрия (изб.). Рассчитайте объем (л, н.у.) полученного газа, если формульное количество смеси равно 2,8 моль.
937. Рассчитайте стандартную энергию Гиббса при 298 К для реакций  $\text{MO}_2(\text{к}) + \text{M}(\text{к}) = 2\text{MO}(\text{к})$ , где М – Sn, Pb. По результатам расчета укажите устойчивую степень окисления олова и свинца.
938. Составьте уравнения следующих реакций:



939. Для веществ  $\text{SnCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ( $n = 1, 2$ ) составьте координационные формулы. Назовите эти вещества и укажите геометрическое строение их молекул. Составьте уравнения реакций:
- $$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- \text{ (изб.)} = \dots \quad \text{SnCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{ (изб.)} = \text{(осадок)} + \dots$$
940. В четырех пробирках находится 0,1 М раствор  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ; в каждую пробирку добавляют (по каплям, при перемешивании) 0,1 М раствор KI, KBr, KCl или KF соответственно. В какой пробирке появится осадок при числе капель: а) наименьшем; б) наибольшем? Появятся ли осадки во всех пробирках? Ответы поясните.
941. Рассчитайте, выпадет ли при  $25^\circ\text{C}$  осадок после сливания 50 мл 0,1%-ного раствора нитрата свинца и 25 мл 0,004%-ного раствора хромата натрия. Плотность растворов принять равной 1 г/мл.
942. К раствору смеси эквимолярных количеств KCl и KF добавляют (по каплям) 0,1 М раствор нитрата свинца до начала выпадения осадка. Каков его состав? При последующем добавлении достаточного количества  $\text{HNO}_3$  (разб.) осадок переходит в раствор (почему?), а после введения  $\text{AgNO}_3$  начинает образовываться вновь. Каков теперь состав осадка? Ответы сопроводите уравнениями реакций.
943. Предельно допустимая концентрация катионов свинца ( $2+$ ) в промышленных сточных водах равна 0,1 мг/л. Установите, обеспечивается ли очистка сточных вод от свинца осаждением: а) хлорида; б) сульфата; в) ортофосфата свинца при  $25^\circ\text{C}$ .

944. Значение рН 0,1 М раствора сероводорода доведено до 2,05. Какая максимальная молярная концентрация (моль/л) катионов свинца (2+) может существовать в этом растворе?
945. К насыщенному раствору хлорида свинца добавлен равный объем смеси 0,01 М раствора сероводорода и 0,1 М раствора хлороводорода при 25°C. Определите, выпадет ли осадок сульфида свинца при этих условиях?
946. Необходимо сравнить чувствительность следующих реактивов на катион свинца (2+): а) хромат калия; б) сульфид натрия, в) сульфат натрия. Предложите схему перевода катионов свинца из раствора нитрата свинца последовательно в указанные соли (в каком порядке? почему?).
947. Составьте уравнения возможных реакций в соответствии со следующими схемами:
- $$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{SnS} \rightarrow [\text{SnCl}_3]^- \rightarrow [\text{Sn}(\text{OH})_3]^- \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_2$$
- $$\text{Pb} \rightarrow [\text{Pb}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2 \rightarrow [\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-} \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Pb}$$
948. Докажите расчетом, что в закрытой системе при 298 К реакция между сульфидом свинца (II) и пероксидом водорода протекает необратимо. Возможна ли эта реакция в водном растворе при стандартных условиях?
949. Кристалл минерала галенита  $\text{PbS}_{1+x}$  объемом 3,1629 см<sup>3</sup> и плотностью 7,57 г/см<sup>3</sup> измельчили и обработали избытком пероксида водорода. Конечный раствор разбавили водой до 10 л и нашли, что рН этого раствора равен 4,00 (25°C). Определите значение  $x$ .
950. Составьте уравнения полуреакций восстановления оксида свинца (+4) в кислой и щелочной средах. В каком случае значение стандартного потенциала восстановления будет выше? Реагируют ли с  $\text{PbO}_2$  при стандартных условиях следующие восстановители:
- в кислой среде —  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Mn}^{2+}$   
 в щелочной среде —  $\text{I}_2$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{MnO}_4^{2-}$ ,  $\text{Zn}$
951. Рассчитайте значения эквивалентного и формульного количества (моль) пероксида водорода, вступившего в реакцию с 19,14 г оксида свинца (+4) в азотнокислой среде. Рассчитайте также объем (л, н.у.) выделившегося газа.
952. Составьте уравнения реакций между оксидом свинца (+4, +2) в азотнокислой среде и: а) нитритом калия; б) хлороводородной кислотой (конц.); в) иодидом калия; г) нитратом марганца (+2); д) перхлоратом железа (+2). Является ли окислительно-восстановительной реакция между указанным оксидом свинца и достаточным количеством азотной кислоты? Ответ поясните.

953. Приведите названия веществ:  $\text{COCl}_2$ ,  $\text{Mn}_7\text{C}_3$ ,  $\text{HCOO}(\text{NH}_4)$ ,  $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ag}_2\text{CN}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CS}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{NCS})_2$ ,  $\text{Si}_3\text{H}_8$ ,  $\text{SiBr}_2\text{F}_2$ ,  $\text{Be}_2\text{Si}_4$ ,  $\text{Ge}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{Rb}_2[\text{GeCl}_6]$ ,  $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2[\text{SnCl}_3]\text{Cl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_3[\text{SnF}_6](\text{HF}_2)$ ,  $\text{Pb}(\text{HSO}_4)_2$ ,  $\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$ ,  $\text{Pb}(\text{S}_2)$ .
954. После прохождения  $1 \text{ м}^3$  воздуха через раствор гидроксида бария образовалось  $2,64 \text{ г}$   $\text{BaCO}_3$ . Вычислить процентное содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе.
955. Вычислить pH насыщенного раствора углекислого газа в воде. (Растворимость  $\text{CO}_2$  при н.у. составляет  $170 \text{ мл}$  в  $100 \text{ г}$  воды).
956. Вычислить pH  $0,1 \text{ М}$  раствора карбоната натрия, учитывая только первую ступень гидролиза, и гидрокарбоната натрия. Написать ионные и молекулярные уравнения.
957. Почему в водных растворах щелочных карбонатов pH всегда выше, чем в растворах гидрокарбонатов той же молярной концентрации? Привести примеры, написать уравнения гидролиза.
958. В каком количестве воды можно растворить  $1 \text{ г}$   $\text{PbCO}_3$ ?
959. Выпадет ли осадок гидроксида свинца (II), если к  $10 \text{ мл}$   $0,2 \text{ Н}$  раствора нитрата свинца добавить  $10 \text{ мл}$   $0,1 \text{ Н}$  раствора аммиака?
960. На восстановление  $20 \text{ мл}$  подкисленного  $0,2 \text{ Н}$  раствора дихромата калия было затрачено  $40 \text{ мл}$  раствора хлорида олова (II)/ Рассчитать нормальность раствора хлорида олова и его эквивалентную массу.
961. Вычислить степень гидролиза соли и pH в  $0,65\%$ -ном растворе цианида калия.
962. Как изменится концентрация ионов водорода в растворе синильной кислоты с  $\text{pH} = 5$ , если к  $300 \text{ мл}$  ее раствора добавить равный объем воды?

### Тема 5. p-Элементы III группы

963. Чем обусловлена аномалия в изменении атомных радиусов и потенциалов ионизации в ряду p-элементов III группы по сравнению с s- и p-элементами остальных групп Периодической системы?
964. Только один из p-элементов III группы образует устойчивые в обычных условиях соединения Э (I). Какой это элемент и как увязывается устойчивость указанных соединений Э (I) с общей закономерностью изменения в группе устойчивости соединений в высших и низших степенях окисления их атомов?
965. Какие из перечисленных факторов можно использовать для иллюстрации сходства химии бора и алюминия: способность элементов к образованию соединений со связями Э–О–Э и Э–N–Э; способность

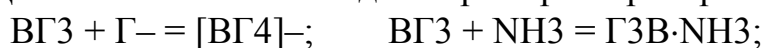
элементов к образованию комплексных соединений; кислотно-основный характер гидроксидов; свойства простых веществ?

966. Привести примеры следующих соединений бора: бориды, борана, бората, пербората, борила.

967. Сформулировать и объяснить закономерности в изменении приведенных характеристик в ряду галогенидов бора:

	$E_{B-G}$ , кДж/моль	$\Delta_f H^\circ_{298}$ , кДж/моль	$\Delta H^\circ_{\text{субл}}$ , кДж/моль
BF <sub>3</sub>	635,4	1128,6	21
BCl <sub>3</sub>	434,7	405,5	25
BBr <sub>3</sub>	405,5	338,6	33
BI <sub>3</sub>	351	209	–

968. Для какого из галогенидов бора характерны реакции:



969. В технологии полупроводниковых материалов для получения пленок В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> используется реакция 2ВBr<sub>3</sub> (г) + 3Н<sub>2</sub>О (г) = В<sub>2</sub>О<sub>3</sub> (к) + 6НВг (г). Обосновать, проведя необходимый расчет с учетом свойств веществ, возможность или невозможность использования с той же целью других галогенидов бора.

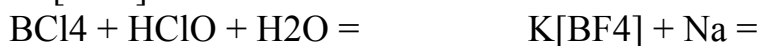
970. Молекулы NH<sub>3</sub> имеют форму пирамиды, ВЕ<sub>3</sub> – треугольника. Предсказать форму молекулы Н<sub>3</sub>N·BF<sub>3</sub>; BF<sub>4</sub><sup>-</sup> и ВН<sub>4</sub><sup>-</sup>.

971. Какие из галогенидов бора гидролизуются в соответствии с уравнениями:



972. Какие из приведенных формул не соответствуют реально существующим соединениям бора: В<sub>2</sub>Н<sub>3</sub>(СН<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, В<sub>2</sub>Н(СН<sub>3</sub>)<sub>5</sub>, В<sub>3</sub>Н<sub>3</sub>Н<sub>6</sub>, [Н<sub>3</sub>О][ВН<sub>4</sub>]<sup>-</sup>?

973. Закончить уравнения реакций:

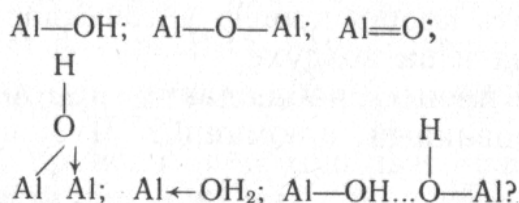


974. Метод алюмотермии широко используется для получения многих чистых металлов: железа, хрома, марганца, титана и др. Можно ли методом металлотермии получать алюминий?

975. По стандартным энтальпиям образования веществ вычислить, какое количество теплоты выделяется при реакции (в расчете на 1 кг алю-

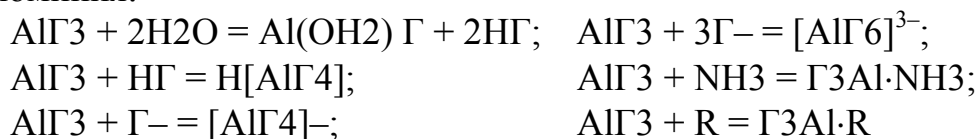
- мотермической смеси) получения железа из  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Зависимостью теплового эффекта от температуры пренебречь.
976. Рассчитать, используя соответствующие термодинамические характеристики, энтальпию реакции взаимодействия алюминия с углекислым газом в стандартных условиях. Сделать вывод о возможности сгорания алюминия в углекислом газе.
977. Учитывая стандартные электродные потенциалы алюминия в кислой и щелочной средах, оценить возможность его растворения в кислотах, воде и щелочах. Охарактеризовать коррозионную устойчивость алюминия в этих растворах и на воздухе.
978. Какой процесс наблюдается при действии воды на амальгмированный алюминий? Что происходит с ним на воздухе?
979. Почему практически нерастворимый в воде алюминий может растворяться в водных растворах  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?
980. Указать основную причину порчи изделия из алюминия при попадании на него брызг раствора гашеной извести: загрязнение изделия известью; коррозия алюминия за счет влаги; взаимодействие алюминия с раствором щелочи.
981. В чем проявляется различие в структуре и свойствах водородных соединений алюминия и бора? Рассмотреть природу химических связей, обуславливающих полимеризацию в обычных условиях мономерных молекул  $\text{AlH}_3$ .
982. Тетрагидридоалюминат лития бурно реагирует с водой, образуя осадок и газ. Написать уравнение реакции.
983. Гидридоборат алюминия  $\text{Al}(\text{BH}_4)_3$  ( $t_{\text{пл}} = -64,5^\circ\text{C}$ ,  $t_{\text{пл}} = 44,5^\circ\text{C}$ ) весьма реакционноспособен, перспективен как ракетное топливо. Обосновать возможность и проблемы такого использования гидридобората алюминия.
984. Одинаково ли и почему относится к воде и кислотам оксид алюминия, выдержанный при различных температурах?
985. Каким требованиям должны удовлетворять химические реакции, которые можно было бы использовать для перевода кристаллического оксида алюминия в соединение, растворимое в воде.
986. Какие из перечисленных свойств оксида алюминия обуславливают трудности получения из него металлического алюминия: наличие нескольких полиморфных модификаций, тугоплавкость ( $t_{\text{пл}} = 2050^\circ\text{C}$ ), высокая твердость (по шкале Мооса для корунда  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 9$ ), малая растворимость в воде, термодинамическая устойчивость ( $\Delta_f G^\circ_{298} = 1588,4$  кДж/моль)?
987. Какие из приведенных группировок атомов могут входить в структуру гидроксида алюминия:





988. Проанализировать возможность использования для описания алюмогеля следующих формул:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{H}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{H}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ ,  $\text{AlOOH}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ .
989. При синтезе оксида алюминия по схеме  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$  выход продукта оказался существенно ниже теоретически возможного. Какое из нарушений технологии синтеза могло оказаться причиной низкого выхода продукта: 1) осадок гидроксида алюминия не был тщательно отмыт от маточного раствора; 2) для осаждения гидроксида взят избыток концентрированной щелочи; 3) оксид алюминия перед взвешиванием долго хранился на воздухе; 4) температура прокаливания плохо контролировалась и могла оказаться ниже температуры полной дегидратации гидроксида; 5) температура прокаливания контролировалась плохо и могла образоваться смесь кристаллического и аморфного  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ?
990. Как объяснить различное действие избытка водных растворов  $\text{NH}_3$  и  $\text{NaOH}$  на раствор  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ?
991. Вычислить pH водной суспензии гидроксида алюминия.
992. Какие из перечисленных ионов преобладают в кислой и щелочной средах водных растворов солей алюминия:  $\text{Al}^{3+}$ ,  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_4]^+$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_5(\text{H}_2\text{O})]^{2-}$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ ,  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ ?
993. В каком агрегатном состоянии хлорид алюминия состоит из мономерных и димерных молекул, а в каком имеет ионную решетку?
994. Безводный хлорид алюминия сильно дымит на воздухе, а в воде растворяется с шипением. Объяснить причину этих явлений. Рассчитать тепловой эффект процесса растворения хлорида алюминия. Какие справочные данные можно использовать при этом?
995. Получается ли безводный хлорид алюминия при термической дегидратации на воздухе его кристаллогидрата? С учетом каких справочных данных может быть дан ответ на этот вопрос?
996. Учитывая величины  $\Delta_f G^\circ_{298}$  газообразных монофторида ( $-21$  кДж/моль) и трифторида ( $-585,2$  кДж/моль) алюминия, оценить направление реакции  $\text{AlF}_3(\text{г}) + 2\text{Al}(\text{т}) = 3\text{AlF}(\text{г})$  при стандартных условиях. Как и почему повышение температуры влияет на направление процесса?

997. Характерны ли реакции следующих типов для всех галогенидов алюминия:



(R – молекула органического соединения, обладающая донорными свойствами)?

998. Написать в ионной форме уравнения гидролиза солей:  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{K}[\text{AlCl}_4]$ .

999. Почему из водных растворов нельзя получить сульфид, карбонат и цианид алюминия? Напишите уравнения реакций.

1000. Какие процессы происходят на катоде и аноде при электролизе растворов сульфата алюминия; хлорида алюминия?

1001. Предложить методику лабораторного получения оксида алюминия из нитрата алюминия; сульфата алюминия из оксида алюминия; алюмината калия из квасцов; основной соли алюминия из хлорида алюминия.

1002. Написать уравнения реакций, которые происходят; 1) если металлический алюминий вводится в сильнощелочной раствор нитрата калия; 2) нитрид алюминия вводится в горячий раствор гидроксида калия; 3) нитрат алюминия вводится в концентрированный раствор сульфида натрия; 4) карбид алюминия растворяется в концентрированном растворе щелочи.

1003. Известно, что некоторые элементы (обозначим их A, D, E, G, L) образуют соединения типов:

Гидриды	Оксиды	Хлориды	Анионы	Комплексы
$\text{AH}_3$	$\text{AO}, \text{AO}_2$	$\text{AlCl}_3$	$\text{AO}_3^-$	$\text{AH}_3\cdot\text{DF}_3$
$(\text{DH}_3)_2$	$\text{D}_2\text{O}_3$	$\text{DCl}_3$	$\text{DO}_2^-$	$\text{DF}_3\cdot\text{HF}$
$\text{EH}_3$	$\text{E}_4\text{O}_6, \text{E}_4\text{O}_{10}$	$\text{ECl}_3, \text{ECl}_5$	$\text{EO}_4^{3-}$	$\text{EH}_4\text{I}$
$\text{GH}_2$	$\text{GO}_2, \text{GO}_3$	$\text{GCl}_4$	$\text{GO}_3^{2-}$	$\text{KL}(\text{GO}_4)_2$
$(\text{LH}_3)_n$	$\text{L}_2\text{O}_3$	$(\text{LCl}_3)_2$	$\text{LO}_2^-$	$\text{LF}_3\cdot 3\text{NaF}$

Назвать эти элементы.

1004. Чем объяснить, что таллий в отличие от алюминия растворяется в воде, хотя его электродный потенциал ( $E^\circ_{\text{Tl}^{3+}/\text{Tl}} = 0,72 \text{ В}$ ) более положителен по сравнению с электродным потенциалом алюминия ( $E^\circ_{\text{Al}^{3+}/\text{Al}} = -1,66 \text{ В}$ )?

1005. Почему таллий активнее, чем алюминий, взаимодействует с водой, но в щелочах в отличие от алюминия растворяется лишь в присутствии окислителя?

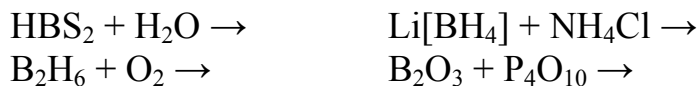
1006. Чем обусловлено сходство химии таллия и щелочных металлов и в чем оно проявляется?
1007. Рассмотреть закономерность в изменении основных свойств в ряду гидроксидов  $\text{Ga}(\text{OH})_3$ – $\text{Tl}(\text{OH})_3$ . В чем проявляются амфотерные свойства гидроксидов этого ряда?
1008. Расположить в ряд по склонности к гидролизу соли  $\text{TlCl}$ ,  $\text{Tl}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Ga}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ . Написать ионные уравнения всех стадий гидролиза последней соли.
1009. В каком объеме насыщенного раствора содержится 0,5 г  $\text{TlCl}$ ?
1010. Какой химический процесс может протекать, если в раствор, содержащий ионы индия (+3) и таллия (+1) с концентрациями  $[\text{In}^{3+}] = 10^{-3}$  моль/л и  $[\text{Tl}^+] = 1$  моль/л, внести металлический индий?
1011. Закончить уравнения реакций:
- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| $\text{In}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 =$                           | $\text{Tl} + \text{HCl} =$          |
| $\text{TlCl}_3 + \text{H}_2\text{S} =$                             | $\text{Tl} + \text{HNO}_3$ (разб) = |
| $\text{Tl}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$ | $\text{Tl} + \text{HNO}_3$ (конц) = |
| $\text{TlCl} + \text{HClO} =$                                      |                                     |
1012. Опишите образование связи в молекуле  $\text{B}_2$  по методу молекулярных орбиталей. Укажите порядок связи и магнитные свойства этой молекулы.
1013. Известно, что моноборан  $\text{BH}_3$  при обычных условиях не существует, поскольку он димеризуется. Почему невозможно описать строение диборана  $\text{B}_2\text{H}_6$  по методу валентных связей? Как объясняется образование мостиковых связей  $\text{B}-\text{H}-\text{B}$  в диборане по методу молекулярных орбиталей в трехцентровом приближении? Составьте уравнение реакции между дибораном и водой.
1014. Тетрагидридоборат натрия  $\text{Na}[\text{BH}_4]$  вносят в горячую воду, при этом наблюдают выпадение осадка и выделение газа. Периодически определяют рН раствора. Установлено, что выделение газа уменьшается (до почти полного прекращения) при увеличении щелочности среды; при подкислении реакция с выделением газа возобновляется. Объясните результаты опыта,
1015. Составьте уравнения реакций гидролиза трихлорида и трифторида бора. Укажите все возможные продукты этих реакций. Будут ли конечные растворы кислотными, щелочными или нейтральными?
1016. Объясните, почему для тетрафторобората водорода правильной является запись формулы  $\text{H}[\text{BF}_4]$ , а не  $[\text{B}(\text{H})\text{F}_4]$ . При ответе учтите, что это соединение является сильной кислотой в водном растворе.
1017. Трифторид бора образует гидрат состава  $\text{BF}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Составьте координационную формулу и систематическое название этого соединения, если известно, что в твердом состоянии оно является ион-

- ным кристаллом, а в растворе полностью диссоциирует на ионы и создает сильноокислотную среду.
1018. Укажите, как образуется химическая связь (обозначенная точкой) в аддукте трифторида бора с аммиаком  $\text{BF}_3 \cdot \text{NH}_3$ . Изобразите пространственное строение аддукта в виде двух пересекающихся тетраэдров (центр одного тетраэдра служит вершиной другого). Составьте координационную формулу и систематическое название этого соединения (центральный атом – бор). При растворении аддукта в воде  $\text{NH}_3$  полностью замещается на  $\text{H}_2\text{O}$ , и продукт становится сильным протолитом. Составьте последовательные уравнения возможных стадий и суммарное уравнение реакции.
1019. Гидроксид бора  $\text{B}(\text{OH})_3$  часто представляют как трехосновную борную кислоту  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . 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 формулы  $\text{B}(\text{OH})_3$ .
1020. При растворении тетрабората натрия в воде среда становится щелочной. На основании этого определите, является ли переход данной соли в раствор только физическим процессом. При ответе учтите, что после полного растворения соли раствор остается прозрачным.
1021. При обработке гидроксида бора или смеси тетрабората натрия с серной кислотой этанолом образуется летучий борсодержащий продукт, который при сгорании окрашивает пламя в зеленый цвет. Укажите тип реакции образования этого продукта. Если этот продукт поглотить раствором гидроксида кальция, а затем раствор выпарить досуха и твердый остаток прокалить, то образуется смесь безводных боратов кальция. Пользуясь справочной и учебной литературой, приведите формулы простейших боратов.
1022. В четыре пробирки, содержащие соответственно разбавленную серную кислоту, очень разбавленную азотную кислоту, концентрированный раствор хлорида аммония и концентрированный раствор щелочи, вносят немного порошкообразного алюминия. Укажите, в каких пробирках будет происходить реакция: а) с выделением осадка, б) с выделением газа, в) с образованием алюминийсодержащих катионов, г) с образованием алюминийсодержащих анионов, д) с образованием алюминийсодержащих молекул?
1023. Трифторид бора хорошо растворим в жидком фтороводороде, а фторид алюминия в нем практически нерастворим, однако полностью переходит в раствор в присутствии фторида натрия. При пропускании газообразного трифторида бора через раствор фторидов алюминия и натрия в жидком фтороводороде фторид алюминия сно-

- ва выпадает в осадок. По результатам этих опытов сделайте вывод об относительной силе акцепторных свойств соединений алюминия и бора по отношению к фторид-иону.
1024. Используя справочную и учебную литературу, рассмотрите проявление диагональной периодичности свойств в направлении бор→кремний. Укажите свойства, сходные для бора и кремния и одновременно различные для бора и алюминия на примерах оксидов, гидроксидов, кислородсодержащих анионов, галогенидов и гидридов.
1025. Образование многозарядных одноатомных катионов (типа  $Al^{3+}$ ) из нейтральных атомов термодинамически маловероятно из-за высокой энергии ионизации. Вместе с тем при обработке алюминия хлороводородной кислотой атом алюминия легко переходит в состояние  $Al^{3+}$ . Объясните это кажущееся противоречие.
1026. Известно, что монофосфид алюминия реагирует с горячей водой, с хлороводородной, серной и азотной кислотами, с гидроксидом натрия и гидратом аммиака. Укажите условия проведения каждой реакции. В каких из этих реакций алюминий и фосфор меняют свою степень окисления?
1027. Гидроксид алюминия весьма мало, но все же растворим в воде. Какие частицы находятся в растворе? Опишите кислотно-основные свойства гидроксида алюминия в водном растворе (воспользуйтесь справочными данными). Какие из этих свойств преобладают у гидроксида алюминия?
1028. Известно, что гомолигандные аквакатионы алюминия существуют в заметных количествах при  $pH < 4$ , а гомолигандные гидроксоанионы алюминия—при  $pH > 10$ . Объясните эти факты и изобразите геометрическое строение указанных ионов, используя метод валентных связей. Какие другие частицы, содержащие алюминий, присутствуют в водном растворе при  $pH 4-10$ ?
1029. Из протонной теории известно, что протолитическое равновесие сдвигается самопроизвольно в сторону образования более слабых протолитов. Вместе с тем катионы аммония (константа кислотности  $K \approx 10^{-10}$ ) почти полностью реагирует с тетрагидроксоалюминат-ионами (константа основности  $K \approx 10^{-7}$ ). Объясните это кажущееся противоречие.
1030. Цианид и сульфид алюминия не могут быть получены из водного раствора по обменным реакциям из-за полного гидролиза этих соединений. Предложите возможные способы синтеза указанных веществ (реагенты, условия проведения).

1031. К 0,5 л 0,2 М водного раствора сульфата алюминия добавляют 0,5 л 0,2 М раствора сульфата калия, смесь упаривают и охлаждают. Какое вещество выпадает в осадок?
1032. Укажите тип реакций, протекающих между следующими реагентами: а) тетрагидridoалюминатом лития и водой, б) тетрагидридогаллатом натрия и хлороводородной кислотой. Почему эти реакции необратимы?
1033. Студент приготовил для опыта шесть пробирок с раствором сульфата алюминия-калия, затем ввел в первую пробирку недостаток раствора щелочи, во вторую – избыток щелочи, в третью – вначале избыток щелочи, затем избыток серной кислоты, в четвертую – вначале избыток щелочи, затем избыток диоксида углерода, в пятую и шестую – избыток гидрата аммиака на холоду и при кипячении соответственно. В каких пробирках выпал осадок и каков его состав? Ваш ответ подтвердите справочными данными.
1034. Пользуясь справочной и учебной литературой, сравните кислотные свойства катионов и гидроксидов галлия(+3), индия(+3) и таллия(+3). Составьте уравнения следующих реакций:
- |  |   |
|--|---|
| а) $\text{Ga} + \text{H}_3\text{O}^+ =$                | г) $\text{TlOH} (\text{p}) + \text{Ga}(\text{OH})_3 =$    |
| б) $\text{Ga} + \text{OH}^- =$                         | д) $\text{In}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- (\text{конц}) =$ |
| в) $\text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O} =$ | е) $\text{TlCl}_3 + \text{H}_2\text{O} =$                 |
1035. Предложите способы получения гидроксида таллия(I).
1036. Опишите все процессы, происходящие при введении твердого безводного сульфата галлия(+3) в воду, добавлении эквимольного количества твердого сульфата калия и последующем выпаривании раствора до появления первых кристаллов соли. При сливании водных растворов веществ
- хлорида галлия(+3) и сульфида аммония
  - нитрата индия (+3) и сероводорода
  - сульфата таллия(+1) и гидроксида бария
  - трихлоротриакваталлия и сероводорода
  - гидроксида таллия(+1) и брома
- выпадают осадки. Пользуясь справочником, укажите состав и цвет этих осадков.
1037. Сравните окислительно-восстановительные свойства соединений таллия(+1) и (+3) в водном растворе (используйте справочные данные). Составьте уравнения следующих реакций в растворе:
- |   |  |
|---|--|
| а) $\text{TlNO}_3 + \text{KOH} + \text{Cl}_2 =$ | г) $\text{Tl}(\text{NO}_3)_3 + \text{KNO}_2 =$         |
| б) $\text{TlCl} + \text{HNO}_3 (\text{конц}) =$ | в) $\text{Tl} + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{MnO}_2 =$ |
| д) $\text{Tl}_2(\text{SO}_4) + \text{SO}_2 =$   | е) $\text{TlClO}_4 + \text{KOH} + \text{Br}_2 =$       |

1038. Известно ионное соединение состава  $Tl_3$ , окрашенное в черный цвет (тогда как хлорид  $TlCl_3$  – белый и малорастворимый в воде); оно получается по реакции:  $Tl^{+3} + 3I^- = TlI_3$ . Насыщенный раствор этого соединения окрашен в коричневый цвет и содержит очень малое количество катионов таллия (3+). Укажите состав катиона и аниона в соединении  $Tl_3$ . Пользуясь справочными данными, определите степени окисления галлия в диамагнитных соединениях  $GaCl_2$  и  $GaBr_2$ . Как они диссоциируют в расплаве?
1039. Укажите, какая из приведенных ниже формул более достоверно описывает строение минерала алунита, или квасцового камня:  $(K, Na)Al_3(SO_4)_2(OH)_6 \{Ga\}$  или  $(K, Na)_2O \cdot 3Al_2O_3 \cdot 4SO_3 \cdot 6H_2O \{Ga\}$ . Вместо какого узла входит примесный галлий в кристаллическую решетку алунита? Дайте аргументированный ответ.
1040. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$B + KOH + H_2O \rightarrow \quad B + HNO_3 \text{ (конц.)} \rightarrow$$
- $$B + Ce(SO_4)_2 + H_2O \rightarrow \quad B + AuCl_3 + H_2O \rightarrow$$
- $$B_2H_6 + Cl_2 \rightarrow$$
1041. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$B_2H_6 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$$
- $$B_4H_{10} + KMnO_4 \rightarrow \quad Na[BH_4] + H_2SO_4 \text{ (разб.)} \rightarrow$$
- $$B_2O_3 + C + Cl_2 \rightarrow \quad B_2Cl_4 + HClO \rightarrow$$
1042. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$K[BF_4] + Na \rightarrow \quad B_2O_3 + Mg \rightarrow$$
- $$K[BF_4] + Na \rightarrow \quad BBr_3 + H_2 \rightarrow$$
- $$B_2O_3 + CaF_2 + H_2SO_4 \rightarrow$$
1043. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$BCl_3 + H_2O \rightarrow$$
- $$MgB_2 + HCl \rightarrow \quad B_2H_6 + H_2O \rightarrow$$
- $$B(ClO_4)_3 + H_2O \rightarrow \quad B_2O_3 + KOH \rightarrow$$
1044. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$(BH_3)_2 + LiH \rightarrow \quad H_3BO_3 + HF \rightarrow$$
- $$Na[BH_4] + AlCl_3 \rightarrow \quad Na[BH_4] + BF_3 \rightarrow$$
- $$Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 \rightarrow$$
1045. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:
- $$Ca(BS_2)_2 + H_2SO_4 \rightarrow$$



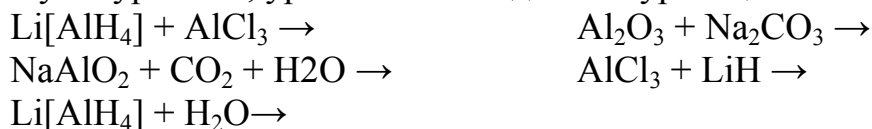
1046. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



1047. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



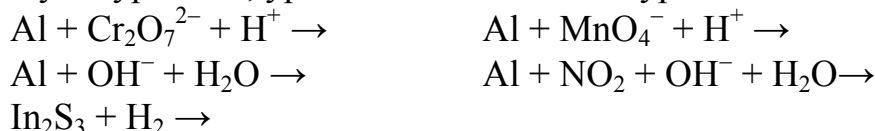
1048. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



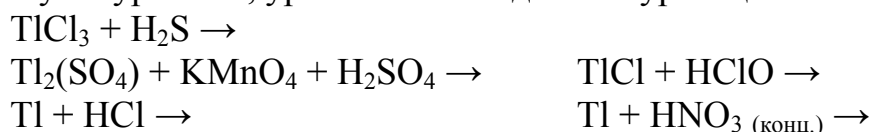
1049. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



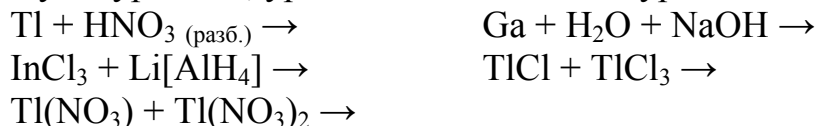
1050. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



1051. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



1052. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравнийте методом полуреакций:



1053. Для получения бора при нагревании обрабатывают: а) натрием – тетрафтороборат (III) калия; б) магнием – оксид бора. Составьте уравнения реакций и расчетом подтвердите термодинамическую



- возможность их протекания в закрытой системе ( $T=298\text{ K}$ ). Приведите уравнения других способов получения бора.
1054. Возможен ли прямой синтез диборана из бора и водорода в закрытой системе при  $400\text{ K}$ ?
1055. Определите тепловой эффект сгорания  $0,05\text{ л}$  (н.у.) диборана в воздухе (образуются только конденсированные фазы). Установите также, является ли эта реакция обратимой в закрытой системе при  $298\text{ K}$ .
1056. В некотором боране  $B_xH_y$  массовая доля бора равна  $81,1\%$ . Плотность пара этого борана по воздуху равна  $1,84$ . Найдите химическую формулу борана.
1057. Образец газообразного борана  $B_xH_y$  массой  $0,553\text{ г}$  создает в сосуде объемом  $0,407\text{ л}$  давление  $6,67 \cdot 10^4\text{ Па}$  при  $100^\circ\text{C}$ . Определите химическую формулу борана.
1058. Бор образует с хлором три соединения, которых мольное отношение  $B:Cl$  равно  $1:1$ ,  $1:2$  и  $1:3$ . Молярные массы этих соединений равны  $185,06$ ;  $163,43$  и  $117,17\text{ г/моль}$  соответственно. Установите химические формулы соединений, назовите их и найдите массовую долю (%) хлора в каждом из них.
1059. Проводят при  $25^\circ\text{C}$  полный гидролиз  $0,204\text{ л}$  (н.у.) газообразного трихлорида бора. Осадок отфильтровывают, промывают холодной водой и поенный раствор (фильтрат) разбавляют водой до  $12\text{ л}$ . Определите  $pH$  конечного раствора при  $25^\circ\text{C}$ . Осадок растворяют в горячей воде и добавляют пробирки, содержащие: а) фтороводородную кислоту; б) карбонат натрия. Составьте уравнения всех акций и назовите продукты.
1060. Определите  $pH$  водного раствора при  $25^\circ\text{C}$ , приготовленного из  $0,185\text{ г}$  гидроксида бора в мерной колбе объемом  $200\text{ мл}$ .
1061. Какой из минералов экономически выгоднее перевозить из карьера на завод: кернит  $Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$ , тинкалкони́т  $Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$  или тинкал  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ? Ответ подтвердите расчетом.
1062. Рассчитайте число валентных электронов, содержащихся в  $7,5\text{ см}^3$  твердого алюминия при комнатной температуре.
1063. Составьте уравнения следующих реакций:
- $$\begin{array}{lcl} Al + H_2O & = & Al + Na_3PO_4 \text{ (конц.)} = \\ Al + H_3O^+ & = & Al + HNO_3 \text{ (оч. разб.)} = \\ Al + OH^- \text{ (конц.)} & = & Al + H_2SO_4 \text{ (конц.)} = \\ Al + Na_2CO_3 \text{ (конц.)} & = & Al + KOH \cdot H_2O + t = \end{array}$$
1064. При кипячении в воде смеси нитрата калия, гидроксида калия и порошкообразного алюминия выделяется газ, который собирают и открывают в нем присутствие двух веществ (какими способами?). В

- виде чего алюминий остается в растворе? Как это обнаружить? Составьте уравнения всех реакций.
1065. Проводится электролиз расплава смеси хлорида магния и фторида алюминия. Составьте уравнения электрохимических реакций на катоде и на аноде.
1066. Взаимодействие 21,47 г алюминия с избытком графита при 1500°C приводит к образованию трикарбида тетраалюминия. Покажите расчетом, что эта реакция термодинамически выгодна в закрытой системе. Определите объем (л, н.у.) газа, выделяющегося при гидролизе указанного продукта, если практический выход газа составляет 80%.
1067. Сульфид алюминия получают прямым синтезом из алюминия и серы (условия?), так как из водного раствора он не образуется. Почему? Ответ подтвердите расчетом, который должен показать необратимость реакции между этим веществом и водой.
1068. Известно, что при обычных условиях хлорид алюминия существует в виде димера  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$ , а при высоких температурах – в виде мономера  $\text{AlCl}_3$ . Сравните геометрическое строение мономера и димера. Составьте развернутую молекулярную формулу димера и его название. Укажите химическую причину, по которой реакция  $\text{Al}_2\text{Cl}_6(\text{г}) \rightarrow 2\text{AlCl}_3(\text{г})$  в закрытой системе протекает в заметной степени только при нагревании и найдите температуру (°C) равновесия реакции.
1069. Опишите все процессы, протекающие при внесении твердого  $\text{AlCl}_3$  в воду и последующем доведении pH раствора до 13.
1070. Минерал криолит  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ , природные запасы которого на Земле уже исчерпаны, синтезируют на заводах совместным взаимодействием гидроксида алюминия и карбоната натрия с плавиковой кислотой. Составьте уравнение реакции. Укажите цель использования криолита при получении алюминия электролизом из  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .
1071. Определите число катионов и анионов в кристалле минерала криолит  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$  объемом 0,0025 см<sup>3</sup> при комнатной температуре.
1072. Для реакции  $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{CO}(\text{г}) \rightarrow 2\text{Al}(\text{к}) + 3\text{CO}_2(\text{г})$  установите расчетом, можно ли использовать ее при 800 К для получения: а) алюминия; б) оксида алюминия. Какое вещество – монооксид углерода или алюминий – является более сильным восстановителем?
1073. При 1870°C навеска оксида алюминия массой 75,82 г полностью реагирует с избытком графита и азота, образуя монооксид углерода и нитрид алюминия. Покажите расчетом, что эта реакция термодинамически выгодна в закрытой системе. Определите объем (л, н.у.) газа

- и массу (г) осадка, образующихся при необратимой (почему?) реакции нитрида алюминия с горячей водой.
1074. Определите массовую долю (%) оксида алюминия, содержащегося в минерале нефелин  $K_{0,22}Na_{0,78}(AlSiO_4)$ , если в последнем имеется 15% примесей.
1075. Водный раствор сульфата алюминия имеет  $pH < 7$  (почему?). При одновременном добавлении к нему растворов  $KIO_3$  ( $pH=7$ ) и  $KI$  ( $pH=7$ ) в мольном отношении  $KIO_3:KI = 1:5$  образуется осадок, после промывания которого раствором тиосульфата натрия (зачем?) получают твердый гидроксид алюминия. Объясните результаты опыта. Необходимо ли указанное промывание осадка, если отношение  $KIO_3:KI$  было бы  $1:n$ , где  $n > 8$ ? Дайте обоснованный ответ.
1076. К 100 мл 0,15 М раствора сульфата алюминия добавляют 0,15 М раствор гидроксида бария до прекращения образования осадка. Определите объем (мл) раствора гидроксида бария, затраченного на реакцию, и массу (г) осадка.
1077. К осадку гидроксида алюминия добавляют водный раствор гидроксида натрия. Наблюдают химическое растворение осадка, который выпадает снова при насыщении образовавшегося раствора газообразным диоксидом серы. Объясните результаты опыта.
1078. В три пробирки, содержащие раствор сульфата алюминия, добавляют (по каплям) соответственно эквимольные растворы гидроксида натрия, гидрата аммиака, а также гидрата аммиака с большим избытком хлорида аммония. В какой пробирке осадок гидроксида алюминия появится в первую очередь? Выпадут ли осадки во всех пробирках?
1079. Определите значения  $pH$ , при которых закончится выпадение осадка гидроксида алюминия: а) при подщелачивании раствора сульфата алюминия; б) при подкислении раствора тетрагидроксодиакваалюмината (III) натрия.
1080. Рассчитайте значения наименьшей растворимости (моль/л) гидроксида алюминия в кислотной и щелочной областях  $pH$  при  $25^\circ C$ .
1081. Рассчитайте при  $25^\circ C$   $pH$ , при котором осаждение гидроксида алюминия из раствора нитрата алюминия станет достаточно полным, т.е. растворимость  $Al(OH)_3$  будет меньше, чем  $1 \cdot 10^{-5}$  моль/л.
1082. Для осветления питьевой воды к ней добавляют сульфат алюминия. Образуется гидроксид алюминия, хлопья которого хорошо сорбируют взвешенные в воде частицы. Установите остаточную концентрацию катионов алюминия в воде с  $pH=6,55$ .
1083. Составьте уравнения полуреакций восстановления алюминия (+3) в кислотной и щелочной средах. Сравните стандартные потенциалы

- этих процессов. Почему на практике алюминий не взаимодействует с водой, но реагирует с катионами оксония?
1084. Проводят перекристаллизацию  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  из насыщенного раствора ( $80^\circ\text{C}/20^\circ\text{C}$ ). Необходимо получить 25 г очищенного реактива. Рассчитайте объем (мл) воды и массу (г) кристаллогидрата, взятых для перекристаллизации (следовое содержание примесей не учитывать).
1085. Рассчитайте мольную долю (%) каждого изотопа в природных элементах Ga, In и Tl, если относительные атомные массы изотопов  $^{69}\text{Ga}$ ,  $^{71}\text{Ga}$ ,  $^{113}\text{In}$ ,  $^{115}\text{In}$ ,  $^{203}\text{Tl}$  и  $^{205}\text{Tl}$  равны соответственно 68,9257; 70,9249; 112,9041; 114,9039; 202,9723; 204,9744.
1086. Рассчитайте стандартную энергию Гиббса (кДж) для реакции при 298 К  $\text{MCl}_3(\text{к}) + 2\text{M}(\text{к}) = 3\text{MCl}(\text{к})$ , где M – In, Tl. Сделайте вывод об относительной устойчивости степеней окисления (+1) и (+3) для обоих элементов.
1087. В пробирках находятся 0,01 М растворы NaF, NaCl и NaBr. В каждую пробирку добавляют равный объем 0,01 М раствора нитрата таллия (+1). В каких пробирках выпадут осадки? Как это можно предсказать? В какой пробирке количество осадка (моль) будет наибольшим?
1088. Определите, не прибегая к расчету, одинаковой или разной будет растворимость (моль/л) солей каждой пары при некоторой температуре, если они имеют одинаковые значения ПП: а)  $\text{Tl}_2\text{SO}_4$  и  $\text{TlNCS}$ ; б)  $\text{TlNO}_3$  и  $\text{TlCl}$ ; в)  $\text{TlBr}$  и  $\text{Tl}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Ответ поясните.
1089. Составьте названия следующих веществ:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ba}_2[\text{Al}_4(\text{OH})_{16}]$ ,  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2]\text{Cl}$ ,  $(\text{MgAl}_2)\text{O}_4$ ,  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ,  $\text{K}[\text{Ga}_2\text{Cl}_7]$ ,  $\text{InSO}_4(\text{OH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $[\text{K}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{Ga}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{InSO}_4(\text{OH}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $[\text{K}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{Ga}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$ ,  $\text{Tl}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KTl}(\text{SeO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .

## Тема 6. s-Элементы I и II групп

### s-Элементы I группы

1090. Как согласовать характер изменения величин потенциалов ионизации атомов щелочных металлов и величин электродных потенциалов этих металлов в ряду Li–Cs:

	Li	Na	K	Rb	Cs
$I$ , эВ	5,39	5,14	4,34	4,18	3,89
$E^\circ_{\text{э}^+/\text{э}}$ , В	-3,01	-2,7	-2,92	-2,98	-2,92

Как объяснить, что потенциал ионизации франция (3,98 эВ) выше, чем цезия (3,89 эВ)?

1091. Что служит основанием для деления s-элементов 1 группы на литий, натрий, калий и остальные элементы?
1092. Чем объяснить, что многие характеристики атомов и ионов, а также ряд свойств металлов, довольно резко изменяются от лития к натрию?
1093. В чем проявляется отличие химии лития от химии остальных щелочных металлов? Рассмотреть на примере условий получения и устойчивости оксидов и пероксидов; растворимости карбонатов, гидрокарбонатов и фосфатов; склонности к образованию кристаллогидратов солей.
1094. Чем обусловлено сходство химии лития и магния и в чем оно проявляется?
1095. Какие количественные характеристики, заряд ядра атомов, число электронов и электронных слоев, атомные радиусы и потенциалы ионизации, стандартные электродные потенциалы металлов, электропроводность металлов, позволяют иллюстрировать немонотонность изменения (вторичную периодичность) по группе свойств s-элементов I и II групп?
1096. Сформулировать и объяснить закономерности в изменении приведенных характеристик металлов в ряду литий–цезий:

	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$t_{пл}$ , °C	$t_{кип}$ , °C	$\Delta H^\circ_{субл}$ , кДж/моль
Li	0,53	179	1350	159,3
Na	0,97	98	900	92
K	0,85	63	776	90,4
Rb	1,5	39	689	82,1
Cs	1,9	29	665	78,2

1097. При каких условиях существуют двухатомные молекулы щелочных металлов? Определить, используя представления теории МО, кратность связи в таких молекулах. Чем объяснить уменьшение устойчивости молекул в ряду Li<sub>2</sub>–Cs<sub>2</sub>?
1098. Какой из методов металлургии, пирометаллургия (восстановитель – H<sub>2</sub>, C, CO); металлотермия, в частности алюмотермия; электрометаллургия; гидроэлектрометаллургия; термическое разложение соединений, используется в промышленности для получения натрия из его природных соединений?

1099. Какой общий принцип лежит в основе всех методов получения (пиро-, электро-, гидрометаллургии и т.д.) металлов из природных руд?
1100. Какие условия должны обязательно соблюдаться при электролитическом получении щелочных металлов?
1101. В природе франций встречается в следовых количествах в полиметаллических урановых рудах ( $\sim 4 \cdot 10^{-12}$  г Fr на 1 т урана). Можно ли в процессе выделения франция осадить его из раствора химическим путем или выделить электролитически?
1102. Написать уравнения всех реакций, которые могут протекать при хранении металлических лития и калия на воздухе.
1103. Какие продукты могут образовываться при взаимодействии амальгамы натрия с водой?
1104. Чем объяснить, что при температуре выше  $700^\circ\text{C}$  металлический натрий (менее активный металл) способен вытеснить калий (более активный металл) из его соединений? Может ли такой процесс найти практическое применение при получении чистого калия?
1105. Что ограничивает широкое использование щелочных металлов (очень сильных восстановителей) при металлургическом получении менее активных металлов?
1106. Известно, что литий применяется в металлургии для удаления следов углерода из металлических сплавов. Можно ли заменить его натрием или калием?
1107. Какие общие черты можно выделить в химизме процессов; горение натрия в кислороде, парах серы и хлоре; взаимодействие натрия с водой; взаимодействие натрия с серной кислотой; вытеснение натрия водородом из аммиака?
1108. При взаимодействии с водой 4,6 г сплава рубидия с некоторым другим щелочным металлом образуется 2,24 л (н.у.) водорода. Какой щелочной металл был взят?
1109. Охарактеризовать особенности структуры и свойств гидридов щелочных металлов, сравнив их с гидридами ранее изучавшихся элементов.
1110. Какие из свойств гидрида лития позволяют использовать его для быстрого заполнения спасательных жилетов при морских авариях?
1111. Как получить гидрид лития из оксида лития? Дать термодинамическое обоснование возможности или невозможности процесса образования гидрида лития при взаимодействии его оксида с водородом.
1112. Как можно получить оксиды лития, натрия и калия? В каком случае можно использовать реакцию прямого окисления металла кислородом?

1113. Какие ионы находятся в узлах кристаллической решетки пероксидов  $\text{Na}_2\text{O}_2$  и  $\text{KO}_2$ , озонида  $\text{KO}_3$ ?
1114. Какой фактор лишний среди тех, которые позволяют объяснить повышение устойчивости пероксидов и надпероксидов в ряду соединений лития–цезия: ионный характер связи, размеры катионов и анионов, поляризующее действие катионов, склонность катионов к гидратации, величины  $\Delta_f G^\circ_{298}$  соединений, энергия кристаллической решетки?
1115. На чем основано использование пероксидов щелочных металлов для регенерации кислорода в замкнутых системах, в которых накапливается углекислый газ?
1116. Для окисления веществ при повышенных температурах используется окислительная смесь пероксида и карбоната натрия (в отношении масс 1:1). Какова роль каждого из компонентов смеси?
1117. Гидроксиды щелочных металлов – ионные соединения и в водном растворе диссоциируют нацело, однако сила оснований в ряду  $\text{LiOH}$ – $\text{CsOH}$  увеличивается. Выбрать правильный ответ. Это не связано с увеличением радиуса катиона; уменьшением поляризующего действия катиона; понижением склонности катиона к гидратации; увеличением подвижности менее гидратированного катиона; изменением энергии кристаллической решетки гидроксида.
1118. Какие из приведенных процессов находят практическое применение для получения гидроксидов щелочных металлов:
- |  |   |
|--|---|
| 1) $\text{Э}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightarrow$           | 5) $\text{Э}_2\text{CO}_3_{(р)} + \text{Ca}(\text{OH})_2_{(р)} \rightarrow$ |
| 2) $\text{Э}_2\text{O}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightarrow$ | 6) $\text{Э}_2\text{O}_2_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightarrow$      |
| 3) $\text{ЭH}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightarrow$          | 7) $\text{Э}_3\text{N}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightarrow$        |
| 4) $\text{Э}_3\text{P}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightarrow$ | 8) электролиз раствора соли?  |
1119. Почему растворы гидроксидов натрия и калия разрушают стеклянную посуду, особенно при длительном кипячении? Написать уравнения реакций.
1120. Из какого материала должны быть изготовлены тигли для расплавления щелочей? Используются ли для этой цели фарфоровые, платиновые, корундовые, кварцевые, железные тигли?
1121. Какого типа решетка (молекулярная, атомная и т. д.) характерна для металлического калия, оксида, гидроксида, хлорида, сульфата и карбоната калия?
1122. Из каких частиц состоят галогениды щелочных металлов в твердом, жидком и газообразном состояниях?

1123. На основании справочных данных (какие данные следует использовать?) сделать вывод о характере изменения термической устойчивости в ряду NaF–NaI.
1124. Каков химический состав соды каустической, кристаллической, кальцинированной, питьевой?
1125. Предложить методику перевода в водном растворе хлорида калия в сульфат калия и сульфата калия в хлорид калия, по которой в каждом случае можно было бы выделить из раствора кристаллы чистого продукта.
1126. Выбрать реакцию, обеспечивающую наиболее оптимальный (среди предлагаемых) лабораторный метод получения чистого сульфата калия:
- 1)  $K + H_2SO_4 \text{ (разб)} \rightarrow$ ;      4)  $KNO_3 \text{ (т)} + H_2SO_4 \text{ (конц)} \rightarrow$ ;
  - 2)  $KOH \text{ (р)} + H_2SO_4 \text{ (р)} \rightarrow$ ;    5)  $KO_2 + H_2SO_4 \text{ (р)} \rightarrow$ .
  - 3)  $KNO_3 \text{ (р)} + HClO_4 \text{ (р)} \rightarrow$ ;
1127. Предложить три способа получения карбоната натрия из сульфата натрия.
1128. Каким образом в технике получают поташ? Почему его нельзя получать способом, аналогичным аммиачному способу получения соды?
1129. Какие соединения щелочных металлов применяются для осушки газов?
1130. Приведенные схемы заполнить таким образом, чтобы получить уравнения реакций, идущих до конца:
- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| $NaOH + \dots = NaCl + \dots$     | $Na_2SO_4 + \dots = NaNO_3 + \dots$   |
| $Na_2CO_3 + \dots = NaCl + \dots$ | $Pb(NO_3)_2 + \dots = NaNO_3 + \dots$ |
1131. Закончить уравнения реакций:
- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| $Na_2O_2 + KI + H_2SO_4 \rightarrow$     | $RbO_2 + KI + H_2SO_4 \rightarrow$    |
| $Na_2O_2 + Fe(OH)_2 + H_2O \rightarrow$  | $KO_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$ |
| $Na_2O_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$ | $KO_2 + H_2S \text{ (р)} \rightarrow$ |
| $KO_2 + H_2SO_4 \rightarrow$             | $NaO_2 + Na \rightarrow$              |
| $KO_2 + CO_2 \rightarrow$                | $KO_3 + H_2O \rightarrow$             |
| $KO_2 + Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow$  | $KO_3 + KI + H_2SO_4 \rightarrow$     |
1132. Выпишите из справочника значения первой энергии ионизации атомов элементов от Li до Cs и укажите, атом какого из элементов наиболее легко переходит в состояние одноатомного катиона. Можно ли утверждать, что катион этого элемента будет наиболее трудно разряжаться: а) в свободном виде, б) в водном растворе? Дайте обоснованный ответ.



1133. Известно, что значение первой энергии ионизации атома щелочного элемента, например натрия или калия, выше, чем для двухатомной молекулы, например  $\text{Na}_2$  или  $\text{K}_2$ . Дайте возможное объяснение этому факту, используя энергетическую диаграмму образования химической связи по методу молекулярных орбиталей
1134. Рассмотрите расположение лития в электрохимическом ряду напряжений. Объясните кажущуюся аномалию (по сравнению с положением лития в Периодической системе) с учетом того, что размеры катионов щелочных металлов увеличиваются с ростом порядкового номера элемента и, следовательно, ослабляются связи в первой зоне гидратации катионов.
1135. Щелочные металлы в свободном виде обычно получают электролизом расплава их галогенидов или гидроксидов. Укажите, какие электроды при этом используют и составьте уравнения электрохимических реакций. Объясните, почему оказывается возможным получать свободные щелочные металлы также путем электролиза водного раствора их солей, но с использованием только ртутного катода. В чем заключается роль ртути? Как проводят выделение щелочного металла из амальгамы?
1136. Пользуясь необходимыми справочными данными, приведите аргументы, подтверждающие сильные восстановительные свойства щелочных металлов в реакциях: а) с кислородом, б) с водой. Могут ли щелочные металлы проявлять окислительные свойства?
1137. При взаимодействии натрия с водой всегда слышны характерные щелчки. Какова причина этого явления?
1138. Укажите, как изменяется рН среды при взаимодействии натрия: а) с водой, б) с кислотой-неокислителем. Какое состояние имеет образующийся в результате этих реакций водород ( $\text{H}$  или  $\text{H}_2$ ): а) в момент его образования, б) при выделении из сферы реакции? Дайте обоснованный ответ, используя справочные данные.
1139. Известно, что литий по многим физико-химическим свойствам более схож с магнием, чем со своим аналогом по IА группе – натрием. Пользуясь справочной и учебной литературой, укажите как можно большее число отличий лития от натрия и сходства лития с магнием, подтверждающие проявление диагональной периодичности свойств в направлении литий–магний.
1140. 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.

1141. Какие функции присущи гидроксидам щелочных элементов в различных типах химических реакций? Приведите мотивированный ответ.
1142. Известно, что основные гидроксиды полностью диссоциируют в водном растворе, например  $\text{LiOH} = \text{Li}^+ + \text{OH}^-$  или  $\text{Mn(OH)}_2 = \text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^-$ . Почему гидроксиды  $\text{LiOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$  (и некоторые другие) называются щелочами, а гидроксиды большинства металлов, например  $\text{Mn(OH)}_2$ ,  $\text{Cu(OH)}_2$ ,  $\text{Fe(OH)}_2$  к щелочам не относятся?
1143. Через водный раствор гидроксида калия барботируют следующие газы: а) диоксид серы, б) селеноводород, в) бромоводород, г) смесь йодоводорода и йода. Какие частицы (молекулы, ионы) образуются в результате протекающих реакций при недостатке и избытке реагентов? Назовите продукты реакций.
1144. Через водный раствор гидроксида натрия пропускают следующие газообразные вещества: а) хлор, б) хлороводород, в) сероводород, г) диоксид углерода. Укажите формулы и названия всех частиц (молекул, ионов), образующихся в каждой протекающей реакции.
1145. Руководствуясь справочными данными, приведите примеры солей лития и калия: а) хорошо растворимых в воде, б) малорастворимых в воде. Используя эти сведения, предложите схему разделения катионов лития и калия при их совместном присутствии в растворе.
1146. Руководствуясь справочными данными, определите, возможна ли эффективная очистка (по выходу продукта) перекристаллизацией следующих веществ: йодида лития, сульфата лития, хлорида натрия, ацетата натрия, дихромата калия, хромата калия, нитрата рубидия, гидроксида цезия.
1147. Почему при сильном прокаливании сухих кристалликов поваренной соли они с хрустом рассыпаются?
1148. Используя справочную и учебную литературу, приведите формулы и названия важнейших минералов лития и цезия. В каком минерале калия содержится рубидий (в качестве спутника)? Какова распространенность этих щелочных элементов в природе?
1149. Известно, что гидриды щелочных элементов в твердом состоянии нерастворимы в неполярных органических растворителях, но активно реагируют с водой, в расплаве подвергаются электролизу, в газообразном состоянии находятся в виде молекул  $\text{MeH}$ . Каков тип химической связи в этих гидридах?
1150. Известно, что щелочные металлы обладают способностью химически 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.

1151. Известны теоретические (вычисленные по ионной модели) и экспериментальные значения дипольного момента молекул.

Молекула	LiI	NaI	KI	RbI	CsI	FrI
$\mu_{\text{теор}}, \text{Д}$	11,48	13,02	14,65	15,27	15,95	16,24
$\mu_{\text{эксп}}, \text{Д}$	6,25	8,50	9,20	10,85	12,1	$\approx 13$

1152. Объясните, почему; а) для каждого иодида значение  $\mu_{\text{теор}} > \mu_{\text{эксп}}$ ; б) разность ( $\mu_{\text{теор}} - \mu_{\text{эксп}}$ ) для LiI значительно больше, чем для CsI; в) значение  $\mu_{\text{теор}}$  для LiF (7,49) меньше, чем для LiI, а значение  $\mu_{\text{эксп}}$  для LiF (6,60) больше, чем для LiI.

1153. Рассчитайте относительную атомную массу природных элементов Li и Rb:

Изоотоп	${}^6\text{Li}$	${}^7\text{Li}$	${}^{85}\text{Rb}$	${}^{87}\text{Rb}$
Ar	6,0151	7,01160	84,9117	86,9092
x, %	7,5	92,5	72,165	27,835

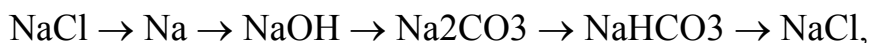
1154. Постройте график зависимости  $t_{\text{пл}} = f(Z)$  и  $t_{\text{кип}} = f(Z)$ :

Элемент	${}_3\text{Li}$	${}_{11}\text{Na}$	${}_{19}\text{K}$	${}_{37}\text{Rb}$	${}_{55}\text{Cs}$	${}_{87}\text{Fr}$
$t_{\text{пл}}, \text{°C}$	180,5	97,8	63,5	39,3	28,7	?
$t_{\text{кип}}, \text{°C}$	1337	886	760	696	668	?

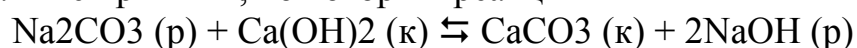
Методом экстраполяции оцените значения  $t_{\text{пл}}$  и  $t_{\text{кип}}$  для франция.

1155. Какое из простых веществ элементов IA группы будет наиболее сильным восстановителем в реакции с: а) кислородом; б) водой?
1156. Какие вещества образуются при сгорании каждого из простых веществ элементов IA группы на воздухе? Как эти продукты реагируют с: а) холодной водой; б) водой при кипячении?
1157. Составьте уравнения электрохимических реакций на инертных электродах и общие уравнения электролиза расплавов: а) бромида калия; б) гидроксида цезия; в) гидрида лития; г) смеси фторида и хлорида натрия.
1158. Составьте уравнения электрохимических реакций на электродах и общие уравнения электролиза водных растворов: а) фторида калия; б) гидроксида лития; в) сульфата рубидия; г) смеси гидроксида и хлорида натрия.
1159. Рассмотрите проявление диагональной периодичности литий-магний на примерах получения и химических свойств оксидов, нитридов, гидридов, гидроксидов, карбонатов, фторидов, ортофосфатов, перхлоратов.
1160. Сравните первую энергию ионизации атома Li и молекулы  $\text{Li}_2$ , равную соответственно 5,39 и 5,15 эВ. Почему значение  $I$  для атома Li выше, чем для молекулы  $\text{Li}_2$ ?

1161. По методу МО рассмотрите образование связи в частицах  $\text{Li}_2^+$ ,  $\text{Li}^0$ , и  $\text{Li}_2^-$ . Как изменяется энергия и длина связи в этом ряду? Укажите магнитные свойства всех частиц,
1162. Литий и гидрид лития массой по 30 г обработали (отдельно) избытком хлороводородной кислоты (разб.), выделившийся газ собрали. В каком случае объем (л, н.у.) газа больше? Докажите это расчетом.
1163. Рассчитайте плотность (г/л) пара натрия при температуре его кипения ( $886^\circ\text{C}$ ) и атмосферном давлении 101,325 кПа. Пар натрия, содержащий 5% молекул  $\text{Na}_2$  (остальное – свободные атомы), принять близким по свойствам к идеальному газу.
1164. Подтвердите расчетом, что образование пероксида натрия из простых веществ при 298 К в закрытой системе более вероятно, чем образование оксида и надпероксида натрия.
1165. При сгорании образца натрия на воздухе образуется смесь оксида и пероксида натрия в мольном отношении 1:8. Продукт сгорания обработали избытком серной кислоты (разб.) при нагревании и собрали 11,2 л (н.у.) газа. Установите массы (г) образца натрия.
1166. Предложите все возможные способы переходов по следующим схемам:

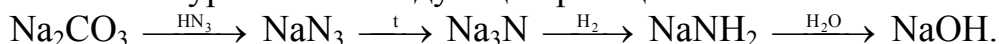


1167. При взаимодействии 31,39 г амальгамы натрия состава  $\text{NaH}$  (массовая доля ртути 94,58%) с 1 л воды образуются раствор и газ. Рассчитайте массовую долю (%) растворенного вещества, молярность и pH раствора ( $\rho = 1031$  г/л при  $25^\circ\text{C}$ ), а также объем (л, н.у.) газа.
1168. Укажите причины, по которым реакция



обратима, и составьте выражение для константы равновесия. Почему в этом процессе образуется только разбавленный раствор гидроксида натрия, а получение концентрированного раствора невозможно?

1169. В 0,1 М растворе карбоната натрия при  $25^\circ\text{C}$  имеет место протолиз ионов  $\text{CO}_3^{2-}$  с образованием ионов  $\text{HCO}_3^-$  (найдите значение степени протолиза). Объясните, почему ионы  $\text{HCO}_3^-$  в этом растворе практически не подвергаются протолизу (снова найдите степень протолиза). Является ли ион  $\text{HCO}_3^-$  в этом растворе амфолитом?
1170. Составьте уравнения следующих реакций:



1171. По данным об изотопном составе докажите расчетом, что природный калий легче аргона.

Изотоп	$^{39}\text{K}$	$^{40}\text{K}$	$^{41}\text{K}$	$^{36}\text{Ar}$	$^{38}\text{Ar}$	$^{40}\text{Ar}$
--------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	------------------

<i>Ar</i>	38,9637	39,9740	40,9620	35,9675	37,9627	39,9624
<i>x, %</i>	93,2581	0,0117	6,7302	0,337	0,063	99,600

Обоснуйте правильность расположения более тяжелого аргона в VIIA группе, а более легкого калия в IA группе.

1172. Проводят сжигание 4 моль калия в избытке кислорода. Покажите расчетом, что в закрытой системе при 800 К термодинамически наиболее выгодной является реакция образования надпероксида, а не оксида или пероксида калия.
1173. При 25° С проведен необратимый гидролиз 0,017 моль нитрида калия и раствор разбавлен водой до 25 л. Рассчитайте молярную концентрацию (моль/л) всех видов катионов в этом растворе. Каково значение рН полученного раствора?
1174. Имеются водные растворы с одинаковой аналитической концентрацией: а) карбоната калия; б) нитрита калия. Не прибегая к расчету, укажите, в каком из растворов рН будет ниже при 25° С. Рассчитайте степень протолиза в растворе (б) при концентрации соли, равной 0,001 моль/л. Предложите способ уменьшения степени протолиза.
1175. Смешивают насыщенные водные растворы хлорида калия и нитрата натрия: а) при 20° С; б) при 80° С. Установите, какая соль первой будет кристаллизоваться из раствора в каждом из этих опытов.
1176. В Периодической системе водород помещают одновременно в двух группах – IA и VIIA. Почему? Можно ли по вашему мнению, однозначно поставить водород: а) в одну из указанных групп; б) в другую какую-нибудь группу?
1177. Составьте уравнения реакций, одним из продуктов которых будет газообразный водород. Опишите, как в лаборатории получают водород:
1178. а) молекулярный; б) атомный. Какой водород будет более сильным восстановителем?
1179. Назовите вещества:  $\text{LiO}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ ,  $\text{LiAl}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ ,  $\text{Na}_2\text{C}_2$ ,  $[\text{Na}(\text{NH}_3)_4]\text{I}$ ,  $\text{KO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ,  $\text{K}[\text{BF}_4]$ ,  $\text{Rb}_3\text{Bi}_2\text{Cl}_9$ ,  $\text{Rb}_2[\text{SiF}_6]$ ,  $\text{Cs}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ,  $(\text{H}_3\text{O})\text{ClO}_4$ .

### *s-Элементы II группы*

1180. На примере изменения атомных и ионных радиусов и потенциалов ионизации s-элементов I и II групп проиллюстрировать явление вторичной периодичности свойств элементов.
1181. К каким из s-элементов II группы приложима следующая характеристика: элементы входят в состав соединений в виде двухзарядных

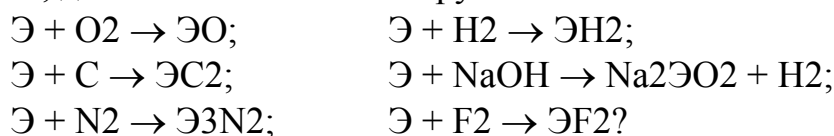
- катионов; у них слабо выражена способность к комплексообразованию; металлы химически весьма активны; атомы в газообразном состоянии не образуют молекул; элементы образуют устойчивые пероксиды; при растворении в воде оксидов образуются щелочи; гидриды имеют ионную структуру?
1182. По физико-химическим свойствам бериллий более похож на алюминий, чем на химический аналог по ПА группе – элемент магний. Пользуясь литературой, перечислите возможно большее число отличий бериллия от магния и сходства бериллия с алюминием, подтверждающие проявление диагональной периодичности свойств в направлении бериллий–алюминий.
1183. Значения первой энергии ионизации лития и бериллия равны 5,39 и 9,32 эВ, а второй – 75,64 и 18,21 эВ соответственно. Объясните, почему первый электрон отрывается труднее от атома Ве, а второй электрон – от иона  $\text{Li}^+$ .
1184. Рассмотрите сходство химических свойств по диагонали бериллий–алюминий и приведите уравнения реакций (на примере простых веществ, оксидов, гидроксидов, катионов в водном растворе, фторидов).
1185. В чем проявляется отличие химии бериллия от химии остальных элементов главной подгруппы II группы; сходство химии бериллия и химии алюминия? Чем объясняются особенности химии бериллия?
1186. Как можно объяснить, что для s-элементов II группы более характерно образование комплексов, чем для s-элементов I группы?
1187. Как можно объяснить, что ион  $\text{Be}^{2+}$  является лучшим комплексообразователем, чем ионы остальных s-элементов II группы? Привести примеры комплексных соединений бериллия.
1188. Какие из s-металлов II группы можно получать путем электролиза водных растворов их солей?
1189. Учитывая распространенность s-элементов II группы и величины  $\Delta_f H^\circ_{298}$  оксидов ВеО, MgO, CaO, SrO и BaO, соответственно равные – 598,2; –600,7; –634,9; –589; –555,9 кДж/моль, оценить (с наибольшей вероятностью), какие два металла из числа образуемых элементами II группы используются в металлотермии в качестве восстановителей.
1190. Охарактеризовать (в общем виде) условия получения металлического магния электролитическим, металлотермическим и углетермическим способами.
1191. Как объяснить, что бериллий, магний и щелочноземельные металлы имеют более высокие температуры кипения и плавления и большую плотность, чем щелочные металлы?

1192. Бериллий (совместно с препаратом радия) используется как источник нейтронов, образующихся при ядерных реакциях:  ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow$  ;  ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{D} \rightarrow$  . Закончить уравнения этих реакций.

1193. Из кислот  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$  магний нерастворим только в  $\text{HF}$ . С учетом каких свойств  $\text{Mg}$ ,  $\text{HF}$  и  $\text{MgF}_2$  можно объяснить этот факт: 1)  $E^\circ_{\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}} = -2,37 \text{ В}$ ; 2)  $\text{HF}$  – единственная в этом наборе слабая кислота; 3)  $\text{HF}$  не может быть восстановителем в химических реакциях; 4) в растворе  $\text{HF}$  имеются ассоциаты  $(\text{HF})_n$ ; 5)  $\text{IP}(\text{MgF}_2) = 6,5 \cdot 10^{-9}$ ; 6)  $\Delta_f G^\circ(\text{MgF}_2) = -1111,9 \text{ кДж/моль}$ ?

1194. Какой из s-металлов II группы может растворяться в щелочи? Чем это объяснить?

1195. Насколько характерна каждая из реакций, схемы которых приведены ниже, для всех s-металлов II группы:

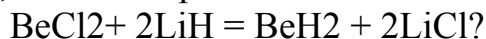


1196. Учитывая величины стандартных изобарно-изотермических потенциалов образования твердых гидридов бериллия, магния и кальция, соответственно равные 115,62, -36,78 и -136,27 кДж/моль, сделать вывод о возможности или невозможности прямого синтеза этих соединений из простых веществ.

1197. Найти ошибку в расчете, согласно которому для получения при комнатной температуре 400 л (при н.у.) водорода из гидроксида кальция требуется 750 г гидроксида.

1198. Проанализировать роль перечисленных факторов в объяснении полимерной структуры гидроксида бериллия: в молекуле  $\text{BeH}_2$  атом бериллия координационно ненасыщен; связь  $\text{Be}-\text{H}$  имеет ковалентный характер; вследствие малых атомных радиусов бериллия и водорода длина связи  $\text{Be}-\text{H}$  невелика; молекула  $\text{BeH}_2$  электронодефицитна.

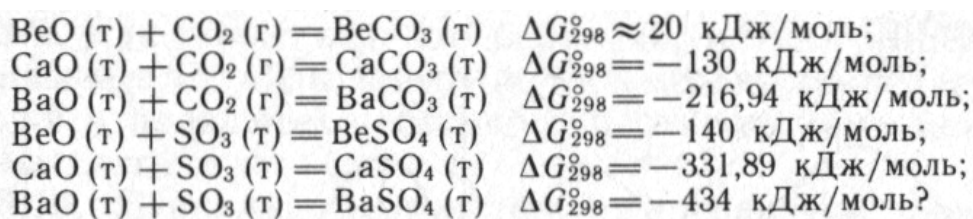
1199. В каких условиях, в газовой или твердой фазе, в водном или неводном растворе, возможна следующая, приводящая к получению гидроксида бериллия, обменная реакция:



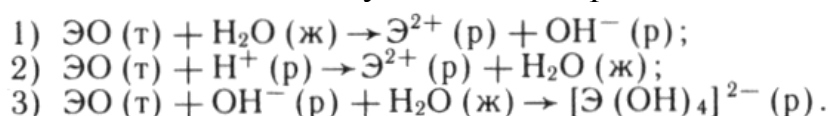
1200. Сформулировать и объяснить закономерность в ряду приведенных данных:

	$\text{BeO}$	$\text{MgO}$	$\text{CaO}$	$\text{SrO}$	$\text{BaO}$
$\Delta_f H^\circ_{298}$ , кДж/моль	-598,16	-600,67	-634,94	-589,31	-555,94

1201. Какие выводы об изменении свойств оксидов в ряду  $\text{BeO}-\text{BaO}$  можно сделать на основании следующих данных:



1202. Кислотно-основные свойства оксидов типа ЭО<sub>(к)</sub> принято характеризовать по их способности участвовать в реакциях:



Свойства каких оксидов в ряду BeO–BaO можно описать схемами: 1 и 2; 2; 2 и 3? Имеется ли среди рассматриваемых оксидов оксид, способный реагировать в соответствии со всеми схемами?

1203. Чем объяснить повышение устойчивости в ряду пероксидов бериллия–бария? Сопоставить наблюдаемую закономерность с закономерностью, характерной для пероксидов s-элементов I группы.

1204. Написать уравнения реакций взаимодействия пероксида бария с кислотой; водой; иодидом калия в присутствии соляной кислоты; диоксидом марганца при сплавлении; раствором нитрата серебра. К какому типу реакций следует отнести реакции взаимодействия пероксида бария с кислотой, водой? Какие свойства проявляет пероксид бария в остальных реакциях?

1205. Константа равновесия реакции, используемой в одном из методов получения кислорода (способ Брина)  $2\text{BaO}_{(к)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{BaO}_{2(к)}$ , равна 0,066 (697 °C); 0,186 (737 °C); 0,497 (794 °C); 1,22 (835 °C); 0,945 (853 °C). Начертить график зависимости константы от температуры. При каких температурах оксид бария поглощает кислород и при каких температурах образующийся продукт отщепляет кислород?

1206. Как и почему изменяются термическая устойчивость, растворимость и кислотно-основные свойства в ряду гидроксидов бериллия–бария?

1207. Можно ли для получения гидроксидов каждого из s-элементов II группы использовать обменные реакции в растворе, действуя при этом щелочами или аммиаком на их соли?

1208. Почему не всегда выпадает осадок, если к раствору соли хлорида магния добавить водный раствор аммиака, содержащий хлорид аммония? Написать уравнения реакций, объясняющие происходящие явления.

1209. Будет ли выпадать осадок гидроксида магния, если смешать 5 мл 0,001 М раствора аммиака и 10 мл 0,001 М раствора сульфата магния?



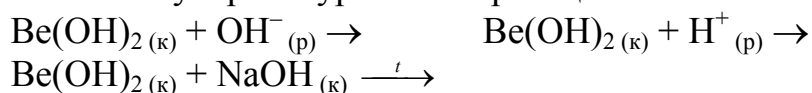
1210. С учетом кислотно-основных свойств и приведенных данных, характеризующих растворимость гидроксидов s-элементов II группы:

	Растворимость, моль/л		ПР
Ca(OH) <sub>2</sub>	$2 \cdot 10^{-2}$	Be(OH) <sub>2</sub>	$2,7 \cdot 10^{-10}$
Sr(OH) <sub>2</sub>	$7 \cdot 10^{-2}$	Mg(OH) <sub>2</sub>	$5,5 \cdot 10^{-12}$
Ba(OH) <sub>2</sub>	$2 \cdot 10^{-1}$		

Сделать вывод, количественное осаждение какого или каких гидроксидов этих элементов из растворов солей при действии щелочи наиболее вероятно.

1211. По величине pH=12,4 насыщенного раствора гидроксида кальция вычислить произведение растворимости этого соединения.

1212. Написать молекулярные уравнения реакций:



1213. Как будет изменяться величина pH раствора в ходе реакции между Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и Ca(OH)<sub>2</sub>?

1214. С учетом каких из приведенных данных

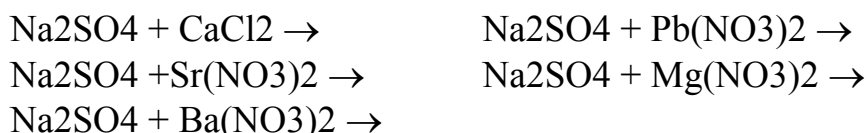
	$\Delta_f H^\circ_{298}$ , кДж/моль	$\Delta_f G^\circ_{298}$ , кДж/моль	$E_{\text{кр.реш}}$ , кДж/моль	ПР
CaF <sub>2</sub>	-1213	-1178	2607	$3,4 \cdot 10^{-11}$
BaF <sub>2</sub>	-1195	-1147	2300	$1,6 \cdot 10^{-6}$

можно объяснить экспериментально наблюдаемый факт: при добавлении по каплям раствора фторида натрия к раствору смеси солей кальция и бария одинаковой молярной концентрации образуется осадок CaF<sub>2</sub>?

1215. Реакции какого общего типа, гидролиз солей бериллия, совместный гидролиз, образование осадка по обменной реакции, комплексообразование, окислительно-восстановительная реакция, могут протекать при добавлении к раствору соли бериллия (в катионной форме) избытка растворов Na, NaF, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>?

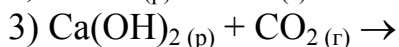
1216. Какое из соединений бериллия, K<sub>2</sub>[BeF<sub>4</sub>], Na<sub>2</sub>BeO<sub>2</sub>, [Be(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>]SO<sub>4</sub>, Na[BeF<sub>3</sub>], Na<sub>2</sub>[Be(OH)<sub>4</sub>], не относится к числу бериллатов?

1217. Принимая во внимание растворимость сульфатов натрия, s-элементов II группы и свинца (MgSO<sub>4</sub> хорошо растворим, ПР CaSO<sub>4</sub>, SrSO<sub>4</sub>, BaSO<sub>4</sub>, PbSO<sub>4</sub> соответственно равны  $6 \cdot 10^{-5}$ ,  $3 \cdot 10^{-7}$ ,  $1 \cdot 10^{-10}$ ,  $1 \cdot 10^{-8}$ ), а также гидролизуемость солей, сделать вывод, какая из реакций перевода в водном растворе сульфата натрия в нитрат предпочтительнее:



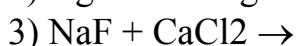
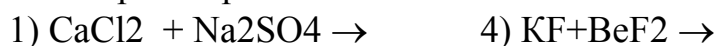
1218. Величины  $\Delta_r G^\circ_{298}$   $\text{ЭO}_{(к)} + \text{SO}_{3(к)} = \text{ЭSO}_{4(к)}$  для случая Э = Be, Mg, Ca, Sr, Ba соответственно равны  $-140$ ,  $-234$ ,  $-332$ ,  $-388$ ,  $-434$  кДж/моль. Какие выводы можно сделать на основании приведенных данных: 1) сульфаты s-элементов II группы термодинамически устойчивые вещества; 2) термическая устойчивость соединений в ряду  $\text{BeSO}_4$ – $\text{BaSO}_4$  повышается; 3) это соединения ионного типа; 4) растворимость веществ в ряду  $\text{BeSO}_4$ – $\text{BaSO}_4$  снижается; 5) реакции синтеза сульфатов s-элементов II группы из простых веществ термодинамически возможны?
1219. Какой состав имеет натронная известь? Какие из перечисленных газов,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ , можно сушить натронной известью?
1220. Какое различие в свойствах соединений магния и бериллия используется для разделения  $\text{Be}(\text{OH})_2$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ;  $\text{BeCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ ;  $\text{BeF}_2$  и  $\text{MgF}_2$ ?
1221. При выдерживании 4,44 г кристаллогидрата хлорида бария в колбе объемом 8,88 л при температуре  $327^\circ\text{C}$  избыточное давление составило  $2,026 \cdot 10^4$  Па. Установить формулу кристаллогидрата.
1222. Используя значения стандартных энтальпий образования, установить характер изменения термической устойчивости карбонатов в ряду  $\text{BeCO}_3$ – $\text{BaCO}_3$ . Распространяется ли характерная для карбонатов зависимость устойчивости от положения элемента в Периодической системе на другие соли рассматриваемых элементов?
1223. Почему растворимость  $\text{CaCO}_3$  в воде повышается при добавлении в раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и при пропускании в него  $\text{CO}_2$ , но понижается при добавлении  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{CaCl}_2$ ?
1224. Водный раствор какой из солей,  $\text{BeSO}_4$ ,  $\text{Be}(\text{N}_3)_2$ ,  $\text{Be}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{Na}_2[\text{BeF}_4]$ , имеет самое высокое значение pH?
1225. Чем обусловлены трудности получения среднего карбоната бериллия из водных растворов? Распространяются ли эти трудности на карбонаты остальных s-элементов II группы? Написать уравнения реакций, протекающих в водных растворах при добавлении соды к хлоридам бериллия, магния и кальция.
1226. К  $A$  мл раствора плотностью  $\rho$ , содержащего  $m$  г серной кислоты, добавили  $n$  г (взят в избытке) хлорида бария. Вывести формулу для вычисления массовой доли хлорида бария в растворе после осаждения и отделения осадка.

1227. Какая из реакций:



не может быть использована для получения карбоната кальция?

1228. В каком из случаев состав продуктов реакции зависит от порядка сливания растворов:



1229. Почему при пропускании углекислого газа через раствор хлорида или нитрата бария осадок карбоната бария не выпадает, а при действии углекислого газа на баритовую воду – выпадает?

1230. Какие соединения кальция применяются в качестве строительных материалов или входят в их состав? Чем объясняется возможность подобного применения соединений кальция?

1231. Какие соединения щелочноземельных металлов обладают свойствами вяжущих материалов?

1232. Чем обусловлена жесткость воды? Какие методы устранения жесткости воды Вы знаете?

1233. Почему для устранения временной жесткости, обусловленной солями магния, требуется большее количество извести, чем для устранения временной жесткости, обусловленной солями кальция?

1234. Сколько граммов соды нужно добавить к 100 л воды, чтобы устранить постоянную жесткость, равную 3,8 ммоль/л?

1235. Не используя справочные данные, укажите, атом какого элемента ПА группы наиболее легко переходит в состояние одноатомного катиона. Дайте мотивированный ответ.

1236. Выпишите из справочника значения первой и второй энергии ионизации для атомов натрия и магния. Установите, от какого из атомов (Na или Mg) труднее отрывается первый электрон, а от какого – второй электрон. Предложите объяснение этих фактов.

1237. Используя справочные данные, установите, какой из металлов ПА группы является наиболее сильным восстановителем в реакциях: а) с кислородом, б) с водой. Проявляют ли эти металлы окислительные свойства?

1238. Почему гибридизация атомных орбиталей бериллия в его соединениях никогда не осуществляется по типу  $sp^3d^2$ ? Укажите, каковы типы гибридизации атомных орбиталей и геометрическая форма следующих ионов:  $[\text{BeF}_4]^{2-}$ ,  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ ,  $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,  $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ .

1239. Составьте уравнения реакций между магнием и следующими реагентами; а) серная кислота (разб.), б) азотная кислота (разб.), в) сульфат аммония (конц.), г) вода (гор.). Почему магний не реагирует с холодной водой?
1240. Магний подожгли на воздухе. Каков состав спека? Что произойдет с этим спеком при выдерживании во влажной атмосфере и последующем прокаливании?
1241. для получения кальция прокаливают карбонат кальция в смеси с алюминием. Укажите способ разделения образующихся продуктов. По другому методу карбонат кальция переводят в хлорид и расплав последнего подвергают электролизу. Можно ли электролиз расплава заменить на технологически более простой электролиз водного раствора? Приведите мотивированные ответы.
1242. Магний и щелочноземельные металлы проще всего получать электролизом расплава их галогенидов. Укажите, какие можно использовать при этом электроды и составьте уравнения электрохимических реакций для  $MgCl_2$  и  $SrBr_2$ . Возможно ли выделение металлов при электролизе раствора тех же солей? Укажите, какой катод обязательно придется использовать при электролизе раствора.
1243. Какие типы гидроксидов известны для элементов ПА группы? Ответ подтвердите уравнениями реакций. Почему гидроксид магния реагирует с сульфатом аммония в растворе, а гидроксид бериллия не реагирует?
1244. Составьте уравнение гетерогенного равновесия насыщенный раствор–осадок для гидроксида бериллия (координационное число атома бериллия в растворенном соединении следует принять равным 4). Какие функции в водном растворе свойственны гидроксиду бериллия?
1245. 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.
1246. Умягчение воды (устранение постоянной жесткости) можно проводить с помощью  $Na_2CO_3$  осаждением карбонатов  $MgCO_3$  и  $CaCO_3$  или с помощью  $Na_3PO_4$  осаждением ортофосфатов  $Mg_3(PO_4)_2$  и  $Ca_3(PO_4)_2$ . Почему умягчение воды воздействием ортофосфата натрия более эффективно?
1247. Какие продукты могут образоваться при барботировании через раствор гидроксида бария следующих газов: а) диоксида углерода, б) сероводорода, в) иодоводорода, г) хлора? Составьте уравнения реакций.

1248. Из указанных ниже положений выберите те, которые подтверждают основной характер щелочноземельных элементов: а) соли кислородсодержащих кислот (карбонаты, сульфаты, нитраты и др.) разлагаются при относительно высоких температурах, б) растворимость в воде гидроксидов  $\text{Э}(\text{ОН})_2$  увеличивается при переходе от гидроксида кальция к гидроксиду радия, в) в водном растворе элементы существуют только в виде аквакатионов  $[\text{Э}(\text{H}_2\text{O})_n]^{2+}$ , г) бинарные соединения элементов (гидриды, галогениды, нитриды и др.) являются ионными кристаллами, д) в свободном виде данные элементы имеют физические свойства, присущие металлам, е) все элементы обладают большим сродством к кислороду и вообще проявляют высокую химическую активность, ж) при сгорании в кислороде эти металлы дают оксиды ЭО, которые при взаимодействии с оксидами  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  и  $\text{N}_2\text{O}_5$  переходят в соответствующие карбонаты, сульфаты и нитраты, з) оксиды ЭО при взаимодействии с водой образуют гидроксиды  $\text{Э}(\text{ОН})_2$ , водные растворы которых имеют  $\text{pH} > 7$ , и) гидроксиды  $\text{Э}(\text{ОН})_2$  при обработке кислотами образуют соответствующие соли, к) гидроксиды  $\text{Э}(\text{ОН})_2$  не реагируют с гидроксидом натрия, даже взятым в избытке.
1249. В три пробирки, содержащие равные объемы растворов  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{SrCl}_2$  и  $\text{BaCl}_2$  одинаковой молярности, добавляют (по каплям при перемешивании) раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . В какой пробирке осадок появится при наименьшем (наибольшем) объеме введенного раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? Выпадут ли в итоге и при каком условии осадки во всех пробирках? Объясните Ваши ответы.
1250. Укажите различия в протекании реакций гидролиза следующих соединений: а)  $\text{BaS}$ , б)  $\text{Be}_2\text{C}$ , в)  $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$ , г)  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ , д)  $\text{CaC}_2$ .
1251. В современной технологии карбид кальция получают спеканием оксида кальция и кокса в электродуговой печи:  $\text{CaO} + 3\text{C} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$  определите, к какому типу реакций (из перечисленных ниже) относится данный процесс: а) термолиз (термическое разложение и соединение), б) высокотемпературный синтез, в) электролиз, г) реакция обмена, д) окислительно-восстановительная реакция.
1252. Укажите, какие свойства элементов ПА группы можно использовать для разделения следующих пар катионов: а)  $\text{Be}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , б)  $\text{Ba}^{2+}$  и  $\text{Sr}^{2+}$ , в)  $\text{Be}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ .
1253. Объясните, почему хромат стронция реагирует с уксусной кислотой, а хромат бария не реагирует. Почему оба хромата реагируют с хлороводородной кислотой? Дайте аргументированный ответ.

1254. Как можно отличить известковую воду (насыщенный водный раствор гидроксида кальция) от баритовой воды (насыщенный водный раствор гидроксида бария)?
1255. В лаборатории оказались без этикеток банки с нитратами стронция и бария. Предложите способы идентификации каждой соли (выбор остальных реактивов не ограничен).
1256. Предложите способы обнаружения и разделения катионов бериллия и магния, находящихся вместе в растворе.
1257. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:  

$$\text{CaO} + \text{SO}_3 \rightarrow$$

$$\text{Be(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow$$

$$\text{Be(OH)}_2 + \text{SO}_3 \rightarrow$$

$$\text{Ca} + \text{MgCl}_2 \rightarrow$$

$$\text{BaO}_2 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$
1258. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:  

$$\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$

$$\text{BaO}_2 \rightarrow$$

$$\text{BeO} + \text{K}_2\text{O} \rightarrow$$

$$\text{BeO} + \text{SiO}_2 \rightarrow$$

$$\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow$$
1259. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:  

$$\text{MgO} + \text{SO}_3 \rightarrow$$

$$\text{Mg} + \text{BeCl}_2 \rightarrow$$

$$\text{Sr} + \text{HNO}_3 \rightarrow$$

$$\text{SiO}_2 + \dots \rightarrow \text{BeSiO}_3$$

$$\text{Be(OH)}_{2(\text{T})} + \text{NaOH}_{(\text{T})} \rightarrow$$
1260. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:  

$$\text{Be(OH)}_{2(\text{T})} + \text{NaOH}_{(\text{P})} \rightarrow$$

$$\text{Be} + \text{HNO}_3 \rightarrow$$

$$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$

$$\text{BaO}_2 + \text{NaI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$

$$\text{BeF}_2 + \text{SiF}_4 \rightarrow$$
1261. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:  

$$\text{BeF}_2 + \text{KF} \rightarrow$$

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow$$

$$\text{CaH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$$

$$\text{CaH}_{2(\text{K})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})} \rightarrow$$

$$\text{BeCl}_2 + \text{LiH} \rightarrow$$
1262. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:  

$$\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$$

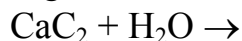
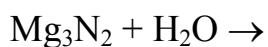
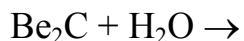
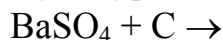
$$\text{Mg(OH)}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$$

$$\text{Mg(OH)}_2 \rightarrow$$

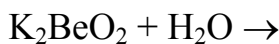
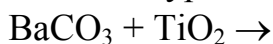
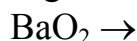
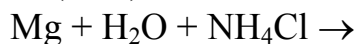
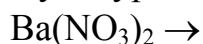
$$\text{Mg} + \text{HNO}_{3(\text{P})} \rightarrow$$

$$\text{Be} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$

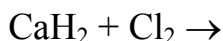
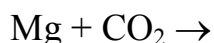
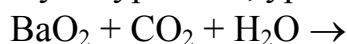
1263. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



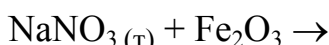
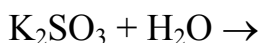
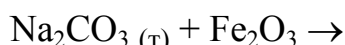
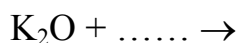
1264. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



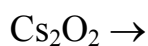
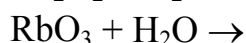
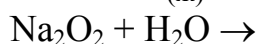
1265. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



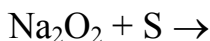
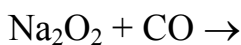
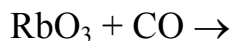
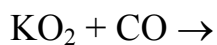
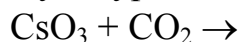
1266. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



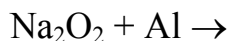
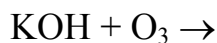
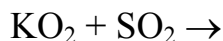
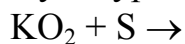
1267. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



1268. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:

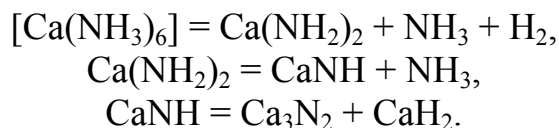


1269. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества; ОВР, выделенную курсивом, уравняйте методом полуреакций:



1270. К равным объемам 0,1 М растворов солей бериллия, магния и кальция в отдельных стаканах приливают раствор гидрата аммиака (изб.). Не прибегая к расчету, укажите, в каком из стаканов формульное количество (молы) осадка будет больше.

1271. Порошок магнезия прокалили на воздухе. Покажите расчетом, образование какого из продуктов термодинамически более выгодно (и насколько) в закрытой системе при 450°C. Составьте уравнения реакций между этими продуктами и: а) водой; б) азотной кислотой (разб.).
1272. Рассчитайте pH 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.
1273. Кристаллогидрат  $MgSO_4 \cdot nH_2O$  массой 4,9294 г, имеющий массовый состав 9,86% Mg, 13,01% S и 25,97% O (остальное вода), нагревают в сушильном шкафу при 220°C до полного обезвоживания (как это установить?). Найдите химическую формулу кристаллогидрата. Затем соль  $MgSO_x$  растворяют в воде и добавляют избыток перхлората бария, при этом выпадает осадок. Рассчитайте его массу (г). Фильтрат осторожно выпаривают до постоянной массы. Что образуется? КЧ атома магния принять равным 6.
1274. Электроотрицательность натрия, магния и кальция равна 1,01; 1,23 и 1,04 соответственно. Проводится электролиз расплава смеси хлоридов этих элементов. Составьте уравнения последовательных реакций на катоде до полного расходования смеси.
1275. Определите, для какого из минералов – магнезита  $MgCO_3$ , кальцита  $CaCO_3$  или доломита  $CaMg(CO_3)_2$  – прокалывание образцов одинаковой массы приведет к получению большего объема углекислого газа. Рассчитайте этот объем ( $m^3$ , н.у.), если прокалена 1 т минерала.
1276. В одном растворе присутствуют катионы магния и кальция. Предложите возможные способы их обнаружения, разделения и удаления из раствора.
1277. Подберите коэффициенты в уравнениях последовательных реакций:



Назовите все вещества, содержащие кальций. Составьте суммарное уравнение процесса. В какой среде протекают реакции?

1278. Отдельные порции гидрида кальция и гидрида лития (каждая массой 5,25 г) вносят в избыток воды и выделяющийся газ собирают. В каком случае объем (л, н.у.) газа будет больше? Подтвердите ответ расчетом.
1279. Октагидрат пероксида кальция массой 21,62 г внесли в 1 л холодного 6,2%-ного раствора серной кислоты ( $\rho = 1040$  г/л). Рассчитайте



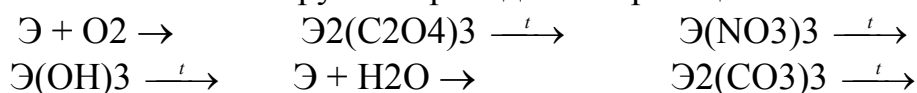
- молярную концентрацию (моль/л) всех веществ, присутствующих в конечном растворе, если объем раствора не изменился.
1280. Жженный гипс  $m\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  готовят из обычного гипса  $x\text{CaSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}$  выдерживанием последнего при  $130^\circ\text{C}$ . По данным анализа образец гипса содержит 20,9% (по массе) воды, а образец жженого гипса – только 6,2%. Установите химический состав обоих кристаллогидратов.
1281. Определите, выпадет ли осадок, если смешать равные объемы 0,008 М раствора хлорида кальция и 0,016 М раствора йодата калия.
1282. Два цеха направляют сточные воды в общий коллектор. Первый сток ( $20 \text{ м}^3/\text{мин}$ ) содержит хлорид кальция с массовой концентрацией 0,733 г/л, а второй сток ( $10 \text{ м}^3/\text{мин}$ ) – сульфат калия с концентрацией 1,185 г/л. Определите, будет ли происходить засорение коллектора осадком.
1283. К 100 мл 0,05 М раствора сульфата магния добавляют 100 мл 0,05 М раствора хлорида кальция. Найдите формульное количество (моль) катионов кальция в конечном растворе. Затем к смеси приливают 100 мл 0,1 М раствора хлорида бария. Снова определите формульное количество катионов кальция в растворе.
1284. Навеска гидрида бария массой 0,55 г внесена в 18 л воды. Укажите тип протекающей реакции. Определите объем (мл, ну.) выделившегося газа и pH конечного раствора (при  $25^\circ\text{C}$ ).
1285. Смешали водные растворы, содержащие по 0,42 моль нитрата алюминия и гидроксида бария. Полученный раствор выпарили, твердый остаток прокалили при  $1000^\circ\text{C}$  до постоянной массы. Каково значение этой массы (г)?
1286. Известно, что соединения бария ядовиты. Однако при рентгеноскопии желудка в пищеварительный тракт человека вводят сульфат бария, не опасаясь отравления организма. Докажите расчетом, что в данном случае не превышает предельно допустимая концентрация катионов бария, равная 4 мг/л. Можно ли сульфат бария заменить фторидом, карбонатом, оксалатом или хроматом бария?
1287. Рассчитайте температуры (К) равновесия реакции в закрытой системе  $\text{MeCO}_3 \text{ (к)} \rightleftharpoons \text{MeO} \text{ (к)} + \text{CO}_2 \text{ (г)}$ , где Me – Mg, Ca, Sr и Ba. Постройте график зависимости  $T_{\text{равн}} = f(Z_{\text{Me}})$  и методом экстраполяции оцените значение  $T_{\text{равн}}$  для карбоната радия. Укажите, как полностью можно разрушить данное равновесие.
1288. Рассмотрите изменение растворимости в воде для сульфатов и гидроксидов по ряду Ca–Sr–Ba и определите, каким (большим или меньшим) будет значение растворимости соответствующих соединений радия по сравнению с соединениями бария.

1289. Назовите следующие вещества:  $MgC_2$ ,  $Mg_2C_3$ ,  $Mg(C_2H_5)_2$ ,  $Be_3Al_2(Si_6O_{18})$ ,  $Ba_2[Mg(OH)_6]$ ,  $K_2[Mg(NH_2)_4]$ ,  $(K_6Mg)O_4$ ,  $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ,  $Mg_5(CO)_{34}(OH)_2 \cdot 4H_2O$ ,  $CaCN_2$ ,  $Ca[AlH_4]_2$ ,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ,  $2CaSO_4 \cdot H_2O$ ,  $SrO_2$ ,  $[Sr(NH_3)_6]I_2$ ,  $Ba(O_2)_2$ ,  $BaP_3$ ,  $Ba_3P_2$ ,  $BaS_2O_6$ ,  $Ba[SiF_6]$ .

## Тема 7. d- и f-элементы

### d-Элементы III группы

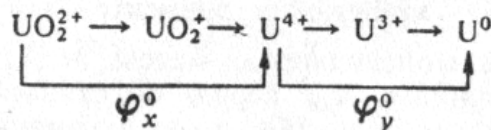
1290. Среди d-элементов Периодической системы d-элементы III группы выделяются своей постоянной валентностью (соединения Э (I, II) малоустойчивы), последовательным увеличением атомных радиусов, понижением потенциалов ионизации и нарастанием химической активности металлов по группе. Чем это объяснить?
1291. Чем обусловлены высокие значения координационных чисел атомов рассматриваемых d-элементов в комплексных соединениях? Сравнить координационные числа В(3, 4); Al(4, 6); Sc, Y, La(4, 6, 7, 8, 9).
1292. Какая форма соединений, катионная или анионная, более характерна для скандия и его аналогов?
1293. Сравнить свойства элементов подгруппы скандия и подгруппы галлия.
1294. Оценить термодинамическую возможность использования магния в качестве восстановителя металлического иттрия из хлорида иттрия. Как влияет температура на эту реакцию?
1295. С учетом стандартных электродных потенциалов  $E^\circ_{Э^{3+}/Э}$ , соответственно равных для скандия, иттрия, лантана и актиния  $-2,08$ ;  $-2,25$ ;  $-2,37$  и  $-2,60$  В, рассмотреть отношение этих металлов к воде и кислотам. Почему не все рассматриваемые металлы достаточно активно растворяются в воде при обычной температуре? Можно ли получить металлический лантан путем электролиза водного раствора его соли?
1296. Как относятся металлы подгруппы скандия к водороду? Сравнить структуру и свойства гидридов алюминия, галлия и лантана. В чем проявляется существенное различие свойств гидридов алюминия и лантана?
1297. Охарактеризовать возможность использования для получения оксидов d-элементов III группы приведенных реакций:



1298. Чем можно объяснить, что величины энтальпий образования оксидов элементов подгруппы скандия лучше укладываются в общую закономерность изменения этих величин по группе, чем величины энтальпии образования элементов подгруппы галлия?
1299. Учитывая характер изменения кислотно-основных свойств гидроксидов в ряду d-элементов III группы, указать, какой из этих элементов способен образовывать гидроксокомплексы.
1300. Что будет наблюдаться в растворе pH 1, содержащем ионы  $Y^{3+}$  (1 моль/л), при добавлении к 1 л этого раствора 0,11 моль ионов  $OH^-$ ?
1301. Сравнить гидролизуемость солей:  $ScCl_3$  и  $LaCl_3$ ;  $ScCl_3$  и  $Na_3[Sc(OH)_6]$ ;  $Na_3[Al(OH)_6]$  и  $Na_3[Sc(OH)_6]$ .
1302. Почему из водных растворов нельзя получить карбонат алюминия, но можно получить карбонат скандия?
1303. Составить формулы комплексных соединений скандия с фторид-, оксалат- и сульфат-ионами.
1304. Закончить уравнения реакций:
- $$\begin{array}{ll} Sc + H_2SO_4 \rightarrow & La + N_2 \rightarrow \\ Y + HCl \rightarrow & La_2O_3 + NH_4Cl (p) \rightarrow \\ La + Cl_2 \rightarrow & La + H_2O \rightarrow \end{array}$$
1305. Составьте электронные конфигурации для атомов следующих элементов ШБ группы: а) лантана, гадолиния и лютеция в нулевой степени окисления, б) церия и неодима в степени (+3), в) церия в степени окисления (+4). Почему все лантаноиды (+3) обнаруживают большое сходство в химических свойствах?
1306. Пользуясь справочной и учебной литературой, перечислите лантаноиды, которые в соединениях проявляют: а) степень окисления (+2), б) степень окисления (+4). Приведите примеры соединений; охарактеризуйте окислительно-восстановительные свойства соединений лантаноидов (+2) и (+4).
1307. Выпишите из справочника и сравните константы кислотности аквакатионов скандия (+3), иттрия (+3) и лантана(+3) в водном растворе. На основании этих данных определите, сильной или слабой кислотой является аквакатион актиния (+3).
1308. Составьте уравнения следующих реакций с участием скандия и его соединений;
- $$\begin{array}{ll} Sc + H_3O^+ = Sc[H_2O)_6]^{3+} + \dots & Na[Sc(OH)_4] (к) \xrightarrow{t} \\ Sc + H_2SO_4 (конц) = [Sc(SO_4)_2]^- + \dots & BaO (к) + Sc_2O_3 (к) \xrightarrow{t} \\ [Sc(CrO_4)_2]^- + H_3O^+ = & Sc_2S_3 + H_2O = \\ Sc^{3+} + C_2O_4^{2-} (нед) = (осадок) & [Sc(H_2O)_6]^{3+} + C_2O_4^{2-} (изб.) = \end{array}$$
1309. Какие химические свойства соединений скандия (+3) проявляются в этих реакциях?

1310. Предложите несколько распространенных реактивов, с помощью которых лантан можно перевести в раствор.
1311. Известно, что связь лантаноид–вода в аквакатионах  $[\text{Ln}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  упрочняется при переходе от La к Lu. Как изменяется степень протолиза аквакатионов?
1312. Составьте уравнения следующих реакций с участием соединений церия (+3) и (+4):
- |   |  |
|---|--|
| $[\text{Ce}(\text{H}_2\text{O})_8]^{3+} + \text{ClO}^- = \text{CeO}_2 + \dots$    | $\text{Ce}(\text{OH})_3 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} =$ |
| $\text{CeO}_2 + \text{H}_3\text{O}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 + \dots$ | $\text{Ce}(\text{OH})_4 + \text{HCl} (\text{конц}) =$        |
| $(\text{Na}_2\text{Ce})\text{O}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ = \text{O}_2 + \dots$    | $\text{Ce}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 + \text{NaBiO}_3 =$    |
1313. Какие химические свойства соединений церия(+3) и (+4) проявляются в этих реакциях?
1314. Элементы IIIБ группы – иттрий Y и лантаноиды от La до Lu называли ранее и еще продолжают называть редкоземельными элементами. Какому химическому термину соответствует слово «земля»? Почему эти элементы называли редкими?
1315. Групповым реагентом на катионы лантаноидов(+3) служит щавелевая кислота, которая осаждает оксалаты лантаноидов даже из кислого раствора. При прокаливании оксалатов образуются оксиды лантаноидов (+3). Опишите получение оксида лантана(+3) этим способом, укажите условия реакций и приведите их уравнения.
1316. Какие продукты можно получить при термическом разложении следующих соединений: а) гексагидрата нитрата лантана (+3), б) гексанитратоцерата (+4) аммония?
1317. Составьте электронные конфигурации атомов актиноидов с порядковыми номерами 89, 96 и 103. Назовите эти элементы. Укажите валентные электронные подуровни атомов и определите их число. Перечислите возможные степени окисления данных элементов.
1318. Пользуясь литературой, укажите строение валентных электронных уровней атомов протактиния, нептуния и берклия. Почему для них (и, возможно, всех последующих элементов) заселение электронами подуровней 5f, 6d и 7s неоднозначно (имеется несколько равновероятных вариантов)? Каковы объективные причины этой неопределенности?
1319. В курсе неорганической химии свойства тория, протактиния и урана часто рассматриваются совместно с элементами групп IVB, VB и VIB соответственно. Оправдано ли такое рассмотрение? Дайте обоснованный ответ, используя литературу.
1320. К раствору соли тория(+4) добавляют по каплям раствор оксалата аммония. Происходит выпадение осадка, который затем переходит в раствор вследствие комплексообразования (для атома Th КЧ=8). Что

- произойдет при подкислении полученного раствора хлороводородной кислотой?
1321. Среди соединений тория известно вещество состава  $\text{ThI}_2$ . Это вещество обладает высокой электропроводностью, содержит атом тория в степени окисления (+4), при нагревании до  $880^\circ\text{C}$  разлагается на торий и иодид тория(+4). Составьте более точную формулу данного вещества.
  1322. Объясните тот факт, что соединения  $\text{LnI}_2$  ( $\text{Ln} = \text{La, Ce, Pr, Gd, Dy}$ ) обладают металлической проводимостью, одинаковой с проводимостью натрия или кадмия. Какова степень окисления атома  $\text{Ln}$  в этих соединениях?
  1323. Известно, что лантан образует с таллием интерметаллическое соединение, содержащее 14,52% (мас.) лантана. Установите химическую формулу этого интерметаллида. Составьте уравнение реакции между ним и азотной кислотой (разб.)
  1324. При кипячении лантана в воде собрано 14,82 л(н. у.) газа. Определите массу (г) лантана, вступившего в реакцию
  1325. Какой объем (л, н.у.) газа можно собрать при обработке 44,58 г гидрида лантана (+3) избытком воды?
  1326. Определите, выпадет ли осадок, если смешать 125 мл 0,01 М раствора хлорида лантана (+3) и 175 мл 0,1 М раствора сульфата натрия.
  1327. Определите степень протолиза (%) в 0,05 М растворах хлоридов скандия (+3), иттрия (+3) и лантана (+3) при  $25^\circ\text{C}$ . Исходя из этого, выведите заключение о протолитических свойствах катиона  $\text{Ac}^{3+}$ .
  1328. Рассчитайте при  $25^\circ\text{C}$  растворимость (моль/л) для гидроксидов  $\text{Me}(\text{OH})_3$ , где  $\text{Me} = \text{Sc, Y, La, Ac}$ . Как изменяется растворимость  $\text{Me}(\text{OH})_3$  с увеличением порядкового номера элементов  $\text{Me}$ ?
  1329. Рассчитайте молярную концентрацию (моль/л) катионов в насыщенных растворах оксалатов лантана (+3) и иттербия (+2) при  $25^\circ\text{C}$ . Растворимость какого из этих оксалатов меньше?
  1330. К водному раствору, содержащему 0,154 моль (экв.)  $\text{LaCl}_3$ , добавляют избыток  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Выпадает малорастворимый декагидрат оксалата лантана (+3). Определите его массу (г).
  1331. Рассчитайте число атомов в  $5\text{ см}^3$  твердого актиния при комнатной температуре.
  1332. Определите массу (кг) урана, который можно извлечь из 550 кг руды с содержанием 55% (по массе) минерала настуран ( $\text{U}_2^{+5}\text{U}^{+6}\text{O}_8$ ).
  1333. На основе диаграммы Латимера для урана в кислой среде рассчитайте значения  $\varphi^\circ_x$  и  $\varphi^\circ_y$  при  $25^\circ\text{C}$ :

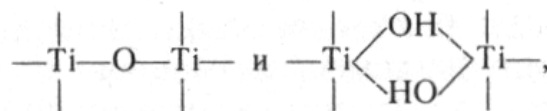


1334. Будут ли устойчивыми в водном растворе ионы  $\text{UO}_2^+$  и  $\text{U}^{3+}$ ?
1335. Составьте формулы следующих веществ:
- |                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| арсенат иттрия(+3)     | гидроортофосфат церия (+4)         |
| перхлорат европия(+2)  | йодат тория (+4)                   |
| фторид тербия(+4)      | оксид-трибромид протактиния        |
| иодид иттербия (+2)    | нитрат америция                    |
| сульфид актиния(+3)    | гептагидрат сульфата плутония (+3) |
| хлорид менделевия (+2) |                                    |
1336. Составьте названия следующих веществ:  $\text{Sc}_4\text{C}_3$ ,  $\text{Sc}_2(\text{SeO}_4)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Sc}(\text{NCS})_2(\text{OH}) \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_3[\text{Sc}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ ,  $\text{AcH}_3$ ,  $\text{Ac}(\text{Br})\text{O}$ ,  $2\text{AcPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Yb}_4\text{F}_9$ ,  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3(\text{OH}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_2[\text{Lu}_2\text{F}_{11}]$ ,  $\text{Th}(\text{CrO}_4)(\text{OH})_2$ ,  $\text{ThSiO}_4$ ,  $\text{Th}[\text{BH}_4]_4$ ,  $\text{K}_4[\text{PaF}_9]$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Np}_2\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2[\text{Pu}(\text{NO}_3)_6]$ ,  $\text{Cm}(\text{IO}_3)_3$ ,  $[\text{U}(\text{C}_5\text{H}_5)_3]\text{Cl}$ ,  $(\text{UO}_2)_3(\text{PO}_4)_2$ .

#### *d-Элементы IV группы*

1337. Проанализировать роль перечисленных факторов в определении исключительной близости химических свойств циркония и гафния: одинаковая конфигурация внешних электронных слоев атомов; наличие у атомов вакантных  $(n-1)d$ -орбиталей; наличие у атомов вакантных  $(n-1)f$ -орбиталей; близкие значения атомных и ионных радиусов; близкие значения потенциалов ионизации; близкие значения электроотрицательности элементов.
1338. В чем причина близости атомных и ионных радиусов циркония и гафния, хотя в атоме гафния на 32 электрона больше, чем в атоме циркония?
1339. Чем объяснить, что соединения титана в низших валентных состояниях более устойчивы, чем аналогичные соединения циркония и гафния?
1340. По ряду своих химических свойств торий (актиноид) похож на цирконий и гафний ( $d$ -элементы IV группы). Объяснить причину этого сходства, приняв во внимание электронную структуру атомов тория, циркония и гафния и их валентные возможности.
1341. Как объяснить, что цирконий и гафний, имеющие сравнительно невысокие значения первых потенциалов ионизации и отрицательные значения стандартных электродных потенциалов, в обычных условиях химически инертны и коррозионно устойчивы?

1342. Почему для химии титана, циркония и гафния малохарактерны ионы типа  $Z^{4+}$ ? Могут ли такие ионы образовываться и быть устойчивыми в водном растворе?
1343. Существование каких из ионов,  $Ti^{4+}$ ,  $[Ti(H_2O)_6]^{4+}$ ,  $TiO^{2+}$ ,  $[Ti(OH)_2(H_2O)_4]^{2+}$ ,  $[TiCl_6]^{2-}$  или полимерных соединений, содержащих цепи



- наиболее вероятно в водном растворе тетрахлорида титана? Как влияет среда раствора на устойчивость этих ионов?
1344. Чем обусловлена склонность титана, циркония и гафния к образованию соединений внедрения и соединений непостоянного состава?
1345. Чем, помимо высокой термодинамической стабильности соединений циркония и гафния, обусловлены трудности получения этих металлов в чистом состоянии?
1346. для получения металлического титана используют методы металлотермии, электролиза, термического разложения соединений. Оценить термодинамическую возможность использования алюминия для восстановления титана из его диоксида; натрия – для восстановления титана из тетрахлорида; цинка – для восстановления титана в водном растворе. Привести примеры соединений титана, которые бы можно было использовать для получения титана электролитическим путем; путем термического разложения соединений.
1347. Какие физические и химические свойства титана и циркония обуславливают их сравнительно широкое использование?
1348. При каких условиях титан, цирконий и гафний могут взаимодействовать с галогенами, кислородом, серой, углеродом, азотом? Написать уравнения соответствующих реакций с участием циркония.
1349. Какой из металлов, относящихся к подгруппе титана, растворяется в концентрированных соляной и серной кислотах? Написать уравнения реакций.
1350. Чем объяснить, что гафний, не растворимый в соляной кислоте (кислота сильная), растворяется в плавиковой кислоте (кислота слабая)?
1351. Объяснить химизм действия смеси концентрированных азотной и плавиковой кислот на металлические цирконий и гафний. Есть ли аналогии с химизмом действия царской водки?
1352. Какого типа структура (молекулярная, ионная, полимерная и т.д.) характерна для диоксидов титана, циркония и гафния?

1353. Чем объяснить высокую прочность связей Э–О и Э–Г (Г – галоген) для d-элементов IV группы? Как это сказывается на свойствах диоксидов и тетрагалогенидов рассматриваемых элементов?
1354. Какие оксиды титана можно получить при нагревании на воздухе Ti; TiO; Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> смеси Ti и TiO<sub>2</sub>, смеси C и TiO<sub>2</sub>?
1355. Предложить методику получения диоксида титана, который бы образовывал возможно более однородный тонкий слой на подложке.
1356. Закончить уравнения реакций:
- $$\begin{array}{l} \text{TiO}_2 + \text{KOH} \xrightarrow{t} \quad \quad \quad \text{TiO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц)} \rightarrow \\ \text{TiO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t} \quad \quad \quad \text{TiO}_2 + \text{HF} \xrightarrow{t} \end{array}$$
- Исходя из этих реакций, охарактеризовать кислотно-основные свойства диоксида титана.
1357. Как перевести оксиды TiO<sub>2</sub> и ZrO<sub>2</sub> в растворимые в воде соединения? Написать уравнения реакций.
1358. Написать общие схемы уравнений получения гидроксидов титана, циркония и гафния (+4) из их тетрагалогенидов.
1359. Чем объяснить различие в химической активности свежеполученной титановой кислоты и длительно старившейся в растворе?
1360. Как изменяется кислотно-основный характер, устойчивость и окислительно-восстановительные свойства гидроксидов титана в ряду Ti(OH)<sub>2</sub>–Ti(OH)<sub>3</sub>–TiO<sub>2</sub>·nH<sub>2</sub>O?
1361. Как согласовать устойчивость мета- и ортотитанатов металлов, например MeTiO<sub>3</sub>, Me<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub>, с неустойчивостью ионов TiO<sub>3</sub><sup>2-</sup> и TiO<sub>4</sub><sup>4-</sup> в растворе?
1362. Учитывая, что имеющиеся в продаже Ti-содержащие реактивы – это обычно TiCl<sub>4</sub> и TiO<sub>2</sub>, предложить методику лабораторного синтеза титаната калия с обоснованием условий проведения реакций и условий выделения чистого вещества.
1363. Насколько характерно для титана, циркония и гафния образование каждого из следующих типов фторидов: ЭF<sub>4</sub>, (ЭF<sub>4</sub>)<sub>n</sub>, [ЭF<sub>6</sub>]<sup>2-</sup>, [ЭF<sub>8</sub>]<sup>4-</sup>. В каком агрегатном состоянии эти фториды существуют в обычных условиях?
1364. Как можно объяснить устойчивость и разнообразие фторидных комплексов d-элементов IV группы? Чем объясняются высокие координационные числа циркония и гафния во фторидных комплексах?
1365. К какому классу соединений, солям или галогеноангидридам, следует отнести тетрахлорид титана? Какие из перечисленных свойств TiCl<sub>4</sub> определяют его принадлежность к этому классу соединений: невысокие температуры плавления и кипения (–21,4 и 156,5°C); нулевой дипольный момент молекулы; тетраэдрическая форма молекулы; малый эффективный заряд атома титана (+0,25); вещество сильно



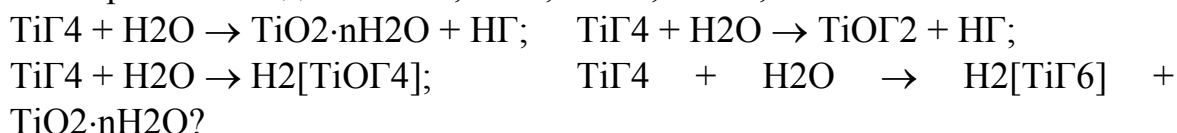
дымит на воздухе, в воде растворяется с шипением, при этом раствор разогревается; водный раствор  $TiCl_4$  можно приготовить, лишь обеспечив в нем сильноокислительную среду?

1366. Какие вопросы, требующие объяснения, можно сформулировать в приложении к следующим данным:

	$TiF_4$	$TiCl_4$	$TiBr_4$	$TiI_4$
$t_{пл}, ^\circ C$	+284	-24,1	+38,3	+155

Как объяснить, что тетрахлорид титана плавится при более низкой температуре ( $-24,1^\circ C$ ), чем трихлорид титана (сублимируется при  $-430^\circ C$ )?

1367. В какой мере и для каких условий применимы приведенные схемы уравнений гидролиза к описанию процесса гидролиза каждого из тетрагалогенидов титана,  $TiF_4$ ,  $TiCl_4$ ,  $TiBr_4$ ,  $TiI_4$ :



Рассмотреть последовательные стадии гидролиза  $ZrCl_4$ .

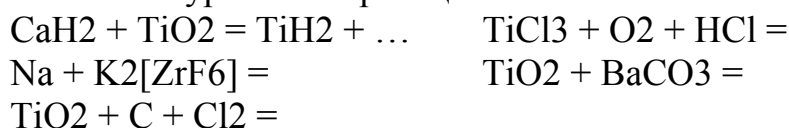
1368. Подкисленный соляной кислотой раствор трихлорида титана (фиолетового цвета) в открытом сосуде постепенно обесцвечивается. Сохраняется ли цвет раствора  $TiCl_3$  в плотно закрытом сосуде?

1369. Можно ли приготовить водные растворы тетра- и трихлорида титана путем растворения этих веществ в воде? Какие меры предосторожности следует соблюдать, вливая в воду тетрахлорид титана?

1370. Сравнить гидролизуемость следующих соединений:  $TiCl_2$  и  $TiCl_4$ ,  $ZrOCl_2$  и  $ZrCl_4$ ,  $TiCl_4$  и  $ZrCl_4$ ,  $TiOSO_4$  и  $ZrOSO_4$ .

1371. Высокой твердостью обладают вещества со структурой алмаза: алмаз, карбид кремния, нитрид бора. Какие из веществ, образуемых *d*-элементами IV группы, также должны быть очень твердыми?

1372. Закончить уравнения реакций:



1373. Какими общими свойствами обладают галогениды элементов подгруппы титана и подгруппы германия?

### *d*-Элементы V группы

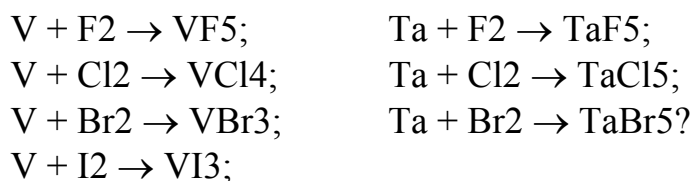
1374. Учитывая приведенные характеристики, объяснить, почему ниобий и тантал по свойствам ближе друг к другу, чем к ванадию:

Валентные электроны	$r_a$ , нм	$I$ , эВ	Степень окисления
---------------------	------------	----------	-------------------

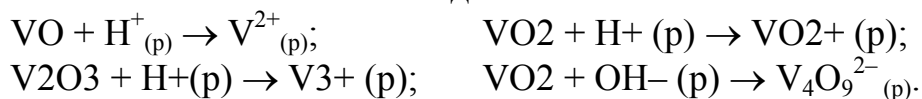
V (3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup> )	0,136	6,74	(+2, +3), +4 +5
Nb (4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup> )	0,147	6,88	(+1÷+4), +5
Ta (5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup> )	0,149	7,88	(+1÷+4), +5

Почему химия ванадия намного богаче и сложнее химии его аналогов – ниобия и тантала?

1375. Почему существование таких соединений тантала, как TaN и Ta<sub>2</sub>N; TaC и Ta<sub>2</sub>C; TaB, TaB<sub>2</sub> и Ta<sub>3</sub>B<sub>4</sub>, нельзя расценивать, как свидетельство переменной валентности этого элемента, в то время как факт переменной валентности ванадия можно иллюстрировать существованием соединений VO, V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, VO<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>?
1376. Проанализировать, насколько значительна в химии ванадия роль каждого из следующих разделов; химия катиона V<sup>2+</sup>; химия катиона V<sup>4+</sup>; химия оксованадия (ванадила) VO<sup>2+</sup>; химия ванадатов (+4); химия ванадатов (+5).
1377. В каком валентном состоянии ванадий в наибольшей мере склонен образовывать ионные связи?
1378. Одинакова ли причина неустойчивости в водном растворе ионов V<sup>2+</sup> и V<sup>4+</sup>?
1379. Сравнить основные свойства элементов подгруппы ванадия со свойствами р-элементов V группы; элементов подгруппы титана; элементов подгруппы хрома. Чем объяснить сходство в свойствах d-элементов разных групп Периодической системы?
1380. Какие из приведенных типов фторидов характерны для ванадия, ниобия и тантала: ЭF<sub>5</sub>, (ЭF<sub>5</sub>)<sub>n</sub>, [ЭF<sub>6</sub>]<sup>-</sup>, [ЭF<sub>7</sub>]<sup>2-</sup>, [ЭF<sub>8</sub>]<sup>3-</sup>? Возможно ли образование аналогичных хлоридов, иодидов?
1381. Какие химические реакции лежат в основе промышленных методов получения металлов подгруппы ванадия? Чем обусловлены общие трудности получения этих металлов высокой степени чистоты?
1382. Как объяснить, что даже незначительные примеси кислорода, азота и углерода в металлических ванадии, ниобии и тантале резко снижают их пластичность, ковкость, тягучесть?
1383. Где применяются ванадий, ниобий, тантал? Какие свойства этих металлов обуславливают их применение?
1384. Чем объяснить, что взаимодействие ванадия и тантала с галогенами при нагревании ведет к образованию разных по составу продуктов:



1385. На основании приведенных схем, иллюстрирующих отношение оксидов ванадия к кислотам и щелочам, сделать вывод о кислотно-основных свойствах этих оксидов:

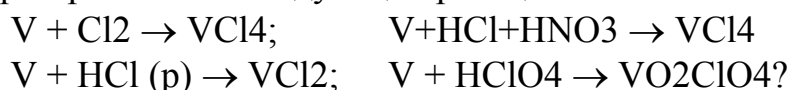


1386. От каких факторов зависит состав ванадат-ионов в водном растворе? Как эти факторы влияют на равновесие  $\text{VO}_4^{3-} \rightleftharpoons \text{V}_{10}\text{O}_{28}^{6-}$  ( $\text{V}_3\text{O}_9^{3-}$ ;  $\text{V}_2\text{O}_7^{4-}$  и т.д.)?

1387. Написать уравнения реакций взаимодействия сульфата оксованадия (+4) и перманганата калия; сульфата оксованадия (+4) и азотной кислоты.

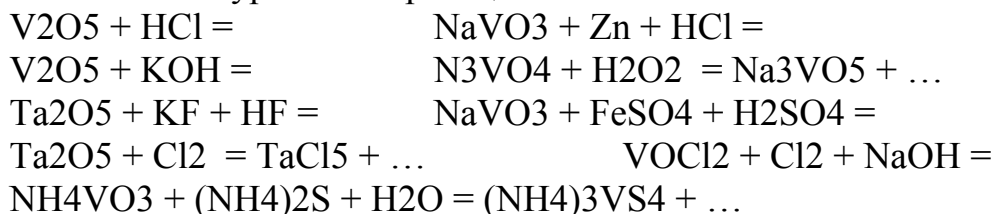
1388. Чем обусловлена неустойчивость водного раствора дихлорида ванадия? Что с ним может происходить при хранении на воздухе и в отсутствие кислорода?

1389. 21.13. Чем объяснить различие в характере продуктов, образующихся при протекании следующих реакций:



1390. Какие из галогенидов ванадия, ниобия и тантала относятся к числу солей? Для какого из этих элементов наиболее характерны кластерные галогениды?

1391. Закончить уравнения реакций:



#### *d-Элементы VI группы*

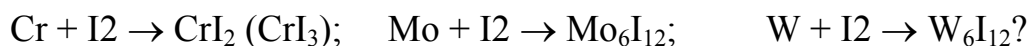
1392. Чем обусловлена близость атомных и ионных радиусов молибдена и вольфрама? Как она сказывается на характере изменения свойств в ряду хром–вольфрам?

1393. Какая форма, катионная или анионная, характерна для d-элементов VI группы в низших и высших степенях их окисления?

1394. У каких из d-элементов VI группы и почему в большей мере выражено сходство с d-элементами соседних групп?

1395. Оценить термодинамическую возможность восстановления хрома и вольфрама из их оксидов под действием водорода, угля и алюминия при ст. усл и при 500°C.

1396. Определить, используя справочные данные, в области какой температуры становится термодинамически возможной реакция восстановления углем триоксида молибдена, если при этом образуется углекислый газ.
1397. Написать уравнения реакций, протекающих на катоде при электролизе водных растворов  $\text{CrCl}_3$  и  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ .
1398. Как объяснить повышение температур плавления и кипения, а также теплот сублимации в ряду металлических хрома, молибдена и вольфрама (тип решетки металлов одинаковый)?
1399. Какие закономерности в изменении плотности d-металлов можно отметить, сопоставив плотность металлов V–VII групп?
1400. Объяснить, учитывая стандартные потенциалы систем, почему хром в обычных условиях нерастворим в воде, а при его растворении в кислотах с выделением водорода вначале образуются соединения Cr (+2), а не Cr (+3):
- $$\begin{aligned} \text{Cr}^{2+} + 2e &= \text{Cr}, E = -0,91 \text{ В}; \\ \text{Cr}^{3+} + 3e &= \text{Cr}, E = -0,74 \text{ В}; \\ \text{Cr}^{2+} + 2e &= \text{Cr} \text{ (пассивирование)}, E = 1,19 \text{ В}; \\ \text{Cr}^{3+} + 2e &= \text{Cr}^{2+}, E = 0 \text{ В}; \\ 2\text{H}^+ (10^{-7} \text{ М}) + 2e &= \text{H}_2, E = -0,41 \text{ В}. \end{aligned}$$
1401. Объяснить причину пассивирования хрома азотной кислотой; царской водкой; при анодном окислении; под действием кислорода при комнатной температуре. Почему хром не пассивируется в смеси азотной и плавиковой кислот? Почему явление пассивирования можно предотвратить с помощью вибрации, ультразвука и механической очистки поверхности?
1402. Написать уравнения реакций взаимодействия хрома с разбавленной и концентрированной серной кислотой; молибдена – с концентрированной азотной кислотой; вольфрама – со смесью азотной и плавиковой кислот.
1403. Как относятся хром, молибден и вольфрам к щелочам? Какие реакции происходят при сплавлении этих металлов с окислительно-щелочными смесями ( $\text{KNO}_3 + \text{KOH}$ ;  $\text{KClO}_3 + \text{KOH}$ ;  $\text{NaNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ )? Написать уравнения реакций взаимодействия хрома с такими смесями.
1404. Чем объяснить различие в составе продуктов, образующихся при взаимодействии хрома, молибдена и вольфрама с галогенами при повышенных температурах:
- $$\begin{aligned} \text{Cr} + \text{F}_2 &\rightarrow \text{CrF}_4 (\text{CrF}_5); & \text{Mo} + \text{F}_2 &\rightarrow \text{MoF}_5; & \text{W} + \text{F}_2 &\rightarrow \text{WF}_6; \\ \text{Cr} + \text{Cl}_2 &\rightarrow \text{CrCl}_3; & \text{Mo} + \text{Cl}_2 &\rightarrow \text{MoCl}_5; & \text{W} + \text{Cl}_2 &\rightarrow \text{WCl}_6; \\ \text{Cr} + \text{Br}_2 &\rightarrow \text{CrBr}_3; & \text{Mo} + \text{Br}_2 &\rightarrow \text{MoBr}_4; & \text{W} + \text{Br}_2 &\rightarrow \text{WBr}_5; \end{aligned}$$



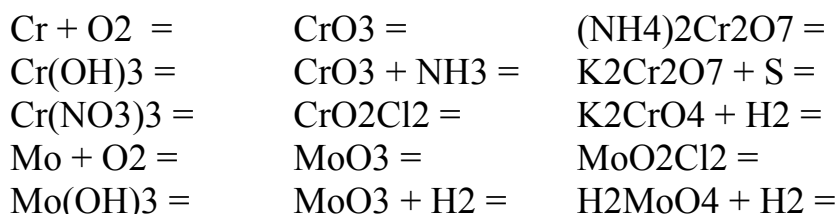
1405. Почему при непосредственном окислении хрома не образуется оксид  $\text{CrO}_3$ , имеющий  $\Delta_f G^\circ_{298} = -504,5$  кДж/моль?

1406. Сформулировать и объяснить закономерность в изменении следующих характеристик твердых триоксидов:

	$\text{CrO}_3$	$\text{MoO}_3$	$\text{WO}_3$
$\Delta_f H^\circ_{298}$ , кДж/моль	-593,9	-744	-842,2
$t_{\text{пл}}$ , °C	197	791	1473

1407. Оксиды какого состава, ЭО, Э2О3, Э2О5, ЭО2, ЭО3, ЭО<sub>x</sub>, ЭО5, характерны для хрома, молибдена и вольфрама? Написать структурную формулу оксида ЭО5.

1408. Закончить уравнения тех реакций, которые могут быть использованы при повышенной температуре для получения оксидов  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{Mo}_2\text{O}_5$ :



1409. Реакции какого или каких типов могут протекать при действии соляной и серной кислот на оксиды хрома  $\text{CrO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}_3$ ?

1410. Написать уравнения реакций, протекающих при взаимодействии триоксидов хрома и молибдена с газообразным хлороводородом (при нагревании) и концентрированными соляной и серной кислотами.

1411. Как изменяются устойчивость, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства в рядах оксидов и гидроксидов хрома:  $\text{CrO}-\text{Cr}_2\text{O}_3-\text{CrO}_3$ ;  $\text{Cr}(\text{OH})_2-\text{Cr}(\text{OH})_3-\text{H}_2\text{CrO}_4$ ?

1412. Как изменяется сила кислот и их устойчивость в ряду хромовая-вольфрамовая кислоты? Объяснить характер этого изменения.

1413. Рассмотреть возможные причины, обуславливающие переменное содержание воды в гидроксиде  $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Какую формулу приписывают гидроксиду хрома (+3) с упорядоченной решеткой?

1414. Почему свежеполученный гидратированный оксид хрома (+3) химически более активен, чем прокаленный?

1415. Для получения чистого гидроксида хрома (+3) рекомендуют осаждать его из разбавленных растворов небольшим избытком щелочи. Какие осложнения могут возникнуть, если не придерживаться этой рекомендации? Можно ли в качестве осадителя использовать раствор аммиака?

1416. Как влияет рН раствора на состав хромат-, молибдат- и вольфрамат-ионов? В какой среде могут существовать ионы  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mo}_8\text{O}_{26}^{4-}$ ? Рассмотреть схему процесса обратимого превращения  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  в  $\text{CrO}_4^{2-}$  в растворах.
1417. Почему в водных растворах дихроматов щелочных металлов  $\text{pH} < 7$ ?
1418. При подкислении 1 М раствора хромата (+6) калия устанавливается равновесие  $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ . Вычислить, учитывая значение константы равновесия, равное  $4,2 \cdot 10^{14}$ , при каком рН в этом растворе концентрации хромат- и дихромат-ионов одинаковы; при каком рН 99% хрома содержится в виде дихромат-ионов.
1419. Проанализировать, какие из перечисленных свойств характерны для солей хрома (+2, +3 и +6): в состав солей хром входит в катионной форме, в анионной, в катионной и анионной формах; соли склонны к реакциям присоединения с образованием двойных солей, комплексных соединений; соли в растворе гидролизуются; в щелочном растворе ионы переходят в форму гидроксокомплексов; соли обладают окислительными, восстановительными или теми и другими свойствами.
1420. Какие свойства, окислительные или восстановительные, характерны в растворе для ионов  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ,  $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ?
1421. Учитывая перечисленные свойства фторидов хрома:  $\text{CrF}_2$  и  $\text{CrF}_3$  – твердые нелетучие вещества, плохо растворимые в воде, температуры плавления их равны соответственно 1102 и 1100°C;  $\text{CrF}_4$  – твердое вещество, сублимируется при 200°C, гидролизуется;  $\text{CrF}_5$  – твердое вещество, сублимируется около 100°C, гидролитически разлагается водой;  $\text{CrF}_6$  – нестабилен (малоизучен), сделать вывод о том, какие из этих фторидов хрома можно отнести к числу солей.
1422. На чем основано использование солянокислого раствора хлорида хрома (+2) в качестве поглотителя кислорода? Написать уравнение протекающей при этом реакции.
1423. Сравнить восстановительные свойства соединений хрома (+2) в кислой и щелочной средах, учитывая, что
- $$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + e = [\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}, \quad E = -0,41 \text{ В};$$
- $$\text{Cr}(\text{OH})_3 + e = \text{Cr}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-, \quad E = -1,16 \text{ В}.$$
1424. Можно ли считать солями галогениды  $\text{WF}_6$ ,  $\text{WCl}_6$ ,  $\text{WBr}_6$ , если для них характерны летучесть, низкие температуры плавления и кипения, растворимость в органических соединениях, легкая гидролизуемость?

1425. Привести примеры солей хрома (+2). Как получить эти соединения? Каковы общие условия их хранения? В какой среде Cr (+2) окисляется кислородом воздуха? Способен ли Cr (+2) окисляться водой?
1426. Предложить методику получения сульфида хрома (+3). Можно ли для этой цели использовать обменные реакции в водном растворе?
1427. Предложить схемы процессов получения тригидрата гексароданохромата (+3) калия, исходя из дихромата калия или двойного сульфата калия-хрома (+3). Обсудить возможности этих двух путей для синтеза наиболее чистого продукта.
1428. Написать возможные координационные формулы соединения  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Какой тип изомерии они иллюстрируют? Почему водные растворы трихлорида хрома могут иметь разную (фиолетовую или зеленую) окраску?
1429. Какой тип изомерии можно иллюстрировать с помощью соединения, имеющего общую формулу  $\text{Cr}(\text{CN})_3 \cdot \text{Co}(\text{CN})_3 \cdot 6\text{NH}_3$ ?
1430. Написать координационные формулы и выражения для констант нестойкости следующих соединений хрома:  $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ ;  $\text{CrCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Cr}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot \text{BaC}_2\text{O}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Назвать эти соединения.
1431. Для быстрого осаждения хлора из водного раствора, в котором было растворено 20 г гексагидрата хлорида хрома (+3), потребовалось 75 мл 1 М раствора нитрата серебра. На основании этих данных написать координационную формулу гексагидрата хлорида хрома.
1432. Почему ион  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  в водном растворе устойчив лишь в присутствии избытка аммиака и соли аммония? Что происходит в их отсутствие? Написать уравнение соответствующей реакции.
1433. Можно ли с целью получения хрома методом гидроэлектрометаллургии подвергать электролизу растворы  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ,  $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ ?
1434. 22.43. Сравнить гидролизуемость соединений хрома:  $\text{CrCl}_2$  и  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{NaCrO}_2$  и  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{CrCl}_3$  и  $\text{NaCrO}_2$ ,  $\text{CrCl}_3$  и  $\text{CrO}_2\text{Cl}_2$ .
1435. Используя окислительно-восстановительные потенциалы систем  

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e} = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}, E = 1,33 \text{ В};$$

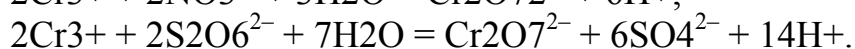
$$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-, E = -0,13 \text{ В},$$
 сделать вывод об окислительной способности хрома (+6) в кислой и щелочной средах.
1436. Охарактеризовать, учитывая различную устойчивость соединений d-элементов VI группы в высшей степени их окисления, сравнитель-

ные окислительные свойства этих соединений в ряду хром–вольфрам.

1437. На чем основано моющее действие хромовой смеси? Почему хромовая смесь чаще используется при работе с органическими веществами, чем с неорганическими?

1438. Хромовую смесь чаще всего готовят по рецепту: 1 часть дихромата, 1,5 части воды и равный объем концентрированной серной кислоты. Вычислить процентную концентрацию и количество  $K_2Cr_2O_7$ , необходимое для приготовления 200 г хромовой смеси.

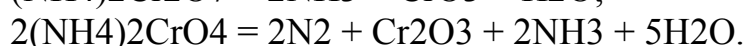
1439. Используя необходимые справочные данные, оценить направление реакций



1440. Почему при добавлении соли бария к растворам хромата и дихромата калия выпадают осадки одного и того же состава; при добавлении соли серебра – осадки разного состава?

1441. Какие химические реакции возможны при действии на хромат калия растворов соляной и серной кислот?

1442. Определить, какой из процессов термического разложения хромата аммония термодинамически предпочтительнее:

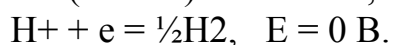
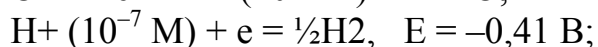
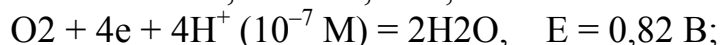
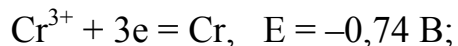
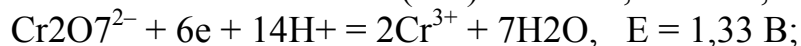
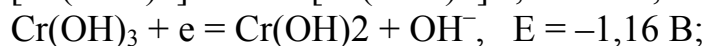
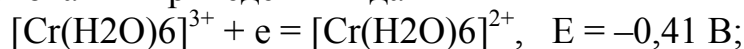


1443. Используя необходимые справочные данные, вычислить изменение энтальпии реакции  $(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow N_2 + Cr_2O_3 + H_2O$ . Чем объяснить, что реакция идет с разбрасыванием раскаленных продуктов (в демонстрационных опытах – «вулкан»)?

1444. Как объяснить повышение коррозионной устойчивости некоторых металлов после обработки их поверхности раствором дихромата калия?

1445. Как объяснить разную устойчивость диоксодигалогенидов хрома  $CrO_2G_2$ : соединения с  $G=F, Cl$  стабильны, с  $G=Br, I$  – нестабильны?

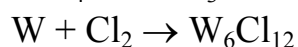
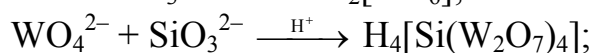
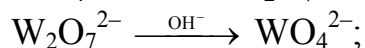
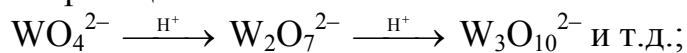
1446. На основании приведенных данных





был сделан ряд выводов: окислительная способность соединений Cr (+6) сильнее выражена в кислой среде; 2) окислить соединения Cr (+3) легче в щелочной среде; 3) соединения Cr (+2) неустойчивы в водном растворе потому, что способны окисляться кислородом воздуха и водой; 4) металлический хром способен растворяться в кислотах с вытеснением водорода; 5) соединения Cr (+6) проявляют свойства сильных окислителей в любой среде. Все ли они обоснованы?

1447. Какая из реакций:



иллюстрирует способность вольфрама к образованию изополи- и какая – гетерополисоединений?

1448. Почему для молибдена и вольфрама более характерно образование кластерных соединений, чем для хрома? Какие из галогенидов молибдена и вольфрама, низшие или высшие, существуют в форме кластерных соединений?

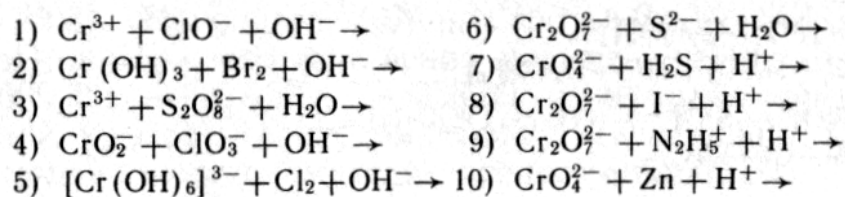
1449. Как объяснить наличие положительного эффективного заряда на атоме хрома в молекуле карбонила хрома? Какие орбитали атома хрома и молекул CO участвуют в образовании связей в молекуле карбонила?

1450. Почему сходство в химии хрома и серы можно проследить только для высших степеней окисления атомов? Сравнить: CrO<sub>3</sub> и SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> и H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CrO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> и SO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>. Можно ли отметить аналогичное сходство для S (+6) и W (+6)?

1451. Закончить уравнения реакций:

- |   |  |
|---|--|
| 1) CrSO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O →   | 9) Fe (CrO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> + K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + O <sub>2</sub> $\xrightarrow{t}$   |
| 2) CrCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O + O <sub>2</sub> →  | 10) K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> →  |
| 3) CrCl <sub>3</sub> + HCl + Zn →   | 11) Na <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> + NaBr + HCl →  |
| 4) Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + KClO <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> →                  | 12) K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + HI →   |
| 5) Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> + Cl <sub>2</sub> + KOH →                              | 13) K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> + K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> →                          |
| 6) Cr (NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> + H <sub>2</sub> O → | 14) K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> →  |
| 7) CrCl <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + KOH →  | 15) Na <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → CrO <sub>5</sub> + ...   |
| 8) NaCrO <sub>2</sub> + PbO <sub>2</sub> + NaOH →   | 16) K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>12</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> →  |
|   | 17) Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>12</sub> + ... |
|   | 18) MoS <sub>2</sub> + HNO <sub>3</sub> (конц) →   |
|   | 19) WO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> $\xrightarrow{t}$   |
|   | 20) MoCl <sub>5</sub> + H <sub>2</sub> O →   |

1452. Закончить уравнения приведенных реакций в ионной форме:



### *d-Элементы VII группы*

1453. Учитывая электронную структуру атомов, их радиусы и потенциалы ионизации, а также наиболее характерные степени окисления атомов, сделать вывод о том, к какому из элементов, марганцу или рению, ближе по химическим свойствам технеций.
1454. Чем объяснить, что рений по свойствам, с одной стороны, напоминает платиновые металлы, с другой – имеет аналогию с вольфрамом? В чем выражается это сходство? Касается ли оно наиболее характерных степеней окисления, типов химических связей, склонности к образованию координационных соединений, химической активности металлов?
1455. Чем объяснить, что при большом различии в свойствах соединений марганца и хлора в низших степенях окисления соединения этих же элементов в высших степенях окисления имеют сходство? Сравнить  $\text{Cl}_2\text{O}$  и  $\text{MnO}$  (первый оксид газообразен, имеет кислотный характер, легко растворяется в воде, малоустойчив, сильный окислитель, ему соответствует кислота  $\text{HClO}$ ; второй оксид – твердое вещество, труднорастворим в воде, устойчив, слабый восстановитель, ему соответствует основание  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Cl}_2\text{O}_7$  и  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  (оба – ангидриды кислот  $\text{HClO}_4$ , легко реагируют с водой, сильные окислители, разлагаются со взрывом, в обычных условиях — жидкости).
1456. Можно ли увеличение координационных чисел в ряду марганец — рений объяснить исключительно увеличением атомных радиусов элементов?
1457. Почему степень окисления d-элементов VII группы по хлору ниже, чем по кислороду?
1458. В каких степенях окисления атомы марганца в наибольшей мере склонны к образованию ионных связей? Какие из перечисленных ионов устойчивы в решетке твердых веществ и в водном растворе:  $\text{Mn}^{2+}$ ;  $\text{Mn}^{3+}$ ;  $\text{Mn}^{4+}$ ,  $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ ;  $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ;  $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{4+}$ ,  $(\text{Mn}(\text{OH})_6)^{4-}$ ,  $[\text{Mn}(\text{OH})_6]^{3-}$ ,  $[\text{Mn}(\text{OH})_6]^{2-}$ ?
1459. Сравнить ноны, образуемые марганцем в разных степенях окисления, по их склонности к участию в следующих химических превращениях в водном растворе: гидролиз; восстановление в кислой

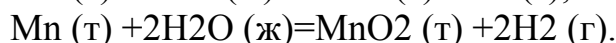
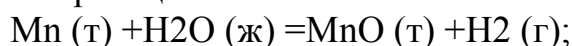
среде; окисление в щелочной среде; диспропорционирование; переход в щелочной среде катионов в анионную форму.

1460. Применимы ли для получения металлического марганца методы гидро- и электрометаллургии? Рассмотреть возможность использования при этом цинка и магния; возможность электролиза водных растворов сульфата марганца и перманганата калия.

1461. Как согласовать положение марганца, технеция и рения в ряду напряжений (Mn...H...Tc...R) с порядком изменения величин потенциалов ионизации этих элементов, соответственно равных 7,43, 7,28 и 7,87 эВ?

1462. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, сделать вывод о возможности или невозможности окисления металлического марганца до марганцевой кислоты под действием азотной кислоты.

1463. Оценить термодинамическую возможность протекания в стандартных условиях реакций:

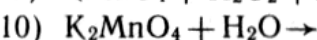
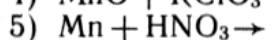
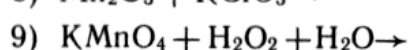
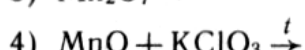
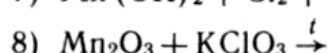
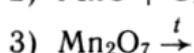
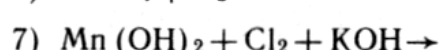
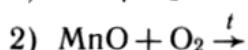
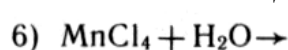
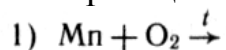


1464. Различаются ли по составу оксиды, образующиеся при прокаливании на воздухе марганца и рения?

1465. Почему нельзя получить марганцевый ангидрид путем прямого синтеза из простых веществ, хотя  $\Delta_f G^\circ_{298} = -540$  кДж/моль?

1466. Как объяснить, что  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  более легкоплавко (в обычных условиях – жидкость), чем  $\text{MnO}$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}_2$  (твердые вещества)?

1467. Какая из реакций может быть использована для получения  $\text{MnO}_2$ :

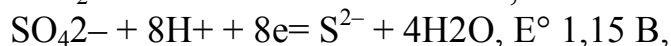
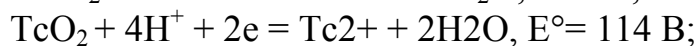
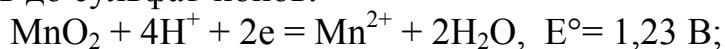


1468. Написать уравнения реакций, протекающих при сплавлении смеси диоксида марганца, бертолетовой соли и щелочи; при внесении металлического цинка в раствор, содержащий хлорид марганца и цианид калия.

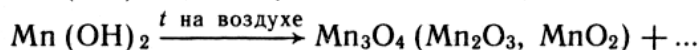
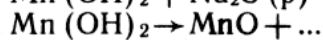
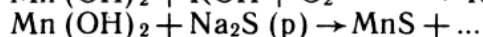
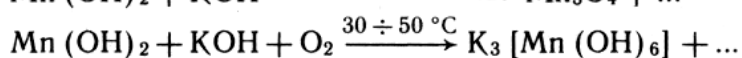
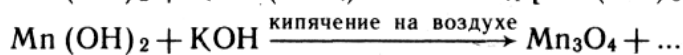
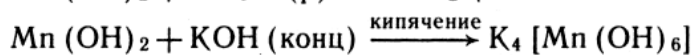
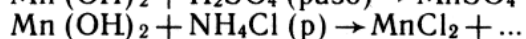
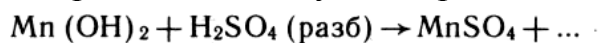
1469. Объяснить экспериментально наблюдаемый факт: при действии на диоксид марганца концентрированных серной и соляной кислот выделяются газы разного цвета.

1470. Написать уравнения реакций, в которых соединение марганца (+4) является восстановителем; окислителем.

1471. Используя окислительно-восстановительные потенциалы систем оценить возможность окисления диоксидами марганца и технеция сульфид-ионов до сульфат-ионов.



1472. Охарактеризовать свойства гидроксида марганца (+2), учитывая возможность протекания следующих реакций:



1473. Как изменяется характер диссоциации в водных растворах гидроксидов марганца с увеличением степени окисления его атомов? Объяснить характер этого изменения. Сравнить характер изменения свойств гидроксидов марганца и хлора.

1474. Перечислить свойства, общие для хлорной, марганцевой и ренийевой кислот.

1475. Какой объем концентрированного (25 %) раствора аммиака ( $\rho = 0,91 \text{ г/см}^3$ ) необходимо добавить к 100 мл 0,1 н. раствора сульфата марганца (+2), чтобы выпал осадок?

1476. Выпадает ли осадок при смешении равных объемов 0,01 н. растворов нитрата марганца (+2) и сульфида калия?

1477. Какой продукт получится, если к раствору хлорида марганца (+2) добавить раствор щелочи, взятый в избытке; в недостатке? Будут ли различаться продукты, если осаждение вести на воздухе и в инертной атмосфере?

1478. Какую среду имеют водные растворы  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ ?

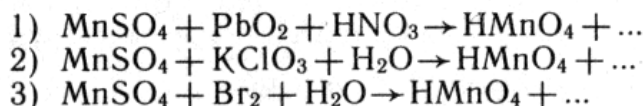
1479. Учитывая гидролизруемость и легкое окисление в растворе на воздухе солей марганца (+2), предложить методику получения карбоната марганца из металлического марганца.

1480. Воспользовавшись справочными данными, указать, может ли образовываться сульфат марганца твердый раствор с сульфатами цинка; ртути; железа (+2).

1481. Почему аммиачный комплекс марганца (+2) получается только при действии сухого аммиака на твердую соль марганца? Что происходит при пропускании аммиака в раствор соли марганца (11)?
1482. Почему сравнительно устойчивые сухие манганаты щелочных металлов при растворении в воде разлагаются? Охарактеризовать химизм протекающего в растворе процесса.
1483. Почему растворы  $\text{KMnO}_4$  рекомендуется хранить в темной посуде? Что происходит в подкисленном растворе  $\text{KMnO}_4$  при длительном хранении?
1484. Какие продукты получаются при действии на перманганат калия концентрированных серной и соляной кислот? Написать уравнения реакций.
1485. Если через раствор соединения марганца, имеющего зеленую окраску, пропустить хлор, раствор станет фиолетовым. Написать уравнение реакции.
1486. Используя стандартные окислительно-восстановительные потенциалы, сравнить окислительную способность перманганата в кислой, нейтральной и щелочной средах. В какой среде перманганат-ионы способны окислить хлорид-ионы?
1487. Вычислить значение окислительно-восстановительного потенциала системы  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$  в растворе с  $\text{pH}=1$ , содержащем  $[\text{MnO}_4^-] = [\text{Mn}^{2+}] = 1$  моль/л.
1488. Вычислить нормальность 0,1 М раствора перманганата калия, используемого для окисления сульфида натрия в кислой, нейтральной и щелочной средах.
1489. Какой объем 0,2 М раствора перманганата калия потребуется для полного окисления в нейтральной среде сульфита калия, содержащегося в 10 мл 0,2 н. раствора  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ?
1490. Каким количеством 0,1 М раствора  $\text{KMnO}_4$  можно заменить 200 мл 5 %-ного раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\rho=1,04$  г/см<sup>3</sup>) в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в кислом растворе? Изменится ли соотношение количеств  $\text{KMnO}_4$  и  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , если использовать оба раствора для окисления веществ в щелочной среде?
1491. Используя стандартные окислительно-восстановительные потенциалы, определить направление реакции  $6\text{MnO}_4^- + 10\text{Cr}^{3+} + 11\text{H}_2\text{O} = 5\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Mn}^{2+} + 22\text{H}^+$ .
1492. Используя стандартные окислительно-восстановительные потенциалы, вычислить константу равновесия и оценить, обратима ли реакция в стандартных условиях:  $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ .

1493. Можно ли с помощью перманганата калия окислить в растворе  $K_4[Fe(CN)_6]$  до  $K_3[Fe(CN)_6]$ ?

1494. По величинам окислительно-восстановительных потенциалов оценить возможность протекания следующих реакций;

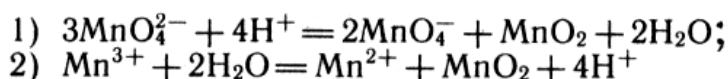


Указать наиболее вероятный продукт, образующийся при окислении ионов  $\text{Mn}^{2+}$  в кислой среде под действием ионов  $\text{BrO}_3^-$ .

1495. Используя значения окислительно-восстановительных потенциалов, оценить, в какой среде, кислой или щелочной,  $\text{MnO}_2$  легче получить из производных марганца (+2); в какой среде  $\text{MnO}_2$  является более сильным окислителем; в какой среде  $\text{MnO}_2$  легче окислить.

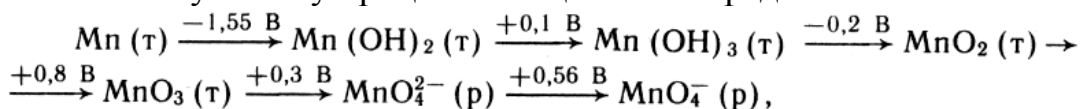
1496. До какого из продуктов,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{ClO}^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$  или  $\text{ClO}_4^-$ , могут быть окислены ионы  $\text{Cl}^-$  под действием диоксида марганца в кислой среде?

1497. Используя значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, вычислить константы равновесия реакций;



и оценить склонность ионов  $\text{MnO}_4^{2-}$  и  $\text{Mn}^{3+}$  к диспропорционированию в кислой среде.

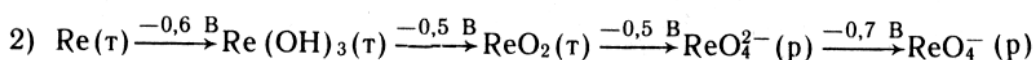
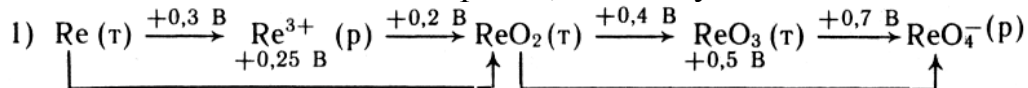
1498. Используя схему процессов в щелочной среде:



подобрать окислители для перевода  $\text{Mn}$  в  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  в  $\text{Mn}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Mn}(\text{OH})_3$  в  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{MnO}_2$  в  $\text{MnO}_4^{2-}$ ,  $\text{MnO}_4^{2-}$  в  $\text{MnO}_4^-$ .

1499. Какие свойства более характерны для ренатов (+6), окислительные или восстановительные? Привести примеры реакций.

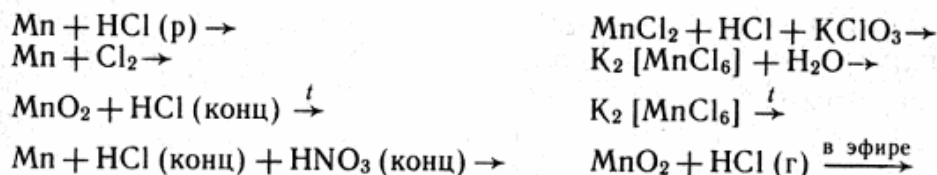
1500. Дать сравнительную оценку окислительных свойств соединений рения в кислой и щелочной средах, используя схемы:



1501. Чем объяснить, что устойчивость галогенидов марганца понижается по мере увеличения его степени окисления? Сравнить:  $\text{Mn} (+2)$  – известны и устойчивы все галогениды типа  $\text{Mn}\Gamma_2$ ;  $\text{Mn} (+3)$  – получен только  $\text{MnF}_3$ , который легко разлагается при нагревании;  $\text{Mn} (+4)$  –

получены  $MnF_4$  (исключительно реакционноспособен) и  $MnCl_4$  (разлагается уже при  $-10^\circ C$ );  $Mn$  (+5, +6, +7) – галогениды неизвестны, В то же время известны  $Re\Gamma_4$  ( $\Gamma=F, Cl, Br, I$ ),  $R\Gamma_5$  ( $\Gamma=F, Cl, Br$ ),  $Re\Gamma_6$  ( $\Gamma=F, Cl$ ),  $Re\Gamma_7$  ( $\Gamma=F$ ).

1502. Какая из реакций, схемы которых приведены ниже, может быть использована для получения  $MnCl_4$ :

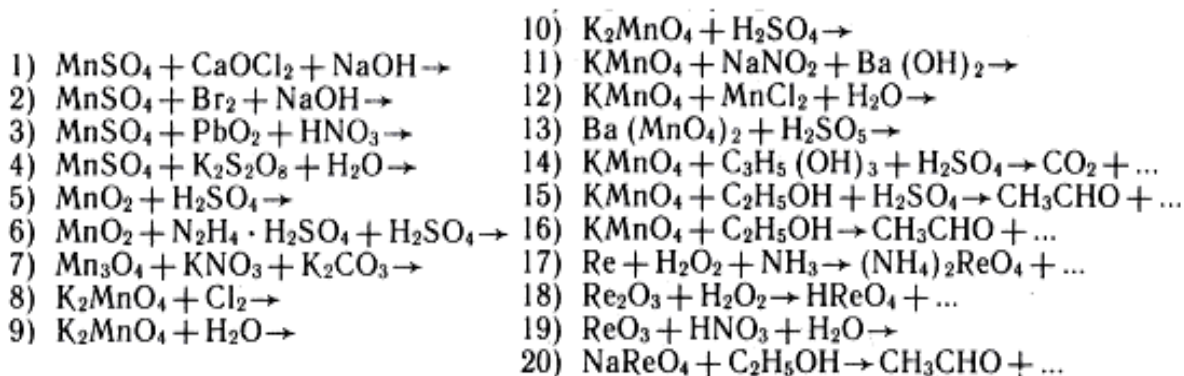


1503. Для каких из d-элементов VII группы и в каких степенях окисления атомов характерно образование кластерных галогенидов? Сравнить в этом плане галогениды марганца и рения.

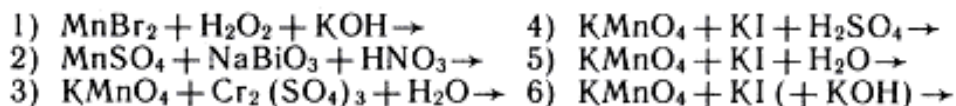
1504. Как сказывается на устойчивости низших кластерных галогенидов наличие связей металл–металл?

1505. Как согласовать способность 4d- и 5d-элементов V–VII групп к образованию устойчивых низших кластерных галогенидов с их склонностью к образованию устойчивых соединений в высших степенях окисления атомов?

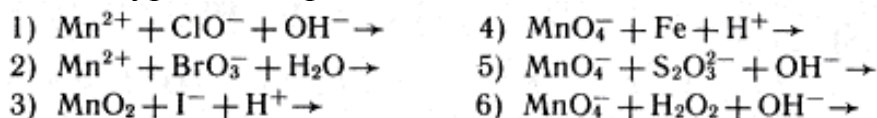
1506. Закончить уравнения реакций:



1507. Закончить уравнения реакций и написать их в ионной форме:



1508. Закончить уравнения реакций:



Подобрать самостоятельно возможные реагенты, среду раствора и написать уравнения реакций, отвечающих схемам;

- |   |  |
|---|--|
| 1) $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{MnC}_2\text{O}_4$        | 5) $\text{MnO}_4^{2-} \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2$ |
| 2) $\text{MnO}_4^- \rightarrow [\text{Mn}(\text{CN})_4]^{2-}$ | 6) $\text{MnO}_4^{2-} \rightarrow \text{MnO}_4^-$                |
| 3) $\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$             | 7) $\text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MnO}_2$             |
| 4) $\text{Mn}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Mn}^{2+}$         | 8) $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$                  |

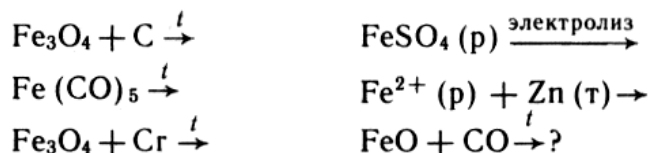
*d-Элементы VIII группы*

1509. Принято двояким образом подразделять d-элементы VIII группы на: 1) семейства железа и платиновых; 2) триады Fe-Ru-Os, Co-Rh-Ir и Ni-Pd-Pt. Какие из перечисленных факторов при этом кладутся в основу того и другого деления: аналогия в структуре двух внешних электронных слоев атомов; близость размеров атомов; близость потенциалов ионизации; близкие значения наиболее характерных валентных состояний и степеней окисления атомов; одинаковые значения максимальных валентных состояний и степеней окисления атомов; аналогия в химических свойствах элементов и их соединений?
1510. Как изменяются максимально возможная и наиболее характерная степени окисления атомов d-элементов VIII группы Периодической системы по горизонтали и вертикали?
1511. Как объяснить, что железо, кобальт и никель, различающиеся по количеству электронов на  $(n-1)9d$ -орбиталях атомов, близки по наиболее характерным и определяющим их химию валентным состояниям?
1512. Чем обусловлена близость химических свойств железа (+2), кобальта (+2) и никеля (+2)?
1513. Как объяснить, что атомы рассматриваемых элементов обычно имеют малоустойчивые степени окисления в координационных соединениях, например:  $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_3]$ ,  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_4]$ ,  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{Na}[\text{Fe}(\text{NO})_2\text{S}_2\text{O}_3] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cs}_2[\text{CoF}_6]$ ?
1514. Чем обусловлена склонность атомов и ионов железа, кобальта и никеля к образованию координационных соединений?
1515. Как объяснить различие в значениях наиболее характерных координационных чисел для Fe (6); Co (6); Ni(4, 6)?
1516. Оценить термодинамическую возможность получения кобальта и никеля из их оксидов методом алюмотермии.
1517. Проанализировать термодинамическую возможность восстановления ионов  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Co}^{2+}$  гидразином в растворах с разным pH. Чем объяснить, что в тех случаях, когда реакция при стандартных условиях термодинамически возможна, при комнатной температуре она практически не идет (но идет при нагревании раствора)?



1518. Как осуществить восстановление ионов  $Ni^{2+}$  и  $Co^{2+}$  гидразином, гипофосфитом и борогидридом в щелочной среде, имея в виду, что в ней эти ионы образуют труднорастворимые гидроксиды? Что затрудняет их восстановление в кислой среде?

1519. Какие из процессов, схемы которых приведены ниже, обеспечивают получение химически чистого железа:



1520. Используя соответствующие термодинамические характеристики, вычислить константу равновесия реакции  $Fe_3O_4 + 4H_2 = 3Fe + 4H_2O$  при стандартных условиях. Как влияет на это равновесие повышение температуры?

1521. Используя значения стандартных редокс-потенциалов, подтвердить способность или неспособность металлического железа взаимодействовать с водой и кислотами.

1522. Как объяснить, что железо, не растворяющееся в воде, может растворяться в водных растворах солей  $Mg^{2+}$ ,  $Sb^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ , но не растворяется в водных растворах солей  $[Sb(OH)_6]^{3-}$ ,  $[Al(OH)_6]^{3-}$ ?

1523. Какие процессы происходят при коррозии железа на воздухе? Влияет ли на коррозию присутствие в воздухе газов  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $CO_2$ ?

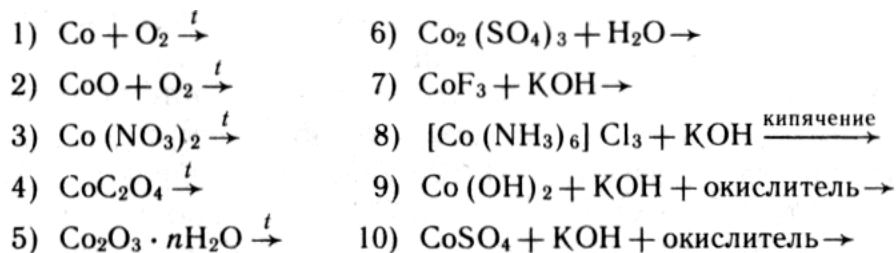
1524. Какой металл разрушается первым при коррозии, протекающей на поврежденной поверхности железа: оцинкованного, луженого, никелированного? Рассмотреть механизм коррозии во всех случаях.

1525. Насколько применима схема процесса взаимодействия металла с кислотой  $Me_{(т)} + 2H^+_{(p)} \rightarrow Me^{2+}_{(p)} + H_{2(г)}$  к реакциям взаимодействия железа, кобальта и никеля с  $HCl$ ,  $HF$ ,  $HClO$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2SO_4$  (разбавленной и концентрированной)?

1526. Почему формулы оксидов железа  $FeO$  и  $Fe_3O_4$  в значительной степени идеализированы?

1527. Чем объяснить разнообразие встречающихся в литературе формул гидроксида железа (III):  $Fe(OH)_3$ ;  $FeOOH$ ;  $HFeO_2$ ;  $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ;  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ ?

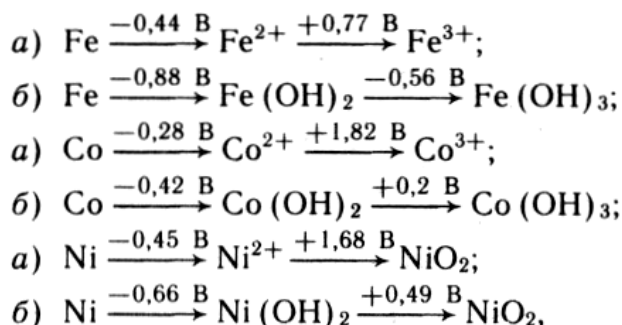
1528. Какие из реакций, схемы которых приведены ниже, используются для получения оксида и гидроксида кобальта (+3):



1529. При каких условиях следует получать гидроксиды  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Co}(\text{OH})_2$  и  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ , чтобы избежать их загрязнения продуктами побочных реакций? Наметьте методику приготовления чистого  $\text{Co}(\text{OH})_2$ .
1530. Подобрать два окислителя, которые могут быть использованы для получения  $\text{Fe}^{3+}$  из  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  таким образом, чтобы продукт реакции не загрязнялся твердыми продуктами восстановления окислителя. Написать соответствующие уравнения реакций.
1531. Предложить схему синтеза чистого гидроксида железа (II) из соли железа (II), обосновав при этом все условия такого синтеза: природу реагентов, атмосферу, концентрации и порядок сливания растворов и др.
1532. Для какого или каких из числа гидроксидов железа, кобальта, никеля (III) реакции взаимодействия с соляной и азотной кислотами описываются схемами 1), для какого или каких схемами 2):
- 1)  $\text{Э}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightarrow \text{ЭCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Э}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Э}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$ ;
- 2)  $\text{Э}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{ЭCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Э}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{Э}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ ?
1533. Сравнить кислотно-основные свойства гидроксидов железа в ряду  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ – $\text{Fe}(\text{OH})_3$ – $\text{H}_2\text{FeO}_4$  (о свойствах  $\text{H}_2\text{FeO}_4$  предположительно можно судить по свойствам его солей).
1534. Написать уравнения реакций окисления в щелочной среде гидроксида кобальта (+2) гипохлоритом натрия и бромом.
1535. Вычислить pH водной суспензии гидроксида никеля (+2).
1536. Как различаются pH водных суспензий  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ?
1537. Учитывая значения ПР гидроксида кобальта (+2) и константу нестойкости аммиачного комплекса кобальта, определить, растворим ли в концентрированном растворе аммиака осадок  $\text{Co}(\text{OH})_2$ .
1538. Какое основание сильнее,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2$  или  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ? Объяснить причину этого различия.
1539. Объяснить экспериментально наблюдаемый факт: при добавлении на воздухе концентрированного водного раствора аммиака к растворам сульфатов железа, кобальта и никеля (+2) происходит соответ-

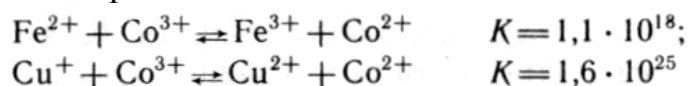
венно выпадение бурого осадка; постепенное окрашивание раствора в коричневый цвет; выпадение фиолетово-синих кристаллов.

1540. Можно ли хранить гидроксиды железа (+2) и (+3) в атмосфере углекислого газа; водяных паров; водорода; сернистого газа?
1541. Какой продукт образуется при пропускании хлора через суспензию гидроксида железа (+3) в концентрированной щелочи? Написать уравнение реакции.
1542. Как получить гидрокобальтаты (+2 и +3)? При каких условиях могут быть получены безводные кобальтаты (+3)?
1543. Учитывая величины окислительно-восстановительных потенциалов для процессов в кислом (а) и щелочном (б) растворах:



оценить, возможно ли диспропорционирование ионов в растворе; в каком растворе, кислом или щелочном, легче осуществить перевод соединений Э (+2) в соединения Э (+3) какие из соединений и в какой среде способны окисляться кислородом воздуха.

1544. Почему соль  $\text{Co}_2(\text{SO}_4)_3$  (обычно получается путем анодного окисления) неустойчива в водном растворе? Можно ли хранить раствор этой соли в инертной атмосфере; в запаянной ампуле?
1545. По константам равновесий

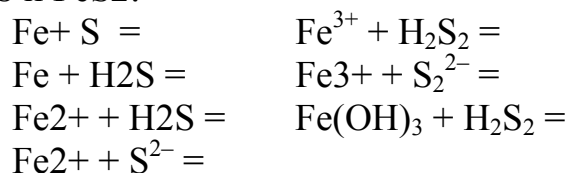


вычислить константу равновесия  $\text{Cu}^+ + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^{2+}$  и сделать вывод о возможности окисления меди (+1) под действием соединений железа (+3).

1546. Реакция, протекающая при разрядке никель-железного аккумулятора, выражается уравнением  $\text{Fe} + 2\text{Ni}(\text{OH})_3 = 2\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Fe}(\text{OH})_2$ . При коротком замыкании цепи вся накопившаяся энергия выделяется в виде теплоты. Вычислить тепловой эффект реакции.
1547. Написать ионные уравнения гидролиза  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ .

1548. Какие соли железа, Fe (+2) или Fe (+3), сильнее гидролизуются? Какие продукты, помимо  $\text{FeOH}^{2+}$ ,  $\text{Fe(OH)}$  и  $\text{Fe(OH)}_3$ , могут образовываться при гидролизе солей железа (+3)?
1549. Константа гидролиза соли  $\text{FeCl}_3$  по первой стадии равна приблизительно  $10^{-3}$ . Вычислить степень гидролиза соли по этой стадии в 0,1 М растворе.
1550. Почему водные растворы всех солей железа (+3) обычно имеют цвет от желтого до красновато-коричневого, хотя твердые соли окрашены по-разному (например,  $\text{Fe(NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  – кристаллы фиолетового;  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  – почти белого;  $\text{FeCl}_3$  (безводный) – темно-красного цвета)?
1551. Учитывая растворимость, гидролизуемость и возможность окисления исходных веществ и продуктов реакции, предложите схему методики синтеза в водном растворе карбоната железа (+2).
1552. Какой общий процесс способен осложнить ход синтеза в водном растворе на воздухе таких разных по составу веществ, как  $\text{MnS}$ ,  $\text{Co(OH)}_2$ ,  $\text{Cr(OH)}_2$ ,  $\text{FeCO}_3$ ? С целью его выявления проанализировать возможность процессов окисления кислородом воздуха; взаимодействия с углекислым газом воздуха; окисления водой; образования гидратов переменного состава; гидролиза.
1553. Какие химические реакции протекают в растворе  $\text{FeSO}_4$  при хранении его на воздухе? Возможны ли аналогичные процессы в твердом  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ? Как предохранить соли железа (+2) от окисления?
1554. Как объяснить изменение окраски безводного хлорида кобальта (II) при добавлении воды (синий цвет на розовый) и при действии концентрированной соляной кислоты (восстанавливается синий)?
1555. Почему не получены такие соли железа (+3), как карбонат, иодид и цианид? Одинаковы ли причины, препятствующие их образованию?
1556. С помощью каких из перечисленных реакций можно получить безводный хлорид железа (+3):
- $$\begin{aligned} \text{Fe} + \text{HCl} &= \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 (\text{p}) + \text{BaCl}_2 (\text{p}) = \\ \text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 &= \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C} + \text{Cl}_2 = \\ \text{Fe} + \text{Cl}_2 &= \text{FeS}_2 + \text{Cl}_2 = \end{aligned}$$
1557. Насколько обоснованно используются в литературе различные формулы хлорида железа (+3):  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$ ,  $(\text{FeCl}_3)_n$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ ?
1558. Могут ли в растворе сосуществовать ионы  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ? Какие комбинации невозможны и почему?

1559. Какие из перечисленных реакций могут привести к образованию сульфидов FeS и FeS<sub>2</sub>:



1560. Образуется ли осадок сульфида железа (+2), если через 0,01 н. раствор сульфата железа (II) пропускать до насыщения сероводород?

1561. Написать уравнения реакций, которые могут протекать при действии раствора сульфида натрия на раствор, содержащий смесь FeCl<sub>2</sub> и FeCl<sub>3</sub>.

1562. Какими свойствами обладают ферраты (+6)? Привести пример окислительно-восстановительной реакции с участием феррата.

1563. Почему ферраты (+6), сравнительно устойчивые в сухом состоянии, разлагаются в водном растворе? Написать уравнение реакции, протекающей при этом. Какое влияние на устойчивость водного раствора феррата (+6) может оказывать воздух?

1564. Различаются ли по характеру химические связи в соединениях Fe(CO)<sub>5</sub>, K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>], [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]Br<sub>3</sub>, [Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]Cl<sub>3</sub>?

1565. Написать структурные формулы карбониллов железа Fe(CO)<sub>5</sub> и Fe<sub>2</sub>(CO)<sub>9</sub>. Какой из них и почему можно отнести к числу кластерных соединений?

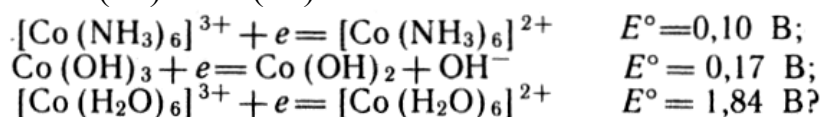
1566. Можно ли объяснить, учитывая природу химических связей в молекуле карбонила никеля, характерные для этого вещества сравнительно низкую температуру плавления, легкую летучесть, малую растворимость в воде и отсутствие электропроводности в жидком состоянии?

1567. Типичным представителем π-комплексов железа является ферроцен. Способны ли к образованию π-комплексов кобальт и никель? Какой особенностью должны обладать молекулы или ноны лигандов, чтобы быть способными образовывать π-комплексы?

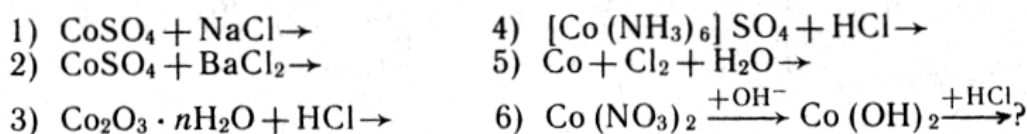
1568. Чем объяснить наличие на атоме железа в молекуле ферроцена положительного эффективного заряда (по расчетам его величина 0,6 ÷ 1,3)?

1569. Большинство координационных ионов железа и кобальта имеет форму октаэдра. Чем это обусловлено? Какой тип гибридизации должен быть наиболее характерным для атомов рассматриваемых элементов?

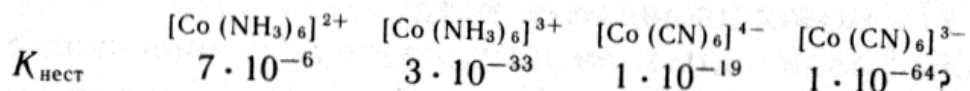
1570. Как объяснить различие величин окислительно-восстановительных потенциалов в следующих полуреакциях восстановления  $\text{Co} (+3)$  в  $\text{Co} (+2)$ :



1571. Кристаллогидрат хлорида кобальта легко растворим в воде. Какую из предложенных реакций в водном растворе Вы выберете для его получения (с учетом необходимости наиболее полного разделения образующихся продуктов реакции):



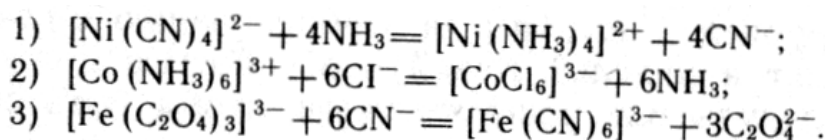
1572. Какую информацию о свойствах соединений кобальта (+2) и (+3) можно получить на основании приведенных данных:



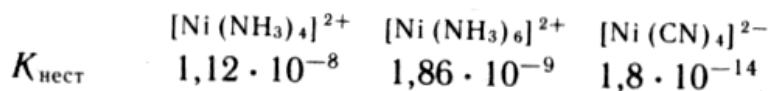
Как можно объяснить, что комплексные соединения кобальта (+3) более устойчивы, чем кобальта (+2)?

1573. С учетом необходимых справочных данных (каких?) сопоставить устойчивость в водном растворе оксалато- и цианоферратов (+3) и оценить возможность взаимного перевода в растворе этих соединений. Распространяется ли установленная закономерность на термическую устойчивость этих соединений?

1574. С учетом величин констант нестойкости оценить направление процессов:



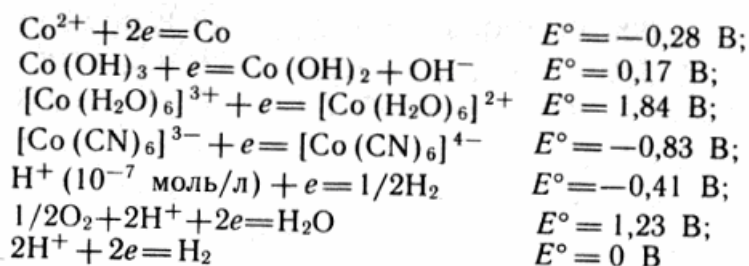
1575. Можно ли, основываясь на величинах констант нестойкости



сделать следующие выводы: 1) устойчивость в растворе амминкомплексов никеля  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  и  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  различается мало; 2) при действии на раствор соли никеля (+2) концентрированным раствором  $\text{NH}_3$  могут образоваться амминкомплексы никеля (+2); 3) цианокомплекс никеля (+2) в растворе более устойчив, чем его амминкомплексы; 4) при действии на амминкомплексы никеля (+2)

раствора цианида щелочного металла может образовываться циано-комплекс никеля (+2)?

1576. На основании приведенных данных



сделан ряд выводов: 1) металлический кобальт может растворяться в кислотах с вытеснением водорода; 2) соединения кобальта (+2) легче окисляются в щелочной среде, чем в кислой; 3) ионы  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  способны окислять воду; 4) все соединения кобальта (+3) являются сильными окислителями; 5) ионы  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{4-}$  способны окисляться водой. Какой из них не обоснован?

1577. Как объяснить различную термическую устойчивость  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  и  $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ ?

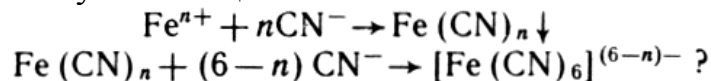
1578. Какие структурные изомеры может образовать  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$ ?

1579. Чем объяснить, что ион  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  парамагнитен, а ион  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  диамагнитен?

1580. Определить степень окисления атомов кобальта и значения  $x$  и  $y$  для соединений  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_x$  и  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_y$ , если известно, что первое вещество диамагнитно, а второе – парамагнитно.

1581. Известны два изомера состава  $\text{CoBrSO}_4 \cdot 5\text{NH}_3$ . Разбавленный раствор одного изомера дает осадок при добавлении соли бария, второго – при добавлении соли серебра. Написать координационные формулы изомеров.

1582. Написать уравнения реакций, протекающих при добавлении раствора цианида калия к водным растворам  $\text{FeCl}_2$  и  $\text{FeCl}_3$ . Справедлива ли в обоих случаях общая схема:

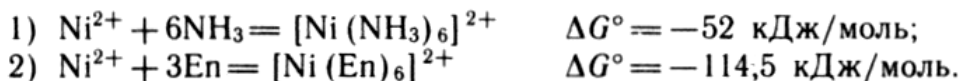


1583. Закончить уравнение реакции:  $\text{Co}(\text{CN})_2 + \text{KCN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_6] + \dots$  Почему, несмотря на отсутствие активного окислителя, происходит окисление кобальта?

1584. Для осаждения хлора, содержащегося в 0,05 моль каждого из двух изомеров комплексов общего состава  $\text{CoCl}_3 \cdot x\text{NH}_3$ , в одном случае ушло 0,15 моль, во втором – 0,1 моль нитрата серебра. Написать координационные формулы этих изомеров.

1585. Как различаются концентрации ионов  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  в растворах  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  и  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  одинаковой молярной концентрации?

1586. Вычислить константы нестойкости аммин- и этилендиаминкомплексов никеля и сравнить их по устойчивости в растворе:



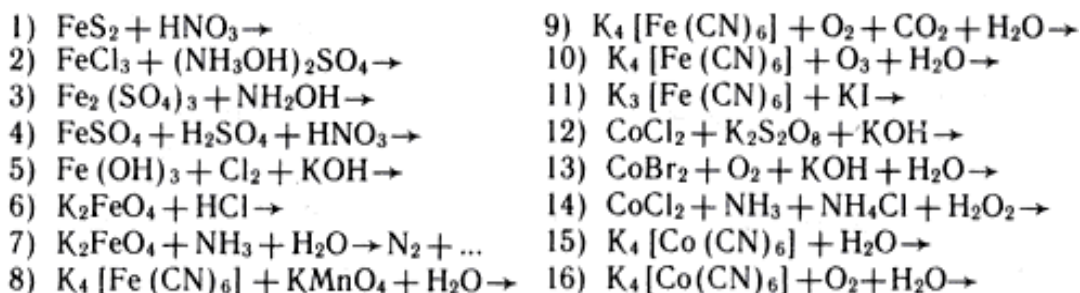
1587. Определить направление реакции  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 6\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + 6\text{H}_2\text{O}$  при некоторой температуре  $T$ , если  $\Delta_r H^\circ$  реакции равно  $-79,4$  кДж/моль, а  $\Delta_r S^\circ$  реакции равно  $-92$  Дж/(моль·К).

1588. Объяснить, почему при добавлении щелочи к водному раствору  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  выпадает осадок гидроксида никеля, а при добавлении щелочи к раствору  $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$  осадок не образуется?

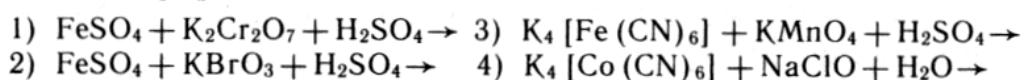
1589. Можно ли, вводя в раствор аммиачного комплекса кобальта раствор  $\text{KCN}$ , осуществить перевод  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  в  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ ?

1590. Во сколько раз различаются концентрации ионов никеля в насыщенных растворах  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{NiS}$ ? Какие справочные данные следует использовать при этом?

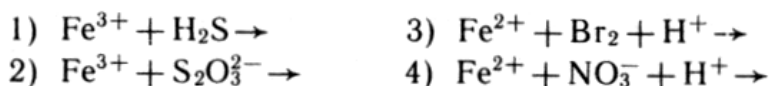
1591. Закончить уравнения реакций:



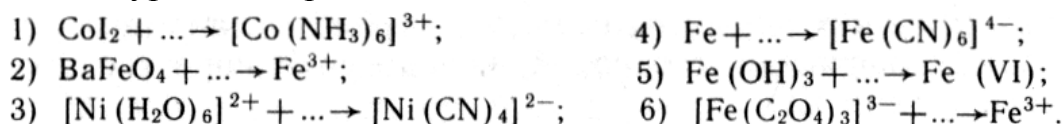
1592. Закончить уравнения реакций и написать их в ионной форме:



1593. Закончить уравнения реакций и написать их в молекулярной форме:



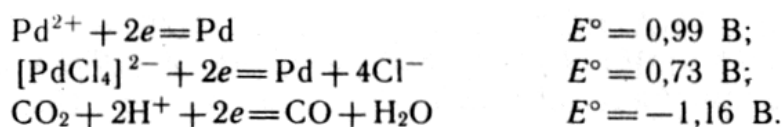
1594. Подобрать возможные реагенты (учитывая среду раствора) и написать уравнения реакций:





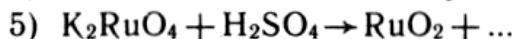
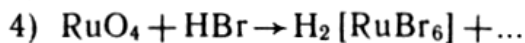
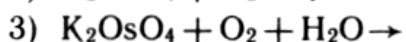
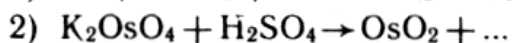
В чем проявляется сходство химии шести элементов семейства платиновых?

1595. Какие из перечисленных факторов обуславливают близость свойств элементов семейства платиновых: все являются элементами VIII группы; радиусы атомов d-элементов одного периода близки вследствие d-сжатия; радиусы атомов d-элементов V и VI периодов близки вследствие f-сжатия; значения потенциалов ионизации атомов близки; атомы имеют одинаковую структуру внешнего электронного слоя и различаются лишь количеством d-электронов на предпоследнем слое?
1596. Какие пары элементов, особо близких по свойствам, можно выделить среди элементов семейства платиновых? Чем обусловлена эта близость?
1597. Чем объяснить различие в значении наиболее характерных положительных степеней окисления атомов элементов семейства платиновых?
1598. Почему химическая активность металлов резко понижается при переходе от элементов семейства железа к элементам семейства платиновых, хотя потенциалы ионизации при этом изменяются мало?
1599. Чем объяснить, что химическая активность d-металлов понижается по периоду и группам Периодической системы и в результате наименее активные, благородные металлы (Pd, Pt, Au и т. д.) концентрируются в VIII и I группах V–VI периодов системы?
1600. Назвать наиболее активные из платиновых металлов. Какой из них растворяется в азотной кислоте?
1601. Почему химия элементов семейства платиновых – это в основном химия комплексных соединений? Чем обусловлено большое разнообразие координационных соединений этих элементов?
1602. Какие из соединений родия (+3 или +4) более устойчивы в водном растворе, если  $\text{Rh}^{4+} + e = \text{Rh}^{3+}$ ,  $E^\circ = 1,43 \text{ В}$ ? Какие свойства, окислительные или восстановительные, характерны для менее устойчивых соединений родия?
1603. По приведенным величинам окислительно-восстановительных потенциалов определить возможность и полноту восстановления металлического палладия из водных растворов его солей, используя в качестве восстановителя СО:



1604. Как можно объяснить, что при извлечении на воздухе палладия, находившегося в атмосфере водорода, происходит быстрое окисление содержащегося в палладии водорода, которое может сопровождаться значительным разогреванием?
1605. Известно, что палладий и платина – хорошие катализаторы реакций гидрирования и дегидрирования органических соединений (т.е. присоединения и отщепления водорода). Чем объяснить это их свойство?
1606. Почему даже незначительные количества примесей углерода, азота и водорода в d-металлах способны вызвать заметное повышение их хрупкости и твердости?
1607. Можно ли, не опасаясь коррозии, использовать платиновые электроды при электролизе водных растворов  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaCl}$ , расплава  $\text{KOH}$ ?
1608. Почему сплавление со щелочами проводят обычно в серебряных или железных, но не платиновых тиглях? В каких случаях нельзя пользоваться платиновой посудой?
1609. Почему платиновые тигли или чашки лучше прокалывать в электропечах, а не на газовых горелках?
1610. Написать уравнение реакции, протекающей при сплавлении металлического рутения с нитратом калия и щелочью.
1611. Чем объяснить разную степень окисления осмия в продуктах, получаемых при взаимодействии его с кислородом ( $\text{OsO}_4$ ), фтором ( $\text{OsF}_6$ ) и хлором ( $\text{OsCl}_4$ )?
1612. Закончить уравнения реакций, иллюстрирующих химические свойства  $\text{RuO}_4$  и  $\text{OsO}_4$ :
- |   |  |
|---|--|
| 1) $\text{RuO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$            | 4) $\text{OsO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$         |
| 2) $\text{RuO}_4 + \text{HCl (конц)} \rightarrow$     | 5) $\text{OsO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$         |
| 3) $\text{RuO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ | 6) $\text{OsO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ |
1613. В какой мере перечисленные свойства характерны для гексафторидов платиновых металлов: легко отщепляют фтор, являясь сильными фторирующими агентами; малоустойчивы, разлагаются; сильные окислители; разлагают воду; легколетучие вещества?
1614. Закончить уравнения реакций:
- |  |   |   |
|--|---|---|
| 1) $\text{PtF}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ | 3) $\text{PtF}_6 + \text{NO} \rightarrow$ | 5) $\text{Pt(OH)}_4 + \text{KOH} \rightarrow$ |
| 2) $\text{PtF}_6 + \text{O}_2 \rightarrow$         | 4) $\text{PtF}_6 + \text{Xe} \rightarrow$ | 6) $\text{Pt(OH)}_4 + \text{HCl} \rightarrow$ |
1615. Можно ли предсказать закономерность в изменении устойчивости в ряду галогенокомплексов:  $[\text{PtF}_6]^{2-}$ ,  $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ ,  $[\text{PtBr}_6]^{2-}$ ,  $[\text{PtI}_6]^{2-}$ ?

1616. Какие типы изомерии можно иллюстрировать с помощью следующих соединений:  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Br}_2$  и  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_6]$  и  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2][\text{PtCl}_4]$ ?
1617. Почему при взаимодействии аммиака с раствором  $\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$  и соляной кислоты с раствором  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  получаются осадки одного состава, но различной окраски, а при взаимодействии с растворами этих веществ раствора иодида калия получаются разные по составу вещества?
1618. Какой изомер диамминдихлороплатины (+2), *цис*- или *транс*-, получается при термическом разложении хлорида тетраамминплатины (+2)?
1619. Известно, что электропроводность водного раствора  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$  сразу после его приготовления очень мала, но постепенно увеличивается при хранении. Как можно объяснить этот факт?
1620. Какие из перечисленных соединений не являются электролитами:  $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,  $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$ ,  $\text{Cu}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})_2$ ,  $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{NO}_2)_4]$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_2)_2$ ,  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ ?
1621. Закончить уравнения реакций:



#### *d-Элементы I группы*

1622. Как согласовать способность атомов d-элементов I группы проявлять валентность выше единицы с электронной структурой этих атомов?
1623. Как можно объяснить, что температуры плавления и кипения металлов подгруппы меди значительно выше, чем щелочных металлов?
1624. Почему энергия диссоциации двухатомных молекул  $\text{Cu}_2$ ,  $\text{Ag}_2$ ,  $\text{Au}_2$  (соответственно 200,6; 157,2; 215,3 кДж/моль) значительно выше энергии диссоциации двухатомных молекул  $\text{K}_2$ ,  $\text{Rb}_2$ ,  $\text{Cs}_2$  (соответственно 49,3; 45,1; 43,5 кДж/моль)?
1625. Чем обусловлена способность серебра и золота неограниченно растворяться друг в друге?
1626. Написать уравнения реакций взаимодействия меди и серебра с разбавленной и концентрированной азотной кислотой; концентрированной горячей серной кислотой; растворения золота в царской вод-

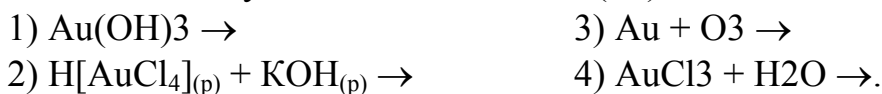
ке при недостатке и избытке HCl; в горячей концентрированной селеновой кислоте.

1627. Чем объяснить позеленение медных изделий при длительном хранении их на воздухе? Написать уравнение реакции.
1628. Как можно объяснить, что серебро, не окисляющееся на воздухе, частично окисляется при действии на него озона, а также в процессе электролиза водных растворов кислородосодержащих кислот (если серебро служит анодом)?
1629. Как объяснить почернение серебряных предметов на воздухе? Написать уравнение реакции.
1630. Как согласовать положение меди в ряду напряжений (после водорода) с ее способностью растворяться на воздухе в концентрированной соляной и уксусной кислотах, а также взаимодействовать с газообразным хлороводородом в отсутствие воздуха? Какие из этих процессов однотипны по своему химизму?
1631. Используя значения электродных потенциалов металлов, оценить возможность и объяснить причину растворения меди, серебра и золота в водных растворах щелочных цианидов. Какое влияние на процесс растворения оказывает кислород воздуха? В чем заключается роль ионов  $CN^-$  в растворе?
1632. Чем объяснить возможность медленного растворения меди в растворе щелочей?
1633. Вычислить, при какой концентрации ионов меди в растворе электродный потенциал меди примет более отрицательное значение, чем  $-0,41$  В, т.е. медь сможет вытеснить водород из воды? Насколько реально достижение такой концентрации?
1634. Охарактеризовать химические реакции, лежащие в основе пирометаллургического и гидрометаллургического методов получения меди и цианидного способа извлечения золота из руд (способ Багратиона).
1635. Учитывая величины стандартных энергий Гиббса образования оксидов меди  $Cu_2O$  и  $CuO$ , соответственно равные  $-359,39$  и  $-129,25$  кДж/моль, охарактеризовать термодинамическую возможность в стандартных условиях и при высокой температуре следующих процессов:

- 1)  $Cu (\tau) + 1/2O_2 (\gamma) = CuO (\tau)$ ;
- 2)  $2Cu (\tau) + 1/2O_2 (\gamma) = Cu_2O (\tau)$ ;
- 3)  $Cu_2O (\tau) + 1/2O_2 (\gamma) = 2CuO (\tau)$ ;
- 4)  $2CuO (\tau) = Cu_2O (\tau) + 1/2O_2 (\gamma)$ .

Наметить пригодные в лабораторных условиях методики получения оксидов меди (+1 и +2) из медного купороса.

1636. Какие из реакций, схемы которых приведены ниже, могут использоваться для получения оксида золота (+3):



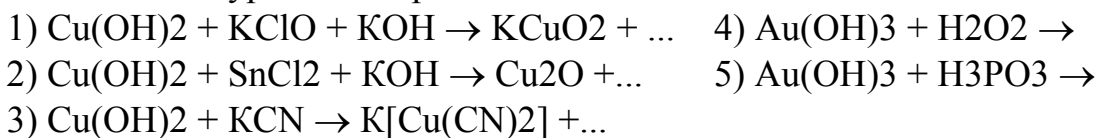
1637. С какой опасностью загрязнения продукта может быть сопряжено повышение температуры проведения реакций (1) и (3) выше 150°C?

1638. Закончить уравнения реакций:



1639. В чем заключается различие между реакциями растворения гидроксида меди (+2) в щелочи и в растворе аммиака?

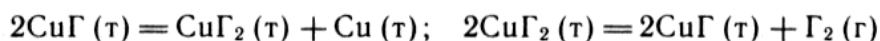
1640. Закончить уравнения. реакций:



1641. Образование какого из хлоридов меди предпочтительнее в стандартных условиях:



1642. На основании приведенных данных оценить термодинамическую возможность осуществления в стандартных условиях для разных галогенидов меди реакций:



	$\text{CuF}_2$	$\text{CuCl}_2$	$\text{CuBr}_2$	$\text{CuI}_2$
$\Delta G_f^\circ$ , кДж/моль:	-487,4	-171,2	-130,8	-12,5
	$\text{CuF}$	$\text{CuCl}$	$\text{CuBr}$	$\text{CuI}$
$\Delta G_f^\circ$ , кДж/моль:	-209	-119,9	-99,5	-69,4

1643. Используя необходимые справочные данные, оценить термодинамическую возможность протекания в стандартных условиях реакции  $3\text{AuCl}_{(\text{т})} = \text{AuCl}_3_{(\text{т})} + 2\text{Au}_{(\text{т})}$ .

1644. Вычислить энергию кристаллической решетки фторида и иодида серебра, если известно, что стандартные энтальпии их образования соответственно равны -202,73 и -62,28 кДж/моль; энергия химической связи в молекулах  $\text{F}_2$  и  $\text{I}_2$  составляет 154,66 и 148,68 кДж/моль; сродство к электрону атомов фтора и иода равно 349,03 и 312,25 кДж/моль; энтальпия сублимации иода 62,7 кДж/моль; энтальпия атомизации и первый потенциал ионизации для серебра соответственно равны 275,88 и 727,32 кДж/моль.

1645. Почему растворы солей серебра обычно хранят в склянках из темного стекла?
1646. Написать уравнения реакций, лежащих в основе получения “серебряного зеркала”, если исходными реагентами являются нитрат серебра, раствор аммиака, формальдегид или глюкоза.
1647. Написать ионные уравнения реакций гидролиза солей  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{K}_2[\text{CuCl}_4]$ ,  $\text{K}[\text{CuCl}_2]$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{CuSO}_4$ .
1648. Расположить в ряд воду и перечисленные ниже растворы по мере уменьшения растворимости в них карбоната серебра: 0,05 М  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 0,025 М  $\text{AgNO}_3$ , 0,1 М  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .
1649. Какие пути получения сульфидов меди (+1 и +2) в растворе и в твердой фазе Вы можете предложить?
1650. Как относятся сульфиды  $\text{Cu}_2\text{S}$  и  $\text{CuS}$  к действию соляной и азотной кислот? Написать уравнения реакций, протекающих при действии кипящей  $\text{HNO}_3$  на  $\text{Cu}_2\text{S}$  и  $\text{CuS}$ .
1651. Через два электролизера, соединенных последовательно и содержащих в первом раствор  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  (Cu – электроды), во втором – раствор  $\text{CuSO}_4$  (Cu – электроды), пропустили электрический ток. При этом на аноде первого электролизера выделилось 1,12 л (н.у.) кислорода. Какие процессы произошли на других электродах и какие количества веществ выделились при электролизе?
1652. Какие структуры, октаэдрические, плоские квадратные или тетраэдрические, преобладают в химии золота (+3)?
1653. Как объяснить, что комплексные ионы меди (I!) и золота (III) имеют форму плоского квадрата при координационном числе 4?
1654. Исходя из выражения для константы нестойкости иона тетраминкупрата (+2)  $K_{\text{н}} = \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{NH}_3]^4}{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}]}$ , можно ожидать, что отношение  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}]/[\text{Cu}^{2+}]$  в растворе пропорционально четвертой степени концентрации аммиака. Почему такое соотношение справедливо лишь приблизительно?
1655. Продукты какого состава,  $\text{CuAn}_2$ ,  $\text{CuAn}$ ,  $[\text{Cu}(\text{An})_4]^{2-}$ ,  $\text{CuAn}^+$ ,  $\text{CuOHAn}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ , могут образовываться при взаимодействии в растворе ионов  $\text{Cu}^{2+}$  и An (An –  $\text{CN}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\Gamma^-$ )?
1656. Оценить (какие справочные данные можно использовать для этого?), возможно ли химическое взаимодействие при сливании растворов  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  и  $\text{NaCN}$ ;  $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$  и  $\text{NH}_3$ ;  $\text{K}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$  и  $\text{KCN}$ ;  $\text{K}[\text{AuCl}_4]$  и  $\text{KBr}$ .
1657. В качестве фиксажа в фотографии используется раствор тиосульфата натрия. Можно ли заменить его для этой цели цианидом натрия? Ответ проиллюстрировать схемами уравнений возможных реакций.

1658. Как объяснить понижение растворимости солей в ряду  $\text{AgCl}-\text{AgBr}-\text{AgI}$  в водном растворе аммиака?
1659. Расположить в ряд по мере увеличения растворимости в них хлорида серебра 0,1 М растворы  $\text{NaSCN}$ ,  $\text{NaCN}$  и  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .
1660. Проанализировать правомерность следующих утверждений относительно способности металлического серебра взаимодействовать с иодоводородной кислотой: 1) в соответствии со своим положением в ряду напряжений серебро с  $\text{HI}$  не реагирует; 2) растворение возможно в присутствии кислорода (на воздухе); 3) реакция  $2\text{Ag}(\text{т}) + 2\text{HI}(\text{р}) = 2\text{AgI}(\text{т}) + \text{H}_2(\text{г})$  возможна вследствие очень малой растворимости  $\text{AgI}$  ( $\text{PP}=1,5 \cdot 10^{-16}$ ); 4) взаимодействие с концентрированной  $\text{HI}$  идет в соответствии с уравнением  $2\text{Ag}(\text{т}) + 6\text{HI}(\text{р}) = 2\text{H}_2[\text{AgI}_3] + \text{H}_2$ , причем связывание ионов серебра в прочный комплекс ( $K_{\text{H}}=1,4 \cdot 10^{-14}$ ) настолько снижает электродный потенциал серебра (до  $-0,15 \text{ В}$ ), что оно окисляется ионами водорода; 5) процесс  $2\text{Ag}(\text{т}) + 2\text{HI}(\text{р}) = 2\text{AgI}(\text{т}) + \text{H}_2(\text{г})$  идет, так как он термодинамически возможен,  $\Delta_f G^\circ_{298} = -32,29 \text{ кДж}$ .
1661. Предложите схему процесса получения диоксалатокупрата (+2) калия, исходя из сульфата тетраамминмеди (+2), учитывая при этом весь комплекс свойств исходных веществ и продуктов синтеза.
1662. Может ли образовываться осадок сульфида серебра при насыщении сероводородом 0,05 М раствора  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ?
1663. Какую роль играет серебро, образующееся при действии света на фотослой, в процессе проявления?
1664. Написать уравнение реакции, используемой в фотографии при фиксировании фотопленок или фотобумаги.
1665. Проявление какого или каких эффектов и почему можно ожидать при добавлении крепкой азотной кислоты к раствору хлорида диамминсеребра (+1)?
1666. При добавлении раствора иодида калия к растворам соединений серебра одинаковой молярной концентрации, нитрату диамминсеребра (+1) и дицианоаргентату (+1) калия, осадок выпадает только в одном случае. Какой это осадок и в каком случае он образуется?
1667. Используя редокс-потенциалы систем  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+$  и  $\text{Cu}^+/\text{Cu}$ , вычислить константу равновесия  $2\text{Cu}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ . На основании ее сделать вывод о склонности ионов  $\text{Cu}^+$  к диспропорционированию. Можно ли этот вывод распространить на все соединения меди (+1)?
1668. На основании приведенных данных



	$[\text{CuCl}_3]^{2-}$	$[\text{CuBr}_2]^-$	$[\text{CuI}_2]^-$	$[\text{Cu}(\text{CNS})_2]^-$	$[\text{Cu}(\text{CN})_2]^-$
$K_{\text{нест}}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$7,8 \cdot 10^{-18}$	$1 \cdot 10^{-24}$

1669. сделать вывод, в водном растворе какого из веществ, HCl, HBr, HI, KCN, KSCN, с наибольшей вероятностью можно допустить растворение меди с образованием соединения Cu(+1) и вытеснением водорода.

1670. На основании приведенных данных

	$\text{CuF}_2$	$\text{CuCl}_2$	$\text{CuBr}_2$	$\text{CuI}_2$
$\Delta G_f^\circ$ 298, кДж/моль	-487,4	-171,2	-130,8	-12,5
	$\text{CuF}$	$\text{CuCl}$	$\text{CuBr}$	$\text{CuI}$
$\Delta G_f^\circ$ 298, кДж/моль	-209	-119,9	-99,5	-69,4

сделаны выводы: 1) термическая устойчивость галогенидов в ряду  $\text{CuF}_2$ – $\text{CuI}_2$  понижается; 2) термодинамическая устойчивость галогенидов в ряду  $\text{CuF}$ – $\text{CuI}$  понижается; 3)  $\text{CuF}_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{CuBr}_2$  более термодинамически устойчивы, чем соответственно  $\text{CuF}$ ,  $\text{CuCl}$ ,  $\text{CuBr}$ , а  $\text{CuI}$  устойчивее  $\text{CuI}_2$ ; 4) реакция диспропорционирования в твердой фазе термодинамически возможна для  $\text{CuF}$ ; 5) в избытке галогенида все  $\text{CuI}$  окисляются до  $\text{CuI}_2$ . Какой из них не обоснован?

1671. Гидроксид золота (+3) взаимодействует с кислотами HCl и HBr согласно уравнению реакции  $\text{Au}(\text{OH})_{3(\text{т})} + 4\text{H}\Gamma_{(\text{р})} = \text{H}[\text{Au}\Gamma_4]_{(\text{р})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ .

1672. Изменение энтальпии этих реакций для HCl и HBr соответственно равно -96,14 и -153,82 кДж. Смешение в растворе 1 моль  $\text{H}[\text{AuBr}_4]$  с 4 моль HCl сопровождается поглощением 2,13 кДж теплоты. Какой процент  $\text{H}[\text{AuBr}_4]$  превращается при этом в  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$ ?

1673. Какие химические реакции лежат в основе возможных методов получения тетрахлорозолотой кислоты?

1674. Закончить уравнения реакций:



- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{CuCl} + \text{NH}_3 (\text{p}) \rightarrow$                                      | 13) $\text{Ag}_2\text{O} + \text{NH}_3 (\text{p}) + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$      |
| 2) $\text{CuCl} + \text{HCl} \rightarrow$  | 14) $\text{Ag} + \text{KCN} + \text{HNO}_3 \rightarrow$                                    |
| 3) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + \text{O}_2 + \text{NH}_3 (\text{p}) \rightarrow$ | 15) $\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{OH}^- \rightarrow$                         |
| 4) $\text{CuSO}_4 + \text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{SO}_2 \rightarrow$                    | 16) $\text{Ag}^+ + \text{Mn}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow$                               |
| 5) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow$                      | 17) $\text{Ag}^+ + \text{SO}_3^{2-} + \text{OH}^- \rightarrow$                             |
| 6) $\text{CuCl}_2 + \text{KCN} (\text{избыток}) \rightarrow$                               | 18) $\text{Ag}^+ + \text{Sn}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow$                               |
| 7) $\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{H}^+ \rightarrow$                                       | 19) $\text{Ag}^+ + \text{AsH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 +$ |
| 8) $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$                         | 20) $\text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{HCOOH} \rightarrow$                                   |
| 9) $\text{Cu}^{2+} + \text{NH}_2\text{OH} + \text{OH}^- \rightarrow$                       | 21) $\text{H}[\text{AuBr}_4] + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$                 |
| 10) $\text{Cu}_2\text{S} + \text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightarrow$                         | 22) $\text{H}[\text{AuBr}_4] + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$               |
| 11) $\text{CuCl} + \text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow$                                    | 23) $\text{AuCl}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$                       |
| 12) $\text{CuSO}_4 + \text{N}_2\text{H}_4 + \text{KOH} \rightarrow$                        | 24) $\text{AuCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow$                        |

### *d-Элементы II группы*

1675. Проанализировать, какие из перечисленных свойств цинка, кадмия и ртути обуславливают возможность отнесения их к числу d- и какие к числу s-элементов: атомы элементов имеют электронную конфигурацию  $(n-1)d^{10}ns^2$  атомы элементов образуют химические связи за счет орбиталей внешнего слоя; для элементов характерна постоянная валентность (только ртуть проявляет переменную степень окисления); в пределах группы понижается склонность к образованию ионных связей; от кадмия к ртути увеличивается потенциал ионизации; для элементов характерна склонность к комплексообразованию; химическая активность от цинка к ртути понижается; гидроксид цинка (в меньшей мере кадмия) амфотерен; гидриды малоустойчивы; по химическим свойствам ближе между собой цинк и кадмий; металлы сравнительно мягкие и легкоплавкие.
1676. Чем можно объяснить, что s- и d-элементы II группы намного ближе между собой по свойствам, чем s- и d-элементы I группы?
1677. Чем можно объяснить разную закономерность в изменении величин первых двух и третьего потенциалов ионизации в ряду элементов цинк–ртуть ( $I_1$ ,  $I_2$  и  $I_3$  равны для цинка 9,39, 17,96 и 39,7; для кадмия 8,99, 16,9 и 37,47; для ртути 10,43, 18,75 и 32,43 эВ)?
1678. Чем объяснить, что для ртути в отличие от цинка и кадмия характерна переменная степень окисления (+1 и +2)?
1679. Как относятся цинк и кадмий к разбавленным и концентрированным кислотам – соляной, серной и азотной? Написать уравнения реакций.
1680. Химически чистый цинк почти не растворяется в разбавленных соляной и серной кислотах. Почему интенсивность взаимодействия с кислотами резко возрастает, если коснуться металла медной прово-

- локой или добавить в раствор кислоты соль меди? Будет ли аналогичным образом влиять на процесс растворения цинка в кислоте введение солей свинца, ртути, магния?
1681. Как взаимодействует ртуть с азотной кислотой, если используется избыток азотной кислоты; избыток ртути? Как влияет температура проведения этого процесса на природу образующихся продуктов?
1682. Как относятся цинк и кадмий к действию растворов щелочей, аммиака, хлорида аммония?
1683. В какой среде и почему цинк проявляет более сильные восстановительные свойства?
1684. Для очистки металлической ртути от примесей цинка, сурьмы и свинца ртуть взбалтывают с насыщенным раствором сульфата ртути. Объяснить сущность протекающих при этом процессов.
1685. Используя приведенные данные
- $$\text{Hg}^{2+} + 2e = \text{Hg}, E = 0,85 \text{ В};$$
- $$\text{Hg}_2^{2+} + 2e = 2\text{Hg}, E = 0,79 \text{ В};$$
- $$2\text{Hg}^{2+} + 2e = \text{Hg}_2^{2+}, E = 0,91 \text{ В}.$$
- сделать вывод об окислительно-восстановительных свойствах ртути и ее соединений.
1686. Используя справочные данные (какие?), определить направление реакций: 1)  $\text{CoSO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + \text{Co}$ ; 2)  $\text{CuCl}_2 + 2\text{Hg} = \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{Cu}$ .
1687. Стандартные энергии Гиббса образования оксидов  $\text{ZnO}$ ,  $\text{CdO}$  и  $\text{HgO}$  соответственно равны  $-320,19$ ,  $-229,1$  и  $-58,52$  кДж/моль. Сопоставить на этом основании термическую устойчивость рассматриваемых оксидов.
1688. Какое практическое применение находит оксид цинка? Какие химические реакции лежат в основе промышленных и лабораторных методов его получения?
1689. Закончить уравнения реакций:
- $$\text{Hg}_2\text{O} \xrightarrow{t} \text{Hg}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \text{ (разб)} \rightarrow$$
- $$\text{Hg}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} \text{Hg}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \text{ (конц)} \rightarrow$$
1690. Как и почему изменяются термическая устойчивость и кислотно-основные свойства гидроксидов в ряду Zn-Hg?
1691. Какой гидроксид обладает более сильными основными свойствами –  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  или  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ?
1692. Как влияет на состав выпадающего осадка порядок смещения растворов соли цинка и щелочи; избыток или недостаток щелочи?
1693. В каком из разбавленных растворов солей (концентрации одинаковы) pH ниже:  $\text{ZnSO}_4$  или  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  или  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ?

1694. Можно ли получить безводный хлорид цинка при выпаривании водного раствора этой соли и при прокаливании на воздухе осадка, который образуется при таком выпаривании?
1695. Рассмотреть особенности процессов, протекающих при добавлении к растворам нитратов цинка, кадмия и ртути горячего раствора соды.
1696. Почему электропроводность раствора иодида кадмия ниже электропроводности раствора иодида цинка той же концентрации?
1697. Чем обусловлена слабая диссоциация  $\text{HgCl}_2$ , и некоторых других солей ртути (+2)?
1698. Как предотвратить диспропорционирование солей ртути (+1) в растворе?
1699. Сравнить склонность к диспропорционированию хлоридов золота (+1), ртути (+1) и таллия (+1), используя следующие данные:
- $$2\text{Au} + \text{AuCl}_3 = 3\text{AuCl}, \quad \Delta G^\circ_{298} = 9,61 \text{ кДж};$$
- $$\text{Hg} + \text{HgCl}_2 = \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \quad \Delta G^\circ_{298} = 9,61 \text{ кДж};$$
- $$2\text{Tl} + \text{TlCl}_3 = 3\text{TlCl}, \quad \Delta G^\circ_{298} = 9,61 \text{ кДж}.$$
1700. Привести примеры соединения ртути (+1), которые распадаются по схеме  $\text{Hg}_2\text{X}_2 \rightarrow \text{HgX}_2 + \text{Hg}$ .
1701. Что составляет общую отличительную особенность солей ртути (+1) по сравнению с солями ртути (+2)?
1702. Написать уравнения реакций, протекающих при добавлении щелочи к растворам нитратов ртути (+1 и +2). Изменяются ли продукты реакций, если вместо щелочи использовать водный раствор аммиака?
1703. Чем объяснить усиление степени окрашенности однопериодных производных (например, оксидов, сульфидов) в ряду цинк–ртуть?
1704. Сделать вывод о влиянии на склонность атомов d-элементов II группы к образованию координационных соединений следующих факторов: сравнительно малые, вследствие d-сжатия, атомные и ионные радиусы; сильное поляризующее действие ионов с 18-электронной оболочкой; способность (n-1)d-электронных пар атомов к π-взаимодействию по дативному механизму.
1705. Используя необходимые справочные данные (какие?), сформулировать закономерности в изменении устойчивости в водном растворе галогено- и амминкомплексов цинка, кадмия, ртути. Как можно объяснить эти закономерности?
1706. Аналогичны ли по природе и составу продукты, образующиеся при пропускании аммиака в растворы хлоридов цинка, кадмия и ртути (+2); при действии сухого аммиака на безводные хлориды этих металлов?

1707. Соединение  $\text{HgNH}_2\text{Cl}_2$  – цепной полимер (многоядерный комплекс с мостиковыми  $\text{NH}_2$ -группами). Какое состояние гибридизации можно приписать атомам ртути и азота в этом соединении?
1708. Какие справочные данные следует использовать, чтобы оценить возможность протекания в водном растворе реакций взаимодействия  $[\text{HgI}_4]^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$ ;  $[\text{HgCl}_4]^{2-}$  и  $\text{I}^-$ ? Оценить эту возможность.
1709. Проявления какого эффекта можно ожидать, если металлический цинк ввести в раствор, содержащий ионы.
1710. Написать уравнение реакции, которая происходит, если кристаллы нитрата ртути (+1) поместить в водный раствор цианида калия.
1711. Какой эффект будет наблюдаться, если к раствору, содержащему ионы  $[\text{HgS}_2]^{2-}$ , добавлять соляную кислоту; концентрированную азотную кислоту?
1712. Чем объяснить, что при добавлении щелочи к раствору  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  и к раствору  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$  только в одном из случаев выпадает осадок?
1713. Используя значения констант нестойкости комплексных ионов  $[\text{ЭГ}_4]^{2-}$ ;  $[\text{Э}(\text{OH})_4]^{2-}$  и  $[\text{Э}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  цинка, кадмия и ртути, охарактеризовать склонность этих элементов к образованию соответствующих комплексов в ряду цинк–ртуть. Как можно объяснить наблюдаемые закономерности?
1714. Закончить уравнения реакций:
- |   |  |
|---|--|
| $\text{ZnS} + \text{HNO}_3 =$                         | $\text{Zn} + \text{HCl} + \text{H}_3\text{AsO}_3 =$                    |
| $\text{CdS} + \text{HNO}_3 =$                         | $\text{Zn} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$                  |
| $\text{HgS} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} =$            | $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3 =$                          |
| $\text{Zn} + \text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} =$    | $\text{Zn} + \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaOH} = \text{NH}_3 + \dots$ |
| $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} (\text{изб}) =$ | $\text{Cd} + \text{NaCN} + \text{H}_2\text{O} =$                       |

### *f-Элементы*

1715. Охарактеризовать положение *f*-элементов в Периодической системе, в чем заключаются особенности электронной структуры атомов *f*-элементов по сравнению с *s*-, *p*- и *d*-элементами?
1716. Сформулировать закономерности в изменении величин атомных радиусов и потенциалов ионизации в рядах церий – лутеций; торий – лоуренсий.
1717. В чем заключается сущность эффекта лантаноидного сжатия и на свойствах каких элементов сказывается его влияние? Привести примеры.

1718. Максимальная валентность 4f-элементов равна 4. Как можно объяснить это с позиций спиновой теории валентности, учитывая, что атомы 4f-элементов содержат до 9 неспаренных электронов?
1719. Какова роль каждого из приведенных факторов в определении сходства химии лантаноидов: все элементы входят в одну и ту же группу Периодической системы; два внешних электронных слоя атомов имеют одинаковую конфигурацию; 4f-орбитали экранированы двумя внешними электронными слоями; атомы близки по размерам; атомы имеют близкие потенциалы ионизации?
1720. Какая общая особенность химии f-элементов следует из того, что энергии  $(n-2)f$ - и  $(n-1)d$ -орбиталей близки?
1721. Какие закономерности в изменении валентности элементов можно проследить в рядах 4f- и 5f-элементов? Чем можно объяснить их различие?
1722. Чем объяснить, что для всех лантаноидов наиболее характерна степень окисления +3? Атомы каких из этих элементов могут иметь степень окисления +2, +4?
1723. Чем обусловлено сходство в химических свойствах лантаноидов (f-элементы) и лантана (d-элемент)?
1724. Как объяснить, что лантаноиды (4f-элементы) по химическим свойствам различаются между собой намного меньше, чем актиноиды (5f-элементы)?
1725. На чем основано подразделение лантаноидов на подсемейства церия и тербия; актиноидов – на подсемейства тория и берклия, т.е. чем обусловлена внутренняя периодичность свойств этих элементов?
1726. Чем обусловлено большое сходство химических свойств лантаноидов? Как объяснить, что сходство меньше выражено у актиноидов? Проанализировать влияние особенностей электронной структуры атомов, близости (вследствие f-сжатия) атомных радиусов, потенциалов ионизации.
1727. Почему у f-элементов склонность к образованию координационных соединений выражена в меньшей мере, чем в целом у d-элементов?
1728. Какая форма, катионная или анионная, и почему более характерна для f-элементов? Как зависит склонность к образованию соединений в катионной и анионной формах от проявляемой валентности?
1729. Как можно объяснить, что f-металлы химически активнее d-металлов (сравнить электродные потенциалы)?
1730. Как изменяются кислотно-основные свойства гидроксидов в ряду элементов Ce–Lu и как изменяется гидролизуемость солей этих элементов?

1731. Сделать вывод о способности лантаноидов реагировать с водой и кислотами в обычных условиях, учитывая их стандартные электродные потенциалы:

	Ce	Pr	Nd	Lu
$E^\circ_{\text{Э}^{3+}/\text{Э}}, \text{В}$	-2,48	-2,47	-2,4	-2,25

1732. Насколько справедливо утверждение, что с химической точки зрения лантаноиды имеют некоторое сходство со щелочноземельными металлами? При подготовке ответа для элементов Ba, La, Ce заполнить таблицу:

Элемент	$r_a, \text{нм}$	$I, \text{эВ}$	$E^\circ_{\text{Э}^{n+}/\text{Э}}, \text{В}$	Отношение к $\text{H}_2\text{O}$	Отношение к $\text{O}_2$	Свойства гидроксида
Ba						
La						
Ce						

1733. С учетом приведенных данных  $E^\circ_{\text{Э}^{3+}/\text{Э}}$  (для Sm, Yb и Eu они равны соответственно -0,9, -0,58 и -0,43 В) и  $E^\circ_{\text{Э}^{4+}/\text{Э}}$  (для Ce и Pr они равны +1,61 и +2,86 В) сделать вывод о способности соединений рассматриваемых элементов окислять воду и окисляться водой, окисляться кислородом воздуха.

1734. Оксиды и гидроксиды каких типов характерны для лантаноидов?

1735. Какие продукты получаются при сжигании церия в кислороде?

1736. Как изменяется сила оснований в ряду  $\text{Ce}(\text{OH})_3\text{--Lu}(\text{OH})_3$ ?

1737. Какие продукты получаются при взаимодействии  $\text{Ce}(\text{OH})_3$  с кислородом воздуха?

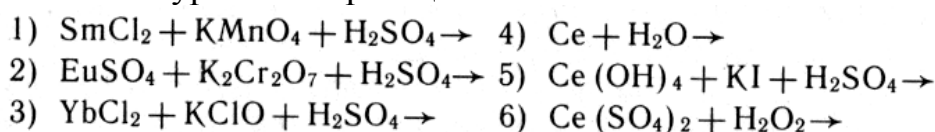
1738. Какого типа реакции протекают при взаимодействии  $\text{CeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  с кислотами и щелочами?

1739. Для какого иона в ряду  $\text{Ce}^{3+}\text{--Lu}^{3+}$  равновесие  $[\text{Э}(\text{H}_2\text{O})_n]^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Э}(\text{H}_2\text{O})_{n-1}(\text{OH})]^{2+} + \text{H}_3\text{O}^+$  сильнее смещено вправо?

1740. Какие из галогенидов лантаноидов проявляют восстановительные свойства? Привести примеры соответствующих уравнений реакций.

1741. С помощью каких восстановителей можно получить сульфат самария (+2) из сульфата самария (+3), чтобы при этом продукт реакции не загрязнился продуктами окисления восстановителя?

1742. Закончить уравнения реакций:



1743. Закончить уравнения реакций и написать их в молекулярной форме: 1)  $\text{Ce}^{3+} + \text{Ag}^+ + \text{OH}^- =$  ; 2)  $\text{CeO}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ =$  .

1744. Как объяснить, что максимально возможная валентность 5f-элементов выше, чем 4f-элементов? Сравнить Nd (+3) и U (+2, +3, +4, +6); Pm (+3) и Np (до +7); Sm (+2, +3) и Pu (до +7).
1745. Для каких из 5f-элементов характерны постоянные валентность и степень окисления атомов? Можно ли ожидать высокую (до +7) валентность для последних семи элементов в семействе 5f-элементов?
1746. Для каких элементов характерна и в чем выражается их способность проявлять свойства как f-, так и d-элементов?
1747. Написать формулы кислотных гидроксидов 5f-элементов. Обладают ли амфотерными свойствами гидроксиды Am(OH)<sub>4</sub> и Am(OH)<sub>3</sub>?
1748. Какое различие в химии плутония и америция можно положить в основу методики их разделения?
1749. Масса колбы с газообразным фторидом урана равна 45,2 г, масса той же колбы с кислородом – 13,2, с воздухом – 12,9 г. Установить формулу фторида урана.
1750. Как изменяется гидролизуемость ионов Pu<sup>3+</sup>, Pu<sup>4+</sup>, PuO<sub>2</sub>, PuO<sub>2</sub><sup>2+</sup>?
1751. Добавить недостающий реагент в схемах уравнений реакций:
- $$\begin{array}{ll} \text{UO}_3 + \dots = \text{UO}_2; & \text{UO}_3 + \dots = \text{UF}_4; \\ \text{UO}_3 + \dots = \text{UCl}_4; & \text{UO}_3 + \dots = \text{UCl}_3. \end{array}$$
1752. Закончить уравнения реакций:
- $$\begin{array}{ll} \text{UO}_3 \xrightarrow{t} & \text{UO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \\ \text{UO}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t} & \text{UO}_3 + \text{HF} \rightarrow \\ \text{UO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow & \text{UO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \end{array}$$
1753. Закончить уравнения реакций:
- $$\begin{array}{ll} \text{UCl}_3 + \text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow & \text{Ba}_3(\text{NpO}_5)_2 + \text{HCl} \rightarrow \\ \text{UO}_2\text{Cl}_2 + \text{CrCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow & \text{NpO}_2\text{Cl}_2 + \text{SnCl}_2 \rightarrow \\ \text{K}_2\text{NpO}_4 + \text{O}_3 + \text{KOH} \rightarrow & \text{PuO}_2\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \end{array}$$

## Оглавление

Тема 1. Водород. p-Элементы VII группы (Галогены).....	3
Тема 2. p-Элементы VI группы (Халькогены) .....	22
Тема 3. p-Элементы V группы (Пниктогены) .....	38
Тема 4. p-Элементы IV группы .....	79
Тема 5. p-Элементы III группы .....	110
Тема 6. s-Элементы I и II групп .....	124
<i>s-Элементы I группы</i> .....	124
<i>s-Элементы II группы</i> .....	133
Тема 7. d- и f-элементы .....	146
<i>d-Элементы III группы</i> .....	146
<i>d-Элементы IV группы</i> .....	150
<i>d-Элементы V группы</i> .....	153
<i>d-Элементы VI группы</i> .....	155
<i>d-Элементы VII группы</i> .....	162
<i>d-Элементы VIII группы</i> .....	168
<i>d-Элементы I группы</i> .....	179
<i>d-Элементы II группы</i> .....	185
<i>f-Элементы</i> .....	188






Андрей Владимирович Коршунов

Лариса Михайловна Смолова

## Задачи и упражнения по неорганической химии

Учебное пособие

Редактор О.Н.Свинцова

Подписано к печати 27.04.2008. Формат 60x84/16. Бумага «Классика». Печать RISO. Усл.печ.л. 7,9. Уч.-изд.л. 8,95. Заказ 50 . Тираж 100 экз.		
	Томский политехнический университет Система менеджмента качества Томского политехнического университета сертифицирована NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту ISO 9001:2000	
ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.		