



药品



第九章

常见非金属元素及其化合物

王俊茹

黑龙江护理高等专科学校



人民卫生出版社

PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



目录



第一节 卤族元素



第二节 族元素



第三节 氮族元素



第四节 碳、硅和硼



学习目标

- ◆ **掌握** 常见非金属元素及其重要化合物的性质；非金属元素性质中的一些变化规律。
- ◆ **熟悉** 卤素、氧族元素、氮族元素、碳族元素的通性。
- ◆ **了解** 非金属元素在医药领域及生活、生产中的应用。



第一节

卤族元素





一、卤化氢和卤化物

(一) 卤化氢

卤化氢 (HX) 均为无色、有强烈刺激性气味的气体，极易溶于水，生成氢卤酸。



纯的氢卤酸都是无色液体，具有挥发性。氢氯酸（盐酸）、氢溴酸、氢碘酸均为强酸，酸性强弱顺序为：



卤化氢中的卤原子的氧化数为-1，处于最低氧化数，因而具有还原性。卤离子的还原能力强弱顺序为：



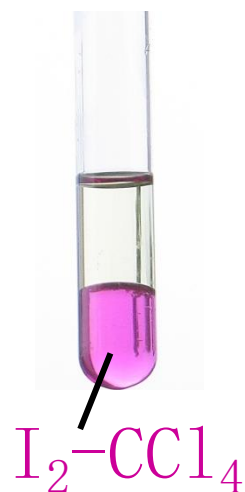


一、卤化氢和卤化物

与卤素单质的氧化能力的强弱顺序相反：



因此， Cl_2 可以将 Br^- 和 I^- 从其化合物中置换出来， Br_2 可以将 I^- 从其化合物中置换出来。



溶于四氯化碳中显棕色 溶于四氯化碳中显紫红色 单质碘遇到淀粉显蓝（紫）色

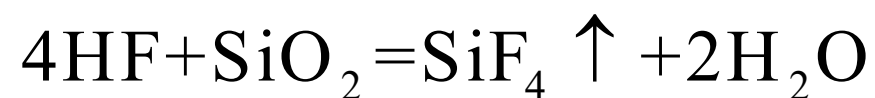




一、卤化氢和卤化物

单质碘遇到淀粉显蓝（紫）色，《中国药典》中用于碘化物的鉴别。

氢氟酸能与二氧化硅或硅酸盐（玻璃、陶瓷的主要成分）发生反应，所以氢氟酸能够腐蚀玻璃。



也常用于刻蚀玻璃制品上的标志和花纹，并贮存于塑料或铅制容器中。





一、卤化氢和卤化物

(二) 卤化物

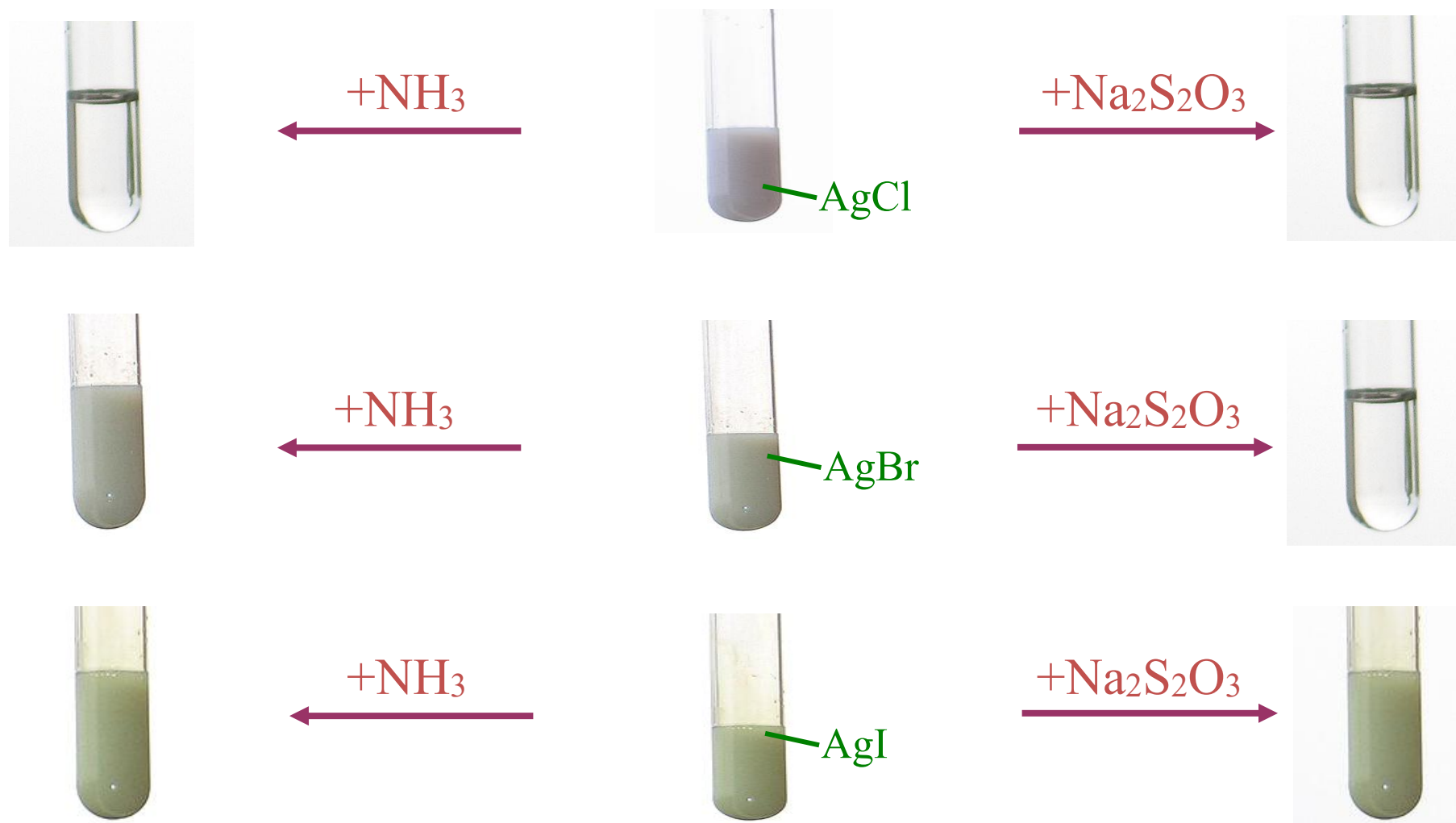
大多数金属卤化物易溶于水，但氯、溴、碘的银盐则难溶于水、不溶于硝酸中。AgCl、AgBr、AgI的颜色和溶解性存在明显的差异。

卤化银	颜色	加入硝酸	加入氨水	加入硫代硫酸钠
AgCl	白色	不溶解	溶解	溶解
AgBr	浅黄色	不溶解	部分溶解	溶解
AgI	黄色	不溶解	不溶解	不溶解





一、卤化氢和卤化物



《中国药典》利用Cl与Ag作用生成沉淀的性质来鉴别氯化物。





二、含氧酸及其盐

名称	氧化数	氯	溴	碘
次卤酸	+1	HClO	HBrO	HIO
卤酸	+5	HClO ₃	HBrO ₃	HIO ₃
高卤酸	+7	HClO ₄	HBrO ₄	HIO ₄

(一) 次氯酸及其盐

次氯酸因强氧化性而具有杀菌和漂白作用。但次氯酸很不稳定，室温下就会分解。次氯酸能杀死水中的细菌，所以自来水常用氯气（1L水里通入约0.002g氯气）来杀菌消毒。

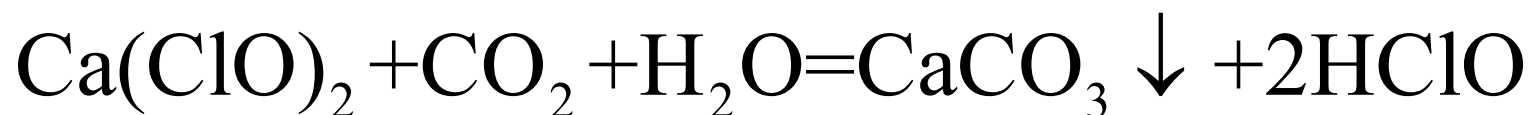
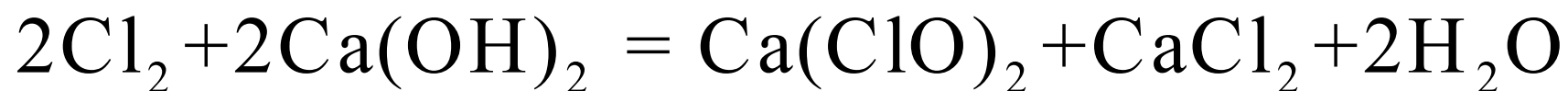




二、含氧酸及其盐



次氯酸钙为白色粉末，有极强的氯臭，也是漂白粉的有效成分。



漂白粉有消毒和漂白作用，也用于城乡饮用水、游泳池水等的杀菌消毒。

(二) 氯酸及其盐

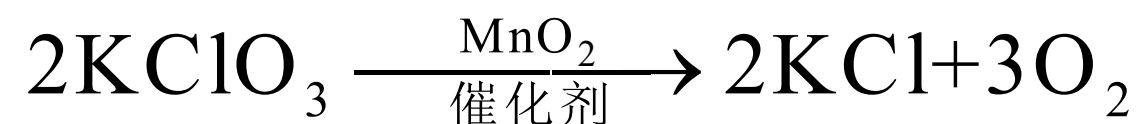
氯酸仅存在于溶液中，是一种强度与盐酸、硝酸接近的强酸。氯酸钾是最重要的氯酸盐，在催化剂二氧化锰存在下加热，分解为氯酸钾和氧气，是实验室制备氧气的方法。



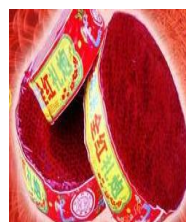


二、含氧酸及其盐

(二) 氯酸及其盐



氯酸钾与硫、磷、碳等易燃物质混合，极易爆炸，用于制造炸药、火柴、烟火等。

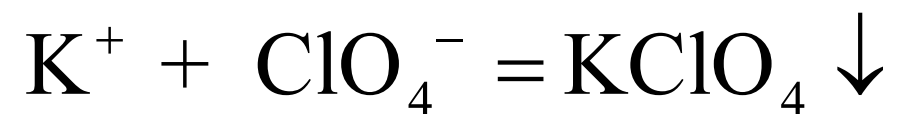




二、含氧酸及其盐

(三) 高氯酸及其盐

高氯酸为最强的无机酸，比较稳定。高氯酸的冰醋酸溶液为分析化学中非水酸碱滴定的标准溶液。高氯酸因其钾盐难溶于水而用于鉴定 K^+ 。





三、拟卤素

(一) 氢氰酸和氰化物

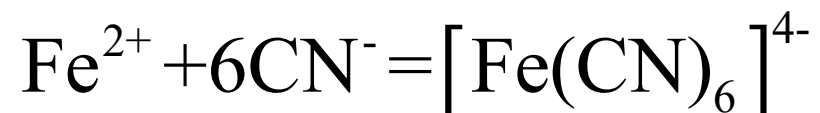
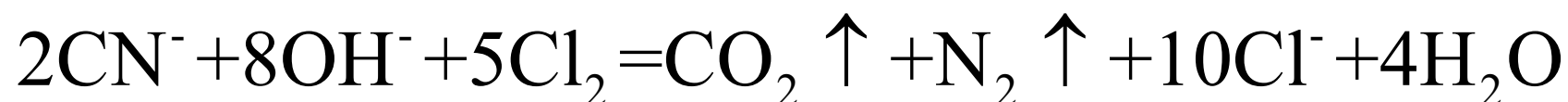
氰化氢
(HCN)

氢氰酸
(HCN)

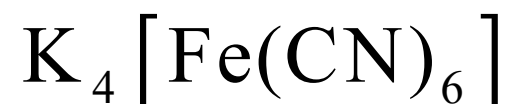
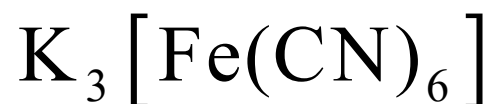
氰化物
[M(CN) n]

常见的氰化物有氰化钾和氰化钠，氰化钾和氰化钠均为剧毒品，毫克数量级即可致死。工业废水中的氰化物排放标准为 $<0.05\text{mg/L}$ 。

氰离子 (CN^-) 具有还原性和强配位性，在碱性条件下，氯气可以氧化废水中的氰化物。



工业上，使用硫酸亚铁和消石灰除去废水中的氰化物，生成稳定且无毒的配合物。



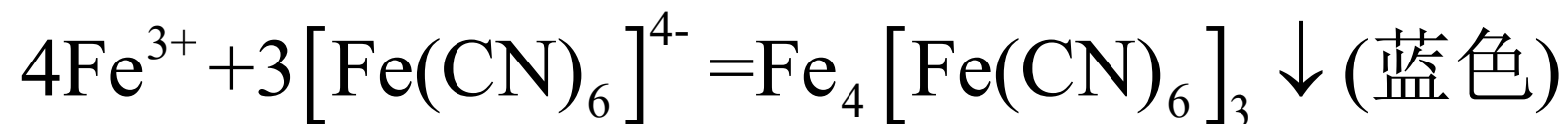
铁氰化钾和亚铁氰化钾是 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的鉴定试剂，药物分析中用于亚铁盐、铁盐的鉴别试验。





三、拟卤素

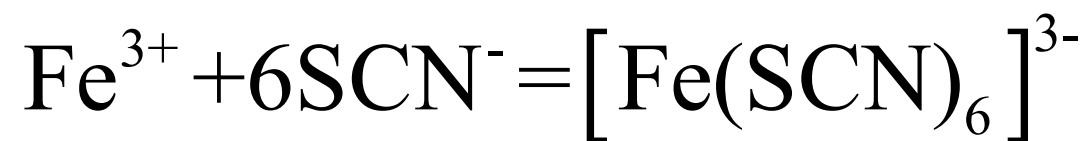
(一) 氢氰酸和氰化物



亚铁离子的
鉴定

(二) 硫氰化物

硫氰化物大多易溶于水，硫氰酸根离子能与许多过渡金属离子形成配合物，与 Fe^{3+} 形成血红色的配合物，该反应为 Fe^{3+} 与 SCN^- 的特效鉴定反应。



血红色





第二节

氧族元素





一、臭氧与过氧化氢

(一) 臭氧



打雷时在电火花的作用下，高空中的氧气分子发生反应产生臭氧（ O_3 ）。臭氧很不稳定，在紫外线照射下又分解产生氧气。大气平流层中存在的臭氧层能够吸收太阳光的紫外辐射，保护着地球表面上的一切生物。

臭氧是一种有特殊臭味的蓝色气体，在水中的溶解度为每100ml水溶49.4ml臭氧，为强氧化剂。具有杀菌能力，用于饮水消毒、空气净化以及含有机物废水的处理。





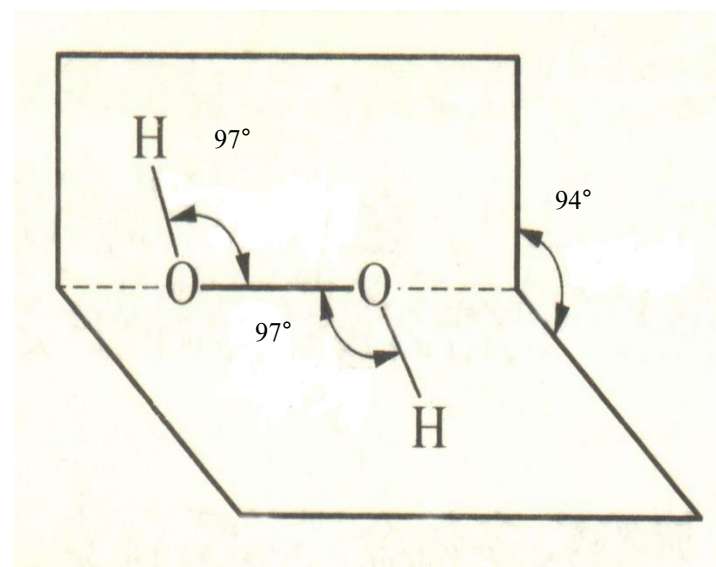
一、臭氧与过氧化氢

(二) 过氧化氢

过氧化氢(H_2O_2)俗称双氧水，纯过氧化氢是淡蓝色的黏稠状液体，可与水以任意比例混溶，通常所用的双氧水为过氧化氢的水溶液。

过氧基： —O—O—

过氧化氢： H—O—O—H



过氧化氢分子结构





一、臭氧与过氧化氢

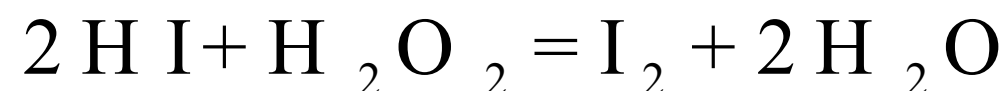
① H_2O_2 是二元弱酸 H_2O_2 的浓溶液和碱作用成盐。



② H_2O_2 具有较强的氧化性 在酸碱中氧化性都很强。



H_2O_2 中O的氧化数为 - 1:

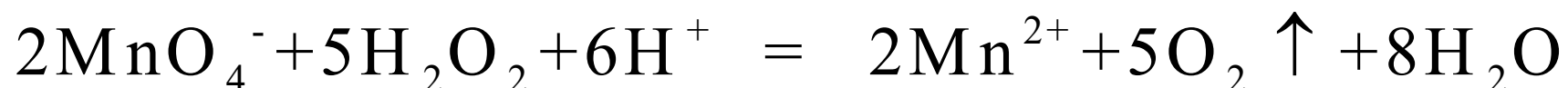


H_2O_2 是常用的氧化剂，且还原产物为水，不会对环境造成污染，主要用作纸浆、棉织物、羊毛、丝等的漂白剂。还有消毒和杀菌的作用，适用于伤口的消毒，30g/L H_2O_2 的稀溶液为临床上伤口等的消毒剂。



一、臭氧与过氧化氢

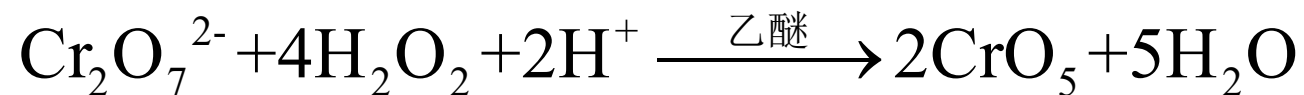
③ 还原性 在酸中还原性不强，需强氧化剂才能将其氧化。



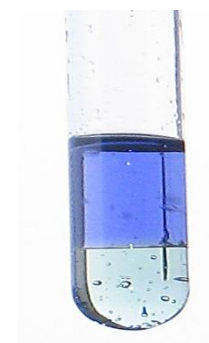
④ 不稳定性 易分解为水和氧气 置棕色瓶中，于阴凉处保存。



⑤ 与重铬酸钾的反应 在重铬酸钾的酸性溶液中加入有机溶剂乙醚，再加入少量 H_2O_2 振荡，有机层中有 CrO_5 生成，显蓝色。《中国药典》利用该反应检验 H_2O_2 的存在。



稳定存在于乙醚中，显蓝色。



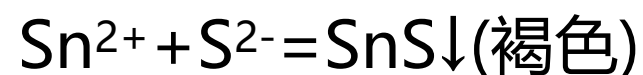
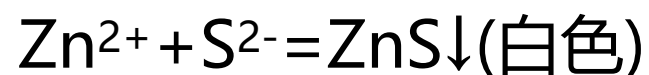
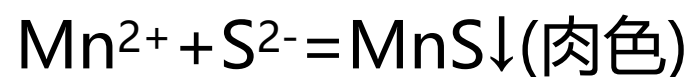


二、硫的化合物

(一) 金属硫化物

金属硫化物在水中的溶解度相差很大，且大多数都有颜色特征（见教材表9-3）。

利用这些性质可以初步分离和鉴别各种金属离子，如：

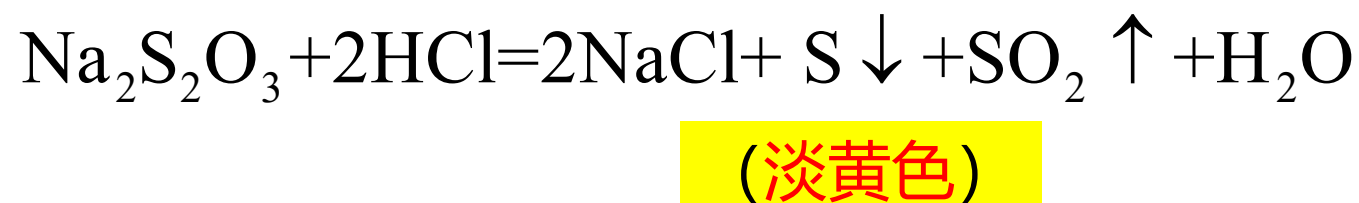




二、硫的化合物

(二) 硫代硫酸钠

含氧酸中的氧原子被硫原子取代所得的酸称为硫代某酸，对应的盐称为硫代硫酸盐。含5个水的硫代硫酸钠商品名为海波，俗称大苏打。硫代硫酸钠在中性或碱性溶液中很稳定，在酸性溶液中迅速分解。



这个反应可以用来鉴定硫代硫酸根离子的存在。在制备硫代硫酸钠时，溶液必须控制在碱性范围内，否则将会有硫析出而使产品变黄。

硫代硫酸根中的2个S原子的平均氧化数是+2，中心S原子的氧化数为+6，另一个S原子的氧化数为-2。因此，硫代硫酸钠具有中等强度的还原性，用作药物制剂中的抗氧化剂。例如可被碘氧化为连四硫酸钠。



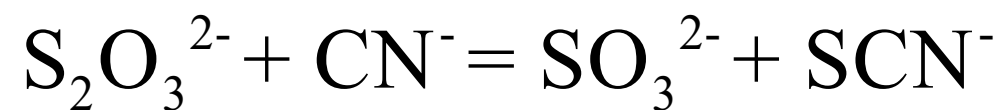
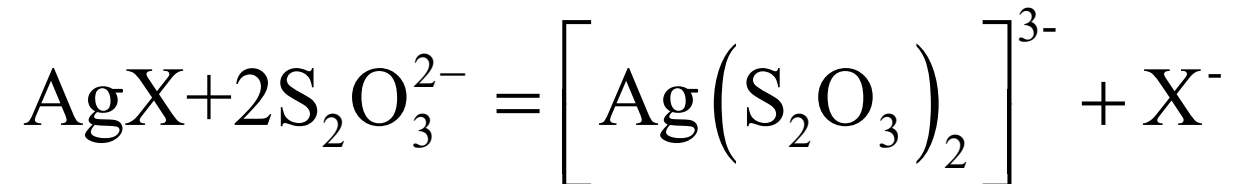


二、硫的化合物

(二) 硫代硫酸钠

$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ 分析化学运用该反应定量测定碘。

硫代硫酸根能与许多重金属离子形成稳定的配合物，并能将 CN^- 转化为 SCN^- ，医学上用作卤素、氰化物和重金属中毒时的解毒剂。





第三节

氮族元素

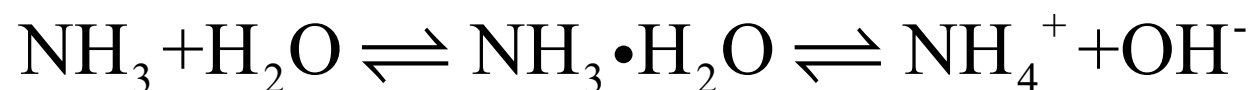




一、氨和铵盐

(一) 氨 NH_3

常温下为无色、有刺激性气味的气体，极易溶于水，水溶液称氨水。氨水显碱性，是最常用的弱碱溶液，能使酚酞溶液变红色，对应的盐称为铵盐。



NH_3 是常见的配位体，可与中心原子形成稳定的配合物。例如：



许多难溶性金属盐和难溶性氢氧化物能够溶解在氨水中。例如：

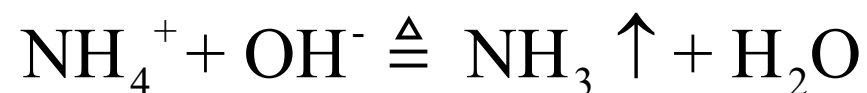




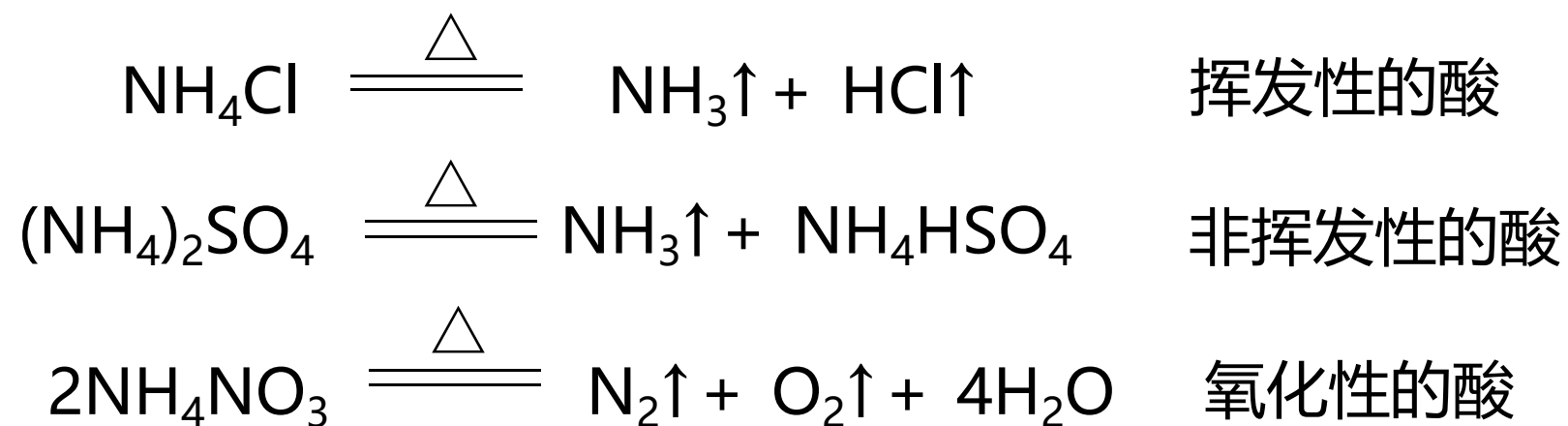
一、氨和铵盐

(二) 铵盐

一般为无色晶体，易溶于水。由于氨气的挥发性和弱碱性，铵盐遇强碱分解放出氨气，氨气遇湿润的红色石蕊试纸变蓝，这是鉴定铵离子的特效反应，实验室也常用该反应制备氨气。



铵盐受热极易分解，产物视酸的性质而不同：

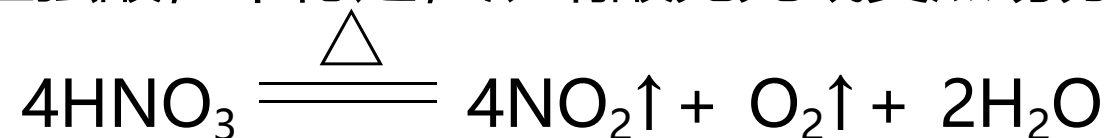




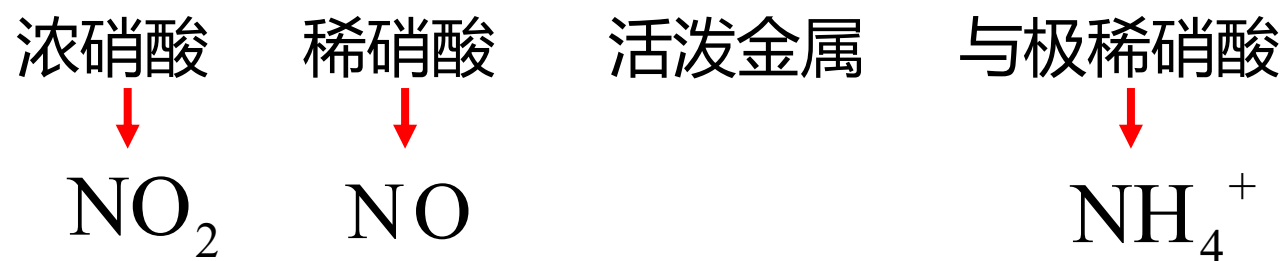
二、硝酸及其盐

(一) 硝酸

硝酸为挥发性强酸，不稳定，浓硝酸见光或受热易分解。



硝酸具有强氧化性，能够与几乎所有金属（金、铂等除外）反应，还原产物取决于硝酸的浓度和金属的活泼性。例如：



王水(浓硝酸与浓盐酸1:3的混合物)具有比硝酸更强的氧化性，可溶解不溶于硝酸的金、铂等贵金属。

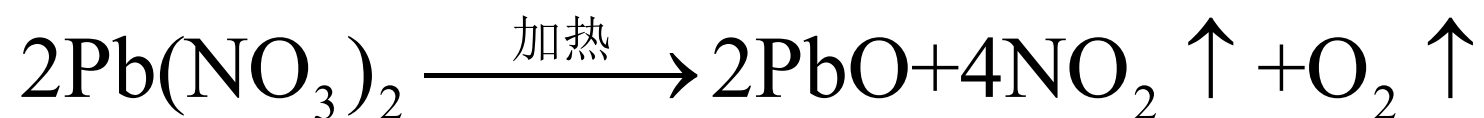
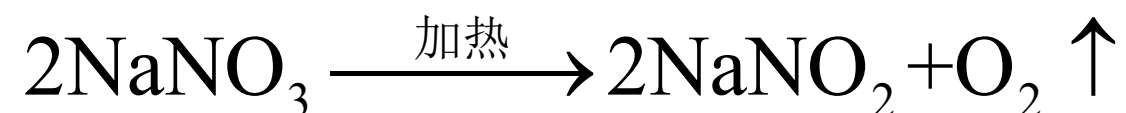




二、硝酸及其盐

(二) 硝酸盐

硝酸盐均为易溶于水的无色晶体，不稳定，受热易分解而产生氧气，可作高温时的供氧剂。例如：





三、磷和砷

(一) 磷酸 H_3PO_4

磷酸为非挥发性的中强三元酸，在磷的含氧酸中最稳定。

(二) 磷酸盐

磷盐分为磷酸正盐、磷酸一氢盐和磷酸二氢盐。

磷酸二氢盐易溶于水，而磷酸一氢盐和磷酸正盐中仅有钾、钠、铵盐易溶于水。磷酸一氢盐和磷酸二氢盐为常用的缓冲对。

磷酸根离子的鉴定：磷酸盐和过量的钼酸铵在含硝酸的溶液中受热，慢慢析出黄色沉淀。





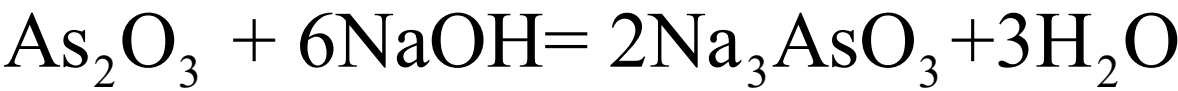
三、磷和砷

(三) 砷的氧化物及含氧酸

As的氧化数	+3	+5
氧化物	三氧化砷	五氧化砷
含氧酸	亚砷酸	砷酸
氧化物和含氧酸的分子式	As_2O_3 H_3AsO_3	As_2O_5 H_3AsO_4

三氧化二砷(As_2O_3)俗称砒霜。是一种白色粉末状固体，为剧毒品，致死量约为0.1g。

三氧化二砷和亚砷酸(H_3AsO_3)为偏酸性的两性化合物。

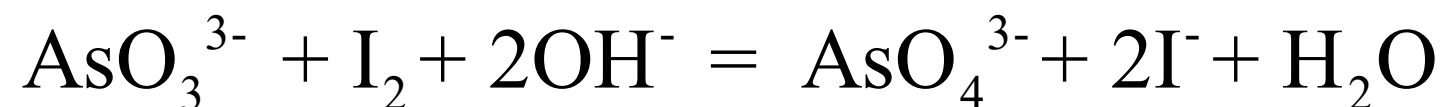




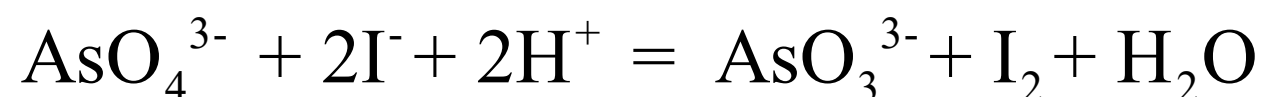
三、磷和砷

(三) 砷的氧化物及含氧酸

在碱性溶液中，亚砷酸盐为还原剂：



在酸性溶液，砷酸表现出氧化性：



(四) 砷化氢 AsH_3

马氏试砷法：用于砷的检验。



加热部位形成亮黑色的“砷斑”。





第四节

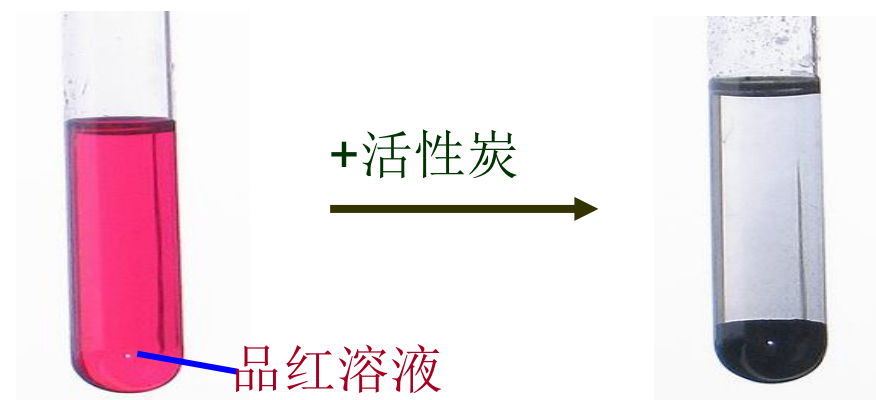
碳、硅和硼



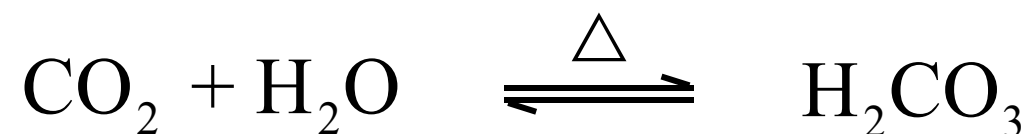
一、碳及其化合物

药用炭（活性炭）

具有很强的吸附能力，是药物生产中常用的吸附剂。

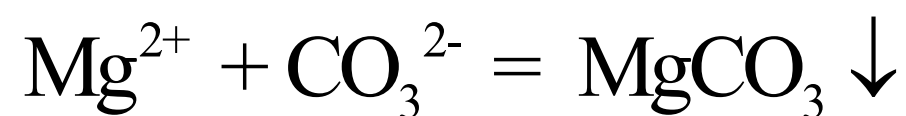
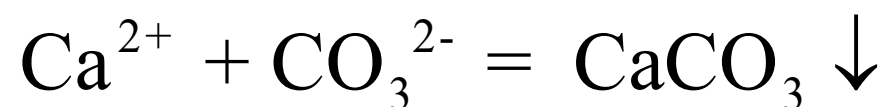


二氧化碳和碳酸



通过加热、煮沸的方法可以除去水中溶解的二氧化碳。碳酸为二元弱酸，可以形成碳酸盐和碳酸氢盐。

碳酸氢盐均溶于水，碳酸盐只有碱金属和铵盐易于水。



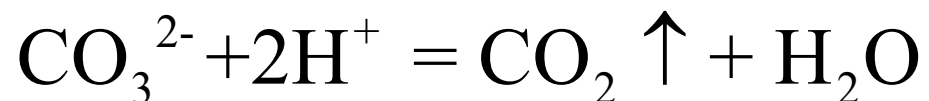
一、碳及其化合物

碳酸盐和碳酸氢盐在一定条件下可以相互转化：



这是自然界中溶洞及乳石、石笋等形成的原理。

碳酸盐和碳酸氢盐遇强酸分解：



是检验碳酸根和碳酸氢根的特快反应。

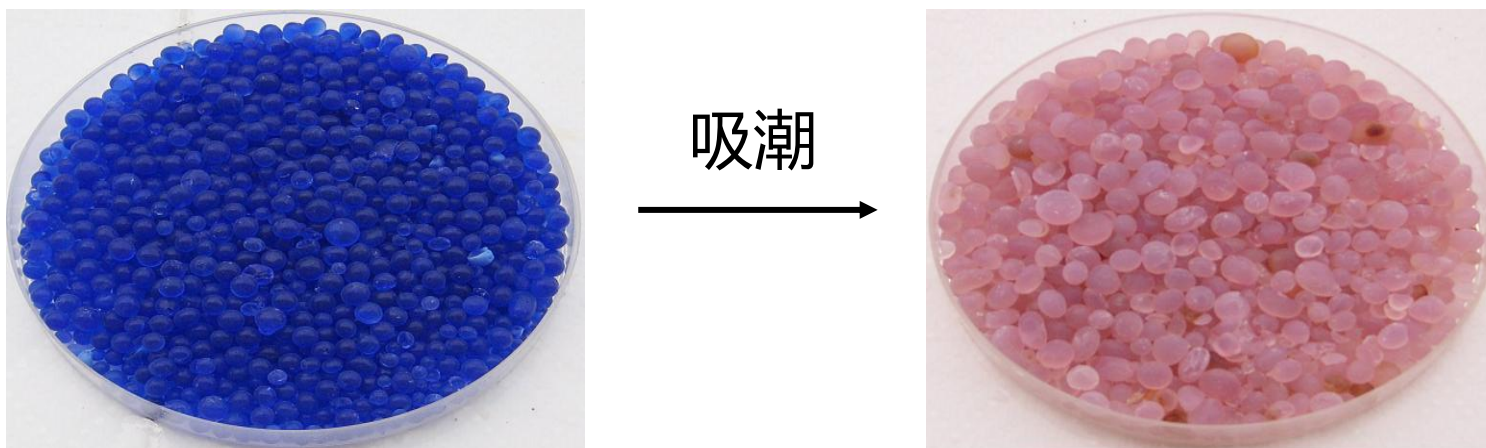


二、硅和硼的化合物

(一) 二氧化硅

二氧化硅又称硅石。石英为常见的二氧化硅晶体，可溶性硅酸盐与酸反应生成硅酸，硅酸经过老化、洗涤、烘干即得到硅胶。硅胶具有很强的吸附能力，为常用的吸附剂和干燥剂。

含 CoCl_2 的硅胶称变色硅胶，用于实验室中精密仪器的防潮。

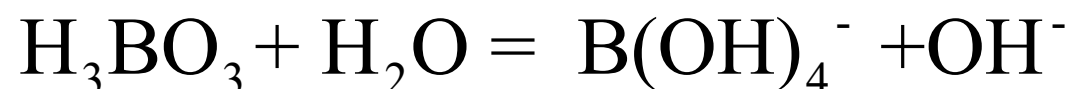




二、硅和硼的化合物

(二) 硼酸

硼酸为无色晶体，微溶于水，在热水中的溶解度增大。硼酸能够接受水中的氢氧根离子而产生1个氢离子，因此属于一元弱酸。



(三) 硼砂

四硼酸钠是最常见的硼酸盐，它的水合物 ($\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) 俗称硼砂。因其无吸湿性，易制得纯品，分析化学中用作标定盐酸溶液的基准物。



硼砂珠实验：铁、钴、镍、锰等金属氧化物或盐类熔解在硼砂熔体中，显出各自的特征性颜色。

Fe	Co	Cr	Ni
黄色	蓝色	绿色	紫(热)或棕色(冷)



小结

一、卤族元素

1. 卤化氢和卤化物 氢卤酸的酸性： $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$

卤离子 (X^-) 的还原性： $\text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{F}^-$

与卤素单质 (X_2) 的置换反应： $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

2. 含氧酸及其盐 次氯酸 (HClO)、次氯酸盐；氯酸 (HClO_3)、氯酸盐；高氯酸 (HClO_4)、氯酸盐。

3. 拟卤素

二、氧族元素

1. 臭氧和过氧化氢

(1) 臭氧 (O_3)：强氧化性，并具有杀菌作用。

(2) 过氧化氢：氧化性、还原性、不稳定性。

2. 硫的化合物 金属硫化物；硫代硫酸钠。

三、氮族元素

氨和铵盐；硝酸及其盐；磷酸及其盐；三氧化二砷及其亚砷酸盐。

四、碳族元素

碳及其化合物；硅和硼的化合物。



药品

第九章 常见非金属元素及其化合物

THANKS

谢谢观看



人民卫生出版社

PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE