

Министерство общего и профессионального образования Российской Федерации  
Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева  
Издательский центр РХТУ им. Д.И.Менделеева

**Задания  
к курсовой работе по курсу  
“Неорганическая химия”**

Под редакцией проф. А.Ф. Воробьева

Москва 1997

## ЗАДАНИЕ I

На основе известных Вам квантовохимических методов описания химической связи в комплексных соединениях объясните образование химической связи в указанных ниже комплексах и укажите:

- тип гибридизации орбиталей центрального атома;
- геометрическую форму иона или молекулы;
- спиновое состояние и распределение электронов по орбиталям;
- магнитные свойства комплексов;
- наличие или отсутствие окраски.

- $1. [Pb(OH)_4]^{2-}$   $Cr(CO)_6$
- $2. [Cr(S_2O_3)_2]^{3-}$   $Mo(CO)_6$
- $3. [Zn(CN)_4]^{2-}$   $W(CO)_6$
- $4. [Co(H_2O)_6]^{2+}$   $Ru(CO)_5$
- $5. [CoF_4]^{2-}$   $[Pt(CN)_4]^{2-}$
- $6. [AgBr_2]^-$   $[Ni(CN)_4]^{2-}$
- $7. [FeF_6]^{4-}$   $[AlF_6]^{3-}$
- $8. [Sn(OH)_4]^{2-}$   $Os(CO)_5$
- $9. [Fe(CN)_6]^{4-}$   $[Ag(NH_3)_2]^+$
- $10. [Mn(H_2O)_6]^{2+}$   $[Cr(CN)_6]^{3-}$
- $11. [Co(H_2O)_6]^{2+}$   $[NiF_4]^{2-}$
- $12. [Cr(H_2O)_6]^{3+}$   $[Cr(CN)_6]^{3-}$
- $13. [NiCl_4]^{2-}$   $[Ni(CN)_4]^{2-}$
- $14. [FeF_6]^{4-}$   $[Fe(CN)_6]^{4-}$
- $15. [Ni(CO)_4]$   $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$
- $16. [Co(NO_2)_6]^{3-}$   $[HgI_4]^{2-}$
- $17. [AgCl_2]^-$   $[Fe(H_2O)_6]^{2+}$
- $18. [Zn(OH)_4]^{2-}$   $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$
- $19. [Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$   $[Fe(H_2O)_6]^{3+}$

Задания к курсовой работе по неорганической химии / Под ред. А.Ф. Воробьева. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 1997. 48 с.

Данное пособие содержит вопросы и задачи по важнейшим разделам курса "Неорганическая химия" и предназначено для углубленной самостоятельной проработки неорганической химии.

Составители: Баздова И.В., Власов С.В., Дракин С.И., Дунал А.А., Майер А.И., Сергеева Т.П., Соколов В.Б., Фролова Г.М.

Рецензенты: чл.-корр. РАН, проф. РХТУ им. Д.И. Менделеева  
Чекмарев А.М.;  
докт. хим. наук, проф. РХТУ им. Д.И. Менделеева  
Соловьев С.П.

© Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
1997

20.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$   $[\text{HgI}_4]^{2-}$   
 21.  $[\text{Hg}_2]^{2-}$   $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$   
 22.  $[\text{MgF}_6]^{4-}$   $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$   
 23.  $[\text{FeF}_6]^{3-}$   $[\text{SmCl}_2]^-$   
 24.  $\text{Fe}(\text{CO})_5$   $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$   
 25.  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$   $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$   
 26.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$   $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$   
 27.  $[\text{NiF}_4]^{2-}$   $[\text{MnCl}_6]^{4-}$   
 28.  $[\text{Sm}(\text{NH}_3)_2]^+$   $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$   
 29.  $[\text{Al}(\text{CN})_2]^+$   $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{4-}$   
 30.  $[\text{AgI}_2]^-$   $[\text{Pd}(\text{CN})_4]^{2-}$

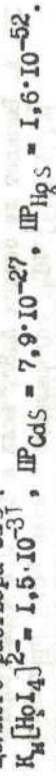
## Задание 2.

31. А. При какой концентрации ионов  $\text{S}^{2-}$  начнется выпадение осадка  $\text{CdS}$  из 0,2 М раствора  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ , содержащего 0,05 моль  $\text{KCN}$  в 1 л раствора?  
 $\text{K}_4[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} = 7,8 \cdot 10^{-18}$   $\text{pKdS} = 7,9 \cdot 10^{-27}$ .  
 Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:  
 $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ ,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Br}$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{SO}_3]$ .  
 В. Написать уравнения реакций:  
 $\text{SnCl}_2 + \text{KOH}$  изб =  
 $\text{CoCl}_2 + \text{NH}_3$  изб =  
 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + \text{HCl}$  изб =
32. А. Сколько молей аммиака должно содержаться в 1 л 0,1 М раствора  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ , чтобы прибавление 1,5 г  $\text{KCl}$  к 1 л раствора не вызвало выпадения осадка хлорида серебра?  
 $\text{K}_4[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 5,7 \cdot 10^{-8}$   $\text{pKdS} = 1,8 \cdot 10^{-10}$ .  
 Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:  
 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ ,  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$ .

- В. Написать уравнения реакций:  
 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3 + \text{Na}_2\text{S} =$   
 $\text{CoCl}_2 + \text{NH}_3$  изб =  
 $\text{FeCl}_3 + \text{KCN}$  изб =
33. А. Выпадет ли осадок  $\text{AgBr}$ , если к 1 л 0,1 М раствора  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ , содержащего 1 моль  $\text{NH}_3$ , прибавить  $10^{-5}$  моль  $\text{HBr}$ ?  
 $\text{K}_4[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 5,7 \cdot 10^{-8}$   $\text{pKdBr} = 5,3 \cdot 10^{-13}$ .  
 Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:  
 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Br}_2]$ ,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ .  
 В. Написать уравнения реакций:  
 $\text{SnCl}_2 + \text{NaOH}$  изб =  
 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + \text{HCl}$  изб =  
 $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] =$
34. А. При какой концентрации ионов  $\text{S}^{2-}$  начнется выпадение осадка  $\text{CdS}$  из 0,3 М раствора  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ , содержащего 0,2 моль  $\text{KOH}$  в 1 л раствора?  
 $\text{K}_4[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} = 7,8 \cdot 10^{-18}$   $\text{pKdS} = 7,9 \cdot 10^{-27}$ .  
 Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:  
 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,  $\text{Ba}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$ .  
 В. Написать уравнения реакций:  
 $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] =$   
 $\text{FeCl}_3 + \text{KCN}$  изб =  
 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3 + \text{Na}_2\text{S} =$
35. А. Промойдет ли осадок сульфида ртути при добавлении к 1 л 0,008 М раствора  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ , содержащего 0,1 моль  $\text{KCl}$ , такого количества молей ионов  $\text{S}^{2-}$ , которое содержится в 2 л насыщенного раствора  $\text{ZnS}$ ?  
 $\text{K}_4[\text{HgI}_4]^{2-} = 1,5 \cdot 10^{-31}$   $\text{pKdS} = 8 \cdot 10^{-26}$   $\text{pKdS} = 1,6 \cdot 10^{-52}$ .  
 Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:  
 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ,  $\text{K}_2[\text{PtCl}_4(\text{OH})_2]$ .  
 В. Написать уравнения реакций:  
 $\text{NiSO}_4 + \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  изб =  
 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$



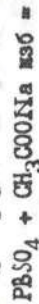
36. А. Произойдет ли осаждение сульфида ртути при прибавлении к 1 л 0,02 М раствора  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ , содержащего 0,1 моль  $\text{KI}$ , такого количества моль ионов  $\text{S}^{2-}$ , которое содержится в 1 л насыщенного раствора  $\text{CdS}$ ?



Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



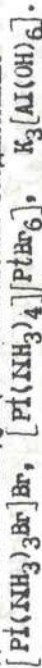
В. Написать уравнения реакций:



37. А. Сколько молей аммиака должно содержаться в 1 л 0,3 М раствора  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ , чтобы прибавление 0,75 г  $\text{KCl}$  к 1 л раствора не вызвало выпадения осадка хлорида серебра?



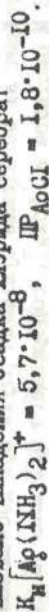
Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



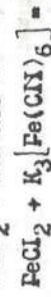
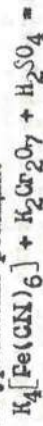
38. А. Сколько молей аммиака должно содержаться в 2 л 0,05 М раствора  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ , чтобы прибавление 2,3 г  $\text{KCl}$  к 1 л не вызвало выпадения осадка хлорида серебра?



Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



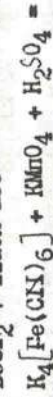
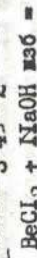
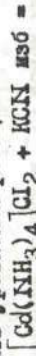
39. А. Какова концентрация ионов  $\text{Ag}^+$  в 0,3 М растворе  $\text{K}_2[\text{Ag}(\text{CN})_3]$ , содержащем 0,15 моль  $\text{KCN}$  в 1 л раствора?

Константа нестойкости иона  $[\text{Ag}(\text{CN})_3]^{2-}$  составляет  $2,8 \cdot 10^{-21}$ .

Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:

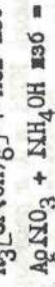
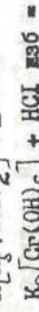


40. А. Выпадет ли осадок сульфида ртути при прибавлении к 1 л 0,02 М раствора  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ , содержащего 0,05 моль  $\text{KI}$ , 0,078 г  $\text{K}_2\text{S}$ ?  $\text{IP}_{\text{HgS}} = 1,6 \cdot 10^{-52}$ ,  $K_{\text{уст}}[\text{HgI}_4]^{2-} = 6,7 \cdot 10^{-30}$ .

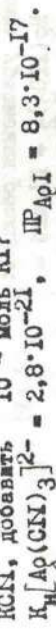
Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



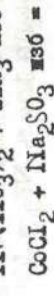
41. А. Произойдет ли образование осадка иодида серебра, если к 1 л 0,1 М раствора  $\text{K}_2[\text{Ag}(\text{CN})_3]$ , содержащего избыточных 0,5 моль  $\text{KCN}$ , добавить  $10^{-2}$  моль  $\text{KI}$ ?



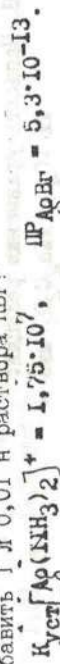
Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



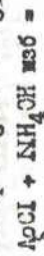
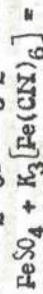
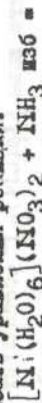
42. А. Выпадет ли осадок  $\text{AgBr}$ , если к 2 л 0,3 М раствора  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ , содержащего 1 моль  $\text{NH}_3$  в 1 л раствора, прибавить 1 л 0,01 М раствора  $\text{KBr}$ ?



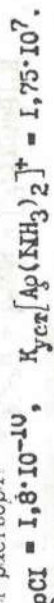
Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



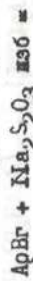
43. А. При какой концентрации ионов  $Cl^-$  начнется выпадение  $AgCl$  из 0,2 М раствора  $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ , содержащего 1,5 моль  $NH_3$  в 1 л раствора?



Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:

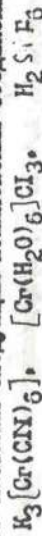


В. Написать уравнения реакций:

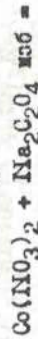


44. А. Какова концентрация ионов  $Ag^+$  в 0,1 М растворе  $K_2[Ag(CN)_3]$ , содержащем в избытке 0,1 моль  $KCN$  в 1 л раствора? Константа устойчивости иона  $[Ag(CN)_3]^{2-}$  составляет  $3,6 \cdot 10^{20}$ .

Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:

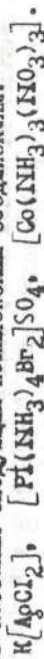


В. Написать уравнения реакций:



45. А. Константа устойчивости иона  $[Ag(NH_3)_2]^+$  составляет  $1,75 \cdot 10^7$ . Какова концентрация ионов  $Ag^+$  в 0,2 М растворе  $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ , содержащем 0,1 моль  $NH_3$  в 1 л раствора?

Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



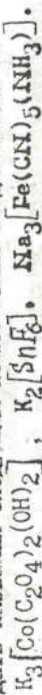
В. Написать уравнения реакций:



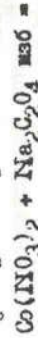
46. А. Выпадет ли осадок  $AgBr$ , если к 1 л 0,5 М раствора  $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ , содержащего 2 моль  $NH_3$ , добавить  $10^{-4}$  моль  $KBr$ ?



Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



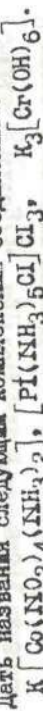
В. Написать уравнения реакций:



47. А. Сколько граммов  $FeCl$  можно добавить до начала выпадения осадка  $AgCl$  к 1 л 0,05 М раствора  $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ , содержащего 1 моль  $NH_3$ ?



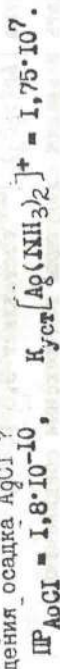
Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



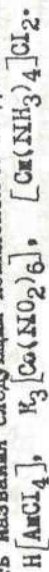
В. Написать уравнения реакций:



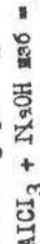
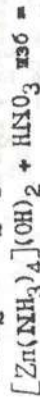
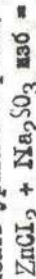
48. А. Сколько граммов  $KCl$  можно добавить к 1 л 0,08 М раствора  $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ , содержащего 0,8 моль  $NH_3$ , до начала выпадения осадка  $AgCl$ ?



Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



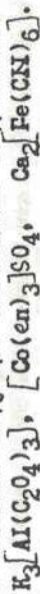
В. Написать уравнения реакций:



49. А. Произойдет ли окисление сульфида ртути при прибавлении к 1 л 0,001 М раствора  $K_2[HgI_4]$ , содержащего 0,05 моль KI, такого количества моль ионов  $S^{2-}$ , которое содержится в 1 л насыщенного раствора  $CdS$ ?

$$K_{sp}[HgI_4]^{2-} = 1,5 \cdot 10^{-31}, \quad IP_{CdS} = 7,9 \cdot 10^{-27}, \quad IP_{HgS} = 1,6 \cdot 10^{-52}$$

Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



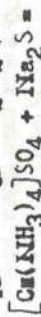
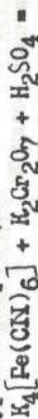
50. А. Произойдет ли образование осадка молибдата серебра, если к 1 л 0,01 М раствора  $K_2[Ag(CN)_3]$ , содержащему избыточных 0,02 моль KCN, добавить  $10^{-3}$  моль KI?

$$K_{sp}[Ag(CN)_3]^{2-} = 2,8 \cdot 10^{-21}, \quad IP_{AgI} = 8,3 \cdot 10^{-17}$$

Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:

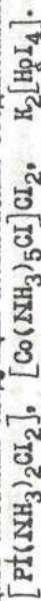


В. Написать уравнения реакций:

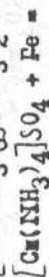


51. А. Сколько граммов серебра содержится в виде ионов в 2 л 0,3 М раствора  $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$ , содержащем 12,5 г  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$  в 1 л раствора? Константа нестойкости иона  $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$  составляет  $3,5 \cdot 10^{-14}$ .

Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



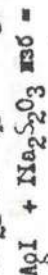
52. А. Выпадет ли осадок  $AgI$ , если к 1 л 0,1 М раствора  $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ , содержащему 1 моль  $NH_3$  в 1 л раствора, добавить  $10^{-5}$  моль KI?

$$K_{sp}[Ag(NH_3)_2]^+ = 5,7 \cdot 10^{-8}, \quad IP_{AgI} = 8,3 \cdot 10^{-17}$$

Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



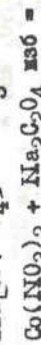
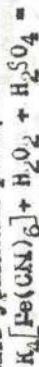
53. А. При какой концентрации ионов  $S^{2-}$  начнется выпадение осадка  $CdS$  из 0,05 М раствора  $K_2[Co(CN)_4]$ , содержащего 0,1 моль KCN в 1 л раствора?

$$IP_{CdS} = 7,9 \cdot 10^{-27}, \quad K_{sp}[Co(CN)_4]^{2-} = 7,8 \cdot 10^{-18}$$

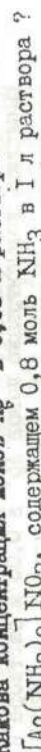
Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



54. А. Константа нестойкости иона  $[Ag(NH_3)_2]^+$  составляет  $5,7 \cdot 10^{-8}$ . Какова концентрация ионов  $Ag^+$  в 0,08 М растворе



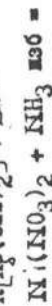
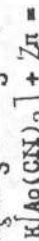
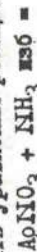
Сколько граммов NaCl можно добавить к 1 л указанного раствора до начала выпадения осадка  $AgCl$ ?

$$IP_{AgCl} = 1,8 \cdot 10^{-10}$$

Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



55. А. Константа нестойкости иона  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$  составляет  $3,5 \cdot 10^{-14}$ . Сколько граммов серебра содержится в виде ионов в 1 л 0,1 М раствора  $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ , содержащем, кроме того, 25 г  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

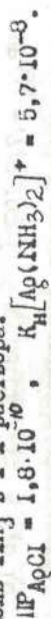
Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



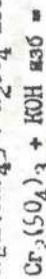
56. А. При какой концентрации ионов  $\text{Cl}^-$  начнется выпадение  $\text{AgCl}$  из 0,1 М раствора  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ , содержащего 1 моль  $\text{NH}_3$  в 1 л раствора.



Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:

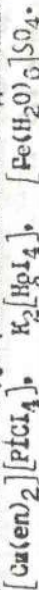


В. Написать уравнения реакций:

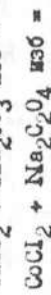
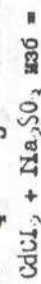
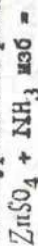


57. А. Константа нестойкости иона  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  составляет  $1,4 \cdot 10^{-20}$ . Вычислить концентрацию ионов  $\text{Ag}^+$  в 0,05 М растворе  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ , содержащем 0,05 моль в 1 л раствора  $\text{KCN}$ ?

Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:

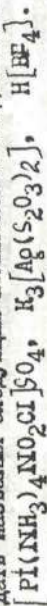


В. Написать уравнения реакций:

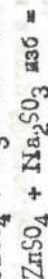
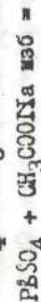


58. А. Константа нестойкости иона  $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$  составляет  $7,8 \cdot 10^{-18}$ . Вычислить концентрацию ионов  $\text{Cd}^{2+}$  в 0,1 М растворе  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ , содержащем 0,1 моль  $\text{KCN}$  в 1 л раствора.

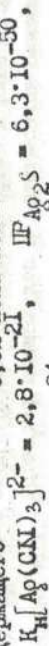
Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



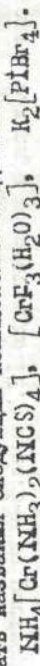
В. Написать уравнения реакций:



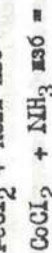
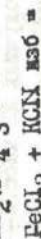
59. А. Произойдет ли образование осадка  $\text{Ag}_2\text{S}$  после добавления 10 мл насыщенного раствора  $\text{ZnS}$  к 1 л 0,01 М раствора  $\text{K}_2[\text{Ag}(\text{CN})_3]$ , содержащего 0,02 моль  $\text{KCN}$ ?



Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



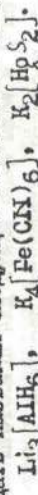
В. Написать уравнения реакций:



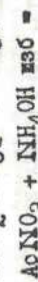
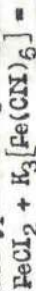
60. А. Какова концентрация ионов  $\text{Ag}^+$  в 0,05 М растворе  $\text{K}_2[\text{Ag}(\text{CN})_3]$ , содержащем 0,05 моль в 1 л раствора  $\text{KCN}$ ?



Б. Дать названия следующим комплексным соединениям:



В. Написать уравнения реакций:



## З А Д А Н И Е 3

- 61\*. Сколько граммов хлорида натрия и какой объем воды надо взять для приготовления 350 см<sup>3</sup> 21,5 масс.-%-го раствора? Вычислите молярную концентрацию, молярность и титр полученного раствора.
- 62\*. Вычислите концентрацию в массовых процентах раствора серной кислоты, полученного путем растворения 0,5 моля оксида серы(IV) в 400 мл 60 масс.-%-го раствора серной кислоты. Определите молярную, нормальную концентрацию и титр 60 масс.-%-го раствора кислоты. ( $f_{\text{экв. H}_2\text{SO}_4} = 1/2$ )
- 63\*. В каком количестве воды нужно растворить 1 моль едкого натра, чтобы получить 10 масс.-%-й раствор? Какова его нормальная концентрация и титр? Вычислите молярную долю щелочи и молярное отношение компонентов в полученном растворе.
- 64\*. Какой объем 12,7 масс.-%-го раствора хлорида натрия необходим для приготовления 160 см<sup>3</sup> 8,4 масс.-%-го раствора? Вычислите молярную концентрацию 12,7 масс.-%-го раствора, а также титр и молярность полученного раствора.
65. При выпаривании 600 мл 10 масс.-%-го раствора сульфата натрия (плотность раствора 1,090 г/см<sup>3</sup>) получили 22 масс.-%-й раствор (плотность раствора 1,193 г/см<sup>3</sup>). Сколько граммов воды выпарили и каков объем полученного раствора? Каково молярное отношение растворенного вещества и растворителя в полученном растворе, а также его молярную и нормальную концентрацию и титр? ( $f_{\text{экв. Na}_2\text{SO}_4} = 1/2$ ).
66. Какой объем 25 масс.-%-го раствора бромиды натрия (плотность раствора 1,210 г/см<sup>3</sup>) и воды надо взять для приготовления 250 см<sup>3</sup> 10 масс.-%-го раствора плотности раствора 1,080 г/см<sup>3</sup>? Вычислите молярную концентрацию и титр полученного раствора.
- ж. При решении задачи этого раздела, помеченных звездочкой, следует пользоваться таблицами плотностей водных растворов ("Практикум по неорганической химии"/Под ред. А.Ф. Воробьева и С.И. Дракина. М.: химия, 1984. С. 243-244. Если в таблицах нет значения плотности, точно соответствующей концентрации раствора, следует пользоваться методом интерполяции (см. там же С.19-20).

67. К 300 см<sup>3</sup> 6 масс.-%-го раствора хлорида натрия (плотность раствора 1,020 г/см<sup>3</sup>) добавили 400 мл воды. Вычислите концентрацию полученного раствора в массовых процентах, молярность, молярную концентрацию, молярную долю растворенного вещества и титр. Считать, что объем полученного раствора равен сумме объемов смешиваемых жидкостей.
68. Определите молярность, нормальную концентрацию и титр 13,5 масс.-%-го раствора соды плотность раствора 1,140 г/см<sup>3</sup>). Найдите молярные доли растворенного вещества и растворителя в 13,5 масс.-%-м растворе соды. Вычислите также концентрацию (в масс. %) раствора, полученного растворением 42,90 г кристаллической соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  в 270 см<sup>3</sup> воды ( $f_{\text{экв. Na}_2\text{CO}_3} = 1/2$ ).
- 69\*. К 200 см<sup>3</sup> 40 масс.-%-го раствора азотной кислоты прибавили 500 см<sup>3</sup> воды. Плотность полученного раствора равна 1,100 г/см<sup>3</sup>. Какова концентрация в массовых процентах, молярность, нормальная концентрация и титр полученного раствора? ( $f_{\text{экв. HNO}_3} = 1$ )
70. Сколько граммов  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  потребуется для приготовления 0,5 л 0,2 н. раствора  $\text{CuSO}_4$ ? Какова концентрация в массовых процентах раствора сульфата меди, полученного растворением 15 граммов  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 275 см<sup>3</sup> воды?
71. Определите концентрацию (в 1 масс. % и молярность) 4 М раствора хлорида магния (плотность раствора 1,270 г/см<sup>3</sup>). Рассчитайте молярное отношение растворенного вещества и растворителя в полученном растворе.
- 72\*. Какой объем 22,5 масс.-%-го раствора хлорида калия и воды необходимо взять для приготовления 700 см<sup>3</sup> 13,2 масс.-%-го раствора? Вычислите молярную концентрацию и молярность полученного раствора хлорида калия.
73. Определите молярность и молярную долю карбоната калия в его 15 масс.-%-м растворе (плотность раствора 1,140 г/см<sup>3</sup>). Сколько граммов карбоната калия и воды нужно взять для приготовления 350 см<sup>3</sup> 15 масс.-%-го раствора карбоната калия?

74. Смешали 2 л 6 масс.-%-го раствора нитрата алюминия (плотность раствора 1,051 г/см<sup>3</sup>) с 4 л 12 масс.-%-го раствора (плотность раствора 1,102 г/см<sup>3</sup>) той же соли. Чему равна концентрация (в массовых процентах, молярная концентрация, моляльность и титр) нитрата алюминия в полученном растворе (плотность раствора 1,080 г/см<sup>3</sup>)?

75. Определите молярную и нормальную концентрации, моляльность и титр 98,7 масс.-%-го раствора серной кислоты. Вычислите молярную долю растворенного вещества в этом растворе.  
( $f_{\text{экв. H}_2\text{SO}_4} = 1/2$ ).

76. Вычислите концентрацию в молях и массовых процентах и моляльность 6 м. раствора азотной кислоты (плотность раствора 1,202 г/см<sup>3</sup>). Каковы молярные доли азотной кислоты и воды в этом растворе? ( $f_{\text{экв. HNO}_3} = 1$ ).

77. Какой объем воды и концентрированной серной кислоты (плотность раствора 1,814 г/см<sup>3</sup>) надо смешать, чтобы приготовить 9 л акумуляторной серной кислоты (плотность раствора 1,290 г/см<sup>3</sup>)? Вычислите концентрацию в массовых процентах, молярную концентрацию и титр полученного раствора.

78. Для борьбы с вредителями растений приготовлен раствор 50 г  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  на 1 л воды (плотность раствора 1,034 г/см<sup>3</sup>).

Вычислите в массовых процентах содержание хлорида бария в этом растворе. Чему равны молярная концентрация, моляльность и титр этого раствора?

79. При температуре 20°C карбонат кальция растворяли в воде в пропорции 1:8000. Сколько граммов растворенного вещества содержится в 1 м<sup>3</sup> такого раствора? Вычислите молярную концентрацию такого раствора и молярную долю соли в нем.

80. Какой объем 6 м. раствора едкого натра следует добавить к 4,5 л 0,8 м. раствора едкого кали, чтобы смешанный раствор оказался двунормальным? Чему равна молярная концентрация смешанного раствора щелочей? Каково молярное отношение щелочей?

81. В 200 см<sup>3</sup> воды растворено 56 л хлористого водорода (объем из-мерен при нормальных условиях). Вычислите концентрацию полученного раствора соляной кислоты (плотность раствора 1,190 г/см<sup>3</sup>).

в массовых процентах, а также его молярную концентрацию, моляльность и титр.

82. После упаривания 5 л 2 н. раствора едкого кали получено 2 л раствора. Какой объем этого раствора требуется для нейтрализации 10 см<sup>3</sup> 4 масс.-%-го раствора серной кислоты?

Определите концентрацию раствора щелочи после выпаривания в массовых процентах, а также моляльность, титр и молярную долю растворителя и растворенного вещества в полученном растворе щелочи.

83. В литре воды растворили хлористый водород. На нейтрализацию 10 см<sup>3</sup> полученного раствора израсходовано 5 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора едкого натра, а на осаждение ионов свинца из 25 мл раствора ацетата свинца потребовалось 20 мл данного раствора соляной кислоты. Какова нормальная концентрация раствора соляной кислоты? Сколько молей газа было растворено? Вычислите молярную концентрацию и титр раствора ацетата свинца.  
( $f_{\text{экв. HCl}} = 1$ ).

84. Вычислите молярную концентрацию и титр 0,4 н. раствора дихромата калия (плотность раствора 1,180 г/см<sup>3</sup>), приготовленного для проведения реакции, в которой продуктом восстановления иона  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  являются ионы  $\text{Cr}^{3+}$ ? Сколько граммов дихромата калия необходимо для приготовления 1,2 л 0,4 н. раствора? Вычислите молярную долю дихромата калия и молярное отношение компонентов в полученном растворе.

85. Сколько граммов хлорида кальция было в растворе, если для осаждения из него всего кальция в виде карбоната кальция потребовалось 16 см<sup>3</sup> 0,25 н. раствора соды? Вычислите молярную концентрацию и титр использованного в этой реакции раствора соды.

86. Рассчитайте нормальную концентрацию, моляльность и титр 50 масс.-%-го раствора азотной кислоты. Какой объем 60 масс.-%-го раствора этой кислоты следует добавить к 100 см<sup>3</sup> 10 масс.-%-го раствора ее, чтобы получить 50 масс.-%-й раствор? ( $f_{\text{экв. HNO}_3} = 1$ ).

87. В каком объеме 0,2 М раствора соды (плотность раствора 1,021 г/см<sup>3</sup>) надо растворить 14,3 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , чтобы получить 12,8 масс.-%-й раствор соды ( $f_{\text{экв. Na}_2\text{CO}_3} = 2$ )? Вычислите молярную концентрацию и титр полученного раствора.

88. Вычислите в массовых процентах концентрацию фосфорной кислоты в растворе, полученном при растворении 71 г фосфорного ангидрида в 500 мл 60 масс.-%-го раствора фосфорной кислоты (плотность раствора 1,400 г/см<sup>3</sup>), а также молярную концентрацию, молярность и титр 60 масс.-%-го раствора кислоты.

89. В двух литрах воды растворено 250 л хлористого водорода (измеренного при нормальных условиях). Определите концентрацию в массовых процентах, молярную концентрацию и титр полученного раствора.

90. Для приготовления 2 л 0,48 М раствора были использованы 4 масс.-%- и 10 масс.-%-й растворы сульфата меди (плотности растворов соответственно 1,073; 1,040; 1,107 г/см<sup>3</sup>). Чему равны концентрации в массовых процентах и молярная доля сульфата меди в полученном растворе? Какой объем каждого из взятых растворов потребовался? Определите также титр и молярность 4 масс.-%-го раствора.

#### ЗАДАНИЕ 4

Во всех задачах этого раздела необходимо написать уравнения окислительно-восстановительных реакций и расставить стехиометрические коэффициенты.

91. Сколько граммов свинца можно растворить в 50 мл азотной кислоты концентрации 40 масс.-% ( $\rho = 1,25 \text{ г/см}^3$ ). Рассчитайте молярную массу эквивалента восстановителя.

92. На титрование в сернокислой среде 25 мл раствора хлорида олова (II) пошло 30 мл 0,1 М раствора дихромата калия. Определите нормальную концентрацию и титр раствора хлорида олова.

93. Сколько граммов диоксида свинца потребуется для окисления 200 мл 1 н раствора нитрата марганца (II) в присутствии  $\text{HNO}_3$ ?

94. Сколько граммов сурьки потребуется для окисления 150 мл 0,5 н раствора нитрата марганца в присутствии  $\text{HNO}_3$ ?

95. Сколько граммов перманганата калия можно восстановить 20 мл раствора пероксида водорода с концентрацией 30 масс.-% ( $\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$ ) в щелочной среде?

96. Сколько граммов мода потребуется для окисления 50 мл 0,5 н раствора арсенита натрия?

97. Сколько мл 0,1 М раствора иодата калия потребуется для восстановления 0,05 г перманганата калия, содержащегося в 100 мл раствора? Рассчитайте титр раствора перманганата калия.

98. Сколько граммов гексафтората (II) калия можно окислить 50 мл 0,15 н раствора перманганата калия в кислой среде ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )?

99. Сколько граммов брома необходимо использовать для окисления 10 мл 0,1 М раствора сульфата никеля в щелочной среде?

100. Сколько граммов цинка необходимо использовать для восстановления 30 мл 0,3 М раствора хлорида диаминсеребра?

101. На титрование в кислой среде ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 20 мл раствора хлорида железа (II) израсходовано 30 мл 0,2 М раствора  $\text{KMnO}_4$ . Рассчитайте титр и нормальную концентрацию раствора хлорида железа (II).

102. Сколько граммов металлического алюминия необходимо использовать для восстановления 30 мл 0,2 н. раствора дихромата калия в кислой среде?

103. Сколько граммов брома необходимо использовать для окисления 30 мл 0,3 н. раствора хлорида хрома (III) в щелочной среде?

104. Сколько мл 0,2 М раствора сelenистой кислоты можно окислить 50 мл раствора пероксида водорода с концентрацией 30 масс.-% ( $\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$ )?

105. Сколько граммов диоксида свинца нужно использовать для окисления 30 мл 0,1 М раствора нитрата марганца (II) в кислой среде ( $\text{HNO}_3$ )?

106. Сколько мл 0,2 М раствора иодата калия потребуется для восстановления 100 мл 0,05 М раствора пероксоедистой кислоты?

107. Какой объем арсина (н.у.) потребуется для восстановления 50 мл 1 М раствора перманганата калия в кислой среде ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )?

108. Сколько граммов висмута образуется при взаимодействии 300 мл 0,1 М раствора нитрата висмута и 500 мл 1 н раствора станната (II) натрия в присутствии  $\text{NaOH}$ ?

109. Какой объем хлора (н.у.) потребуется для полного окисления 100 мл 1 н раствора хлорида висмута в щелочной среде?

110. Какой объем 0,1 н. раствора нитрата марганца (II) потребуется для восстановления 300 мл 0,5 М раствора висмутата калия в присутствии  $\text{HNO}_3$ ?

111. Вычислите фактор эквивалентности и молярную массу эквивалента  $\text{As}_2\text{O}_3$  в реакции:  $\text{As}_2\text{O}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

112. Рассчитайте объем фосфина (н.у.), образующегося при взаимодействии 2 г цинка с 250 мл 1 М раствора фосфорноватистой кислоты (подкисленного серной кислотой).

113. Какой объем фосфина (н.у.) потребуется для восстановления 300 мл 0,5 М раствора перманганата калия (в кислой среде)?

114. Какой объем азота (н.у.) выделится при взаимодействии 3,24 г сульфата гидразина и 2 л 0,01 М раствора перманганата калия в кислой среде ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )?

115. Какой объем азота (н.у.) выделится при взаимодействии 100 мл 0,1 н. раствора перманганата калия с избытком раствора гидроксиламина в кислой среде?

116. Сколько граммов мода выделится при сливании 150 мл 1 М раствора нитрита калия и избытка раствора молибда калия в кислой среде ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )?

117. Какой объем 1,5 М подкисленного  $\text{H}_2\text{SO}_4$  раствора дихромата калия необходимо взять для полного окисления 3 г гидразингидрата?

118. Какой объем 1,5 М раствора станната (II) натрия необходимо взять для полного восстановления 1,5 г гидроксида висмута?

119. Сколько граммов цинка необходимо взять для получения 1,5 г  $\text{KNH}_2$  из смеси растворов  $\text{KOH}$  и  $\text{KNO}_2$ ?

120. Какой объем 1,5 М раствора хлорида железа (II) необходимо использовать для полного восстановления 2 л 0,1 М раствора  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде?

### ЗАДАНИЕ 5

121. а). Вычислите pH насыщенного водного раствора  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , если  $\text{IP}_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 1,96 \cdot 10^{-11}$ .

б). Вычислите pH, при котором начинается осаждение  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  из 0,1 М раствора  $\text{MgCl}_2$ . При расчете считать, что  $\text{MgCl}_2$  гидролизу не подвергается.

122. Вычислите разность величин pH десятичных растворов  $\text{FeCl}_2$  и  $\text{FeCl}_3$ , если первые константы гидролиза для  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  соответственно равны  $3,6 \cdot 10^{-9}$  и  $7,4 \cdot 10^{-3}$ .

123. Вычислите разность величин pH десятичных растворов  $\text{ZnCl}_2$  и  $\text{SnCl}_2$ , если первые константы гидролиза для  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Sn}^{2+}$  соответственно равны  $2,5 \cdot 10^{-10}$  и  $7,2 \cdot 10^{-3}$ .

124. Как изменится pH 0,001 М раствора  $\text{CH}_3\text{COONa}$  при разбавлении его в 10 раз?  $K_{\text{дисс.}} \text{CH}_3\text{COOH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ . Ответ подтвердите расчетом pH.

125. Вычислите разность величин pH 0,001 М растворов  $\text{CH}_3\text{COONa}$  и  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , если  $K_{\text{дисс.}} \text{CH}_3\text{COOH} = K_{\text{дисс.}} \text{NH}_4\text{OH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

126. Вычислите концентрации всех частиц (ионов и молекул) в 0,001 М растворе  $\text{KAcN}$ , если  $K_{\text{дисс.}} \text{HCN} = 4,8 \cdot 10^{-10}$ .

127. Каков реакционный pH будет иметь 0,01 М раствор  $\text{KCN}$ , если  $K_{\text{дисс.}} \text{KCN} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ , а  $K_{\text{дисс.}} \text{HCN} = 4,8 \cdot 10^{-10}$ . Ответ подтвердите расчетом pH.

128. Произойдет ли образование осадка  $\text{AgBr}$  при сливании равных объемов 0,1 М растворов  $\text{KBr}$  и  $\text{KAg}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$ , если последний содержит избыток  $\text{KAg}_2\text{S}_2\text{O}_3$  в количестве 0,08 моль/л.

$K_{\text{H}} [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$  равна  $3,5 \cdot 10^{-14}$ ,  $\text{IP}_{\text{AgBr}} = 5,3 \cdot 10^{-13}$ .

129. Константы равновесия в системе  $\text{SBr}_4(\text{г}) \rightleftharpoons \text{S}(\text{г}) + 4\text{Br}(\text{г})$  равны  $6,25 \cdot 10^3$  при 2500 К и  $3,8 \cdot 10^7$  при 3000 К. Вычислите энтальпию и энтропию этого процесса, считая их независимыми от температуры в данном температурном интервале.

130. Вычислите pH раствора, полученного смешением 25 мл 0,05 М раствора HCl, 10 мл 0,05 М раствора NaOH и 15 мл воды.

131. Как изменится pH, если вдвое разбавить водой:

- а) 0,2 М раствор HCl;  
б) раствор, содержащий в 1 л 0,1 моль  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 0,1 моль  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .  $K_{\text{дисс.}} \text{CH}_3\text{COOH} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

132. Константы равновесия в системе  $\text{CCl}_4(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{г}) + 4\text{Cl}(\text{г})$  равны 1,15 при 2500 К и  $4,26 \cdot 10^4$  при 3000 К. Вычислите энтальпию указанного процесса, считая ее величиной постоянной в данном интервале температур, и энтальпию связи C-Cl в молекуле  $\text{CCl}_4(\text{г})$ .

133. Константы равновесия в системе  $\text{CBr}_4(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{г}) + 4\text{Br}(\text{г})$  равны  $6,25 \cdot 10^3$  при 2500 К и  $3,8 \cdot 10^7$  при 3000 К. Вычислите энтальпию указанного процесса, считая ее величиной постоянной в данном температурном интервале, и энтальпию связи C-Br в молекуле  $\text{CBr}_4(\text{г})$ .

134. Константа диссоциации  $\text{CH}_3\text{COOH}$  при 25°C равна  $1,75 \cdot 10^{-5}$ . Вычислите концентрацию ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  в 0,001 М растворе уксусной кислоты. Какова величина  $\Delta G^\circ$  процесса диссоциации  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ?

135. Произведения растворимости  $\text{MgF}_2$  при 25°C и 50°C соответственно равны  $1,62 \cdot 10^{-10}$  и  $7,76 \cdot 10^{-10}$ . Вычислите  $\Delta G^\circ$  процесса  $\text{MgF}_2(\text{к}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{р-р, } \infty \text{H}_2\text{O}) + 2\text{F}^-(\text{р-р, } \infty \text{H}_2\text{O})$ . При расчёте примите, что  $\Delta H^\circ$  и  $\Delta S^\circ$  не зависят от температуры.

136. Произведения растворимости  $\text{MgCO}_3$  при 25°C и 50°C соответственно равны  $7,94 \cdot 10^{-6}$  и  $1,82 \cdot 10^{-6}$ . Вычислите изменения энтальпии и энтропии в процессе  $\text{MgCO}_3(\text{к}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{р-р, } \infty \text{H}_2\text{O}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{р-р, } \infty \text{H}_2\text{O})$ , считая, что они практически не зависят от температуры.

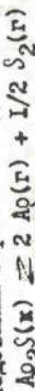
137. Равновесное давление кислорода в системе



при 836 К равно 75 кПа. Рассчитайте константу равновесия  $K_p$  при данной температуре и  $\Delta G^\circ_{836}$  для данного процесса.

138. Для равновесия  $\text{C}(\text{к}) + 2 \text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{г})$  константы равновесия  $K_p$  равны 0,195 и 0,117 соответственно при 973 и 1023 К. Вычислите энтальпию указанного процесса, считая ее величиной постоянной в данном интервале температур.

139. При исследовании термической диссоциации



было найдено, что константы равновесия при 831 К и 931 К соответственно равны 0,288 и 0,262. Вычислите энтальпию процесса, считая ее величиной постоянной в данном интервале температур.

140. Константы ступенчатой диссоциации  $\text{H}_2\text{S}$   $K_1$  и  $K_2$  соответственно равны  $9,1 \cdot 10^{-8}$  и  $1,1 \cdot 10^{-14}$ . Вычислите:

- а) концентрации ионов  $\text{HS}^-$  в 0,01 М растворе  $\text{H}_2\text{S}$ ;  
б) концентрации ионов  $\text{HS}^-$  в 0,01 М растворе  $\text{K}_2\text{S}$ .

141. Произойдет ли осаждение сульфида серебра, если 0,0078 г  $\text{Na}_2\text{S}$  прибавить к:

- а) 2 л 0,001 М раствора  $\text{K}[\text{AgCl}_2]$ , содержащего 2 моль KCl в литре раствора;  
б) 1 л 0,002 М раствора  $\text{Na}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ , содержащего 1 моль KCN в литре раствора.

Константы устойчивости ионов  $[\text{AgCl}_2]^-$  и  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  соответственно равны  $4,3 \cdot 10^5$  и  $9 \cdot 10^{20}$ .  $pK_{\text{Ag}_2\text{S}} = 4 \cdot 10^{450}$ .

142. Для равновесия реакции  $\text{C}(\text{к, графит}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$  константы равновесия  $K_p$  при 1100 К и 1200 К соответственно равны  $9 \cdot 10^{-2}$  и 31,6. Какие вещества будут преобладать в равновесной смеси при указанных температурах? Определите температуру, при которой  $K_p = 1$ , принимая, что  $\Delta H^\circ$  и  $\Delta S^\circ$  в данном интервале температур постоянны.

143. Для процесса  $\text{SO}_2(\text{г}) + 1/2 \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{г})$  константы равновесия  $K_p$  при 500 К и 700 К соответственно равны  $2,14 \cdot 10^5$  и 255. Почему данный процесс ведут при 400-450°C и в присутствии катализатора? Рассчитайте  $K_p$  при 238 К.

144. Произведение растворимости  $\text{SiS}$  при 25°C равно  $6 \cdot 10^{-36}$ . Константа нестойкости иона  $[\text{Si}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  равна  $2,1 \cdot 10^{-13}$ . Вычислите:

- а) концентрацию ионов  $\text{Si}^{2+}$  в насыщенном при 25°C растворе  $\text{SiS}$ ;  
б) концентрацию ионов  $\text{Si}^{2+}$  в 0,01 М растворе  $[\text{Si}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , 2 л которого содержат 2 моль избыточного  $\text{NH}_3$ .

145. Между хромат- и дихромат-ионами в водном растворе существует равновесие  $2 \text{CrO}_4^{2-} + 2 \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ . Константа равновесия указанного процесса при 238 К

При решении задач этого раздела следует пользоваться справочными данными, приведенными в Приложении данного пособия на с. 46.

151. Пользуясь справочными данными, определите растворимость  $PbS$  (в моль/л и г/л) в воде при  $25^\circ C$ .
152. Пользуясь справочными данными, вычислите константу нестойкости иона  $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$  при  $25^\circ C$ .
153. Пользуясь справочными данными, определите произведение растворимости  $Ag_2SO_4$  при  $25^\circ C$ .
154. Пользуясь справочными данными, определите первую константу диссоциации  $H_3AsO_4$  при  $25^\circ C$ .
155. Пользуясь справочными данными, вычислите константу устойчивости иона  $[Zn(OH)_4]^{2-}$  при  $25^\circ C$ .
156. Пользуясь справочными данными, определите константу равновесия  $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$  при стандартной температуре.
157. Пользуясь справочными данными, определите константу диссоциации иона  $HSO_4^-$  при  $25^\circ C$ .
158. Пользуясь справочными данными, вычислите растворимость  $Ag_2S$  в воде (г/л) при  $60^\circ C$  (температурной зависимостью  $\Delta H^\circ$  и  $\Delta S$  растворения пренебречь).
159. Пользуясь справочными данными, вычислите константу нестойкости иона  $[AgCl_2]^-$  при  $25^\circ C$ .
160. Пользуясь справочными данными, определите произведение растворимости  $BaCrO_4$  при  $25^\circ C$ .
161. Пользуясь справочными данными, вычислите константу диссоциации муравьиной кислоты при  $25^\circ C$ .
162. Пользуясь справочными данными, определите растворимость в воде (моль/л и г/л)  $Si$  при  $25^\circ C$ .

$$K = \frac{[CrO_4^{2-}]}{[CrO_4^{2-}]^2 [H^+]^2} = 4,2 \cdot 10^{14}.$$

Известно, что в 1 л раствора 90 мол.% всего хрома находится в виде хромата, 10 мол.% — в виде дихромата. Определите pH данного раствора.

146. Выпадет ли осадок  $BaSO_4$ , если смешать 200 мл 0,1 л и раствора  $BaCl_2$  с 400 мл 0,5 л н. раствора  $K_2SO_4$ ;  $IP_{BaSO_4} = 1,1 \cdot 10^{-10}$ .

Считать, что объем раствора после смешения равен сумме двух смешиваемых объемов.

147. Константы диссоциации  $H_2CO_3$  соответственно равны:

$$K_1 = 4,2 \cdot 10^{-7}, K_2 = 4,8 \cdot 10^{-11}. \text{ Вычислите:}$$

- а) pH и концентрации ионов  $HCO_3^-$  и  $CO_3^{2-}$  в 0,01 л растворе  $H_2CO_3$ ;  
б) pH 0,01 л раствора  $Na_2CO_3$ .

148. Константы диссоциации  $H_2CO_3$   $K_1$  и  $K_2$  соответственно равны

$$4,2 \cdot 10^{-7} \text{ и } 4,8 \cdot 10^{-11}. \text{ Вычислите pH } 0,01 \text{ л раствора } NaHCO_3 \text{ и } 0,01 \text{ л раствора } Na_2CO_3.$$

149. Константы диссоциации  $H_3PO_4$   $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  соответственно равны  $7,5 \cdot 10^{-3}$ ,  $6,3 \cdot 10^{-8}$  и  $1,3 \cdot 10^{-12}$ . Вычислите pH 0,01 л раствора  $Na_2HPO_4$  и 0,01 л раствора  $NaH_2PO_4$ .

150. Навеску 0,451 г  $AsCl_3$  перед прокаливанием и взвешиванием сначала промили. Рассчитайте, какое количество вещества будет потеряно, если промывание ведут:

- а) 200 мл чистой воды;  
б) 150 мл 0,1 л раствора  $MnCl_2$ , затем 50 мл  $H_2O$ .

$IP_{AsCl_3} = 1,8 \cdot 10^{-10}$ . Считать, что при промывании образуются насыщенные растворы  $AsCl_3$ .

163. Пользуясь справочными данными, определите константу равновесия реакции  $\text{CoCl}_2(\text{r}) \rightleftharpoons \text{Co}(\text{r}) + \text{Cl}_2(\text{r})$  при  $25^\circ\text{C}$ .
164. Пользуясь справочными данными, определите растворимость  $\text{BaCrO}_4$  в воде (г/л) при  $65^\circ\text{C}$  (температурной зависимостью  $\Delta H$  и  $\Delta S$  растворения пренебречь).
165. Пользуясь справочными данными, вычислите вторую константу диссоциации угольной кислоты при стандартной температуре.
166. Пользуясь справочными данными, определите растворимость в воде (моль/л и г/л) сульфата кадмия при  $25^\circ\text{C}$ .
167. Пользуясь справочными данными, определите вторую константу диссоциации ортофосфорной кислоты при  $25^\circ\text{C}$ .
168. Пользуясь справочными данными, вычислите растворимость  $\text{BaSO}_4$  в воде (г/л) при  $70^\circ\text{C}$  (температурной зависимостью  $\Delta H$  и  $\Delta S$  растворения пренебречь).
169. Пользуясь справочными данными, определите константу диссоциации синильной кислоты при  $25^\circ\text{C}$ .
170. Пользуясь справочными данными, определите, в каком количестве воды можно растворить 0,1 г  $\text{CaCO}_3$  при  $25^\circ\text{C}$ .
171. Пользуясь справочными данными, определите константу нестойкости иона  $[\text{BiI}_4]^-$  при  $25^\circ\text{C}$ .
172. Пользуясь справочными данными, вычислите растворимость  $\text{BaSO}_4$  в воде (моль/л и г/л) при  $25^\circ\text{C}$ .
173. Пользуясь справочными данными, вычислите третью константу диссоциации ортофосфорной кислоты при  $25^\circ\text{C}$ .
174. Пользуясь справочными данными, вычислите произведение растворимости карбоната бария при  $60^\circ\text{C}$  (температурной зависимостью  $\Delta H$  и  $\Delta S$  растворения пренебречь).
175. Пользуясь справочными данными, определите, может ли при  $25^\circ\text{C}$  самопроизвольно протекать реакция:  

$$2 \text{Cl}_2(\text{r}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{r}) = 4 \text{HCl}(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r})$$
  
 Если реакция не будет протекать при  $25^\circ\text{C}$ , оцените возможность протекания этой реакции при других, более высоких температурах.

176. Пользуясь справочными данными, вычислите растворимость  $\text{Ag}_2\text{S}$  в воде (моль/л и г/л) при  $25^\circ\text{C}$ .
177. Пользуясь справочными данными, вычислите первую константу диссоциации ортофосфорной кислоты при  $25^\circ\text{C}$ .
178. Пользуясь справочными данными, определите, в каком количестве воды можно растворить 0,5 г  $\text{CaF}_2$  при  $60^\circ\text{C}$  (температурной зависимостью  $\Delta H$  и  $\Delta S$  растворения пренебречь).
179. Пользуясь справочными данными, определите вторую константу диссоциации  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  при  $25^\circ\text{C}$ .
180. Пользуясь справочными данными, определите растворимость (г/л) карбоната кальция в воде при  $70^\circ\text{C}$  (температурной зависимостью  $\Delta H$  и  $\Delta S$  растворения пренебречь).

## З А Д А Н И Е 7

Напишите уравнения реакций:

181. 1)  $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 2)  $\text{K}_2\text{O}_2 + \text{Al} =$   
 3)  $\text{SnCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} =$   
 4)  $\text{Mg}_2\text{SiO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} =$   
 5)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}$  изб =  
 6)  $\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH}$  сплавление  
 182. 1)  $\text{Ca}(\text{OCl})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$   
 2)  $\text{NaN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$   
 3)  $\text{Al} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 4)  $\text{PbO}_2 + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3 =$   
 5)  $[\text{N}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_3$  изб =  
 6)  $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{Br}_2 + \text{KOH} =$   
 183. 1)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 2)  $\text{K}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$  +  
 3)  $\text{KCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{KOH}$  сплавление  
 4)  $\text{H}_2(\text{NO}_3)_2 =$

- 5)  $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KOH}$  изб =  
 6)  $\text{Al} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 =$   
 184. 1)  $\text{LiOH} + \text{Cl}_2 =$   
 2)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 3)  $\text{TeO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{HCl} =$   
 4)  $\text{CoSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 5)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{S}$  изб =  
 6)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 185. 1)  $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{Na}_2\text{S} + \text{HCl} =$   
 2)  $\text{TeO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 3)  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 4)  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{NaOH} =$   
 5)  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + \text{KCN}$  изб =  
 6)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$

186. 1)  $\text{SnS}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} =$

2)  $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{C} + \text{Cl}_2 =$

3)  $\text{P} + \text{KOH}(\text{конц}) + \text{H}_2\text{O} =$

4)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$

5)  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$

6)  $\text{AgBr} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  изб =

187. 1)  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3(\text{конц}) =$

2)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$

3)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} =$

4)  $\text{Pt} + \text{HCl} + \text{HNO}_3 =$

5)  $\text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$

6)  $\text{Al} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$

188. 1)  $\text{KOH} + \text{Cl}_2 =$

2)  $\text{Sb} + \text{HNO}_3(\text{конц}) =$

3)  $\text{KCN} + \text{NaOCl} =$

4)  $\text{ZnCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$

5)  $\text{As} + \text{O}_2 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} =$

6)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] =$

189. 1)  $\text{BeCl}_2 + \text{KOH}$  изб =

2)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} =$

3)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} =$

4)  $\text{Si} + \text{HNO}_3 + \text{HF} =$

5)  $\text{KMnO}_4 + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} =$

6)  $\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 + \text{NaOH} =$

190. 1)  $\text{Hg} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl} =$

2)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} =$

3)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t} \text{сплав}$

4)  $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$

5)  $\text{CuI} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 =$

191. 1)  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} =$

2)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaOH} =$

3)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$

4)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 =$

5)  $\text{As} + \text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O} =$

6)  $\text{AgBr} + \text{NaCN}$  изб =

192. 1)  $\text{ZnSO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$

2)  $\text{Ca}(\text{OCl})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 =$

3)  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{NaOH} =$

4)  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} =$

5)  $\text{Al} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$

6)  $\text{AgBr} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 =$

193. 1)  $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{Na}_2\text{S} + \text{HCl} =$

2)  $\text{MnO}_2 + \text{KIO}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{t} \text{сплав}$

3)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3 =$

4)  $\text{KI} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$

- 5)  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{HNO}_2 =$   
 6)  $\text{AgCl} + \text{NH}_4\text{OH изб} =$   
 194. 1)  $\text{W} + \text{NaNO}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{\text{т}} \text{сплавл.}$   
 2)  $\text{TeO}_2 + \text{SnCl}_2 + \text{HCl} =$   
 3)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 4)  $\text{SiO}_2 + \text{C} + \text{Cl}_2 =$   
 5)  $\text{MgSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 6)  $\text{Hr}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S изб} =$   
 195. 1)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 2)  $\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 3)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C} + \text{SiO}_2 =$   
 4) Гидролиз  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$   
 5)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 6)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 =$   
 196. 1)  $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{NO}_2 =$   
 2)  $\text{Mg}_3\text{N}_2 + \text{HCl} =$   
 3)  $\text{H}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_3(\text{p-p}) =$   
 4)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{KOH} \xrightarrow{\text{т}} \text{сплавл.}$   
 5)  $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 6)  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 197. 1)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 2)  $\text{KCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{KOH} =$   
 3)  $\text{P} + \text{HNO}_3(\text{конц}) =$   
 4)  $\text{Zn} + \text{KNO}_3 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O} =$   
 5)  $\text{AsH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 6)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3 + \text{Na}_2\text{S изб} =$   
 198. 1)  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} =$   
 2)  $\text{B} + \text{HNO}_3(\text{конц}) =$   
 3)  $\text{CuSO}_4 + \text{NH}_4\text{OH изб} =$   
 4)  $\text{CdSO}_4 + \text{NH}_4\text{OH изб} =$

- 5)  $\text{PCl}_5 + \text{H}_2\text{O} =$   
 6)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} =$   
 199. 1)  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} =$   
 2)  $\text{Se} + \text{HNO}_3(\text{конц}) =$   
 3)  $\text{K}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} =$   
 4)  $\text{ZnSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 5)  $\text{FeCl}_3 + \text{KSCN изб} =$   
 6)  $\text{Pb}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 =$   
 200. 1)  $\text{MnSO}_4 + \text{NaBiO}_3 + \text{HNO}_3 =$   
 2)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} =$   
 3)  $\text{AgBr} + \text{NaCN изб} =$   
 4)  $\text{SiO}_2 + \text{C} + \text{Cl}_2 =$   
 5)  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 6)  $\text{SO}_2\text{Cl}_2 + \text{KOH (p-p) изб} =$   
 201. 1) Гидролиз  $\text{Na}_2\text{S}$   
 2)  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} =$   
 3)  $\text{Ag} + \text{H}_2\text{SeO}_4(\text{конц}) =$   
 4)  $\text{KLa}_3\text{AsO}_4 + \text{Na}_2\text{S} + \text{HCl} =$   
 5)  $\text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \text{Br}_2 + \text{KOH} =$   
 6)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KOH изб} =$   
 202. 1)  $\text{Sn} + \text{HNO}_3(\text{конц}) =$   
 2)  $\text{BaFeO}_4 + \text{HCl}(\text{конц}) =$   
 3)  $\text{Al} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$   
 4)  $\text{ZnSO}_4 + \text{NH}_4\text{OH изб} =$   
 5)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 6)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 =$   
 203. 1)  $\text{Be}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$   
 2)  $\text{SnCl}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$

- 204.
- 3)  $P_4 + HCl + HNO_3 =$
  - 4)  $KAl[Al(OH)_4] + HCl$  изб =
  - 5)  $SnS_2 + (NH_4)_2S =$
  - 6)  $P + HNO_3$  (конц) =
- 205.
- 1)  $KI + KNO_2 + H_2SO_4 =$
  - 2)  $[K_2(NH_3)_6]SO_4 + Na_2S =$
  - 3)  $Al + KOH + H_2O =$
  - 4)  $BCl_3 + H_2O =$
  - 5)  $AsH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 =$
  - 6)  $Sb_2S_3 + (NH_4)_2S =$
- 206.
- 1)  $Be + NaOH + H_2O =$
  - 2)  $Na_2O_2 + KMnO_2 + H_2SO_4 =$
  - 3)  $NaNO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 =$
  - 4)  $Co(NO_3)_2 + Na_2CO_3 + H_2O =$
  - 5)  $AgCl + Na_2S_2O_3 =$
  - 6)  $SbCl_3 + H_2O =$
- 207.
- 1)  $Ca(OH)_2 + NO_2 =$
  - 2)  $Zn + H_3AsO_3 + H_2SO_4 =$
  - 3)  $Mn(NO_3)_2 + NaBiO_3 + HNO_3 =$
  - 4) гидролиз  $Na_3PO_4$
  - 5)  $K_4[Fe(CN)_6] + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 =$
  - 6)  $KCr(SO_4)_2 + Na_2S + H_2O =$
- 208.
- 1)  $V + H_2SO_4$  (конц) =
  - 2)  $FeS_2 + O_2 \xrightarrow{t} =$
  - 3)  $SnCl_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 =$
  - 4)  $Be(NO_3)_2 + Na_2CO_3 + H_2O =$
  - 5)  $Pb(NO_3)_2 + NaOH$  изб =
  - 6)  $PH_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 =$
- 209.
- 1)  $W + HNO_3 + HF =$
  - 2)  $N_2H_4 + HNO_2 =$
  - 3)  $KCrO_2 + PbO_2 + KOH =$
  - 4)  $Sb_2O_3 + Cl_2 + NaOH =$
  - 5)  $AgBr + NaCN$  изб =
  - 6)  $K_2SiO_4 + Na_2CO_3 + H_2O =$
- 210.
- 1)  $As_2S_3 + HNO_3$  (конц) =
  - 2)  $H_2O_2 + KMnO_4 + H_2O =$
  - 3)  $P + KOH$  (конц) +  $H_2O =$
  - 4)  $BeCl_2 + K_2CO_3 + H_2O =$
  - 5)  $CdCl_2 + NH_3$  изб =
  - 6)  $(NH_4)_2SnS_3 + HCl =$

### ЗАДАНИЕ 8

Опишите способы получения веществ, указанных в пунктах (а), строение их молекул, физические и химические свойства, применение. Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций. Текст ответа должен уместиться на 1-2 страницах.

211. а) Пероксиды, надпероксиды и озониды щелочных металлов.  
б) Сравните свойства оксидов элементов IA и IB подгрупп Периодической системы Д.И. Менделеева.
212. а) Карбиды элементов IA и IIА подгрупп Периодической системы Д.И. Менделеева.  
б) Сравните свойства этих карбидов со свойствами карбидов бора и алюминия.

213. а) Алломогидриды металлов.  
б) Сравните свойства соединений  $\delta$ -Н, где  $\delta$  - Кс, Li, Be, Al.
214. а) Борные кислоты, бораты металлов.  
б) Сравните свойства соединений типа  $\delta$ -O-N, где  $\delta$  - элементы IIIA подгруппы Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.
215. а) Галогениды бора, нитрид бора, тетрафторборная кислота.  
б) Сравните свойства галогенидов бора и алюминия.
216. а) Гидроксид алюминия, алюминаты.  
б) Сравните свойства гидроксидов элементов IIIA и IIIB подгрупп Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.
217. а) Оксид углерода (IV), фосген, мочевины.  
б) Сравните свойства оксидов элементов IV A и IV B подгрупп Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.
218. а) Угольная кислота, карбонаты (средние, кислые, основные).  
б) Объясните, что такое постоянная и временная жесткость воды? В чем она измеряется и какие лабораторные исследования для определения жесткости воды проводятся? Как устраняется жесткость воды? Приведите необходимые в ответе уравнения реакций.
219. а) Дициан, синильная кислота, цианиды, роданиды.  
б) Как можно осуществить следующее превращение  

$$[\text{Fe}(\text{CN})_4]^{4-} \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} ?$$
220. а) Соединения углерода с галогенами; фреоны.  
б) Сравните свойства этих соединений со свойствами соединений Si с галогенами.
221. а) Стекло кварцевое, растворимое, жидкое, оконное.  
б) Сравните свойства силикатов натрия и карбоната натрия.
222. а) Sn, Pb. Соединения олова (II, IV) с галогенами.  
б) Сравните гидролиз соединений  $\text{SnCl}_4$  и  $\text{TiCl}_4$ .
223. а) Соединения Ga, Sn, Pb (II, IV) с кислородом.  
б) Какие химические реакции сопровождают процессы заряда и разряда свинцового аккумулятора?

224. а) Соли Sn и Pb (II, IV) катионного и анионного типа.  
б) Как можно осуществить следующее превращение  

$$[\text{Sn}(\text{OH})_4]^{2-} \rightarrow [\text{Sn}(\text{OH})_6]^{2-} ?$$
225. а) Соли аммония.  
б) Сопоставьте свойства (термическая устойчивость, взаимодействие с  $\text{H}_2\text{O}$ , восстановительная активность) солей аммония с солями фосфония (соли образованы галогеноводородными кислотами)
226. а) Гипохлориты, хлораты, перхлораты.  
б) Сравните свойства (термическая устойчивость, окислительная активность) перхлората калия и перманганата калия.
227. а) Гидроксилламин, гидразин, азотистоводородная кислота, азиды металлов.  
б) Сопоставьте свойства соединений водорода с элементами 2-го периода Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.
228. а) Оксиды азота (II, IV).  
б) Сравните свойства оксидов азота (II) и ванадия (II).
229. а) Азотистая кислота и нитриты металлов.  
б) Сравните свойства кислот азотистой и азотной.
230. а) Азотная кислота и нитраты металлов.  
б) Сравните свойства соединений  $\text{HNO}_3$ , где  $\delta$  - элементы V A и V B подгрупп Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.
231. а) Фосфиды металлов, фосфористый водород, соли фосфония.  
б) Сопоставьте свойства (термическая устойчивость, взаимодействие с  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ , восстановительная активность) соединений  $\delta\text{N}_3$ , где  $\delta$  - элементы V A подгруппы Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.
232. а) Галогениды фосфора, комплексы галогенидов фосфора, соединения фосфора с серой.  
б) Сравните взаимодействие  $\text{PCl}_3$  и  $\text{PCl}_5$  с избытком холодного и горячего раствора KOH.
233. а) Фосфорные кислоты; фосфаты.  
б) Приведите качественные реакции на ионы  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$  и  $(\text{PO}_3)^-$ .
234. а) Фосфористал и фосфорноватистая кислота и их соли.  
б) Сравните свойства кислот азотистой и фосфористой.

235. а) Сульма и висмут; соединения их (Ш,У) с серой и хлором.  
 б) Взаимодействуют ли  $Sb_2S_3$  и  $Bi_2S_3$  с  $NaOH$ ,  $(LiH_2)_2S$ ,  $HNO_3$  разбавленной и  $HNO_3$  конц.? Ответ подтвердите уравнениями реакций!
236. а) Водородные соединения серы (II); соединения серы, селена и теллура (IV) с кислородом.  
 б) Сравните свойства (кислотные, восстановительные) водородных соединений серы, селена и теллура. Как изменяется сила, термическая устойчивость, окислительно-восстановительные свойства сернистой, селенистой и теллуристой кислот?
237. а) Оксиды селена, теллура (VI); селеновая и теллуровая кислоты и их соли.  
 б) Сравните свойства (кислотные, окислительные) серной, селеновой и теллуровой кислот.
238. а) Тиосульфат натрия.  
 б) Сравните термическую устойчивость кислот (тиосульфат и тиосульфат) и свойства тиосульфата аммония с тиосульфатом натрия.
239. а) Хлорид хрома (III); хроматы и дихроматы.  
 б) Как изменяются кислотные свойства в ряду  $HVO_3 - H_2CrO_4 - H_2MnO_4$ ? Возможно ли проведение следующих процессов, если в качестве окислителя использовать дихромат калия (среда кислая):  
 1.  $2 Br^- \rightarrow Br_2 + 2e^-$   
 2.  $2 Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$   
 3.  $Pb^{2+} + 2 H_2O \rightarrow PbO_2 + 4 H^+ + 2e^-$
240. а) Оксид марганца (IV), манганаты и перманганаты.  
 б) Возможно ли для технеция и рения образование соединений, аналогичных следующим соединениям марганца:  
 1)  $Mn_2(CO)_{10}$ ; 2)  $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ ; 3)  $MnF_3$ ; 4)  $KMnO_4$ ?
241. Взаимодействие фтора с водой и щелочами. Ассоциация молекул фтористого водорода. Дифториды калия и натрия: получение, строение, свойства.

## З А Д А Н И Е 9

242. Кислотно-основные свойства оксидов ( $As_2O_3$ ) и гидроксидов ( $As(OH)_3$ ) лантаноидов. Как в ряду лантаноидов изменяются основные свойства гидроксидов, их устойчивость и растворимость в воде? Ответ обоснуйте.
243. Взаимодействуют ли скандий, иттрий, лантан с водой, кислотами и щелочами? Напишите уравнения реакций. Сравните свойства скандия, иттрия и лантана со свойствами алюминия.
244. Химические свойства воды. Какие вещества могут окислить, а какие восстановить воду? Напишите уравнения реакций. Ответ обоснуйте.
245. Кислородные соединения ксенона; ксенаты и перксенаты, их получение и свойства.
246. Химические соединения криптона и ксенона со фтором: способы получения, строение молекул, свойства, их гидролиз.
247. Как взаимодействуют платиновые металлы с водородом, кислородом, кислотами и щелочами? Напишите уравнения реакций.
248. Напишите уравнения взаимодействия ванадия, ниобия и тантала с водой, кислотами и щелочами. Каковы основные области применения этих металлов и их соединений?
249. Сравните кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства кислородсодержащих кислот хлора, брома и йода и их солей, в которых галоген имеет степень окисления +1. Напишите уравнения реакций.
250. Сравните кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства различных кислородсодержащих кислот хлора и их солей. Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.
251. Какие степени окисления возможны для ванадия, ниобия и тантала? Какие из них встречаются наиболее часто? Объясните, почему с увеличением порядкового номера элемента в побочной подгруппе возрастает стабильность высшей степени окисления. Как получить и какова окраска следующих сульфатов:  
 $VS_4$ ,  $V_2(SO_4)_3$ ,  $VOSO_4$ ,  $(VO)_2SO_4$ ?
252. Сравните кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов ванадия, ниобия и тантала. Как их получают? Ответ иллюстрируйте

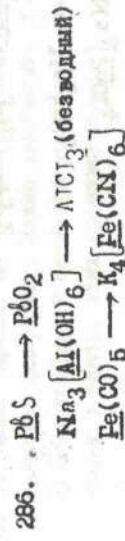
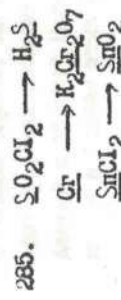
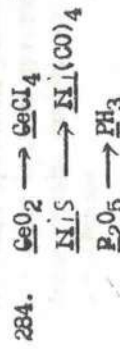
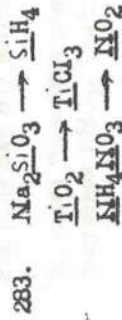
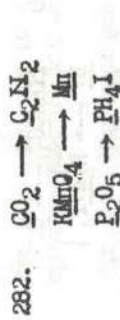
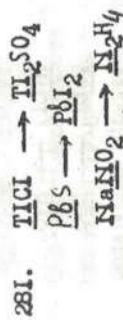
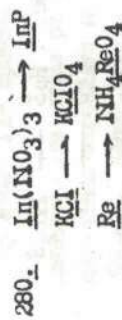
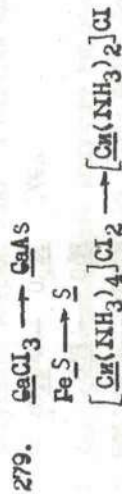
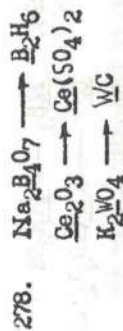
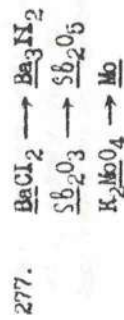
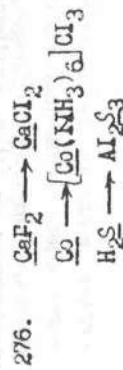
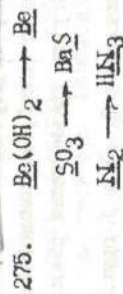
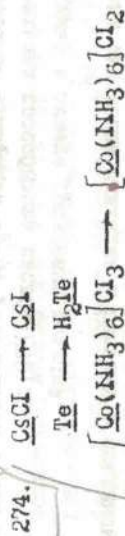
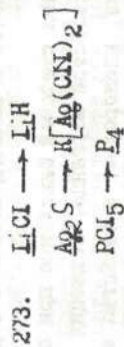
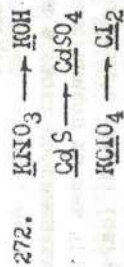
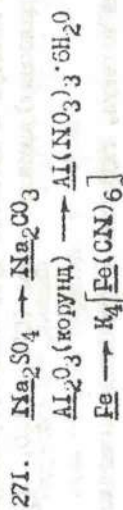
уравнениями реакций.

253. Основные минералы, содержащие титан, цирконий, гафний. Что такое иодидная очистка? Напишите уравнения реакций титана, циркония и гафния с водой, кислотами и щелочами.
254. Сравните кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов титана, циркония и гафния. Как их получают? Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.
255. Гидролиз соединений  $Ti^{+4}$ ,  $Zr^{+4}$ ,  $Hf^{+4}$ . Как получают оксогалогениды титана, циркония и гафния и их комплексные соединения с участием галогенов? Приведите необходимые уравнения реакций.
256. Соли уранила, уранаты и диуранаты. Получение, строение, свойства и применение. Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.
257. Характерные степени окисления тория, плутония и урана в соединениях. Приведите примеры их соединений. Кислородные соединения тория, урана и плутония; их получение и свойства.
258. Соединения тория, урана и плутония с галогенами. Оксигалогениды. Приведите уравнения реакций их получения и реакций, иллюстрирующих их химические свойства.
259. Объясните, почему в отличие от других лантаноидов церий в соединениях имеет часто степень окисления  $+4$ , а европий и иттербий  $+2$ . Как получают соединения  $Eu^{+2}$ ,  $Yb^{+2}$  и  $Ce^{+4}$  из оксидов лантаноидов ( $Э_2O_3$ )?
260. Пероксид водорода, его получение, строение молекул, химические свойства. Пероксиды и надпероксиды щелочных металлов. Получение пероксокислот.
261. Сравните свойства соединений таллия ( $TlOH$ ,  $TlCl$ ) со свойствами аналогичных соединений натрия и серебра ( $+I$ ). Приведите необходимые в ответе уравнения реакций.
262. Какая степень окисления наиболее характерна для таллия? Как получают соединения  $Tl^{+3}$  и  $Tl^{+1}$ ? Сравните свойства этих соединений (устойчивость, окислительно-восстановительные свойства, кислотно-основные свойства).

263. Напишите уравнения реакций взаимодействия галлия, индия, теллура и их оксидов с кислотами и щелочами. Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов этих элементов?
264. С какими простыми веществами не взаимодействует фтор? Как получают фторид кислорода? Классификация фторидов: основные, кислотные и амфотерные. Напишите реакции взаимодействия фторидов друг с другом.
265. Получение, строение молекул и свойства (устойчивость, взаимодействие с водой и щелочами) оксидов хлора ( $ClO_2$ ,  $Cl_2O$ ,  $Cl_2O_6$ ,  $Cl_2O_7$ ).
266. Получение, геометрия молекул, гидролиз и применение металлогенных соединений (на примере  $SiF_4$ ,  $SiF_3$ ,  $SiF_5$ ).
267. Какие степени окисления проявляет титан в своих соединениях? Напишите уравнения реакций получения галогенидов титана  $TiF_2$ ,  $TiF_3$ ,  $TiF_4$ . Сравните свойства галогенидов титана (окислительно-восстановительная способность и взаимодействие с водой).
268. Как изменяется устойчивость высших степеней окисления при переходе от  $Mn$  к  $Tc$  и  $Re$ ? Сравните свойства марганца, технеция и рения (взаимодействие с кислотами, кислородом) и свойства их соединений (образование сульфидов  $Э_2S_3$ , устойчивость солей кислот  $H_3EO_4$ , окислительная способность кислот  $H_3EO_4$ ). Приведите необходимые в ответе уравнения реакций.
269. Характерные степени окисления палладия и платины в соединениях. Получение гексахлорплатиновой кислоты, ее строение и свойства (разложение при нагревании, образование солей, взаимодействие со щелочами и содой). Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций.
270. Получение водородных соединений р-элементов III, IV и V групп (на примере  $B_2H_6$ ,  $CH_4$ ,  $SiH_4$ ,  $NH_3$ ,  $PH_3$ ,  $AsH_3$ ); их взаимодействие с водой.

## ЗАДАНИЕ 10

Напишите уравнение реакций получения нижеуказанных продуктов из исходных веществ. Возможно проведение синтеза в несколько стадий. Можно брать любые реагенты, но подчеркнутый элемент может быть введен только в составе исходного вещества. Укажите условия проведения каждой стадии. В случае получения смеси веществ необходимо описать способ выделения нужного продукта.



287.  $\text{HfIO}_3 \rightarrow \text{HfH}_4$   
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}$   
 $\text{Na}_2\text{SnS}_3 \rightarrow \text{SnCl}_2$
288.  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_3$   
 $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$   
 $\text{MgClO} \rightarrow \text{HClO}_4$
289.  $\text{PbSe} \rightarrow \text{Se}$   
 $\text{KCr(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CrO}_3$   
 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \rightarrow \text{BN}$
290.  $\text{CaF}_2 \rightarrow \text{KF}$   
 $\text{HrS} \rightarrow \text{K}_2[\text{HrI}_4]$   
 $\text{Sc}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Sc}$
291.  $\text{ArBr} \rightarrow \text{NaBr}$   
 $\text{V} \rightarrow \text{NH}_4\text{VO}_3$   
 $\text{Cr} \rightarrow \text{CrO}_2\text{Cl}_2$
292.  $\text{Ar}_2\text{S} \rightarrow \text{K}[\text{Ar(SH)}_2]$   
 $\text{Y(NO}_3)_3 \rightarrow \text{YCl}_3 \text{ (безводный)}$   
 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{S}$
293.  $\text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{ZnBr}_2$   
 $\text{BaO} \rightarrow \text{BaS}$   
 $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NF}_3$
294.  $\text{Tl}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{TlOCl}_2$   
 $\text{POCl}_3 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_6$   
 $\text{NiS} \rightarrow [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$
295.  $\text{Na}_2\text{SnO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SnO}_2$   
 $\text{Pd} \rightarrow \text{Na}_2[\text{PdCl}_4]$   
 $\text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}$
296.  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$   
 $\text{Cr} \rightarrow \text{KCr(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{C}$
297.  $\text{Al}_2\text{O} \rightarrow \text{AlO}_2$   
 $\text{PbO} \rightarrow \text{PbO}_2$   
 $\text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{BF}_3 \cdot \text{NH}_3$
298.  $\text{HrS} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}$   
 $\text{ZrO}_2 \rightarrow \text{Zr}$   
 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{PH}_3$
299.  $\text{HfCl}_4 \rightarrow \text{HfO}_2$   
 $\text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeO}$   
 $\text{NaNH}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$
300.  $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CO}$   
 $\text{Bi} \rightarrow \text{K[BiI}_4]$   
 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{PCl}_5$

## ЗАДАНИЕ II

301. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения натрия. Укажите области применения металлического натрия.
302. Как в промышленности получают гидроксид натрия? Напишите уравнения реакций, лежащих в основе методов его получения. Где применяется гидроксид натрия?
303. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения карбоната натрия. Укажите области применения  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Какие отходы содового производства загрязняют окружающую среду?
304. Как в промышленности получают оксид и гидроксид кальция? Напишите уравнения химических реакций, лежащих в основе их получения. Где применяют эти вещества?
305. Что такое хлорная (белильная) известь? Как ее получают в промышленности? Для чего она используется?
306. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе получения бора. Как получают бор высокой чистоты? Где применяют бор?
307. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения  $\text{HNO}_3$ . Где применяется азотная кислота?
308. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе промышленного получения меди из сульфидных руд, содержащих медь. Какие отходы данного производства оказывают отравляющее воздействие на окружающую среду?
309. Основным сырьем, на котором работает химический комбинат, является халькопирит. Какие химические продукты выпускает данный комбинат? Напишите уравнения химических реакций, лежащих в основе этих производств.
310. Основным сырьем, на котором работает химический комбинат, являются фосфориты. Какие химические продукты выпускает данный комбинат? Напишите уравнения химических реакций, лежащих в основе этих производств.

311. Как в промышленности получают ванадий? Что является сырьем для его получения? Где применяют ванадий?
312. Как в промышленности получают титан? Что является сырьем для его получения? Где применяют титан?
313. Какие процессы лежат в основе промышленного способа получения калия из сильвинита? Какие промышленные отходы возможны в этом производстве? Как они могут быть использованы?
314. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе промышленного способа получения цинка из цинковой обманки. Какое загрязнение окружающей среды возможно в этом производстве?
315. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе получения  $\text{HF}(\text{г})$ ,  $\text{HCl}(\text{г})$ ; где они находят применение?
316. Как в промышленности получают водород? Где он применяется?
317. Какие процессы лежат в основе промышленного способа получения двойного суперфосфата из фторапатита? Какие побочные продукты получают в этом производстве?
318. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе промышленного способа получения ортофосфорной кислоты. Какие побочные продукты получают в этом производстве? Как они могут быть использованы?
319. Напишите уравнения химических реакций, лежащих в основе промышленного способа получения серной кислоты из серы? Укажите области применения серной кислоты.
320. Какие процессы лежат в основе контактного метода получения серной кислоты из пирита? Укажите области применения серной кислоты.
321. Напишите уравнения химических реакций, лежащих в основе промышленного способа получения мочевины. Укажите области применения мочевины.

322. Как получают аммиак в промышленности? Как можно получить аммиак в лаборатории? Напишите соответствующие уравнения реакций и укажите условия их осуществления. Где применяется аммиак?
323. Какие реакции лежат в основе промышленного способа получения алюминия из бокситов? Где применяется алюминий?
324. Какие реакции лежат в основе промышленного способа получения лития из сподумена? Где применяется литий?
325. Как получают хлор в промышленности? Как можно получить хлор в лаборатории? Напишите соответствующие уравнения химических процессов и укажите условия их проведения. Где применяется хлор?
326. Как в промышленности получают золото? Напишите уравнения реакций, лежащих в основе цианидного метода получения золота. Где применяется золото?
327. Какие реакции лежат в основе промышленного способа получения чистого хрома из хромистого железняка? Напишите уравнения соответствующих реакций.
328. Какие реакции лежат в основе промышленного способа получения молибдена из молибденита? Какие отходы возможны в этом производстве? Где они могут быть использованы?
329. Как в промышленности получают  $\text{H}_2\text{S}$  из  $\text{BaSO}_4$ ? Напишите уравнения реакций, лежащих в основе этого производства. Каково токсическое действие  $\text{H}_2\text{S}$ ?
330. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе получения моносилана из кремнезема. Где используют моносилан?

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица

Стандартные энтальпии образования  $\Delta H_{обр}^\circ$  и изменения энергии Гиббса образования  $\Delta G_{обр}^\circ$  некоторых неорганических и органических соединений и их стандартные энтропии  $S^\circ$  при 298,15 К

Вещество и состояние	$\Delta H_{обр}^\circ$ кДж/моль		$\Delta G_{обр}^\circ$ кДж/моль		$S^\circ$ Дж/(моль·К)
	1	2	3	4	
$Ag^+(p-p; \infty H_2O)$		105,6	77,13		72,6
$AgCl_2^-(p-p; \infty H_2O, \text{гип. недисс.})$		-245,2	-214,8		228,9
$Ag_2S(s)$		-32,8	-40,8		144,0
$Ag(S_2O_3)_3^{3-}(p-p; \infty H_2O, \text{гип. недисс.})$		-1295,2	-1033,2		98,9
$Ag_2SO_4(s)$		-717,2	-619,6		199,8
$NaSO_4^{2-}(p-p; \infty H_2O, \text{гип. недисс.})$		-909,3	-715,6		-5
$H_2AsO_4^-(p-p; \infty H_2O, \text{гип. недисс.})$		-911,5	-755,6		119
$H_3AsO_4(p-p; \infty H_2O, \text{гип. недисс.})$		-908,6	-768,2		171
$Ba^{2+}(p-p; \infty H_2O)$		-524,0	-546,8		8,4
$BaCO_3(s)$		-1211	-1132,2		112,1
$BaCrO_4(s)$		-1428,8	-1332		172,01

## Продолжение таблицы

	1	2	3	4
$BaSO_4(s)$		-1458,9	-1347,9	132,2
$CN^-(p-p; \infty H_2O)$		150,6	171,6	95,4
$CO(s)$		-110,52	-137,14	197,54
$CO_2(g)$		-393,51	-394,38	213,67
$CO_3^{2-}(p-p; \infty H_2O)$		-676,64	-527,6	-56
$COCl_2(g)$		-221	-207	284
$HCN(p-p; \infty H_2O, \text{гип. недисс.})$		107,2	119,0	127,31
$COOH^-(p-p; \infty H_2O)$		-426,2	-351,5	91
$HOONH(p-p; \infty H_2O, \text{гип. недисс.})$		-426,2	-373,0	163
$HCO_3^-(p-p; \infty H_2O, \text{гип. недисс.})$		-691,3	-586,6	93
$H_2CO_3(p-p; \infty H_2O, \text{гип. недисс.})$		-699,0	-623,3	190
$Ca^{2+}(p-p; \infty H_2O)$		-543,1	-552,8	56,5
$CaCO_3(s)$		-1206,8	-1128,4	91,7
$CaF_2(s)$		-1220,9	-1168,5	68,5
$Cd^{2+}(p-p; \infty H_2O)$		-75,3	-77,7	-71
$CdS(s)$		-157	-153,2	71,1
$Cl^-(p-p; \infty H_2O)$		-167,1	-131,26	56,5
$Cl_2(g)$		0	0	222,98
$HCl(g)$		-92,3	-95,3	186,79
$CrO_4^{2-}(p-p; \infty H_2O)$		-882	-729	54
$Cu^{2+}(p-p; \infty H_2O)$		66,9	65,6	-93
$CuS(s)$		-53,1	-53,6	66,5
$F^-(p-p; \infty H_2O)$		-331,5	-277,7	-13,8

1	2	3	4
$H^+$ (p-p; $\infty H_2O$ )	0	0	0
$H_2$ (r)	0	0	130,52
$O_2$ (r)	0	0	205,04
$OH^-$ (p-p; $\infty H_2O$ )	-230,04	-157,32	-10,9
$H_2O$ (r)	-241,82	-228,61	188,72
$H_2O$ (ж)	-285,83	-237,25	70,08
$PO_4^{3-}$ (p-p; $\infty H_2O$ )	-1272	-1012,6	221
$HP_4^{2-}$ (p-p; $\infty H_2O$ )	-1286,2	-1083,2	-34
$H_2PO_4^-$ (p-p; $\infty H_2O$ , гип. недисс.)	-1289,9	-1124,3	91,6
$H_3PO_4$ (p-p; $\infty H_2O$ , гип. недисс.)	-1281,8	-1136,5	160
$PF_6^{2+}$ (p-p; $\infty H_2O$ )	-0,9	-24,4	13
$PBS$ (к)	-100	-99	91,2
$S^{2-}$ (p-p; $\infty H_2O$ )	32,6	85,4	-15
$SO_4^{2-}$ (p-p; $\infty H_2O$ )	-911,0	-745,7	18,0
$S_2O_3^{2-}$ (p-p; $\infty H_2O$ )	-665	-516,7	3,7
$HSO_4^-$ (p-p; $\infty H_2O$ , гип. недисс.)	-889,2	-757,0	129
$H_2SO_4$ (p-p; $\infty H_2O$ )	-911,0	-745,7	18,0
$Zn^{2+}$ (p-p; $\infty H_2O$ )	-153,6	-147,16	
$Zn(OH)_4^{2-}$ (p-p; $\infty H_2O$ , гип. недисс.)		-860,8	

Приводимые в таблице величины взяты из справочника "Термические константы веществ"/Под ред. В.П. Глушко; ВНИИТИ. М., 1965-1981.  
Вып. I - X.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Задание I	3
2. Задание 2	4
3. Задание 3	14
4. Задание 4	18
5. Задание 5	21
6. Задание 6	25
7. Задание 7	27
8. Задание 8	33
9. Задание 9	36
10. Задание 10	40
11. Задание 11	43
12. Приложение	46