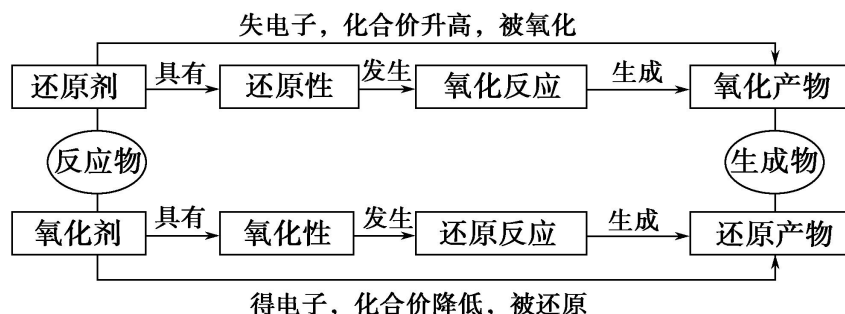


化学第一讲 氧化还原反应

【核心考点梳理】

考点一、氧化还原反应的基本概念之间的关系



考点二、常见的氧化剂和还原剂

1. 常见氧化剂及对应的还原产物

氧化剂	$\text{Cl}_2(\text{X}_2)$	O_2	Fe^{3+}	酸性 KMnO_4 、	MnO_2
还原产物					

氧化剂	HClO	浓 H_2SO_4	HNO_3	H_2O_2	PbO_2	FeO_4^{2-}
还原产物						

2. 常见还原剂及对应的氧化产物

还原剂	金属单质	Fe^{2+}	$\text{H}_2\text{S}/\text{S}^{2-}$	$\text{SO}_2/\text{SO}_3^{2-}$	HI/I^-	NH_3	CO
氧化产物	金属离子						

3. 理清常考氧化剂(还原产物)与还原剂(氧化产物)

(1) 氧化剂及还原产物。

氧化剂	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 或 CrO_4^{2-}	ClO^-	ClO_3^-	H_2O_2	O_3	MnO_4^-
还原产物						

(2) 还原剂及氧化产物。

还原剂	H_2SO_3 、 SO_2 、 SO_3^{2-}	H_2O_2	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 或 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 或	AsO_3^{3-}	CN^-
-----	--	------------------------	---	------------------------------------	---------------------	---------------

--	--	--	--	--	--	--

考点三、几种特殊元素的转化

考点四、常见六个问题辨析

考点五、氧化还原反应“四大规律”的应用

规律	应用
强弱律	
价态律	
优先律 优先律	
守恒律	

熟记反应先后两大规律

(1)同一还原剂与多种氧化剂发生氧化还原反应的先后顺序：

(2)同一氧化剂与多种还原剂发生氧化还原反应的先后顺序：

考点六、氧化还原反应的解题技巧

1. 正确理解氧化还原反应的实质

理解概念抓实质，解题应用靠特征，即从氧化还原反应的实质——电子转移去分析理解有关概念，而在实际解题过程中，应从分析元素化合价有无变化这一氧化还原反应的特征入手。具体方法是找变价、判类型、分升降、定其他。其中“找变价”是非常关键的一步，特别是不同反应物中含有同种元素的氧化还原反应，必须弄清元素化合价的变化情况。

2. 解答氧化还原反应题目的3个步骤

第一步：依据题意，分析概念

“升失氧，降得还；剂性一致，其他相反”。“剂性一致”是指氧化剂具有氧化性，还原剂具有

还原性。“其他相反”是指氧化剂被还原，发生氧化反应，生成还原产物；还原剂被氧化，发生氧化反应，生成氧化产物。

第二步：依据规律判断反应的合理性

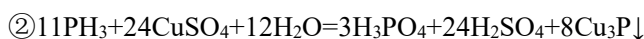
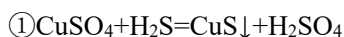
氧化还原反应遵循化合价互不交叉规律，强弱规律等。同时要掌握化合价与氧化性的关系，“高价氧，低价还，中间价态两面转。”

第三步：利用电子守恒进行定量判断

有关氧化还原反应的定量问题，利用得、失电子守恒法可以简化计算过程。对于生疏的或多步氧化还原反应，可直接找出起始的氧化剂、还原剂和最终的还原产物、氧化产物，利用原子守恒和电子守恒，建立已知量与未知量的关系，快速列等式求解。

【真题回顾练】

1. (2021·北京真题) 用电石(主要成分为 CaC_2 ，含 CaS 和 Ca_3P_2 等)制取乙炔时，常用 CuSO_4 溶液除去乙炔中的杂质。反应为：



下列分析不正确的是

- A. CaS 、 Ca_3P_2 发生水解反应的化学方程式： $\text{CaS} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 、 $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{PH}_3 \uparrow$
- B. 不能依据反应①比较硫酸与氢硫酸的酸性强弱
- C. 反应②中每 24 mol CuSO_4 氧化 11 mol PH_3
- D. 用酸性 KMnO_4 溶液验证乙炔还原性时， H_2S 、 PH_3 有干扰

2. (2021·天津真题) 关于反应 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 所涉及的物质，下列说法错误的是

- A. H_2SO_4 在该反应中为氧化剂
- B. Na_2SO_3 容易被空气中的 O_2 氧化变质
- C. Na_2SO_4 是含有共价键的离子化合物
- D. SO_2 是导致酸雨的主要有害污染物

3. (2021·山东真题) 实验室中利用固体 KMnO_4 进行如图实验，下列说法错误的是



- A. G 与 H 均为氧化产物
- B. 实验中 KMnO_4 只作氧化剂
- C. Mn 元素至少参与了 3 个氧化还原反应
- D. G 与 H 的物质的量之和可能为 0.25mol

4. (2021·湖南真题) KIO_3 常用作食盐中的补碘剂，可用“氯酸钾氧化法”制备，该方法的第一步反应为 $6\text{I}_2 + 11\text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 6\text{KH}(\text{IO}_3)_2 + 5\text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow$ 。下列说法错误的是

- A. 产生 22.4L(标准状况)Cl₂时，反应中转移10mol e⁻
- B. 反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 11: 6
- C. 可用石灰乳吸收反应产生的Cl₂制备漂白粉
- D. 可用酸化的淀粉碘化钾溶液检验食盐中IO₃⁻的存在
5. (2021.6·浙江真题) 关于反应 $K_2H_3IO_6 + 9HI = 2KI + 4I_2 + 6H_2O$ ，下列说法正确的是
- A. K₂H₃IO₆发生氧化反应
- B. KI 是还原产物
- C. 生成 12.7g I₂时，转移 0.1mol 电子
- D. 还原剂与氧化剂的物质的量之比为 7: 1
6. (2021.1·浙江真题) 关于反应 $8NH_3 + 6NO_2 = 7N_2 + 12H_2O$ ，下列说法正确的是
- A. NH₃中 H 元素被氧化
- B. NO₂在反应过程中失去电子
- C. 还原剂与氧化剂的物质的量之比为 3: 4
- D. 氧化产物与还原产物的质量之比为 4: 3
7. (2020.7·浙江真题) 反应 $MnO_2 + 4HCl(浓) \xrightarrow{\text{加热}} MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$ 中，氧化产物与还原产物的物质的量之比是
- A. 1:2
- B. 1:1
- C. 2:1
- D. 4:1
8. (2020·北京真题) 水与下列物质反应时，水表现出氧化性的是
- A. Na
- B. Cl₂
- C. NO₂
- D. Na₂O
9. (2020·海南真题) 含下列有害组分的尾气，常用 NaOH 溶液吸收以保护环境。吸收过程中发生歧化反应的是
- A. SO₃
- B. Cl₂
- C. NO₂
- D. HBr
10. (2020·山东真题) 下列叙述不涉及氧化还原反应的是
- A. 谷物发酵酿造食醋
- B. 小苏打用作食品膨松剂
- C. 含氯消毒剂用于环境消毒
- D. 大气中 NO₂ 参与酸雨形成

【模拟仿真练】

1. (2022·湖南岳阳·一模) 过二硫酸是一种硫的含氧酸，化学式 H₂S₂O₈。它的结构可以表示成 HO₃SOOSO₃H。它的盐称为过二硫酸盐，在工业上用途广泛，用作强氧化剂等。下列反应分别是 Cr³⁺ 与过二硫酸盐和高锰酸盐反应的离子方程式(未配平)，下列说法中错误的是
- I. $Cr^{3+} + S_2O_8^{2-} + H_2O \xrightarrow[\Delta]{Ag^+ \text{催化}} Cr_2O_7^{2-} + SO_4^{2-} + H^+$
- II. $Cr^{3+} + MnO_4^- + H_2O \xrightarrow{\Delta} Cr_2O_7^{2-} + Mn^{2+} + H^+$
- A. 过二硫酸根中显 -2 价的氧原子和显 -1 价的氧原子的数目比是 3: 1
- B. 反应I中氧化剂和还原剂物质的量之比是 3: 2
- C. 反应II中每生成 1mol Cr₂O₇²⁻，转移电子的物质的量为 6mol

D. 若反应I和反应II中消耗的 Cr^{3+} 的物质的量相同，则I和II中消耗的氧化剂的物质的量之比为 2:5

2. (2022·重庆·一模) Cu_2HgI_4 是一种红色固体，常用作示温涂料。制备反应为：

$2\text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{K}_2\text{HgI}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}_2\text{HgI}_4 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。已知： N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列有关方程式中的物质说法正确的是

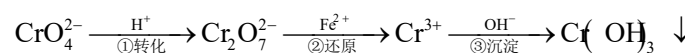
- A. 上述反应中生成 1mol Cu_2HgI_4 时，转移的电子数为 $2N_A$
- B. 标准状态下，44.8L 水中所含 O 原子数为 $2N_A$
- C. 标准状态下，22.4L SO_2 与足量的 O_2 反应，生成 SO_3 的分子数为 N_A
- D. 1L 0.1mol/L CuSO_4 溶液中 Cu^{2+} 数目为 $0.1N_A$

3. (2022·湖南长沙·一模) 雄黄(As_4S_4)和雌黄(As_2S_3)是提取砷的主要矿物原料，二者在自然界中共生， As_2S_3 和 HNO_3 有如下反应：

$\text{As}_2\text{S}_3 + 10\text{H}^+ + 10\text{NO}_3^- = 2\text{H}_3\text{AsO}_4 + 3\text{S} + 10\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法错误的是

- A. 生成 1mol H_3AsO_4 ，则反应中转移电子的物质的量为 5 mol
- B. 若将该反应设计成原电池，则 NO_2 应该在负极附近逸出
- C. 反应产生的 NO_2 可用 NaOH 溶液吸收
- D. 氧化剂和还原剂的物质的量之比为 10:1

4. (2022·湖南长沙·一模) 处理工业废水中 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 $\text{Cr}_2\text{O}_4^{2-}$ 的工艺流程如下：



已知：(1) $\text{Cr}_2\text{O}_4^{2-}$ (黄色)， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色)

(2) 常温下， $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 的溶度积 $K_{sp} = 10^{-32}$

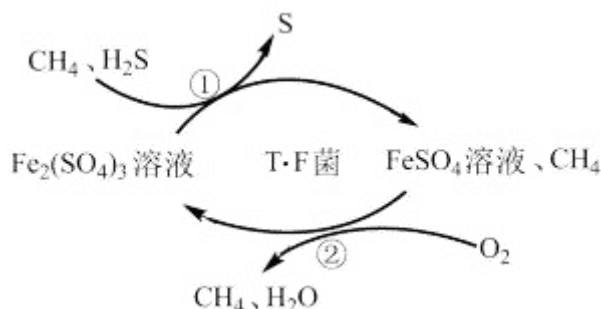
下列说法错误的是

- A. 第①步存在平衡： $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- B. 常温下，pH > 5 时 Cr^{3+} 沉淀完全
- C. 第②步能说明氧化性： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Fe}^{3+}$
- D. 稀释 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液时，溶液中各离子浓度均减小

5. (2022·山西吕梁·一模) 下列关于反应 $\text{MnO}_4^- + \text{Cu}_2\text{S} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ (未配平) 的说法中不正确的是

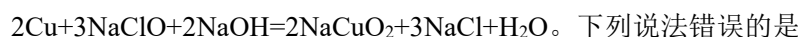
- A. 被氧化的元素 Cu 和 S
- B. 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 8:5
- C. 生成 2.24L (标况下) SO_2 ，转移电子的物质的量是 0.8mol
- D. 还原性的强弱关系是： $\text{Mn}^{2+} > \text{Cu}_2\text{S}$

6. (2022·重庆·一模) 天然气中含有有毒气体 H_2S ，用下图所示流程可实现天然气在氧化亚铁硫杆菌(T·F 菌)作用下催化脱硫。下列说法不正确的是



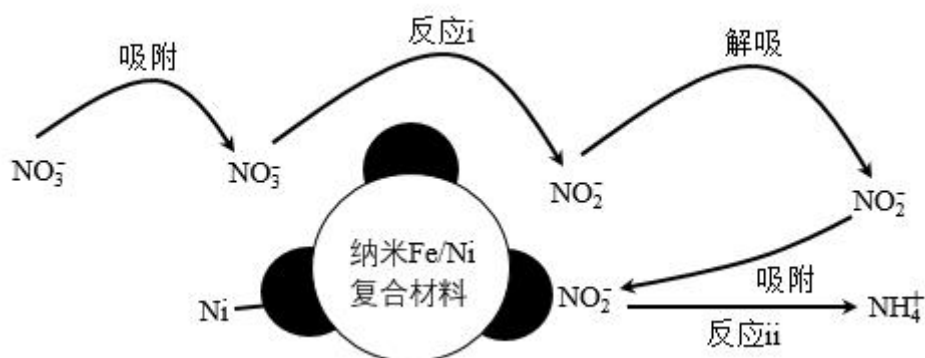
- A. 过程①的 pH 降低，过程②的 pH 升高
- B. 该脱硫过程可以在中性环境中进行
- C. 该脱硫过程不需要补充 FeSO_4 溶液
- D. 该脱硫过程的总反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1:2

7. (2022·安徽·淮北市教育科学研究所一模) 高铜酸钠(NaCuO_2)是黑色难溶于水的固体，具有强氧化性，在中性或碱性环境下稳定。一种制备高铜酸钠的原理为：



- A. NaCuO_2 中铜的化合价为 +3 价
- B. 1mol ClO^- 参加反应转移 2mol 电子
- C. 反应中氧化产物和还原产物的物质的量之比为 2:3
- D. NaCuO_2 与稀硫酸反应的离子方程式为： $4\text{CuO}_2^- + 12\text{H}^+ = 4\text{Cu}^{2+} + \text{O}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

8. (2022·湖南邵阳·一模) 酸性环境中，纳米 Fe/Ni 去除 NO_3^- 过程中的含氮微粒变化如图所示，溶液中铁以 Fe^{2+} 形式存在。下列有关说法不正确的是



- A. 反应ii的离子方程式为： $\text{NO}_2^- + 3\text{Fe} + 8\text{H}^+ = \text{NH}_4^+ + 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 增大单位体积水体中纳米 Fe/Ni 的投入量，可提高 NO_3^- 的去除效果
- C. 假设反应过程都能彻底进行，反应i、ii消耗的铁的物质的量之比为 3:1
- D. $a\text{ mol NO}_3^-$ 完全转化为 NH_4^+ 至少需要 $4a\text{ mol}$ 的铁

9. (2022·河南郑州·一模) 甲酸钙 $[(\text{HCOO})_2\text{Ca}]$ 是一种新型猪饲料添加剂。实验室制取甲酸

钙方法之一，是将 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和甲醛溶液依次加入质量分数为 30%~70% 的 H_2O_2 中。下列说法错误的是

- A. 反应温度不宜过高
- B. 该反应中被还原的元素只有 O
- C. 参加反应的氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1: 1
- D. 每生成 26 g $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ ，反应转移电子的物质的量为 0.4 mol

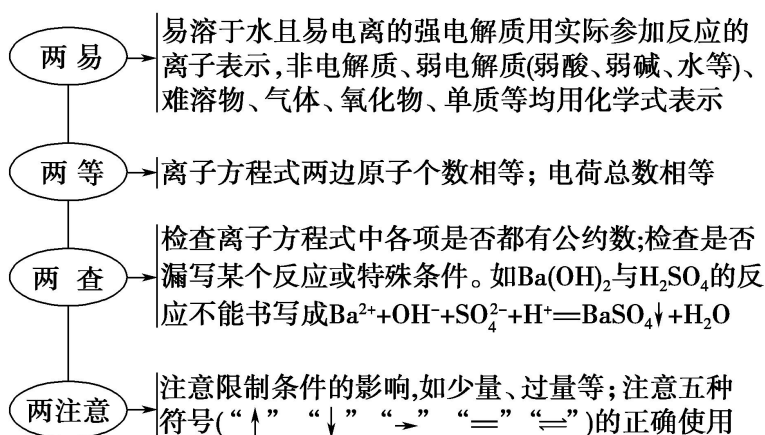
化学第二讲 离子反应

【核心考点梳理】

考点一 四种离子反应类型

反应类型		不能大量共存的离子
复分解反应	生成沉淀	
	生成气体	
	生成弱电解质	
氧化还原反应		
盐的双水解		
络合反应		

考点二 离子方程式正误判断



考点三 离子共存的四大题设“陷阱”

条件类型	常见表述	误点点拨
常见的限制条件	“无色”	
	“pH=1”或“pH=13”	
	“因发生氧化还原反应而不能大量共存”	
	“透明”	
常见的隐含条件	“与 Al 反应放出 H_2 ”	
	“由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ”的溶液	
	“通入足量的 NH_3 ”	

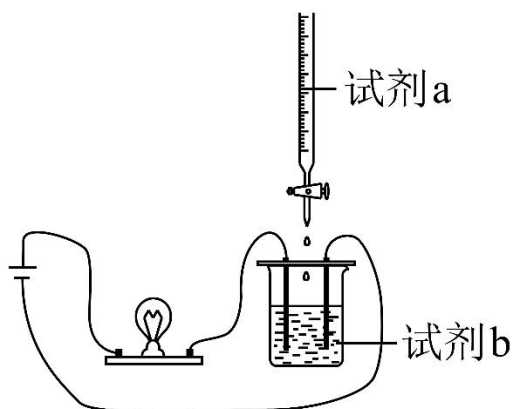
	含有大量 Fe^{3+} 的溶液	
	含有大量 AlO_2^- 、 S^{2-} 的溶液	
	含有大量 NO_3^- 的溶液	
相互促进 水解	NH_4^+ 与 CH_3COO^- 、 CO_3^{2-} ， Mg^{2+} 与 HCO_3^- 等组合	
	Al^{3+} 与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 AlO_2^- 、 HS^- 、 S^{2-} ； Fe^{3+} 与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 AlO_2^- 、 ClO^-	
题干要求	(1)“一定大量共存” (2)“可能大量共存” (3)“不能大量共存”	审清关键词

考点四 离子推断

- 肯定性原则：根据现象推断溶液中肯定存在或肯定不存在的离子(记住常见有色离子)。
- 互斥性原则：在肯定某些离子存在的同时，结合离子共存规律，否定一些离子的存在(注意题目中的隐含条件，如酸性、碱性、指示剂变化、水的电离情况等)。
- 电中性原则：溶液呈电中性，一定既有阳离子，又有阴离子，且溶液中正电荷总数与负电荷总数相等(这一原则可帮助我们确定一些隐含的离子)。
- 进出性原则：指在实验过程中反应生成的离子或引入的离子对后续实验的干扰。

【真题回顾练】

- (2021·广东真题) 宏观辨识与微观探析是化学学科核心素养之一。下列物质性质实验对应的反应方程式书写正确的是
 - Na_2O_2 放入水中： $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
 - $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 通过灼热铁粉： $3\text{H}_2\text{O} + 2\text{Fe} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2$
 - 铜丝插入热的浓硫酸中： $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$
 - SO_2 通入酸性 KMnO_4 溶液中： $5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{MnO}_4^- = 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{Mn}^{2+}$
- (2021·北京真题) 使用如图装置(搅拌装置略)探究溶液离子浓度变化，灯光变化不可能出现“亮→暗(或灭)→亮”现象的是



选项	A	B	C	D
试剂 a	CuSO ₄	NH ₄ HCO ₃	H ₂ SO ₄	CH ₃ COOH
试剂 b	Ba(OH) ₂	Ca(OH) ₂	Ba(OH) ₂	NH ₃ ·H ₂ O

3. (2021·福建真题) 室温下，下列各组离子一定能与指定溶液共存的是

- A. 0.2mol·L⁻¹的 NH₄Cl 溶液：Na⁺、K⁺、SO₄²⁻、SiO₃²⁻
- B. 0.1mol·L⁻¹的 FeCl₃ 溶液：NH₄⁺、Ca²⁺、Br⁻、SCN⁻
- C. 0.2mol·L⁻¹的 H₂SO₄ 溶液：Mg²⁺、Fe²⁺、NO₃⁻、Cl⁻
- D. 0.1mol·L⁻¹的 Ba(OH)₂ 溶液：Na⁺、K⁺、Cl⁻、ClO⁻

4. (2021·湖北真题) 对于下列实验，不能正确描述其反应的离子方程式是

- A. 向氢氧化钡溶液中加入盐酸：H⁺+OH⁻=H₂O
- B. 向硝酸银溶液中滴加少量碘化钾溶液：Ag⁺+I⁻=AgI↓
- C. 向烧碱溶液中加入一小段铝片：2Al+2OH⁻+6H₂O=2[Al(OH)₄]⁻+3H₂↑
- D. 向次氯酸钙溶液中通入少量二氧化碳气体：ClO⁻+CO₂+H₂O=HClO+HCO₃⁻

5. (2021·天津真题) 常温下，下列各组离子在给定溶液中能大量共存的是

- A. pH=1 的溶液：Fe²⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻、NO₃⁻
- B. pH=12 的溶液：K⁺、Na⁺、NO₃⁻、CO₃²⁻
- C. pH=7 的溶液：Na⁺、Cu²⁺、S²⁻、Cl⁻
- D. pH=7 的溶液：Al³⁺、K⁺、Cl⁻、HCO₃⁻

6. (2021·湖南真题) 对下列粒子组在溶液中能否大量共存的判断和分析均正确的是

	粒子组	判断和分析
A	Na ⁺ 、Al ³⁺ 、Cl ⁻ 、NH ₃ ·H ₂ O	不能大量共存，因发生反应： Al ³⁺ + 4NH ₃ ·H ₂ O = AlO ₂ ⁻ + 4NH ₄ ⁺ + 2H ₂ O

B	H^+ 、 K^+ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 SO_4^{2-}	不能大量共存，因发生反应： $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
C	Na^+ 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 H_2O_2	能大量共存，粒子间不反应
D	H^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 MnO_4^-	能大量共存，粒子间不反应

7. (2020.1·浙江真题) 某固体混合物 X，含有 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 FeCl_3 、 Na_2CO_3 和 CuSO_4 中的几种，进行如下实验：

①X 与水作用有气泡冒出，得到有色沉淀 Y 和弱碱性溶液 Z；

②沉淀 Y 与 NaOH 溶液作用，无变化。

下列说法不正确的是 ()

- A. 往溶液 Z 中加入 Cu 粉，若不溶解，说明 X 中不含 FeCl_3
- B. 混合物 X 中必定含有 Na_2CO_3 ，不含 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- C. 溶液 Z 中溶质主要是钠盐，且必含 NaHCO_3
- D. 灼烧沉淀 Y，可以得到黑色物质

8. (2021.6·浙江真题) 不能正确表示下列变化的离子方程式是

- A. 碳酸镁与稀盐酸反应： $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- B. 亚硫酸氢钠的水解： $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$
- C. 锌溶于氢氧化钠溶液： $\text{Zn} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{H}_2 \uparrow$
- D. 亚硝酸钠与氯化铵溶液受热反应： $\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ \triangleq \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

9. (2021.1·浙江真题) 下列反应的方程式不正确的是

- A. 石灰石与醋酸反应： $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- B. 铜片上电镀银的总反应(银作阳极，硝酸银溶液作电镀液)： $\text{Ag}(\text{阳极}) \xrightarrow{\text{通电}} \text{Ag}(\text{阴极})$
- C. 铜与稀硝酸反应： $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
- D. 明矾溶液中加入少量氢氧化钡溶液： $2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$

10. (2020·北京真题) 下列说法不正确的是

- A. 用碳酸钠溶液处理锅炉水垢： $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}$
- B. 湿润的淀粉碘化钾试纸遇氯气变蓝： $3\text{Cl}_2 + \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{Cl}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+$
- C. 铝粉和氧化铁组成的铝热剂用于焊接钢轨： $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$
- D. 淡黄色的过氧化钠敞口放置变成白色： $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$;
 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$

【模拟仿真练】

1. (2022·广西柳州·二模) 下列指定反应的离子方程式正确的是
- A. AlCl_3 溶液中加入过量浓氨水: $\text{Al}^{3+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{AlO}_2^- + 4\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 向 BaCl_2 溶液中通入 SO_2 : $\text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$
- C. 澄清石灰水中通入过量的二氧化碳: $\text{CO}_2 + \text{OH}^- = \text{HCO}_3^-$
- D. 将铜插入稀硝酸中: $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
2. (2022·山西吕梁·一模) 常温下, 下列各组离子在指定溶液中可能大量共存的是
- A. 在 $\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{H}^+)} = 1 \times 10^{12}$ 的溶液中: HCO_3^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-}
- B. 含有大量 Fe^{3+} 的溶液中: Na^+ 、 OH^- 、 Br^- 、 Na^+
- C. $\text{pH} = 0$ 的溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
- D. 在 $\frac{K_w}{c(\text{OH}^-)} = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中: Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 Br^-
3. (2022·湖南岳阳·一模) 下列离子组中加(或通)入相应试剂后, 判断和分析均正确的是

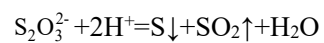
选项	离子组	加(或通)入试剂	判断和分析
A	Na^+ 、 K^+ 、 AlO_2^- 、 Cl^-	足量 NaHCO_3 溶液	不能大量共存, 因 AlO_2^- 和 HCO_3^- 之间会发生完全双水解生成 CO_2 气体和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀
B	Na^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^-	足量 NaOH 溶液	不能大量共存, 会发生下列反应 $\text{Mg}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
C	NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-	足量 CO_2	能大量共存, 粒子间不反应
D	Na^+ 、 K^+ 、 ClO^- 、 Cl^-	少量 SO_2	不能大量共存, 会发生下列氧化还原反应 $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$

4. (2022·重庆·一模) 常温下, 下列各组离子在指定环境中一定能大量共存的是
- A. 澄清透明的中性溶液: Fe^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-
- B. 能使 pH 试纸变深红的溶液: K^+ 、 Na^+ 、 I^- 、 CrO_4^{2-}
- C. $\text{pH} = 13$ 的 NaOH 溶液: Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 AlO_2^-
- D. $c(\text{OH}^-) < \sqrt{K_w}$ 的溶液: Ca^{2+} 、 K^+ 、 NO_2^- 、 CH_3COO^-
5. (2022·广东肇庆·二模) 宏观辨识与微观探析是化学学科核心素养之一。下列对应离子方

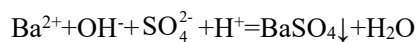
程式书写正确，且能完整解释对应实验现象的是

A. 将小块钠颗粒投入水中，快速游动直至消失： $\text{Na}+\text{H}_2\text{O}=\text{OH}^-+\text{Na}^++\text{H}_2\uparrow$

B. 向硫代硫酸钠溶液中滴加稀硫酸，产生淡黄色沉淀和刺激性气味气体：



C. 向滴有酚酞的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中加入 NaHSO_4 溶液，至溶液恰好变为无色：



D. NaAlO_2 溶液中通入过量 CO_2 ，产生白色沉淀： $2\text{AlO}_2^-+\text{CO}_2+3\text{H}_2\text{O}=2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow+\text{CO}_3^{2-}$

无机化学基本理论

一、化学方程式的书写

1、非氧化还原反应

非氧化还原反应可将反应物看做由离子组成，反应物先分解为离子，离子之间按照电性规则重新组合，得到生成物。可用以下通式表示机理



2、氧化还原反应

元素化合价改变的化学反应叫做氧化还原反应。因非溶液反应机理复杂，此处仅讨论水溶液中的氧化还原反应。溶液中的氧化还原反应可分为两步，第一步，化合价升降（电子转移反应），即



第二步，酸碱反应。酸碱反应的作用是，解决在第一步中生成或消耗 H^+ 、 OH^- 、 O^{2-} 的问题。

生成或消耗 O^{2-} 在第一步电子转移过程中是很常见的现象。根据溶液酸碱性不同，用来解决生成或消耗 O^{2-} 的酸碱反应也不同，示例如下

	反应物多 O^{2-}	示例
酸性	$O^{2-} + 2H^+ = H_2O$	$MnO_4^- + Fe^{2+}$
中性	$O^{2-} + H_2O = 2OH^-$	$MnO_4^- + SO_3^{2-}$
碱性	$O^{2-} + H_2O = 2OH^-$	$MnO_4^{2-} + ClO^-$
	反应物缺 O^{2-}	示例
酸性	$H_2O = O^{2-} + 2H^+$	$MnO_4^- + Cr^{3+}$
中性	$H_2O = O^{2-} + 2H^+$	$MnO_4^- + Mn^{2+}$
碱性	$2OH^- = O^{2-} + H_2O$	I_2 碱性歧化

二、元素周期律

1、原子结构

原子包括原子核和核外电子，可用原子结构示意图简单表达。决定原子性质的最根本参数是核电荷数，等于原子序数。核电荷数又决定了原子的最外层电子数和电子层数，后两者直接地、共同地决定原子的得失电子性。

2、元素周期表

元素周期表是原子按原子序数由小到大排列形成的表格。元素周期表一行元素电子层数相同，最外层电子数从左到右依次增大，称为一个周期；一列元素最外层电子数相同，电子层数从上到下依次增大，称为一个族。

思考：为什么第一周期只有两个元素？过渡元素、镧系锕系元素为什么性质相似？得失电子性的变化规律是什么？为什么分金属和非金属元素？为什么大多数元素是金属元素？金属非金属分界线有什么规律？

3、元素周期律

元素的性质随着元素原子序数的递增而呈周期性变化。元素性质的周期性变化是元素原

子核外电子排布周期性变化的必然结果。

元素的性质包括化合价、原子半径、原子得失电子性、单质氧化还原性、氧化物的酸碱性、氧化物的水化物的酸碱性等。

4、原子的得失电子性

得失电子性是原子最根本的化学性质，得电子性与失电子性此消彼长。

(1) 得失电子性的影响因素和变化规律

最外层电子数和电子层数都影响得失电子性。最外层电子数和电子层数对得失电子性的影响相反。

(2) 得失电子性的定量标度——电负性

电负性是得失电子性的定量标度，值越大，说明原子越易得电子。常见原子得电子能力： $F > O > Cl > N > Br > I > S > C$ ，失电子能力： $K > Na > Li > Ca > Mg > Be > Al > H$ 。

H	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg
2.20	0.98	1.57	2.04	2.55	3.04	3.44	3.98	0.93	1.31

Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Br	I
1.61	1.90	2.19	2.58	3.16	0.82	1.00	2.96	2.66

电负性的应用：

- ①判断元素的金属非金属性强弱；
- ②判断化学键的类型（离子、共价）；
- ③判断元素在化合物中的价态。

5、单质的氧化还原性

单质的氧化还原性由得失电子性决定。得电子性越强，单质氧化性越强；失电子性越强，单质还原性越强。

6、非金属氢化物的稳定性（单质与氢气反应的难易）

非金属氢化物的稳定性由得失电子性决定。得电子性越强，非金属氢化物越稳定；失电子性越强，非金属氢化物越不稳定。

7、最高价氧化物的水化物的酸碱性

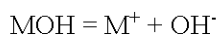
(1) 最高价氧化物水化物的组成和结构

最高价氧化物的水化物要么是氢氧化物，要么由氢氧化物脱水而来，根据脱水量不同可有多种存在形态。结构上，最高价氧化物的水化物由中心原子，羟基，和非羟基氧组成，其中的氢都是以羟基的形式存在，剩余的氧即是非羟基氧。

氢氧化物 原酸	NaOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃ H ₃ AlO ₃	H ₄ SiO ₄	H ₃ PO ₅	H ₆ SO ₆	H ₇ ClO ₇
酸	-	-	H ₃ AlO ₃	H ₂ SiO ₃	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	HClO ₄
偏酸	-	-	HAlO ₂		HPO ₃		
酸酐	-	-	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₄ O ₁₀	SO ₃	Cl ₂ O ₇

(2) 显示酸碱性的原因

羟基有两种电离方式，酸式电离产生 H^+ ，对应的最高价氧化物的水化物显酸性，碱式电离产生 OH^- ，对应的最高价氧化物的水化物显碱性。如果两种电离程度接近，则最高价氧化物的水化物显两性。



M 表示最高价氧化物的水化物除羟基之外的部分。

(3) 最高价氧化物的水化物的酸碱性规律

最高价氧化物的水化物的酸碱性由得失电子性决定。得电子性强，酸式电离为主，最高价氧化物的水化物显酸性；失电子性强，碱式电离为主，最高价氧化物的水化物显碱性；得失电子性相近，最高价氧化物的水化物体现两性。

思考：最高价氧化物的水化物中，酸性和碱性最强的是？两性物质有哪些？比较元素最高价氧化物水化物的碱性：Na, Be, Mg, Ca；比较元素最高价氧化物水化物的酸性：B, Al；C, Si, Ge；N, P, As；S, Se；Cl, Br, I。

(4) 含氧酸的命名

原酸、偏酸、酸酐用于区分含“水”量的多少。焦酸或重酸表示酸双分子脱水形成的二聚酸，多酸表示酸多分子脱水形成的多聚酸。次、亚、正、高表示酸的中心原子价态依次升高。

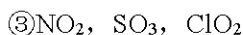
8、物质的氧化还原性

(1) 物质的氧化还原性的影响因素

物质中元素的价态、原子的得失电子性和分子的稳定性都影响氧化还原性。前两者决定物质具有氧化性还是还原性，而分子的不稳定性会加强本身的氧化性或还原性。

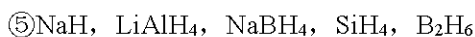
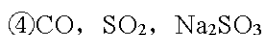
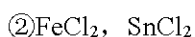
(2) 氧化性物质

判断下列物质具有氧化性的原因



(3) 还原性物质

判断下列物质具有还原性的原因



三、酸碱电离理论

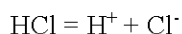
由瑞典科学家阿伦尼乌斯于 1887 年提出。

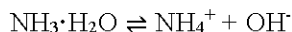
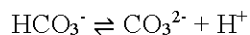
1、酸碱定义

在水溶液中电离出的阳离子全部都是 H^+ 的物质叫酸，电离出的阴离子全部都是 OH^- 的物质叫碱。 H^+ 在水中实际以 H_3O^+ 的形式存在，简写为 H^+ 。酸和碱发生中和反应，生成盐和水。

2、典型反应

电离反应：物质在水中解离出自由移动的离子的过程。



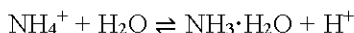
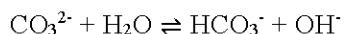


根据电离反应的完全程度可将酸碱分为强酸强碱和弱酸弱碱。完全电离即为强，不完全为弱。

中和反应：本质是 H^+ 和 OH^- 重新结合成 H_2O 的过程



水解反应：弱酸的酸根有夺取水中 H^+ 的倾向，因此可以和水反应；弱碱的阳离子有夺取水中 OH^- 的倾向，也可以和水反应。这些反应都叫水解反应



3、酸碱强弱的比较

酸碱的强度分别用酸式电离常数 K_a 、碱式电离常数 K_b 表示。 K 越大，表明电离越完全，相应的酸碱性就越强。

4、理论优缺点

提出了物质的酸、碱、盐分类法，通过水解反应解释了某些盐溶液非中性的现象。但反应体系局限于溶液，气相的某些反应，如氨气和氯化氢的反应，无法用本理论解释。物质分类较复杂，不利于反应机理的探讨。

四、酸碱质子理论

1、酸碱的定义

能够给出质子的物质称为酸，如 HCl ， H_3O^+ ， H_2O ， NH_4^+ ， H_2CO_3 ， HCO_3^- 。

能够接受质子的物质称为碱，如 Cl^- ， H_2O ， OH^- ， NH_3 ， HCO_3^- ， CO_3^{2-} 。

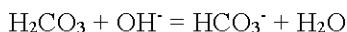
既能给出又能接受质子的物质称为两性物质，如 H_2O ， HCO_3^- 。

既不能给出也不能接受质子的物质不属于酸和碱。该理论中没有盐的概念。

相差一个质子的一对酸碱称为共轭酸碱对。

2、典型反应

酸和碱发生的质子转移反应是中和反应，在酸碱电离理论中的水解反应本质也是中和反应，只不过进行程度比较小



3、酸碱强弱的比较

酸的强弱可以用 K_a 比较，碱的强弱可以通过比较其共轭酸的酸性得到，碱的共轭酸酸性越强，则碱越弱。

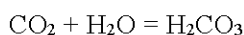
4、理论优缺点

适用范围较广，不仅限于溶液范围。对物质的分类简单，没有盐的概念，仅有一个典型反应，易于进行反应机理的探讨。

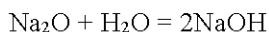
五、氧化物的酸碱性

1、酸碱的定义：

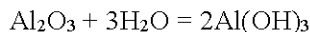
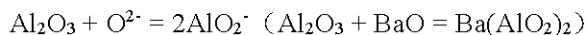
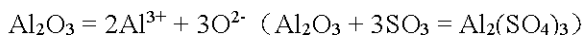
酸性氧化物：能够接受 O^{2-} 的物质或离子，和水反应生成酸，如 CO_2 ， SiO_2 ， SO_2 ， SO_3



碱性氧化物：能够给出 O^{2-} 的物质或离子，和水反应生成碱，如 Na_2O , MgO , CaO



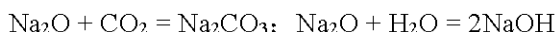
两性氧化物：既能给出又能接受 O^{2-} ，和水反应生成两性水化物，如 Al_2O_3 , BeO , Cr_2O_3 , H_2O



剩余氧化物为不成盐氧化物，如 NO , NO_2 , CO , N_2O , N_2O_4

2、典型反应

中和反应：氧离子转移反应



3、氧化物酸碱性的比较

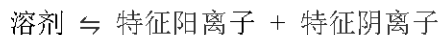
可以用氧化物的水化物比较酸碱性，水化物酸性强，则其对应的氧化物酸性也强，例如酸性 $H_2SO_4 > H_2CO_3 > H_2SiO_3$ ，因此酸性 $SO_3 > CO_2 > SiO_2$ 。碱性 $NaOH > Ca(OH)_2$ ，因此碱性 $Na_2O > CaO$ 。

4、理论优缺点

仅适用于氧化物之间的反应，一般是固体反应。

六、酸碱溶剂理论

一些极性溶剂能够发生自偶电离，如水，乙醇，液氨， $HF(l)$ ， BrF_3 ， N_2O_4 ：



能在溶剂中电离出特征阳离子的物质叫做酸，在溶剂中电离出特征阴离子的物质叫做碱。中和反应：酸 + 碱 = 盐 + 溶剂。

思考：请写出液态 SO_2 中 $SOCl_2$ 和 Cs_2SO_3 的反应。为什么 PCl_5 ， PBr_5 ， N_2O_5 常温下是固体？该理论有哪些优缺点？

七、路易斯酸碱理论（酸碱电子理论）

路易斯酸：接收电子对： H^+ , Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+} , BF_3 , $FeCl_3$, $AlCl_3$, SbF_5 。

路易斯碱：给出电子对： NH_3 , CN^- , F^- , Cl^- , CO , $S_2O_3^{2-}$ 。

中和反应：酸 + 碱 = 酸碱加合物。

路易斯酸碱理论进一步扩大了酸碱范围，可把酸碱概念用于许多有机反应和无溶剂反应。但是范围太大的结果是酸碱特征不明显，酸碱的强弱没有统一的标度，对酸碱的反应方向难以判断。

元素及其化合物的性质

一、钠

1、金属钠

(1) 化学性质：强还原性

与 O_2 反应：常温、加热。

与含有活泼氢的物质反应： H_2O 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 $\text{NH}_3(\text{l})$

(2) 制备：电解法_____

(3) 用途：

①制取 Na_2O_2

②和 KCl 反应制取 K _____。已知 K 、 Na 、 KCl 、 NaCl 沸点依次是 774、883、1437、1465℃，应选取的温度范围是_____，为什么能够用 Na 制备 K ？

③ Na 的焰色为_____，透雾能力强，可以做光源。

2、氧化物

	Na_2O	Na_2O_2
电子式		
物理性质		
与水反应		
与 CO_2 反应		
转化反应		
用途		

3、盐

	Na_2CO_3	NaHCO_3
俗称		
物理性质		
溶解度		
热稳定性		
水溶液碱性		
与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$		
相互转化		
用途		
工业制备		

4、碱金属元素递变规律

从上到下，碱金属元素半径、金属性、与水反应剧烈程度、最高价氧化物水化物的碱性、碳酸盐的溶解度如何变化？

5、对角线规则

在元素周期表上处于“左上和右下”对角线位置的元素具有相似的性质。

二、卤素

化合价-1、+1、+3、+4、+5、+7，各举一例。

1、单质

(1) 结构：共价双原子分子

(2) 物理性质

从 F_2 到 I_2 熔沸点和密度依次升高，因为相对分子质量增加，分子间作用力增强。

F_2 是浅黄绿色气体， Cl_2 是黄绿色气体， Br_2 是红棕色液体， I_2 是紫黑色固体。

溶解性方面，除 F_2 与水反应外，其他的在水中溶解度不高，而易溶于有机溶剂 CS_2 、

CCl_4 中。另外， I_2 可溶于 KI 溶液，这是由于发生了反应： $\text{I}_2 + \text{I}^- = \text{I}_3^-$ 。

(3) 化学性质：氧化性从 F_2 到 I_2 依次降低： F_2 极为活泼，能与所有金属和大多数非金属反应，且总能氧化到最高价态。 Cl_2 、 Br_2 不如 F_2 反应剧烈，且 I_2 往往只能把金属氧化到低价态。

- ①与 Fe 、 Cu 反应
- ②与 H_2 反应及现象
- ③卤素置换反应
- ④与水反应
- ⑤与碱反应

(4) 制备

- ①工业制氯气
- ②实验室制氯气，收集、干燥、检验、尾气处理。

③工业制溴：先在 $\text{pH}=3.5$ 条件下用氯气置换海水中的溴，然后用碳酸钠吸收以后，再加酸重新进行归中反应。请写出相关离子方程式

- ④实验室制 I_2 ：氯气氧化法，氯气不能过量

2、氢化物

(1) 制备

氟化氢通过 CaF_2 和浓硫酸加热反应制备。

氯化氢工业上由 H_2 和 Cl_2 直接化合制备。

溴化氢和碘化氢：工业上由 H_2 和 Br_2 、 I_2 在催化剂存在下加热制备；实验室由 NaBr 、 NaI 和浓磷酸反应制备。

(2) 物理性质

都是无色刺激性气味的气体，极易溶于水，潮湿空气中可形成雾。溶沸点从 HCl 到 HI 逐渐升高， HF 溶沸点反常的高（沸点 19.5°C ）。

(3) 酸性

从 HF 到 HI 酸性逐渐增强， HF 是弱酸，酸性比醋酸强但比磷酸弱，其余氢卤酸都是强酸。

3、卤化物

(1) 分类

其余元素和卤素形成的卤素显负价的化合物叫做卤化物。分为离子型和共价型，对应离子化合物和共价化合物。

一般电荷低或半径大的阳离子和卤素形成的卤化物是离子型卤化物，如碱金属、碱土金属卤化物（除 BeCl_2 ）。电荷高或半径小的阳离子形成的卤化物是共价型卤化物，如 BeCl_2 ， AlCl_3 ， SiCl_4 。低价过渡金属易形成共价型卤化物，如 AgCl ， HgCl_2 。

一般氟易形成离子型卤化物，而碘易形成共价型卤化物。如 AgF 离子性很强，易溶于水，而 AgI 共价性很强，难溶于水。

(2) 离子型卤化物的性质

溶沸点高，无色，易溶于水，水中稳定，不易水解。如 NaCl 熔点 801°C ， CaCl_2 熔点 782°C 。

(3) 共价型卤化物的性质

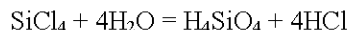
- ①溶沸点明显低，有的室温下是液态，如 SiCl_4 ， TiCl_4 ，有的加热可以升华，如 AlCl_3 ，

PCl_5 。

②有些有颜色，如 AlCl_3 浅黄色， AgI 黄色， HgI_2 红色。

③低价过渡金属卤化物难溶于水，如 AgCl ， AgBr ， AgI ， HgI_2 。

④高价卤化物强烈水解，如 AlCl_3 ， SiCl_4 ， PCl_5 ， TiCl_4 均强烈水解，生成氢氧化物和卤化氢，空气中发烟



4、氧化物

(1) 一氧化二氯 Cl_2O

Cl_2O 是次氯酸的酸酐，因此水中可以水解为次氯酸。

(2) 二氧化氯 ClO_2

黄绿色气体，氯显+4价，因此分子内有单电子，有强氧化性，常用于净水剂。

(3) 七氧化二氯 Cl_2O_7

无色油状液体，强氧化剂，加热易发生爆炸，是高氯酸的酸酐，遇水可反应生成高氯酸。

5、含氧酸及其盐

(1) 次卤酸及其盐

次氯酸钙是漂白粉的主要成分，由含微量水分的消石灰和 Cl_2 制得。

次氯酸钠碱性条件下也有强氧化性，用于制备高铁酸钠等强氧化剂。

(2) 卤酸及其盐

最重要的卤酸盐是氯酸钾，具有强氧化性。碘酸钾也是重要的卤酸盐，食盐中添加的碘即是碘酸钾。

(3) 高卤酸及其盐

纯的高氯酸是无色液体。室温时氧化性较弱，加热时氧化性大大增强。

三、铁

1、单质

(1) 氧气中燃烧

(2) 加热条件下与硫、氯反应

(3) 与水蒸气高温反应

(4) 与酸反应（稀盐酸、稀硫酸、稀硝酸、浓硫酸、浓硝酸）

(5) 与盐溶液反应（ FeCl_3 、 CuSO_4 ）

(6) 工业制法

2、氧化物

FeO 和 Fe_2O_3 是碱性氧化物，都可溶于强酸。 Fe_3O_4 是混合氧化物，溶于盐酸得到 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 。

3、氢氧化物

	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
颜色		
水溶性		
稳定性		
与稀硝酸反应		
与稀硫酸反应		
制备		
转化		

4、铁盐

FeCl_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 。

Fe^{3+} 的氧化性：氧化 Zn 、 Fe 、 Cu 等金属；溶液中氧化 S^{2-} 、 I^- 、 SO_3^{2-} 、 H_2S 、 SO_2 。

Fe^{3+} 的检验： KSCN

5、亚铁盐

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 。

Fe^{2+} 的还原性：

①实验室所用的 FeSO_4 溶液（或 FeCl_2 溶液）必须是新制的，久置会发生变质。请写出溶液中 Fe^{2+} 变质的离子方程式。实验室保存 FeCl_2 或 FeSO_4 溶液，必须往溶液中加入少量_____和_____。

② $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 溶液加酸会发生变质，写出离子方程式。

③ Fe^{2+} 可使酸性高锰酸钾溶液紫色褪去，写出离子方程式。

④如何除去 FeCl_3 溶液中少量 FeCl_2 ，写出方程式。

6、高铁酸盐

一般是 K_2FeO_4 或 Na_2FeO_4 。紫红色晶体，可溶于水，氧化性极强（比 KMnO_4 还强）。用 Cl_2 在 KOH 或 NaOH 溶液中氧化 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 可制备 K_2FeO_4 或 Na_2FeO_4 。高铁酸盐遇到酸性溶液立即分解，一般在碱性溶液中使用。

用高铁酸盐和镁可以组成碱性电池，写出电极反应。

7、配合物

铁氰化钾 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ，俗名赤血盐，因为晶体呈血红色，其水溶液常用于检验 Fe^{2+} 。

亚铁氰化钾 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ，俗名黄血盐，因为晶体呈黄色，其水溶液常用于检验 Fe^{3+} 。

$\text{K}^+ + \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{Fe}^{2+} == \text{KFeFe}(\text{CN})_6\downarrow$ （普鲁士蓝）

$\text{K}^+ + \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} + \text{Fe}^{3+} == \text{KFeFe}(\text{CN})_6\downarrow$ （滕氏蓝），两者是一种物质。