

元素及其化合物·六·「氯 (Cl) 与卤族元素」

氯 Cl

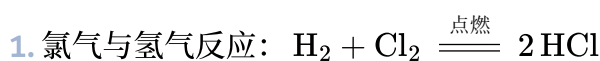
氯气

物理性质

黄绿色气体，有刺激性气味，可溶于水，密度大于空气，沸点比气体高，易液化，有毒

闻氯气气味的方法：抽去盛氯气的集气瓶口处的毛玻璃片，用手掌在瓶口上方轻轻扇动，使少量氯气飘进鼻孔

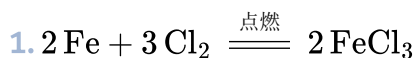
化学性质



氢气在氯气中安静地燃烧，发出苍白色的火焰，瓶口出现白雾

工业制 HCl 时采用点燃法，工业浓 HCl 常显黄色，是因为含 Fe^{3+}

2. 氯气与金属单质反应



产生黄色火焰，棕褐色烟雾

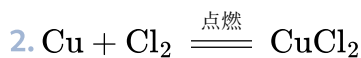
与反应物的量无关 ($\text{Fe}^{3+} \xrightarrow{\text{Fe}} \text{Fe}^{2+}$ 只发生在氯化铁溶液中)

氧化性从高到低排列为： $\text{Cl}_2 > \text{O}_2 > \text{S}$

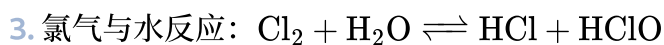
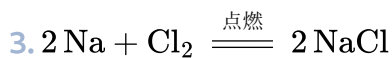
1. Cl_2 与 Fe 反应生成 FeCl_3

2. O_2 与 Fe 反应可以生成 Fe_3O_4

3. S 与 Fe 反应生成 FeS

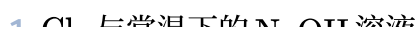


产生棕黄色固体



注意：该反应为可逆反应，且由于 HClO 为弱酸，离子反应中不可拆

4. 氯气与碱反应





应用：

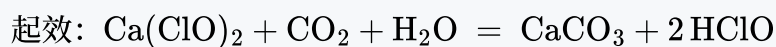
1. 实验室吸收多余的 Cl_2
2. 工业制漂白液、84消毒液，有效成分为 NaClO

2. Cl_2 与冷的石灰乳 $\text{Ca}(\text{OH})_2$



如果书写离子方程式， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不要拆开，其是以悬浊液存在的

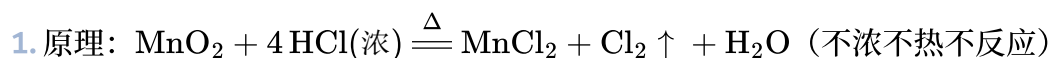
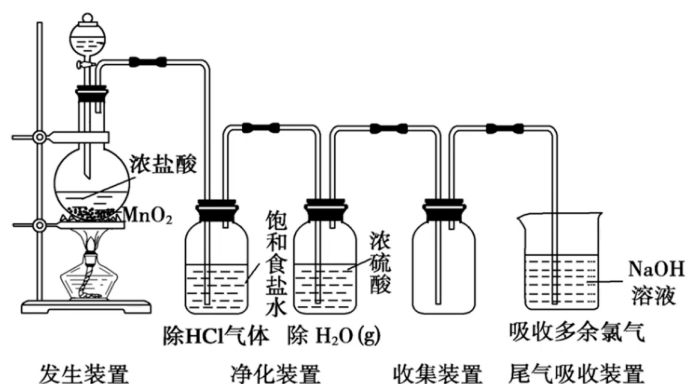
$\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 是漂白粉、漂白精的有效成分



5. 氯气与还原性无机化合物反应

1. $\text{Cl}_2 + 2\text{FeCl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ (除去 FeCl_3 中的 FeCl_2)
2. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{HCl} + \text{S}$ (氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{S}$)
3. $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$ (用于海水提取溴)
4. $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KCl} + \text{I}_2$ (用于用 $\text{KI} - \text{淀粉}$ 试纸检验 Cl_2)
5. $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (失去漂白作用)
6. $3\text{Cl}_2 + 8\text{NH}_3 = 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2 \uparrow$ (用浓氨水检查氯气管道是否漏气)

实验室制备



2. 装置：

1. 分液漏斗：固液加热生成气体所需，用于调节浓盐酸滴入速率
2. 饱和食盐水：降低 Cl_2 对水的溶解性，减少损耗 ($\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ ，氯化钠促进平衡逆移)；用于除 HCl 气体 (氯化氢极易溶于水)
3. 浓硫酸：用于除 H_2O 蒸汽
4. 向上排空气法：氯气密度比空气大 (或排饱和食盐水法)
5. NaOH 水溶液： $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$

3. 验满：将 $\text{KI} - \text{淀粉}$ 试纸靠近瓶口，若试纸立即变蓝，则证明氯气已经收集满

氯水

新制氯水

- 1.新制氯水的成分（由大到小）
- 分子：H₂O、Cl₂、HClO

• 离子：H⁺、Cl⁻、ClO⁻、OH⁻
- 2.性质

成分	表现性质	实例
Cl ₂	黄绿色 强氧化性	$\overset{-2}{(\text{S})}\text{H}_2\text{S}、\text{HS}^-、\text{S}^{2-} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{S} \downarrow$ $\overset{+4}{(\text{S})}\text{SO}_2、\text{H}_2\text{SO}_3、\text{HSO}_3^-、\text{SO}_3^{2-} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{SO}_4^{2-} \downarrow$ $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^- \quad 2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
H ⁺	弱酸性	与镁反应放出 H ₂ 与 CaCO ₃ 反应放出 CO ₂
HClO	弱酸性 强氧化性	1. 漂白、杀菌、消毒 2. Cl ₂ 使湿润的有色布条褪色，不能使干燥的有色布条褪色，说明 Cl ₂ 没有漂白性，而是 HClO 起漂白作用 3. 使紫色石蕊试剂先变红（H ⁺ 酸性作用），后褪色（HClO 氧化性作用）
Cl ⁻	沉淀反应	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$

旧置氯水

- 1.反应方程式：2 HClO $\xrightleftharpoons{\text{光照}}$ 2 HCl + O₂ ↑
- 2.成分：HCl水溶液
- 3.性质：有酸性（比新制氯水强），无氧化性、无漂白性
- 4.实验室中氯水需现用现配，且避光、密封保存在棕色试剂瓶中

液氯、新制氯水、旧置氯水的比较			
	液氯	新制氯水	久置氯水
分类	纯净物	混合物	混合物
颜色	黄绿色	浅黄绿色	无色
性质	氧化性	酸性、氧化性、漂白性	酸性
粒子种类	Cl ₂	Cl ₂ 、HClO、H ₂ O、H ⁺ 、Cl ⁻ 、ClO ⁻ 、OH ⁻	H ₂ O、H ⁺ 、Cl ⁻ 、OH ⁻

氯离子的检验

借助 AgCl 沉淀来检验氯离子的存在，但需要排除碳酸根离子的干扰

1.实验过程：在三支试管中分别加入 2~3mL 稀盐酸、NaCl 溶液、Na₂CO₃ 溶液，然后各滴入几滴 AgNO₃ 溶液，观察现象。再分别加入少量稀硝酸，观察现象

2.实验现象：

物质	加入 AgNO ₃ 溶液后	加入稀硝酸后	解释或离子方程式
稀盐酸	白色沉淀（AgCl）	不溶解	Ag ⁺ + Cl ⁻ = AgCl ↓
NaCl 溶液	白色沉淀（AgCl）	不溶解	Ag ⁺ + Cl ⁻ = AgCl ↓
Na ₂ CO ₃ 溶液	白色沉淀（Ag ₂ CO ₃ ）	溶解并产生气泡	2 Ag ⁺ + CO ₃ ²⁻ = Ag ₂ CO ₃ ↓ Ag ₂ CO ₃ + 2 H ⁺ = 2 Ag ⁺ + H ₂ O + CO ₂ ↑

3.结论：

检验氯离子应先加入硝酸酸化，排除 CO₃²⁻ 的干扰，再加入 AgNO₃ 检验，如果产生白色沉淀，即证明有氯离子

卤族元素

相似性

- 1.都能与大多数金属反应： $Fe \xrightarrow{F_2/Cl_2/Br_2} Fe^{3+}; Fe \xrightarrow{I_2} Fe^{2+}$
- 2.都能与 H₂ 反应： $H_2 + X_2 = 2 HX$
- 3.都能与水反应： $H_2O + Cl_2/Br_2/I_2 \rightleftharpoons HX + HXO; 2 H_2O + 2 F_2 \rightleftharpoons 4 HF + O_2$
- 4.都能与碱液反应： $2 NaOH + Cl_2/Br_2/I_2 = NaX + NaXO + H_2O; 2 F_2 + 4 NaOH = 4 NaF + 2 H_2O + O_2$

递变性

颜色：F₂(浅黄绿色) → Cl₂(黄绿色) → Br₂(深红棕色) → I₂(紫黑色) 颜色加深

熔沸点：F₂(气体) → Cl₂(气体) → Br₂(液体) → I₂(固体) 逐渐升高

密度：F₂ → Cl₂ → Br₂ → I₂ 逐渐升高

水溶性：F₂(反应) → Cl₂(溶解) → Br₂(溶解) → I₂(微溶) 逐渐降低

氧化性： $\xrightarrow[\text{与氢化合由易到难}]{F_2、Cl_2、Br_2、I_2}$ 逐渐减小

还原性： $\xrightarrow{F^-、Cl^-、Br^-、I^-}$ 逐渐增强

比较氧化性的方法：
①与氢气化合难易程度；②氢化物的稳定性；③最高价氧化物对应水化物的酸性；④置换反应

特殊性

1.氟 F₂

- 1.氟没有正价，是非金属性最强，F⁻的还原性最弱
- 2.F₂ 与 H₂O 反应生成 HF 和 O₂，F₂ 与 H₂在暗处即可爆炸反应
- 3.HF是弱酸，能腐蚀玻璃，应保存在铅制器皿或塑料瓶中；有毒；在卤素氢化物中，HF的沸点最高（分子间存在氢键）

2. 溴 Br₂

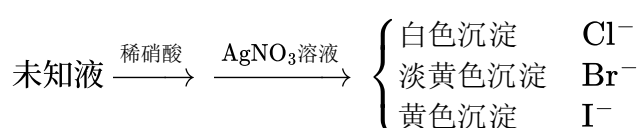
1. Br₂ 是深红棕色液体，易挥发
2. Br₂ 易溶于有机溶剂
3. 盛放液态溴时，试剂瓶需加水封，保存时不能用橡胶塞封口

3. 碘 I₂

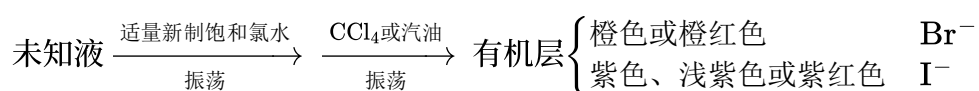
1. I₂ 遇淀粉变蓝色
2. I₂ 加热时易升华（用于分离提纯 I₂）
3. I₂ 易溶于有机溶剂
4. 食盐中添加 KIO₃ 可预防和治疗甲状腺肿大

卤素离子的检验

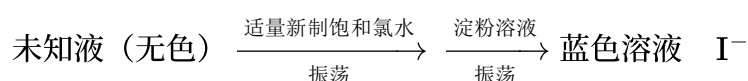
1. AgNO₃ 溶液——沉淀法



2. 置换——萃取法



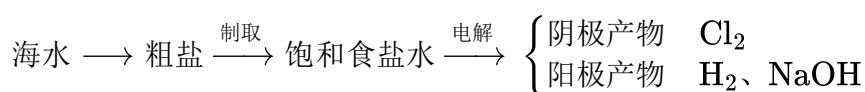
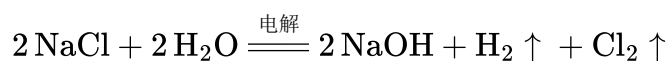
3. 氧化——淀粉法检验 I⁻



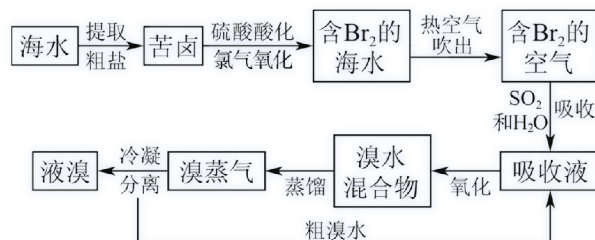
海水资源的开发和利用

1. 海水淡化：蒸馏法、电渗析法、离子交换法

2. 海水制盐：氯碱工业



3. 海水提溴



4. 海水提碘

