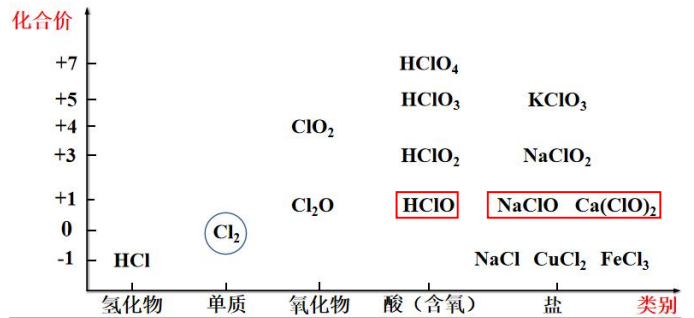


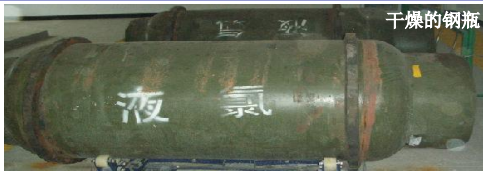
氯及其化合物

2025.04.29

要点一：氯元素及其化合物知识主线（价-类图）



要点二：氯气的性质及应用——物理性质



颜色	气味	密度	溶解性	1标准大气压	
				熔点℃	沸点℃
黄绿色	刺激性 有毒	大于空气	1体积水溶解2体积氯气	-101	-34.6 易液化

注意
氯气有毒，人吸入少量氯气会使鼻和喉头的黏膜受到刺激，引起咳嗽和胸部疼痛，吸入大量氯气会中毒致死。

要点二：氯气的性质及应用——化学性质

1. 与单质的反应

(1) 与金属单质的反应

氯气能与大多数金属化合，生成金属氯化物。

与钠反应 $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaCl}$ 剧烈燃烧，火焰呈黄色，产生白烟

与铁反应 $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$ 剧烈燃烧，产生棕黄（褐、红）色的烟

与铜反应 $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CuCl}_2$ 剧烈燃烧，产生棕黄色的烟

氯气和有变价的金属单质反应，总是将其氧化到最高价态

要点二：氯气的性质及应用——化学性质

1. 与单质的反应

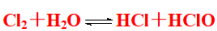
(2) 与非金属单质的反应

氯气也能与大多数非金属单质发生化合反应

与氢气反应 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$ 纯净的 H_2 在 Cl_2 中安静地燃烧，发出苍白色火焰，反应生成的气体是 HCl ，它在空气中与水蒸气结合，呈现雾状。

与磷反应 $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_3$ (液体) $2\text{P} + 5\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{PCl}_5$ (固体)

2. 与水的反应（自身歧化）



氯是一种重要的“成盐元素”，在自然界中除了以 NaCl 、 MgCl_2 、 CaCl_2 等形式大量存在于海水中，还存在于陆地的盐湖和盐矿中。氯的单质氯气是一种重要的化工原料，大量用于制造盐酸、有机溶剂、农药、染料和药品等。

混合点燃？

要点二：氯气的性质及应用——化学性质

3. 与碱的反应（自身歧化）

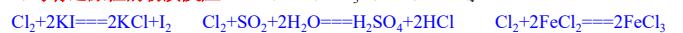


在常温下，将 Cl_2 通入 NaOH 溶液中，可以得到以 NaClO 为有效成分的漂白液，反应的化学方程式如下：

和 Cl_2 与 NaOH 的反应类似，将 Cl_2 通入冷的石灰乳 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 中，即制得以 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 为有效成分的漂白粉：

4. 与有还原性的物质反应

I^- 、 Br^- 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 Fe^{2+} 等



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	C	C	B	D	D	BD	A	B	D	C	B	B	A			

18. (1) NaClO, (2) 否, 次氯酸钠与盐酸会发生化学反应, 生成氯化钠、水和有毒气体氯气, (3) ClO₂: 2: 1。

19. (1) 浓盐酸挥发, 随着反应的进行, 浓盐酸的浓度逐渐减小变为稀盐酸, 反应就会停止。【**这里应有两点要讲: ①浓盐酸易挥发, 会损耗 HCl; ②反应后浓盐酸变稀, 稀盐酸不和二氧化锰反应**】(2) ①无水硫酸铜, 证明氯气有水蒸气白色变蓝色; ②氯气无漂白性, 次氯酸有漂白性, ③吸收氯气【**吸收的目的主要是防止 Cl₂ 对后面 HCl 检验造成干扰, 这一点要答到**】。④Ag⁺+Cl⁻=AgCl↓。(3) F 与 G, 湿润的淀粉碘化钾试纸(或湿润的有色布条)【**这里不能答溴化钠溶液等溶液状态的试剂, HCl 极易溶于水, HCl 都会溶解掉, 不会进入到后面溶液**】。

20. (1) 2: 1 (2) ①NH₄Cl+2HCl $\xrightarrow{\Delta}$ 3H₂↑+NCl₃ ②Cl⁻、OH⁻ 【**6NaClO₂+NCl₃+3H₂O=3NaCl+6ClO₂+NH₃+3NaOH**】③c 【ClO₂极易溶于水(露干有说), 用饱和食盐水 ClO₂ 也会溶解掉】(3) ②2ClO₂+10I⁻+8H⁺=2Cl⁻+5I₂+4H₂O ③吸收残余的二氧化氯气体【**吸收 ClO₂ 这一点要答到, 还可以再说防止 I₂ 的挥发也可以的, 这样更全面**】

④淀粉溶液 滴入最后半滴标准溶液, 溶液由蓝色变为无色, 且半分钟内不变色 ⑤0.027 00(4)d 【**要加一种还原剂进去, 所以选择 D**】

21. (1) 分液漏斗, 制取的氯气中含有 HCl 气体, HCl 溶于水后能与 NaHCO₃ 反应产生气泡。(2) ①Debad, ②缺少尾气吸收装置。

22 AC 【**A 氯水可以氧化碳酸根离子, C 二氧化碳可以还原 Fe³⁺, 都能使溶液褪色褪去**】

5. 工业上将 Cl₂ 通入冷的 NaOH 溶液中制得漂白液, 下列说法不正确的是 ()
- A. 漂白液的有效成分是 NaClO B. ClO⁻ 水解生成 HClO 使漂白液呈酸性
- C. 通入 CO₂ 后的漂白液消毒能力增强 D. NaClO 溶液比 HClO 溶液稳定
- 为什么?

1. 结构稳定性 • ClO⁻ 的共振稳定: 次氯酸根离子 (ClO⁻) 通过共振结构实现稳定。Cl-O 键具有部分双键特性, 电子离域降低了体系的能量, 增强了离子稳定性。而次氯酸 (HClO) 中的 Cl-O 键为单键, 缺乏这种离域效应, 键能较低, 容易断裂。 • 电荷分布: ClO⁻ 的负电荷分布更均匀, 通过离子晶格中的钠离子 (Na⁺) 静电作用进一步稳定, 而 HClO 作为中性分子, 电荷分布不均匀, 易发生分解。
2. 存在状态与环境因素 • 物理状态: 次氯酸钠通常以固态存在, 离子晶格结构限制了离子的移动, 降低分解可能性。次氯酸则以溶液形式存在, 分子活动性强, 易于发生反应。 • pH 影响: 次氯酸钠在碱性环境中稳定, 而酸性条件下 ClO⁻ 会转化为不稳定的 HClO。HClO 在中性或酸性环境中易分解, 如: 2HClO → 2HCl + O₂↑ 或 3HClO → HClO₂ + 2HCl。
3. 热力学与动力学因素 • 分解活化能: ClO⁻ 的分解需要更高的活化能, 而 HClO 分解的能垒较低, 导致其更易自发分解。 • 氧化性差异: HClO 的氧化性强于 ClO⁻, 在溶液中更易发生自氧化还原反应 (歧化反应), 加速分解。
4. 光稳定性 • HClO 对光敏感, 光照下易分解为 HCl 和 O₂, 而 ClO⁻ 在相同条件下更稳定, 分解速率较慢。

8. 下列说法没有科学性错误的是 ()
- A. “白雪牌”漂粉精可令所有有色物质黯然失色, 没有最白, 只有更白
- B. 液态氯化氢是 100% 的盐酸, 其 H⁺ 浓度极大 C. 氯元素有毒, 禁入口中
- D. CaCl₂ 具有吸水性和潮解性, 夏日里用 CaCl₂ 的水溶液喷洒柏油路, 可有效保护路面

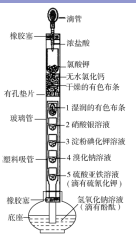
9. 下列行为不符合安全要求的是
- A. 火灾现场有大量活泼金属存放时, 不能用水灭火, 必须用干沙土覆盖
- B. 少量浓硫酸溅到皮肤上, 先用干抹布擦拭, 再用大量水冲洗
- C. 不慎洒出的酒精在桌上着火时, 立即用湿毛巾盖灭
- D. 大量氯气泄漏时, 迅速离开现场并尽量顺风往低处跑

3. 酸或碱等腐蚀性试剂灼伤

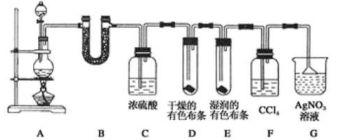
如果不慎将酸沾到皮肤上, 应立即用大量水冲洗, 然后用 3%~5% 的 NaHCO₃ 溶液冲洗; 如果不慎将碱沾到皮肤上, 应立即用大量水冲洗, 然后涂上 1% 的硼酸。

如果有少量酸 (或碱) 滴到实验桌上, 应立即用湿抹布擦净, 然后用水冲洗抹布。

14. 某化学实验创新小组设计了如图所示的检验 Cl₂ 某些性质的一体化装置。下列有关描述不正确的是
- A. 浓盐酸滴到氯酸钾固体上反应的离子方程式为 5Cl⁻+ClO₃⁻+6H⁺=3Cl₂↑+3H₂O
- B. 无水氯化钙的作用是干燥 Cl₂, 且干燥有色布条不褪色, 湿润的有色布条褪色
- C. 2 处溶液出现白色沉淀, 3 处溶液变蓝, 4 处溶液变为橙色, 三处现象均能说明了 Cl₂ 具有氧化性
- D. 5 处溶液变为血红色, 底座中溶液红色消失, 氢氧化钠溶液的作用为吸收剩余的 Cl₂ 以防止污染

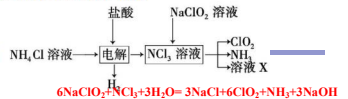


19. 某校化学实验兴趣小组为了探究在实验室制备 Cl₂ 的过程中有水蒸气和 HCl 挥发出来, 同时证明 Cl₂ 的某些性质。甲同学设计了如图所示的实验装置 (部分支撑用的铁架台省略)。



- 按要求回答下列问题。
- (1) 若用含有 0.2 mol HCl 的浓盐酸与足量的 MnO₂ 反应制取 Cl₂, 制得的 Cl₂ 体积总是小于 1.12 L (标准状况) 的原因是。
- (2) ①装置 B 中盛放的试剂名称为, 作用是, 现象是。
- ②装置 D 和 E 中出现的不同现象说明的问题是。
- ③装置 F 的作用是。
- ④写出装置 G 中发生反应的离子方程式。
- (3) 乙同学认为甲同学设计的实验有缺陷, 不能确保最终通入 AgNO₃ 溶液中的气体只有一种。为了确保实验结论的可靠性, 证明最终通入 AgNO₃ 溶液中的气体只有一种, 乙同学提出在某两个装置之间再加一个装置。你认为该装置应加在 与 之间 (填装置字母序号), 装置中应放入 (填试剂或用品名称)。

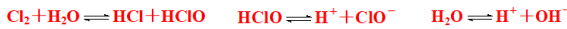
- (2) 实验室用 NH₄Cl、盐酸、NaClO₂ (亚氯酸钠) 为原料, 通过以下过程制备 ClO₂:
- ①电解时发生反应的化学方程式为。
- ②溶液 X 中大量存在的阴离子有。
- ③除去 ClO₂ 中的 NH₃ 可选用的试剂是 (填标号)。



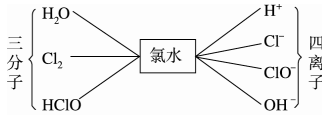
- A. 水 B. 碱石灰 C. 浓硫酸
- D. 饱和食盐水
- (3) 用下图装置可以测定混合气中 ClO₂ 的含量:
- I. 在锥形瓶中加入足量的碘化钾, 用 50 mL 水溶解后, 再加入 3 mL 稀硫酸;
- II. 在玻璃液封装置中加入水, 使液面没过玻璃液封管的管口;
- III. 将一定量的混合气体通入锥形瓶中吸收;
- IV. 将玻璃液封装置中的水倒入锥形瓶中;
- V. 用 0.1000 mol·L⁻¹ 硫代硫酸钠标准溶液滴定锥形瓶中的溶液 (I₂+2S₂O₃²⁻→2I⁻+S₄O₆²⁻), 指示剂显示终点时共用去 20.00 mL 硫代硫酸钠溶液。在此过程中:
- ①锥形瓶内 ClO₂ 与碘化钾反应的离子方程式为。
- ②玻璃液封装置的作用是。
- ③V 中加入的指示剂通常为, 滴定至终点的现象是。
- ④测得混合气中 ClO₂ 的质量为 g。
- (4) 用 ClO₂ 处理过的饮用水含有一定量的亚氯酸盐, 若要除去超标的亚氯酸盐, 下列物质最适宜的是 (填标号)。
- A. 明矾 B. 碘化钾 C. 盐酸 D. 硫酸亚铁

要点二：氯气的性质及应用——氯水的成分及性质

1. 氯水中存在三种平衡关系



2. 氯水中存在的微粒



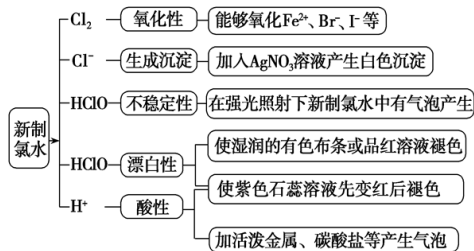
要点二：氯气的性质及应用——氯水的成分及性质

3. 氯水的性质

所加试剂	参与反应的微粒	实验现象	离子方程式或解释
AgNO ₃ 溶液	Cl ⁻	白色沉淀	Cl ⁻ + Ag ⁺ = AgCl↓
Na ₂ CO ₃ 固体	H ⁺	有气泡产生	2H ⁺ + CO ₃ ²⁻ = CO ₂ ↑ + H ₂ O
有色布条	HClO	布条颜色褪去	发生氧化还原反应
FeCl ₂ 溶液	Cl ₂	溶液变棕黄色	2Fe ²⁺ + Cl ₂ = 2Fe ³⁺ + 2Cl ⁻
SO ₂	Cl ₂ 、H ₂ O	黄绿色褪去	SO ₂ + Cl ₂ + 2H ₂ O = 4H ⁺ + 2Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻
石蕊试液	HClO、H ⁺	先变红后褪色	酸性和漂白性
镁粉	Cl ₂ 、H ⁺	氯水的颜色褪去并有少量气泡产生	Mg + Cl ₂ = Mg ²⁺ + 2Cl ⁻ 、 Mg + 2H ⁺ = Mg ²⁺ + H ₂ ↑

要点二：氯气的性质及应用——氯水的成分及性质

3. 氯水的性质



分析：氯水中 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 平衡移动的应用

向氯水中加入的物质	浓度变化	平衡移动方向	应用
可溶性氯化物	c(Cl ⁻)增大	左移	①用饱和食盐水除Cl ₂ 中的HCl ②用排饱和食盐水法收集Cl ₂
盐酸	c(H ⁺)增大 c(Cl ⁻)增大	左移	次氯酸盐与浓盐酸反应制Cl ₂
NaOH	c(H ⁺)减小	右移	用NaOH溶液吸收多余Cl ₂
Ca(OH) ₂	c(H ⁺)减小	右移	制漂白粉
CaCO ₃	c(H ⁺)减小	右移	制高浓度的HClO溶液
光照	c(HClO)减小	右移	氯水避光保存或现用现配

1. 向新制氯水中加入少量下列物质，能增强溶液漂白能力的是 ()
A. 碳酸钙粉末 B. 稀硫酸 C. 氯化钙溶液 D. 二氧化硫水溶液

要点二：氯气的性质及应用——氯水的成分及性质

4. 液氯、新制氯水、久置氯水的比较

	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 ⁻

指示剂遇几种不同漂白剂的变化

漂白剂	HClO	Na ₂ O ₂ (H ₂ O ₂)	SO ₂	活性炭
漂白原理	氧化漂白	氧化漂白	化合漂白	吸附漂白
品红溶液	褪色	褪色	褪色	褪色
紫色石蕊	先变红后褪色	褪色	只变红不褪色	褪色

漂白作用的几种原理

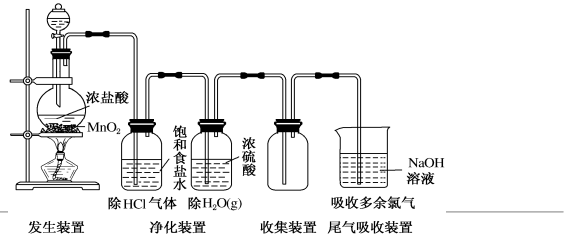
漂白原理	变化类型	过程是否可逆	常见物质举例
氧化作用	化学变化	不可逆	Cl ₂ 、O ₃ 、Na ₂ O ₂ 、NaClO、浓HNO ₃
化合作用	化学变化	可逆	SO ₂ 、H ₂ SO ₃
吸附作用	物理变化	可逆	活性炭

要点二：氯气的性质及应用——氯气的实验室制法

反应原理



实验装置



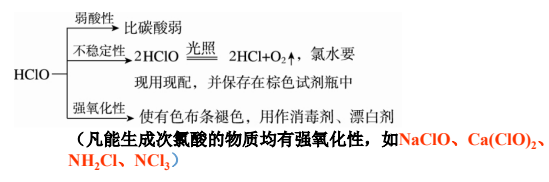
要点二：氯气的性质及应用——氯气的实验室制法

【实验室制备氯气注意点】

1. 强氧化剂 MnO_2 可替代品： KMnO_4 、 KClO_3 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 等。
2. 浓盐酸作用：还原性、酸性 若实验室没有浓盐酸，可用什么代替？
3. 浓度要求：该反应必须用浓盐酸，因稀盐酸几乎无还原性，随着反应进行，浓盐酸将渐稀，一定程度时，会自动停止， HCl 不可能消耗尽。
4. Cl_2 的收集：用向上排气法(或排饱和食盐水除 HCl)。足量 MnO_2 和含4 mol HCl 的浓盐酸加热制得 Cl_2 物质的量？
干燥：除碱石灰外均可。
检验：用湿润的 KI -淀粉试纸，试纸变蓝。
尾气：用 NaOH 溶液吸收。
5. Cl_2 的用途：制漂白粉来杀菌、消毒；制农药，盐酸等。

要点三：含氯化合物——次氯酸

1. 性质

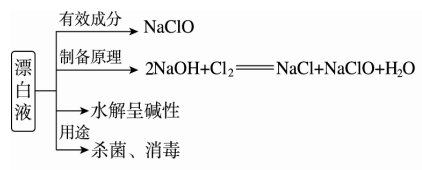


2. HClO 的强氧化性

- ①漂白性：氯水能使紫色石蕊溶液、蓝色石蕊试纸、 pH 试纸等先变红后褪色。不能用 pH 试纸测定氯水的 pH 。
- ②能氧化还原性离子： HClO 能氧化 I^- 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Fe^{2+} 等还原性离子。

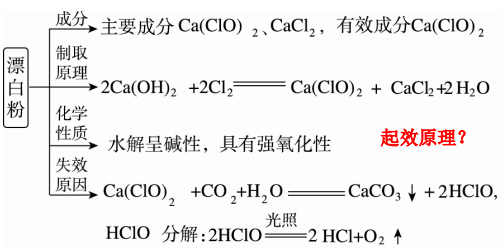
要点三：含氯化合物——次氯酸盐

1. 84消毒液



要点三：含氯化合物——次氯酸盐

2. 漂白粉



如果 Cl_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应充分，并使 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 成为主要成分，则得到漂粉精。

要点三：含氯化合物——次氯酸盐

次氯酸盐的强氧化性说明：

- ①漂白性： ClO^- 是一种弱酸的酸根离子。漂白液或漂白粉在潮湿的空气中，会与二氧化碳反应生成 HClO ，故漂白液、漂白粉具有漂白性。
- ②强氧化性： ClO^- 不论在酸性还是碱性条件下都能跟 I^- 、 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 等发生氧化还原反应，即 ClO^- 与 I^- 、 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 不论是在酸性还是碱性条件下均不能大量共存。如漂白粉遇到亚硫酸盐： $\text{Ca}^{2+} + \text{ClO}^- + \text{SO}_3^{2-} = \text{CaSO}_4 + \text{Cl}^-$ 。
 NO_3^- 不同于 ClO^- ，在酸性条件下 NO_3^- 具有强氧化性，与 Fe^{2+} 、 I^- 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 不能大量共存，而在碱性条件下， NO_3^- 与 I^- 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 可以大量共存。

要点三：含氯化合物——氧化物及应用

1. 一氧化二氯

Cl₂O，俗名次氯酸酐。黄棕色气体，有刺激性气味。溶解性：极易溶于水，溶于四氯化碳，用作氯化剂。

2. 二氧化氯

ClO₂，是一种黄绿色到橙黄色的气体，是国际上公认为安全、无毒的绿色消毒剂。主要用途：是净化饮用水的一种十分有效的净水剂，其中包括良好的除臭与脱色能力、低浓度下高效杀菌和杀病毒能力；还可用于棉纱、麻等天然纤维和纸浆的漂白等。

3. 七氧化二氯

Cl₂O₇，无色油状易挥发液体；强氧化剂；氯的最高价氧化物，高氯酸的酐，Cl₂O₇+H₂O=2HClO₄，常用作催化剂。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	B	D	B	D	C	C	A	D	B
11	12	13	14	15					
C	D	C	AC	B					

16. (1)Ca、Cl、O Ca(ClO₂)₂ 【见解析】
(2)8HI+NaClO₄=4I₂+NaCl+4H₂O 或 12HI+NaClO₄=4HI₂+NaCl+4H₂O
(3)[Ag(NH₃)₂]⁺+Cl⁻+2H⁺=AgCl↓+2NH₄⁺
(4)用玻璃棒蘸取溶液 I，点在蓝色石蕊试纸上，呈红色说明溶液中有 H⁺；取溶液于试管中，加入 NaOH 至碱性，加热，将湿润的红色石蕊试纸置于试管口，若试纸变蓝说明有 NH₄⁺
17. (1)恒压滴液漏斗 (2)MnO₂+4H⁺+2Cl⁻ $\xrightarrow{\Delta}$ Mn²⁺+Cl₂↑+2H₂O
(3)使反应生成的 NaOH 再次生成次氯酸钠，提高原料的利用率
(4)C₃H₅N₃O₃+9Cl₂+3H₂O=3NCl₃+3CO₂+9HCl (5)ac【S₂-也能和 Cl₂ 反应】 (6)冰(冷)水洗涤 (7)59.2
18. (1)H、N、O、S (2)H₂NSO₃H 或 NH₃SO₃ (3)NH₄Cl、HCl、BaCl₂
(4)2H₂NSO₃H+3NaClO=2H₂SO₄+3NaCl+N₂↑+H₂O 取少量无色溶液 G 于试管中，加入过量稀盐酸，若无明显现象，滴加氯化钡溶液，若有白色沉淀，说明含有 SO₄²⁻；另取少量溶液 G 于试管中，加入过量硝酸钡，振荡，静置，取上层清液，滴加硝酸银溶液，若有白色沉淀，说明有 Cl⁻。
【检验 Cl⁻是需要把 SO₄²⁻ 除掉才可以，否则硫酸银也会沉淀出来】

4. pH 试纸上有甲基红、溴甲酚绿、百里酚蓝三种指示剂，实验室常用 pH 试纸检测物质的酸碱度(本实验使用的广泛 pH 试纸范围在 1~14)。下列方案设计、现象和结论都正确的是

选项	方案设计	现象和结论
A	将 1~2mL 水滴入 1~2g 过氧化钠固体的试管中，用 pH 试纸测定溶液的酸碱性强弱	pH 试纸显蓝色，pH 为 12，说明有碱性物质产生，溶液无漂白性 溶液中有少量 H ₂ O ₂
B	把充满 SO ₂ 的试管倒立在含水的水槽中，一段时间后，取出试管，用 pH 试纸测定溶液的酸碱性强弱	pH 试纸显红色，pH 为 2，说明有酸性物质产生，溶液无漂白性 ?
C	收集某地雨水于锥形瓶中，每隔一段时间测定雨水样品的 pH	测得雨水 pH 在 5 到 6 之间波动，说明该地区雨水为酸雨 酸雨：pH 小于 5.6 的降雨
D	用玻璃棒蘸取新制氯水，滴在 pH 试纸上	观察到试纸由里到外的颜色为白色、红色、黄色，说明产物显酸性且氯气具有漂白性

8. 二氯化二硫(S₂Cl₂)常用作橡胶的低温硫化剂和粘结剂。可由硫和氯气在 100~110℃直接化合而成。实验室制备 S₂Cl₂ 的实验装置如下。已知：S₂Cl₂ 的熔点：-77℃，沸点：137℃ S₂Cl₂ 遇水剧烈反应。下列叙述错误的是

A. B 中的试剂是饱和食盐水
B. 通入 N₂ 的目的是为了排尽装置中的空气
C. C、E 中可以分别得到副产品漂白液和漂白粉
D. 在 D、E 之间加一个盛有无水 CaCl₂ 的干燥管，实验更安全，产率更高

【HCl 对后续反应没有影响，可以不用除去】

10. 下列说法正确的是

- A. 氯气、溴中毒时，要立即到室外呼吸新鲜空气，必要时进行人工呼吸
B. 铝热反应非常剧烈，操作时要戴上石棉手套和护目镜
C. 用标准液润洗滴定管后，应将润洗液从滴定管上口倒出
D. 溴乙烷与 NaOH 的乙醇溶液共热后，向溶液中加入 AgNO₃ 产生淡黄色沉淀，说明有 Br⁻生成

11. 已知反应(CH₃)₂S+I₂⇌(CH₃)₂SI₂，下列推测不合理的是

- A. 将(CH₃)₂SI₂与淀粉溶液混合，溶液显蓝色
B. (CH₃)₂S 的名称为二甲硫醚，常温下呈液态
C. (CH₃)₂SI₂与水反应生成 CH₄、HI 和 H₂SO₄
D. Cl₂ 可与(CH₃)₂S 反应生成(CH₃)₂SCl₄

沸点：38℃

12. 下列物质对应的化学式不正确的是

- A. 苏打：Na₂CO₃ B. 漂粉精：Ca(ClO)₂ 和 CaCl₂ C. 玛瑙：SiO₂ D. 石膏：2CaSO₄·H₂O
石膏=生石膏

13. 下列表示反应的离子方程式正确的是

- A. 向 FeBr₂ 溶液中通入过量的氯气: $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^{-} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^{-}$
B. NaHCO₃ 溶液与少量的 Ba(OH)₂ 溶液混合: $2\text{HCO}_3^{-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^{-} = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
C. 将 Ba(OH)₂ 溶液滴入明矾[KAl(SO₄)₂·12H₂O]溶液中至沉淀质量最大:
 $\text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Ba}^{2+} + 4\text{OH}^{-} = 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{AlO}_2^{-} + 2\text{H}_2\text{O}$
D. 用醋酸和淀粉-KI 溶液检验加碘盐中的 IO₃⁻: $\text{IO}_3^{-} + 5\text{I}^{-} + 6\text{H}^{+} = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

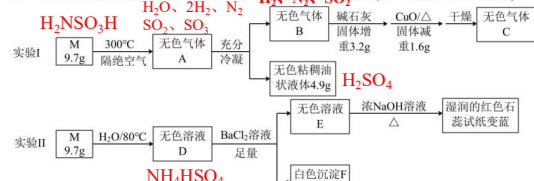
14. 将一定量的氯气通入 60 mL 浓度为 10.00 mol/L 的热的氢氧化钠浓溶液中, 溶液中形成 NaCl、NaClO、NaClO₃ 共存体系。下列判断正确的是

- A. 与 NaOH 反应的氯气一定为 0.3 mol
B. n(Na⁺) : n(Cl⁻) 可能为 7 : 3
C. 若反应中转移的电子为 n mol, 则 0.3 < n < 0.5
D. n(NaCl) : n(NaClO) : n(NaClO₃) 可能为 11 : 2 : 1

15. 用普通圆底烧瓶将某卤化钠和浓硫酸加热至 500℃, 发现产生无色气体, 则该卤化钠是

- A. NaF B. NaCl C. NaBr D. NaI
HF 会腐蚀玻璃 溴化氢和碘化氢容易被浓硫酸氧化 难挥发性酸制易挥发性酸

18. 化合物 M 由 4 种常见元素组成。某兴趣小组进行如下实验(每一步反应均充分进行):

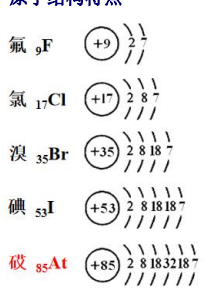


已知: ①M 易形成类似于氨基酸的内盐; ②混合气体 A 中含有单质气体; ③无色粘稠油状液体为纯净物。请回答:

②设计实验验证该无色溶液 G 中的阴离子: _____

要点四: 卤素的性质及X 的检验

原子结构特点



共同点

- ①原子的最外层均为 7 个电子, 都易得 1 个电子形成稳定结构而表现 氧化性;
②最高正价为 +7 (F 除外, F 无正价), 最低负价为 -1;
③卤素单质均为 双 原子分子。

不同点

从 F 到 I, 核电荷数逐渐 增多 电子层数逐渐 增多 原子半径依次 增大, 得电子能力逐渐 减弱, 元素的非金属性 减弱 单质氧化性逐渐 减弱, 阴离子还原性逐渐 增强。

要点四: 卤素的性质及X 的检验

1. 卤素单质性质的相似性

- (1) 都能与大多数金属反应: $2\text{Fe} + 3\text{Br}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeBr}_3$ 、 $\text{Fe} + \text{I}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{FeI}_2$ 。
(2) 都能与 H₂ 反应: $\text{H}_2 + \text{X}_2 = 2\text{HX}$ 。
(3) 都能与水反应: $\text{X}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HX} + \text{HXO}$ (F₂ 例外, $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$)。
(4) 都能与碱液(如 NaOH)反应: $\text{X}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaX} + \text{NaXO} + \text{H}_2\text{O}$ (F₂ 例外)。
 $3\text{X}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 5\text{NaX} + \text{NaXO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (X=Cl、Br、I)

要点四: 卤素的性质及X 的检验

2. 卤素单质性质的递变性

	F ₂	Cl ₂	Br ₂	I ₂	
颜色:	淡黄绿色	黄绿色	深红棕色	紫黑色	逐渐加深
熔、沸点:	气体	气体	液体	固体	逐渐升高
密度:					逐渐增大
氧化性:					逐渐减弱
还原性(X ⁻):					逐渐增强
稳定性(HX):					逐渐减弱
酸性(HX):					逐渐增强

要点四: 卤素的性质及X 的检验

以下关于氟、氯、溴、碘的性质叙述错误的是()

- ①HF、HCl、HBr、HI 中酸性最强的是 HF
②单质 F₂、Cl₂、Br₂、I₂ 中, I₂ 沸点最高
③单质 F₂、Cl₂、Br₂、I₂ 中, 氧化性最强的是 F₂
④HF、HCl、HBr、HI 还原性最强的是 HI
⑤单质 F₂、Cl₂、Br₂、I₂ 中, 与氢化合最容易的是 F₂
⑥HF、HCl、HBr、HI 沸点最高的是 HI
⑦HF、HCl、HBr、HI 稳定性逐渐减弱
A. 只有① B. ②⑤⑦ C. ①⑥ D. ③④

要点四：卤素的性质及X⁻的检验

3. 卤素离子的检验方法

(1) AgNO₃ 溶液——沉淀法

未知液 $\xrightarrow[\text{溶液和稀硝酸}]{\text{滴加AgNO}_3}$ 生成 $\begin{cases} \text{白} \text{色沉淀, 则有Cl}^- \\ \text{浅黄} \text{色沉淀, 则有Br}^- \\ \text{黄} \text{色沉淀, 则有I}^- \end{cases}$

AgF易溶于水

要点四：卤素的性质及X⁻的检验

(2) 置换——萃取法

未知液 $\xrightarrow[\text{振荡}]{\text{加适量新制饱和氯水}} \xrightarrow[\text{振荡}]{\text{加入CCl}_4(\text{下层}) \text{或汽油}(\text{上层})}$

有机层呈 $\begin{cases} \text{红棕色或橙红色, 表明有Br}^- \\ \text{紫色、浅紫色或紫红色, 表明有I}^- \end{cases}$

	水	苯	四氯化碳
Br ₂	黄→橙	橙→橙红	橙→橙红
I ₂	黄→棕黄	淡紫→紫红	紫→紫红

(3) 氧化——淀粉法检验 I⁻

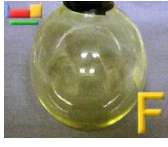
未知液 $\xrightarrow[\text{振荡}]{\text{加入适量新制饱和氯水(或双氧水)}} \xrightarrow[\text{振荡}]{\text{淀粉溶液}} \text{蓝} \text{色溶液, 表明有I}^-$

要点四：卤素的性质及X⁻的检验

4. 卤素的特殊性

氟

- (1) 单质氧化性最强;
- (2) F⁻还原性最弱;
- (3) HF酸腐蚀玻璃;
- (4) AgF溶于水, CaF₂难溶;
- (5) F元素无正价;
- (6) 次氟酸HFO, 但F为-1价;
- (7) HF水溶液呈弱酸性, 而HCl、HBr、HI水溶液为强酸性;
- (8) 氢氟酸可存于塑料容器或铅制容器中。



要点四：卤素的性质及X⁻的检验

4. 卤素的特殊性

溴

- (1) 液溴为棕红色液体, 易挥发;
- (2) 腐蚀皮肤、橡胶;
- (3) 保存液溴: 密闭, 冷暗处, 液(水)封, 玻璃塞;
- (4) 溴在水中溶解度很小, 溴水呈橙色;
- (5) 溴易溶于酒精, 四氯化碳, 汽油, 苯等有机溶剂中, 主要呈深棕红色(溴本身的颜色)。
- (6) 溴化氢极易溶于水; 氢溴酸: 挥发性强酸, 冒白雾。
- (7) HBr及氢溴酸有较强还原性, 不能用浓硫酸干燥。
- (8) AgBr见光分解用于感光材料;
- (9) 单质溴的氧化性强, 如: $3\text{Br}_2 + 2\text{Fe} = 2\text{FeBr}_3$, $\text{Br}_2 + \text{Cu} = \text{CuBr}_2$, $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 。



要点四：卤素的性质及X⁻的检验

4. 卤素的特殊性

碘

- (1) 紫黑色固体, 易升华(保存: 密闭, 冷暗处);
- (2) 碘在水中溶解度很小, 碘水呈黄色;
- (3) 碘易溶于酒精, 四氯化碳, 汽油, 苯等有机溶剂中, 主要呈紫红色(碘本身的颜色)。
- (4) 单质碘遇淀粉变蓝, 可检验碘单质; (KI-淀粉试纸检验Cl₂的存在);
- (5) HI极易溶于水, 氢碘酸: 挥发性强酸, 冒白雾;
- (6) HI和氢碘酸有强还原性, 不能用浓硫酸干燥;
- (7) AgI用于人工降雨;
- (8) 单质碘的氧化性不强, 如: $\text{I}_2 + \text{Fe} = \text{FeI}_2$, $\text{I}_2 + 2\text{Cu} = 2\text{CuI}$ 。



要点四：卤素的性质及X⁻的检验

5. 拟卤素与卤素互化物

① 拟卤素: 拟卤素是指由二个或二个以上非金属元素原子组成的原子团, 这些原子团在自由状态时, 与卤素单质的性质相似。如氰(CN)₂、硫氰(SCN)₂、硒氰(SeCN)₂、氧氰(OCN)₂。
氧化性: $\text{F}_2 > (\text{OCN})_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > (\text{CN})_2 > (\text{SCN})_2 > \text{I}_2 > (\text{SeCN})_2$
还原性: $\text{F} < \text{OCN}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{CN}^- < \text{SCN}^- < \text{I}^- < \text{SeCN}^-$
② 卤素互化物: 不同卤素原子之间可通过共用电子对形成物质叫卤素互化物。在卤素互化物中, 原子半径较大、非金属性较弱的卤素(用X表示)显正价; 原子半径较小、非金属性较强的卤素(用Y表示)显负价。由于卤素有+1, +3, +5, +7等多种正价, 而负价只有-1价, 故卤素互化物通式为(XY)_n (n=1,3,5,7)。如IBr, IBr₃, BrF₃, IF₇, IF₅等显不同价态的卤素互化物

要点四：卤素的性质及X⁻的检验

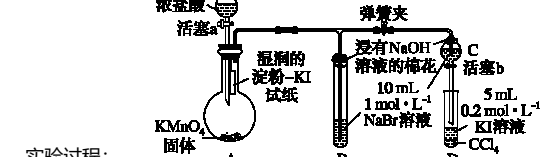
一氯化碘(ICl)、三氯化碘(ICl₃)是卤素互化物，它们的性质与卤素单质相似。

(1) ICl₃与水反应的产物可能为 HCl、HIO₂ (填化学式)。

(2) ICl在常温下与烧碱溶液反应的离子方程式为 ICl + 2OH⁻ = Cl⁻ + IO⁻ + H₂O，该反应是否是氧化还原反应？ 否 (填“是”或“否”)。

要点四：卤素的性质及X⁻的检验

5. 为验证卤素单质氧化性的相对强弱，某小组用下图所示装置进行实验(夹持仪器已略去，气密性已检验)。



实验过程：
I. 打开弹簧夹，打开活塞a，滴加浓盐酸。
II. 当B和C中的溶液都变为黄色时，夹紧弹簧夹。
III. 当B中溶液由黄色变为红棕色时，关闭活塞a。
IV.

要点四：卤素的性质及X⁻的检验

(1) A中产生黄绿色气体，其电子式是 :Cl:Cl:。

(2) 验证氯气的氧化性强于碘的实验现象是 湿润的淀粉-KI试纸变蓝。

(3) B中溶液发生反应的离子方程式是 Cl₂ + 2Br⁻ = Br₂ + 2Cl⁻。

(4) 为验证溴的氧化性强于碘，过程IV的操作和现象是 打开活塞b，将少量C中溶液滴入D中，关闭活塞b，取下D振荡，静置后CCl₄层变为紫红色。

(5) 过程III实验的目的是 确认C的黄色溶液中无Cl₂，排除Cl₂对溴置换碘实验的干扰。

(6) 氯、溴、碘单质的氧化性逐渐减弱的原因：同主族元素从上到下，原子半径逐渐增大，得电子能力逐渐减弱。

要点五：卤素单质提取工艺流程

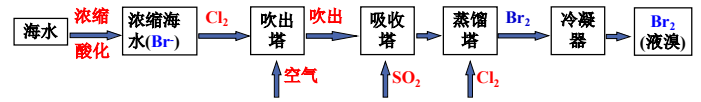
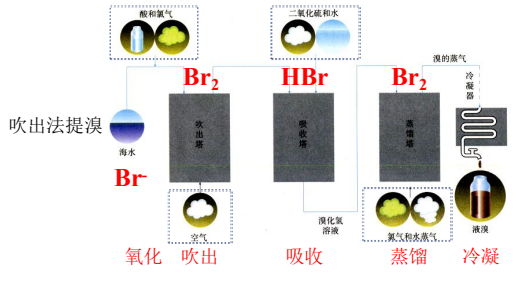
1. 氯的提取——氯碱工业

海水 $\xrightarrow{\text{精制}}$ 粗盐 $\xrightarrow{\text{电解}}$ 饱和食盐水 $\xrightarrow{\text{电解}}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{阳极产物: Cl}_2 \\ \text{阴极产物: H}_2、\text{NaOH} \end{array} \right.$

化学方程式为 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$

要点五：卤素单质提取工艺流程

2. 海水提取溴



①酸化：将海水浓缩，用硫酸将浓缩的海水酸化。
②氯化：向酸化的海水中通入适量的氯气，使溴离子转化为溴单质。
③吹出：向含溴单质的水溶液中通入空气，将溴单质吹入含SO₂的吸收塔内。
④吸收：溴单质被吸收塔内的SO₂吸收，转化为Br⁻，被富集。
⑤蒸馏：再向吸收塔内通入适量的氯气，并蒸馏。 $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$
⑥冷凝：将溴蒸气冷凝成液溴。 $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Br}^-$
⑦粗溴的提取及精制过程中反应的化学方程式：
 $3\text{Br}_2 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 = 5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{CO}_2 \uparrow$
 $5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Br}_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$

要点五：卤素单质提取工艺流程

3. 海带中提取碘

坩埚、酒精灯、泥三角、玻璃棒

