

氯 Cl

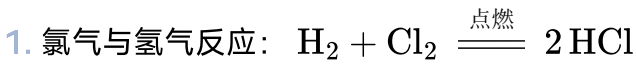
氯气

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

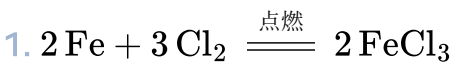
闻氯气气味的方法：抽去盛氯气的集气瓶口处的毛玻璃片，用手掌在瓶口上方轻轻扇动，使少量氯气飘进鼻孔

化学性质

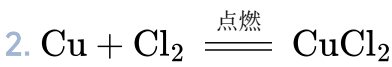


氢气在氯气中安静地燃烧，发出苍白色的火焰，瓶口出现白雾
工业制 HCl 时采用点燃法，工业浓 HCl 常显黄色，是因为含 Fe^{3+}

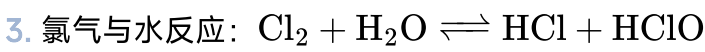
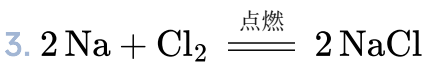
2. 氯气与金属单质反应



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

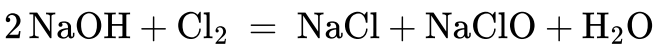
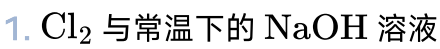


产生棕黄色固体

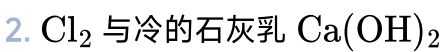


注意：该反应为可逆反应，且由于 HClO 为弱酸，离子反应中不可拆

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



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

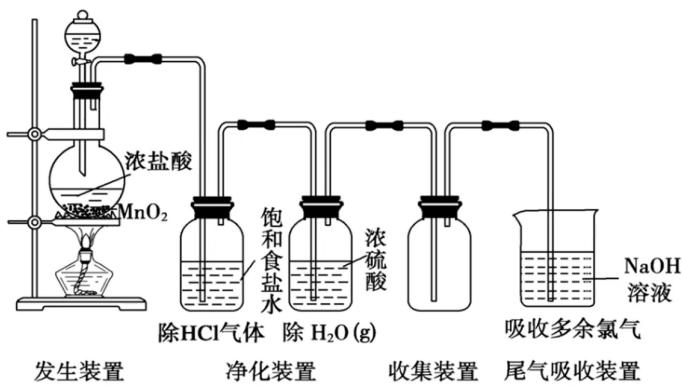
起效： $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + 2\text{HClO}$

失效： $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$

5. 氯气与还原性无机化合物反应

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

实验室制备



1. 原理： $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (不浓不热不反应)

2. 装置：

- 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
- 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)
- 浓硫酸：用于除 H_2O 蒸汽
- 向上排空气法：氯气密度比空气大 (或排饱和食盐水法)
- NaOH 水溶液： $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$

3. 验满：将湿润的 KI - 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

其他制备方法：

- 直接将酸性高锰酸钾溶液加入盐酸中制备，无需加热，无需浓盐酸
反应原理： $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
- $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
- 84 消毒液与洁厕灵混用： $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

氯水

新制氯水

1. 新制氯水的成分 (由大到小)

- 分子： H_2O 、 Cl_2 、 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	$\overset{-2}{(\text{S})}\text{H}_2\text{S}$ 、 HS^- 、 $\text{S}^{2-} \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{S} \downarrow$ $\overset{+4}{(\text{S})}\text{SO}_2$ 、 H_2SO_3 、 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），后退色（HClO 氧化性作用）
Cl ⁻	沉淀反应	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$

旧置氯水

- 反应方程式： $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$
- 成分：HCl 水溶液
- 性质：有酸性（比新制氯水强），无氧化性、无漂白性
- 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 ⁻
保存	钢瓶	棕色试剂瓶	

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

- 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
- 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	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$
NaCl 溶液	白色沉淀（AgCl）	不溶解	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$
Na ₂ CO ₃ 溶液	白色沉淀（Ag ₂ CO ₃ ）	溶解并产生气泡	$2\text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow$ $\text{Ag}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}^+ = 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

- 结论：

待测液 $\xrightarrow[\text{酸化}]{\text{HNO}_3}$ （排除 CO₃²⁻ 的干扰） $\xrightarrow{\text{AgNO}_3}$ 白色沉淀 AgCl

卤族元素

相似性

- 1. 都能与大多数金属反应： $\text{Fe} \xrightarrow{\text{F}_2/\text{Cl}_2/\text{Br}_2} \text{Fe}^{3+}; \text{Fe} \xrightarrow{\text{I}_2} \text{Fe}^{2+}$
- 2. 都能与 H_2 反应： $\text{H}_2 + \text{X}_2 = 2 \text{HX}$
- 3. 都能与水反应： $\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2/\text{Br}_2/\text{I}_2 \rightleftharpoons \text{HX} + \text{HXO}; 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{F}_2 \rightleftharpoons 4 \text{HF} + \text{O}_2$
- 4. 都能与碱液反应： $2 \text{NaOH} + \text{Cl}_2/\text{Br}_2/\text{I}_2 = \text{NaX} + \text{NaXO} + \text{H}_2\text{O}; 2 \text{F}_2 + 4 \text{NaOH} = 4 \text{NaF} + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

递变性

颜色： F_2 (浅黄绿色) \longrightarrow Cl_2 (黄绿色) \longrightarrow Br_2 (深红棕色) \longrightarrow I_2 (紫黑色) 颜色加深

熔沸点： F_2 (气体) \longrightarrow Cl_2 (气体) \longrightarrow Br_2 (液体) \longrightarrow I_2 (固体) 逐渐升高

密度： $\text{F}_2 \longrightarrow \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Br}_2 \longrightarrow \text{I}_2$ 逐渐升高

水溶性： F_2 (反应) \longrightarrow Cl_2 (溶解) \longrightarrow Br_2 (溶解) \longrightarrow I_2 (微溶) 逐渐降低

氧化性： $\xrightarrow[\text{与氢化合由易到难}]{\text{F}_2、\text{Cl}_2、\text{Br}_2、\text{I}_2}$ 逐渐减小

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

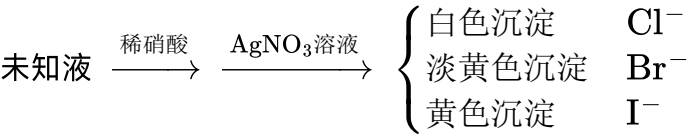
比较氧化性的方法：
①与氢气化合难易程度；②氢化物的稳定性；③最高价氧化物对应水化物的酸性；④置换反应

特殊性

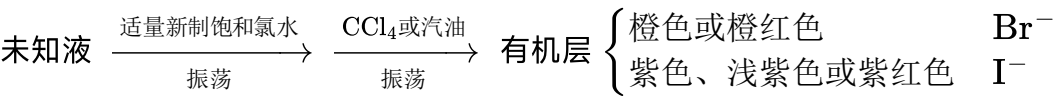
- 1. 氟 F_2
 - 1. 氟没有正价，是非金属性最强， F^- 的还原性最弱
 - 2. F_2 与 H_2O 反应生成 HF 和 O_2 ， F_2 与 H_2 在暗处即可爆炸反应
 - 3. HF 是弱酸，能腐蚀玻璃，应保存在铅制器皿或塑料瓶中；有毒；在卤素氢化物中， HF 的沸点最高（分子间存在氢键）
- 2. 溴 Br_2
 - 1. Br_2 是深红棕色液体，易挥发
 - 2. Br_2 易溶于有机溶剂
 - 3. 盛放液态溴时，试剂瓶需加水封，保存时不能用橡胶塞封口
- 3. 碘 I_2
 - 1. I_2 遇淀粉变蓝色
 - 2. I_2 加热时易升华（用于分离提纯 I_2 ）
 - 3. I_2 易溶于有机溶剂
 - 4. 食盐中添加 KIO_3 可预防和治疗甲状腺肿大

卤素离子的检验

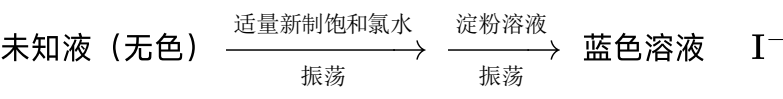
1. AgNO_3 溶液——沉淀法



2. 置换——萃取法



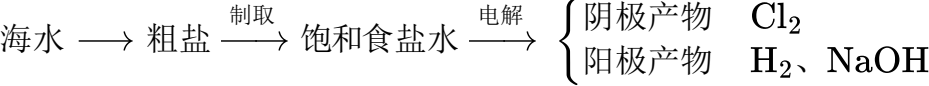
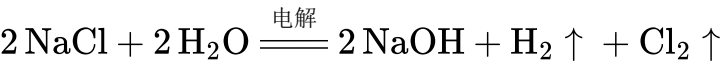
3. 氧化——淀粉法检验 I^-



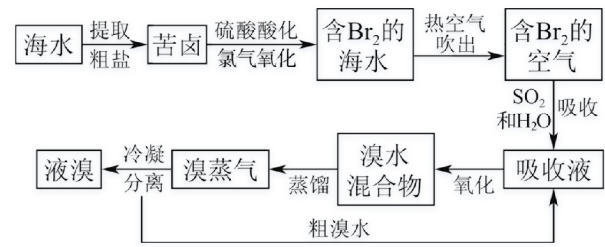
海水资源的开发和利用

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

