第8章 元素无机化学 习题及参考答案

**(石建新 卢锡洪)**

1. 在实验室中如何制取氢气？工业上呢？

解 实验室中用活泼金属和稀硫酸反应制备，工业上用水煤气法或裂解天然气制备。

2. 鉴别下列各组物质：

（1）硝酸锂与硝酸钾；（2）碳酸钙与乙二酸钙；（3）碳酸钠与碳酸氢钠；

（4）硫酸钙与氢氧化钙；（5）氯化锂与氯化钠；（6）氢氧化钠与氢氧化钡。

解 （1）加热放出氧气和红棕色二氧化氮的是硝酸锂，硝酸钾只放出氧气；

（2）加盐酸放出气体的是碳酸钙；

（3）加热放出气体的是碳酸氢钠；

（4）溶于水显碱性的是氢氧化钙；

（5）焰色反应；

（6）加硫酸生成白色沉淀的是氢氧化钡。NH4+ + OH-  NH3 (g) + H2O

Δ

3. 欲以重晶石为原料制备硝酸钡，用化学反应方程式表示。

解 BaSO4 + 4 C BaS + 4 CO (g)

Δ

BaS + 2 HCl = BaCl2 + H2S (g)

BaCl2 + Na2CO3 = BaCO3 + 2 NaCl

BaCO3 + 2 HNO3 = Ba(NO3)2 + H2O + CO2 (g)

4. 简述氯气的实验室制法和工业制法，用方程式表示。

实验室：MnO2 + 4HCl(浓) MnCl2 + Cl2(g) + 2H2O

或 2KMnO4 + 16HCl = 2KCl + 2MnCl2 + 5Cl2(g) + 8H2O

工业上：用电解食盐水的方法，电解总反应：

2 Cl-(aq) + 2 H2O(l) = H2(g) + Cl2(g) + 2 OH-(aq)

5. 完成并配平下列反应方程式：

（1）NaBr + H2SO4(浓) → （2）CaF2 + H2SO4(浓) →

（3）KBr + KBrO3 + H2SO4 → （4）NaI + MnO2 + H2SO4 →

（5）NaClO + MnSO4 + NaOH → （6）NaI + H3PO4(浓) 

（7）Cu(ClO3)2 

解（1）2NaBr + 2H2SO4(浓) = Br2 + SO2(g) + NaSO4 + 2H2O

（2）CaF2 + H2SO4(浓) = 2HF(g) + CaSO4

（3）5KBr + KBrO3 + 3H2SO4 = 3Br2 + 3K2SO4 + 3H2O

（4）2NaI + MnO2 + 2H2SO4 = I2 + MnSO4 + Na2SO4 + 2H2O

（5）NaClO + MnSO4 + NaOH = MnO2 + NaCl + Na2SO4 + H2O

（6）NaI + H3PO4(浓)  HI(g) + NaH2PO4

（7）Cu(ClO3)2 2CuO + 2Cl2 + 5O2(g)

6. 现有6种白色粉状未知物，可能是NH4Cl、KCl、KBr、KI、CaCO3、BaSO4，设计方案将它们分别检出。

（1）能溶于6 mol⋅L-1 HAc并产生大量气泡为CaCO3；

（2）不溶于水为BaSO4；

（3）将剩余4种物质溶于水，分别加过量NaOH溶液并加热，能产生气体并使湿pH试纸变蓝者为NH4Cl。

（4）在剩余3种物质的水溶液中各加入少量AgNO3溶液，生成白色沉淀的为KCl，此白色沉淀完全溶于2 mol⋅L-1 NH3.H2O，当用HNO3酸化时，又生成白色沉淀，可确认为KCl；生成淡黄色沉淀的为KBr，此沉淀不能全部溶于2 mol⋅L-1 NH3.H2O，但能完全溶于Na2S2O3溶液；生成黄色沉淀的为KI，此沉淀不溶于Na2S2O3溶液。除此之外还可用氯水氧化、CCl4萃取的方法。在CCl4层出现紫红色，可确认为KI。

7. 用分子轨道理论说明下列分子或离子的键级，并按键长排列这些分子或离子：

（1）O2+；（2）O2；（3）O2-；（4）O22-

解

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 物质 | 分子轨道表达式 | 键级 | 键长排序（长到短） |
| O2+ | [KK(σ2s)2(σ2s\*)2(σ2px)2 ⎡π2py2⎤⎡π2py\*1⎤  ⎣π2pz2⎦ ⎣π2pz\* ⎦] | 2.5  (1σ+1π+1个3e π) | 4 |
| O2 | [KK(σ2s)2(σ2s\*)2(σ2px)2 ⎡π2py2⎤⎡π2py\*1⎤  ⎣π2pz2⎦ ⎣π2pz\*1⎦] | 2  (1σ+2个3e π) | 3 |
| O2- | [KK(σ2s)2(σ2s\*)2(σ2px)2 ⎡π2py2⎤⎡π2py\*2⎤  ⎣π2pz2⎦ ⎣π2pz\*1⎦] | 1.5  (1σ+1个3e π) | 2 |
| O22- | [KK(σ2s)2(σ2s\*)2(σ2px)2 ⎡π2py2⎤⎡π2py\*2⎤  ⎣π2pz2⎦ ⎣π2pz\*2⎦] | 1  (1σ) | 1 |

8. 区别下列各对物质：

（1）SO42-、SO32- （2）SO32-、S2O32-

（3）H2S(g)、SO2(g) （4）SO2(g)、SO3(g)

解 （1）加入BaCl2及HCl，生成白色沉淀的是SO42-，生成气体的是SO32-；

（2）加入HCl，生成沉淀的是S2O32-；

（3）使湿Pb（Ac）2试纸变黑者为H2S；

（4）使淀粉-KI试纸变蓝者为SO3。

9. 写出NO、NO+、NO- 的分子轨道式，计算键级并比较其稳定性顺序。

解

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 物质 | 分子轨道表达式 | 键级 | 键长排序（长到短） |
| NO | [KK(σ2s)2(σ2s\*)2(σ2px)2 ⎡π2py2⎤⎡π2py\*1⎤  ⎣π2pz2⎦ ⎣π2pz\* ⎦] | 2.5  (1σ+1π+1个3e π) | 2 |
| NO+ | [KK(σ2s)2(σ2s\*)2(σ2px)2 ⎡π2py2⎤⎡π2py\*⎤  ⎣π2pz2⎦ ⎣π2pz\*⎦] | 3  (1σ+2个3e π) | 3 |
| NO- | [KK(σ2s)2(σ2s\*)2(σ2px)2 ⎡π2py2⎤⎡π2py\*1⎤  ⎣π2pz2⎦ ⎣π2pz\*1⎦] | 2  (1σ+1个3e π) | 1 |

10. 除去下列物质中的少量杂质：

（1）H2中的少量H2S和SO2； （2）CO中的少量H2；

（3）CO中的少量H2； （4）CO中的少量CO2；

（5）CO2中的少量CS2； （6）N2中的少量O2；

（7）NO中的少量NO2； （8）N2中的少量NO和水蒸气。

解 （1）碱液吸收；（2）通过钯棒吸收；（3）酸性氯化亚铜溶液吸收；（4）水洗；

（5）通过高锰酸钾溶液；（6）通过红热的铜网；（7）水洗；（8）先通过亚铁的水溶液除去一氧化氮，再通过干燥剂除去水。

11. 完成并配平下列化学反应：

（1）P4 + NaOH → （2）Sb(OH)3 + NaOH →

（3）AgCl + NH3·H2O → （4）Li + N2 →

（5）NaBiO3 + MnSO4 + H2SO4 → （6）BCl3 + LiAlH4 →

（7）Tl + HNO3 → （8）C + H2SO4(浓) →

（9）Si + NaOH → （10）Si + HF →

（11）SnS + Na2S2 → （12）PbO2 + MnSO4 + H2SO4 + K2SO4 →

（13）SiO2 + C + Cl2 → （14）B + NaOH →

（15）Al + NaOH + H2O → （16）BF3 + NH3 →

解 （1）P4 + 3NaOH + 3H2O = 3NaH2PO2

（2）Sb(OH)3 + 3NaOH = Na3SbO3 + 3H2O

（3）AgCl + 2NH3·H2O = [Ag(NH3)2]Cl + 3H2O

（4）6Li + N2 = 2Li3N

（5）10NaBiO3 + 4MnSO4 + 14H2SO4 = 5Bi2(SO4)3 + 4NaMnO4 + 3Na2SO4 + 14H2O

（6）4BCl3 + 2LiAlH4 = 2B2H6 + 3LiCl + 3AlCl3

（7）Tl + 2HNO3 = TlNO3 + NO2 + H2O

（8）C + 2H2SO4(浓) = CO2 + 2SO2 + 2H2O

（9） Si + 2NaOH + H2O = Na2SiO3 + H2

（10）Si + 4HF = SiF4 + 2H2

（11）SnS + Na2S2 = Na2SnS3

（12）5PbO2 + 2MnSO4 + 2H2SO4 + K2SO4 = 5PbSO4 + 2KMnO4 + 2H2O

（13）SiO2 + 2C + 2Cl2 = SiCl4 + 2CO

（14）2B + NaOH + 2KNO3 = 2NaBO2 + 3KNO2 + H2O

（15）2Al + 2NaOH + 6H2O = 2Na[Al(OH)4] + 3H2

（16）BF3 + NH3 = H3N→BF3

12. 如何从二氧化硅出发制备纯硅？用化学反应方程式表示。

解 SiO2 + 2 C = Si + 2 CO

　　 Si + 2 Cl2 = SiCl4

　　 SiCl4 + 2 Zn = Si + 2 ZnCl2

13. 写出从硼镁矿Mg2B2O5·H2O制备单质硼的化学反应方程式。

解 Mg2B2O5·H2O + 2 NaOH = 2 NaBO2 + 2 Mg(OH)2

　　 4 NaBO2 + CO2 + 10 H2O = Na2B4O7·10H2O + Na2CO3

　 　Na2B4O7 + H2SO4 + 5 H2O = 4 H3BO3 + Na2SO4

　　 2 H3BO3 = B2O3 + 3 H2O

　　 B2O3 + 2 Mg = 2 B + 3 MgO

14. 已知 Al(OH)3 ↔ Al3+ + 3OH- *K*1 = 4.6 × 10-33

Al(OH)3 + H2O = Al(OH)4- + H+ *K*2 = 2.5 × 10-13

（1）Al3+完全沉淀为Al(OH)3时，溶液的pH为多少？

（2）10 mmol Al(OH)3用20 mL NaOH溶解时，溶液的pH为多少？

解 （1）由题：[OH-]3·[Al3+]=4.6×10-33，当完全沉淀时[Al3+]=10-5 mol·L-1，得[OH-]=7.72×10-10 mol·L-1，

[OH-]·[H+]=10-14，故[H+]=1.30×10-5 mol·L-1，pH=4.89

（2） [Al(OH)4-]·[H+]=2.5 × 10-13，[Al(OH)4-]=10mmol/20mL=0.5 mol·L-1，故[H+]=5× 10-13，pH=12.30。

15. 用价层电子对互斥理论判断下列稀有气体化合物的结构：

（1）XeOF2 （2）XeOF4 （3）XeO3F2 （4）XeF2 （5）5XeF4 (6)XeF6 (7)XeO3

解 （1）XeOF2，T形；（2）XeOF4，四方锥形；（3）XeO3F2，三角双锥形；（4）XeF2，直线形；（5）XeF4，平面四方形；（6）XeF6，变形八面体；（7）XeO3，三角锥；

价层电子对互斥理论：(中心原子价电子数+配位原子提供电子数—原子团电荷数)÷2=n配位原子提供电子数：O、S提供0；N提供-1；H、卤素提供1.n=2,配位原子数=2,构型—直线n=3,配位原子数=2,构型—V形；n=3,配位原子数=3,构型—平面三角形n=4,配位原子数=2,构型—V形；n=4，配位原子数=3，构型—三角锥形n=5，配位原子数=2,构型—直线；n=5，配位原子数=3,构型—T形；n=5，配位原子数=4，构型—变形四面体形；n=5，配位原子数=5，构型—三角双锥形n=6,配位原子数=2，构型—直线；n=6，配位原子数=3，构型—三角锥形；n=6，配位原子数=4，构型—平面四边形；n=6，配位原子数=5,构型—四方锥形；n=6，配位原子数=6，构型—正八面体形.至于成键情况，一般认为XeOF4是Xe的np电子激发到能量高的nd轨道形成单电子，再以sp3d2等方式杂化.

16. 完成并配平下列反应式：

（1）TiO2 + H2SO4（浓）→ （2）TiO2+ + Zn + H+ →

（3）TiO2 + C + Cl2 → （4）V2O5 + NaOH →

（5）V2O5 + H2SO4 → （6）V2O5 + HCl →

（7）VO2+ + H2C2O4 + H+ →

解（1）TiO2 + H2SO4（浓）→ TiOSO4 + H2O

（2）2TiO2+ + Zn + 4H+ → 2Ti3+ + Zn2+ + 2H2O

（3）TiO2 + 2C + 2Cl2 → TiCl4 + 2CO

（4）V2O5 + 6NaOH → 2Na3VO4 + 3H2O

（5）V2O5 + H2SO4 → (VO2)2SO4 + H2O

（6）V2O5 + 6HCl → 2VOCl2 + Cl2↑+ 3H2O

（7）2VO2+ + H2C2O4 + 2H+ → 2VO2+ +2CO2 + 2H2O

17. 如何实现下述转化，写出配平的反应式：

（1）Cr(OH)4- → CrO42- （2）Cr2O72- → CrO42-

（3）(NH4)2Cr2O7 → Cr2O3 （4）Cr(OH)4- → Cr2O72-

（5）Mn2+ → MnO4- （6）KMnO4(s) → K2MnO4(s)

（7）Mn2+ → MnO2 （8）MnO4- → Mn2+

解（1）2Cr(OH)4- + 2HO2- = CrO42- + OH- + 5H2O

（2）Cr2O72- + H2O = 2CrO42- + 2H+

（3）(NH4)2Cr2O7Cr2O3 + N2 + 4H2O

（4）Cr(OH)4- + 3H2O2 + 2OH- = 2CrO42- + 8H2O

2CrO42- + 2H+ = Cr2O72- + H2O

（5）2Mn2+ + 5S2O82- + 8H2O = 2MnO4- + 10SO42- + 16H+

（6）2KMnO4（s）K2MnO4（s）+ MnO2 + O2

（7）Mn2+ + 2OH- = Mn(OH)2

2Mn(OH)2 + O2 → 2MnO(OH)2 → MnO2 + H2O

（8）2MnO4- + 5SO32- + 6H+ = 2Mn2+ +5SO42- + 3H2O

18. 如何鉴定溶液中的Cr(III)和Cr(VI)，写出有关的方程式。

解 Cr3+：Cr3+ + 3OH = Cr(OH)3

Cr(OH)3 + OH- = Cr(OH)4-

Cr (OH)4- Cr(OH)3 + OH-

Cr2O72-：Cr2O72- + 4H2O2 + 2H+ = 2CrO5 + 5H2O

CrO5 + (C2H5)2O = CrO5.(C2H5)2O

CrO42-：CrO42- + Ba2+ = BaCrO4 BaCrO4不溶于NaOH

19. 铬的某化合物A是橙红色溶于水的固体，将A用浓HCl处理产生黄绿色刺激气体B和生成暗绿色溶液C，在C中加入KOH溶液，先生成灰绿色沉淀D，继续加入过量的KOH溶液，则沉淀溶解，变成绿色溶液E。在E中加入H2O2，加热则生成黄色溶液F，F用稀酸酸化，又变成原来的化合物A的溶液。问A、B、C、D、E、F各是什么？写了各步变化的反应式。

解 A：K2Cr2O7； B：Cl2； C:CrCl3； D：Cr(OH)3； E：KCrO2； F：K2CrO4

K2Cr2O7 + HCl = Cl2 + CrCl3 + H2O

CrCl3 + 3KOH = Cr(OH)3 + KCl

Cr(OH)3 + KOH = 2K2CrO4 + 4H2O

2K2CrO4 + 2H+ = K2Cr2O7 + 2K+ H2O

20. 写出用MnO2为原料制备K2MnO4和KMnO4的反应式。

解 （1）2MnO2 + 4KOH + O2  2K2MnO4 + 2H2O

2K2MnO4 + Cl2 = 2KMnO4 + 2KCl

（2）3MnO2 + 6KOH + KClO3  3K2MnO4 + KCl + 3H2O

3MnO42- + 4H+ = 2MnO4- + MnO2 + 2H2O

21. 完成下列方程式：

（1）FeCl3 + NaF →

（2）Co(OH)3 + H2SO4 →

（3）Co2+ + SCN- →

（4）Ni(OH)2 + Br2 + OH-→

（5）Ni + CO →

解 （1）FeCl3 + 6NaF Na[FeF6] + NaCl

（2）4Co(OH)3 + 4H2SO4 4CoSO4 + O2↑ + 10H2O

（3）Co2+ + 4SCN- [Co(NCS)4]2-

（4）2Ni(OH)2 + Br2 + 2OH- 2NiO(OH) + 2Br- + 2H2O

（5）Ni + 4CO Ni(CO)4

22. 解释下列现象：

（1）标准状态下，Fe3+能氧化I−，而 [Fe(CN)6]3−却不能氧化I−。

（2）在Fe3+溶液加入KSCN时，呈血红色，当加入少量铁粉后，红色即消失，写出有关反应。

（3）在配制的FeSO4溶液中为什么需加一些金属铁？写出有关反应方程式。

（4）变色硅胶含有什么成份？为什么干燥时呈蓝色，吸水后变粉红色？

解 （1）[Fe(CN)6]3-的电极电势降低了；（2）Fe3+ + 6SCN- = [Fe(NCS)6]3-;

（3）防止Fe2+被氧化，2Fe3+ + Fe = 3Fe2+； （4）含CoCl2

CoCl2⋅6H2OCoCl2⋅2H2O CoCl2⋅H2O CoCl2

（粉红色） （紫红色） （蓝紫色） （蓝色）

23. 如何分离下列各组阳离子？

（1）Fe2+、Mg2+、Mn2+； （2）Fe3+、Cr3+、Al3+；

（3）Sn2+、Zn2+、Fe2+； （4）Fe3+、Cr3+、Ni2+。

解 （1）



（2）



（3）加过量NaOH，过滤，分离出Fe3+，再加入HCl，(NH4)2S，沉淀为ZnS；

（4）



24. 有一未知溶液，可能含有下列离子Al3+、Fe3+、Cr3+、Mn2+、Co2+、Ni2+。已知：

①加入过量氨水和NH4Cl时，有白色胶状沉淀生成。

②加入(NH4)2S溶液，生成灰黑色沉淀。此沉淀在稀HCl中部分溶解，但在王水中全部溶解。将此溶液加入过量NaOH中生成绿色沉淀，溶液无色。

试问溶液中可能有哪些离子存在？哪些离子不可能存在？

解 有Co2+、Ni2+、Al3+，没有Fe3+、Mn2+、Cr3+。

25. 解释以下事实：

（1）将CuCl2·2H2O加热，得不到无水CuCl2。

（2）Cu2+、Ag+、Hg2+都有氧化性，但HgO在有机化学分析中一般不作氧化剂，而多使用CuO作氧化剂。

（3）ZnCl2水溶液常称为熟襁水。

（4）H2S通入Hg2(NO3)2溶液中，最终得不到HgS沉淀。

解 （1）CuCl2·2H2O CuO + 2HCl + H2O

（2）CuO反应温和并且容易定量

（3）ZnCl2 + H2O = H[ZnCl2(OH)]

（4）Hg22+ + H2S = HgS + 2H+ + Hg

26. 试用反应方程式表示如何溶解下列各沉淀物：

（1）AgBr；（2）Cu(OH)2；（3）ZnS；（4）CuS；（5）HgS；（6）HgI2。

解 （1）AgBr + 2S2O32- = Ag(S2O3)23- + Br-

（2）Cu(OH)2 + 2H+ = Cu2+ + 2H2O

（3）ZnS + 2H+ = Zn2+ +H2S

（4）3CuS + 2NO3- + 8H+ = 3Cu2+ + 3S + 2NO + 4H2O

（5）2HgS + 12Cl- + 2NO3- + 8H+ = 3HgCl42- + 3S + 2NO + 4H2O

（6）HgI2 + 2I- = HgI42- 或 HgI2 + 4CN- = Hg(CN)42- + 2I-

27. 化合物A为一无色晶体。A溶于水得无色溶液B，B可发生如下化学反应：

（1）加HCl于B中，生成白色沉淀C，C可溶于氨水，形成溶液D；

（2）加K2CrO4于B中，生成砖红色沉淀E；

（3）加KCN于B中，开始生成沉淀，继续加入KCN，沉淀消失，生成溶液F，在F中加入Na2S，析出黑色沉淀G，G可溶于热的浓HNO3中；

（4）将晶体A加热，产生红棕色气体H及黑色固体I，I不溶于水和稀HCl，但溶于浓HNO3，所得溶液与B性质相同，试说明由A到I各是什么物质？并写出有关的反应方程式。

解 A：AgNO3晶体； B：AgNO3溶液； C：AgCl； D：Ag(NH3)2+

E：Ag2CrO4； F：Ag(CN)2-； G：Ag2S； H：NO2； I：Ag

1. AgNO3 + HCl = AgCl↓+ HNO3；AgCl + 2NH3·H2O = [Ag (NH3)2]Cl + 2H2O
2. 2AgNO3 + K2CrO4 = Ag2CrO4 + 2KNO3；
3. AgNO3 + KCN = AgCN↓+K NO3；AgCN + KCN = K[Ag(CN)2]；

2K[Ag(CN)2] + Na2S = Ag2S + 2KCN + 2NaCN；

1. 2AgNO3 2Ag + 2NO2 + O2

2Ag + 2HNO3(浓) = 2AgNO3 + H2

28. 化合物A为一无色晶体。A溶于水得无色溶液B，B可发生如下化学反应：

（1）加HCl于B中，生成白色沉淀C，C可溶于氨水，形成溶液D；

（2）加K2CrO4于B中，生成砖红色沉淀E；

（3）加KCN于B中，开始生成沉淀，继续加入KCN，沉淀消失，生成溶液F，在F中加入Na2S，析出黑色沉淀G，G可溶于热的浓HNO3中；

（4）将晶体A加热，产生红棕色气体H及黑色固体I，I不溶于水和稀HCl，但溶于浓HNO3，所得溶液与B性质相同，试说明由A到I各是什么物质？并写出有关的反应方程式。

解（1）加入过量NaOH； （2）加H2S(aq)，再加HCl；（3）加HCl，再加NH4Ac，过滤分离出Pb2+，沉淀中加氨水，过滤，沉淀中为Hg。

29. 完成并配平下列反应方程式：

（1）Cu2O + H2SO4(稀) → （2）CuS + HNO3(浓) →

（3）AgNO3 + NaOH → （4）AgBr + Na2S2O3 →

（5）Zn(OH)2 + NH3 → （6）HgS + HCl(浓) + HNO3 (浓) →

（7） → （8）HgCl2溶液加适量KI，再加过量KI溶液

（9）Au+王水 → （10）HgS + Na2S →

解 （1）Cu2O + H2SO4(稀) = CuSO4 + Cu + H2O

（2）CuS + 6HNO3(浓) = Cu(NO3)2 + 4NO2 + SO2 + 3H2O

（3）2AgNO3 + 2NaOH = Ag2O + H2O + 2NaNO3

（4）AgBr + 2Na2S2O3 = Na3[Ag(S2O3)2] + NaBr

（5）Zn(OH)2 + 4NH3 = [Zn(NH3)4]2+ 2OH-

（6）3HgS + 12HCl(浓) + 2HNO3 (浓) = 3H2[HgCl4] + 3S + 2NO + 4H2O

（7）

（8）Hg2+ + 2I- = HgI2 HgI2 + 2I- = HgI42-

（9）Au + 4HCl + HNO3 = HAuCl4 + NO + 2H2O

（10）HgS + Na2S = Na2[HgS2]

30. 有一固体，可能含有AgNO3、CuS、AlCl3、KMnO4、K2SO4和ZnCl2。将该固体加入水中，并用几滴盐酸酸化，有白色沉淀生成，过滤后得沉淀A和无色滤液B，沉淀A溶于氨水中。将滤液B分成两份，一份加入少量NaOH溶液时有白色沉淀生成，再加入过量NaOH溶液白色沉淀溶解；另一份加入少量氨水时有白色沉淀生成，加入过量氨水及NH4C1固体时，沉淀溶解。

根据实验现象，请指出以上化合物中哪些一定存在？哪些肯定不存在？哪些可能存在？

解 一定存在：AgNO3、ZnCl2；

肯定不存在：CuS、KMnO4；

可能存在：AlCl3、K2SO4。

31. 简述材料定义，并按照物质组成简要说明材料的分类。

解 材料是指具有一定性能，能用以制造有用器材的物质。材料种类丰富，根据化学组成、用途、尺寸等有多种分类方法。基于化学组成和原子结构，材料可以被分成无机材料、有机高分子材料和复合材料。

32. 简述无机材料的定义与分类，并分别列举每类三种材料及其应用。

解 可按不同分类方法区分，如，按化学组成可分为金属材料与无机非金属材料，按用途可分为传统无机材料与功能无机材料，按尺度可分为纳米无机材料与非纳米无机材料。

金属材料：意指由金属元素或以金属元素为主构成的具有金属特性的材料。举例：铜合金（输电线路），不锈钢（耐腐蚀铸件），铝合金（轻质构件）。

无机非金属材料：意指由某些元素的氧化物、碳化物、氮化物、卤素化合物、硼化物或硅酸盐、铝酸盐、磷酸盐、硼酸盐等物质组成的材料。举例：二氧化钛（涂料），碳化硅（特硬构件），碘化银（感光剂）。

传统无机材料：在人类社会进程中出现较早已被广泛应用的无机材料，举例：水泥（建筑），陶瓷（日用品），玻璃（装饰），青铜（日用品）。

功能无机材料：是在现代化生产与科学技术进步促进下产生的新概念，意指具有一种或多种物理化学功能（如电、磁、光、热、声、化学、生物等功能）以及耦合功能（如压电、热电、电光、声光、磁光等功能）的无机材料。举例：GaN(光功能材料)，铬酸镧（超导材料），铁氧体永磁材料（磁记录）。

纳米无机材料：至少有一个维度尺寸在100 nm以下的无机材料。纳米银（杀菌药物），纳米二氧化钛（氧化甲醛催化剂），纳米碳（储能材料）。

非纳米无机材料：所有维度尺寸都在100 nm上的无机材料。银（镜面镀膜，保温层），二氧化钛（涂料颜料），块状碳（燃烧产热）。

33. 简述合金的分类与形成固溶体合金的依据与判据。

解 合金，是由两种或两种以上的金属与金属或非金属经一定方法所合成的具有金属特性的物质。基于合金中组成元素之间的相互作用，可以将合金分为金属固溶体、金属化合物和金属间隙化合物。

金属固溶体是指一种含量较高的金属元素和另一种添加进入其内的金属元素相互溶解形成的一种结构均匀的固溶体。形成固溶体合金的倾向取决于下列三个因素：（1）两种金属元素在周期表中的位置及其化学性质和物理性质的接近程度；（2）原子半径的接近程度；（3）单质的结构型式。

34. 查阅相关资料，简述钛合金相比于钢铁材料的优点以及中国钛合金生产工业的最新进展。

解 钛合金。（1）强度高。钛合金的密度一般在4.51 g cm-3左右，仅为钢的58 %，一些高强度钛合金超过了许多合金结构钢的强度。（2）热强度高。（3）抗蚀性好。钛合金在潮湿的大气和海水介质中工作，其抗蚀性远优于不锈钢；对点蚀、酸蚀、应力腐蚀的抵抗力特别强；对碱、氯化物、氯的有机物品、硝酸、硫酸等有优良的抗腐蚀能力，然而对具有还原性氧及铬盐介质的抗蚀性差。（4）低温性能好。钛合金在低温和超低温下，仍能保持其力学性能。（5）化学活性大。钛的化学活性大，与大气中O、N、H、CO、CO2、水蒸气、氨气等产生强烈的化学反应。（6）导热弹性小。钛的导热系数约为镍的1/4，铁的1/5，铝的1/14，而各种钛合金的导热系数比钛的导热系数约下降50 %。钛合金的弹性模量约为钢的1/2，故其刚性差、易变形，不宜制作细长杆和薄壁件。

最新进展：参见中国有色金属冶炼相关网站。如2015年，中国浙江产出了第一炉高纯金属钛（非海绵钛）。

35. 简述三类传统无机非金属材料的组成与特性，选取其中一种，查阅相关资料后简述其行业现状与发展方向。

解 详见教材中相关叙述。行业前沿关注知网、领域专业网站以及各大智库的分析报告。

36. 简述功能无机非金属材料的定义与分类，试举出三种日常生活中已实用化的功能非金属材料。

解 功能无机材料：是在现代化生产与科学技术进步促进下产生的新概念，意指具有一种或多种物理化学功能（如电、磁、光、热、声、化学、生物等功能）以及耦合功能（如压电、热电、电光、声光、磁光等功能）的无机材料。举例：合成橡胶（人工心脏），聚甲基丙烯酸甲酯（牙科材料），GaN(光功能材料)，铬酸镧（超导材料），铁氧体永磁材料（磁记录）。

37. 简述纳米材料定义以及纳米材料较传统材料所特有的效应。

解 纳米材料意指由空间上至少有一维尺寸在100 nm以内的物质所组成的材料，其较传统材料特有的性质包括但不局限于体积效应、表面效应、量子尺寸效应、量子隧道效应和介电限域效应。

38. 简述纳米材料定义以及纳米材料较传统材料所特有的效应。

开放题。如纳米领域可以参照UCB的杨培东、Alivisatos 等，Stanford的崔屹、鲍哲南、戴宏杰等。Harvard的Whitesides、Lieber等，电池如UTA的电化学中心的Bard、Goodenough、Manthiram、余桂华等，超级电容器如P. Simon，Bruce Dunn, Yury Gogotsi等。