

高中学业水平考试总复习

——化学



湖南教育出版社

目 录

Contents

必修 1

第一章 从实验学化学	001
第二章 化学物质及其变化	005
第三章 金属及其化合物	010
第四章 非金属及其化合物	016
必修 1 模块测试	022

必修 2

第一章 物质结构 元素周期律	025
第二章 化学反应与能量	030
第三章 有机化合物	035
第四章 化学与自然资源的开发利用	040
必修 2 模块测试	045

选修 1 化学与生活

第一章 关注营养平衡	049
第二章 促进身心健康	053
第三章 探索生活材料	056
第四章 保护生存环境	059
选修 1 模块测试	063

过关备忘

湖南省普通高中学业水平考试模拟试卷(一)	078
湖南省普通高中学业水平考试模拟试卷(二)	082
湖南省普通高中学业水平考试模拟试卷(三)	086

湖南省普通高中学业水平考试模拟试卷(四)	090
湖南省普通高中学业水平考试模拟试卷(五)	094
湖南省普通高中学业水平考试模拟试卷(六)	100
湖南省普通高中学业水平考试模拟试卷(七)	106
湖南省普通高中学业水平考试模拟试卷(八)	112

参考答案	118
-------------	-----

必修 1

第一章 从实验学化学

学习目标

内 容	学习目标	能力层次
1. 化学实验基本方法	1. 识别化学药品的安全使用标志	A
	2. 树立实验安全意识, 初步形成良好的实验工作习惯	C
	3. 初步学会物质的检验、分离和提纯的实验技能(物质的分离包括过滤、蒸发、蒸馏、萃取、分液等)	B
	4. 掌握 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 的检验方法	C
2. 化学计量在实验中的应用	1. 认识物质的量(n)、摩尔(mol)、阿伏加德罗常数(N_A)	B
	2. 理解物质的量(n)、摩尔质量(M)、气体摩尔体积(V_m)、物质的质量(m)、粒子数(N)、物质的量浓度(c)之间的关系(认识摩尔是物质的量的基本单位, 能用于简单的化学计算)	C
	3. 学会配制一定物质的量浓度的溶液(初步学会配制, 了解容量瓶在配制中的作用)	C

要点解读

一、化学实验要点

1. 明确有关药品的标志, 了解它的性能, 遵守实验室规则。
2. 认识化学实验常见仪器和基本操作。
3. 使用化学药品时, 不能用手直接拿取药品, 不得尝任何药品的味道, 掌握正确的闻气味的方法等。

二、混合物的分离和提纯

1. 基本原理: 混合物的分离是把混合物中各物质彼此分开的过程, 分开后各物质要恢复到原来状态; 物质的提纯是把物质中所含的杂质除去, 以得到纯净的物质。

2. 基本原则

- (1) 不增: 不要引入新的杂质(若引入, 必须进一步除去);
- (2) 不减: 所需要的物质不要耗减;
- (3) 易分离: 实验过程和操作方法简单易行。

3. 具体做法

- (1) 除杂试剂应稍过量;
- (2) 过量试剂必须除去;
- (3) 除杂途径尽可能简单, 容易操作。

4. 常用的分离和提纯的方法

- (1) 过滤——分离固体和液体混合物的操作方法。例如: 用过滤的方法除去粗盐中少量的泥沙。

过滤操作应注意: 一贴; 二低; 三靠。

- (2) 蒸发和结晶——用来分离和提纯可溶性固体的混合物。例如: 蒸发食盐溶液得到 NaCl 晶体。

(3) 蒸馏——用于分离提纯两种互溶的液体混合物(利用液体混合物中各组分的沸点的不同, 除去易挥发、难挥发或不挥发的杂质)。例如: 除去自来水中杂质离子得到蒸馏水。

(4) 分液和萃取——分液是把两种互不相溶, 密度不同的液体分离的方法。萃取是利用溶质在互不相溶的溶剂里的溶解度不同, 用一种溶剂把溶质从它与另一种溶剂所组成的溶液中提取出来的方法。例如: 用 CCl_4

萃取碘水中的碘，后分液，得到碘的四氯化碳溶液。

三、离子检验

离子	检验试剂	实验现象	化学（离子）方程式
SO_4^{2-}	稀盐酸、氯化钡溶液	产生白色沉淀	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$
CO_3^{2-}	稀盐酸、澄清石灰水	产生能使澄清石灰水变浑浊的无色无味气体	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

四、物质的量 (n)

1. 物质的量是国际单位制中的 7 个基本物理量之一，单位为摩尔 (mol)。

物质的量是以微观粒子为计量对象，使用物质的量时，必须指明粒子。

1 mol 粒子（包括分子、原子、离子、中子、质子、电子等）集体含有阿伏加德罗常数 (N_A) 个粒子。规定阿伏加德罗常数为 0.012 kg ^{12}C 中所含的碳原子数，其近似值为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。

2. 摩尔质量 (M) 是单位物质的量的物质所具有的质量，单位 g/mol。

物质的量和摩尔质量以及微观粒子数 (N) 之间存在着下述关系： $n = N/N_A$ ， $n = m/M$ 。

五、气体摩尔体积 (V_m)

单位物质的量的气体所占体积叫做气体摩尔体积。符号为 V_m ，单位：L/mol (或 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

$V_m = V/n$ 或 $n = V/V_m$ (V 是气体的体积)

标准状况 (0 °C 和 101 kPa) 下任何气体的摩尔体积： V_m 约为 22.4 L/mol。

注意四个要点：①必须是气体（含混合气体），不适用于固体和液体；②物质的量为 1 mol；③标准状况是指 0 °C、101 kPa，不是常温或室温；④体积约为 22.4 L。

物质体积的大小取决于构成这种物质的粒子数目、粒子的大小和粒子之间的距离这三个因素。

六、物质的量在化学实验中的应用

1. 物质的量浓度：物质的量浓度是单位体积溶液里所含溶质 B 的物质的量，用 c_B 表示，单位：mol/L。

$$c_B = n_B/V$$

2. 配制一定物质的量浓度的溶液

仪器：容量瓶（注意容量瓶的选择和使用）、胶头滴管、烧杯、玻璃棒、天平或量筒。

步骤：①计算；②称量；③溶解、冷却；④转移；⑤洗涤；⑥定容；⑦摇匀；⑧装瓶贴标签。

3. 浓溶液稀释： $c(\text{浓溶液}) \cdot V(\text{浓溶液}) = c(\text{稀溶液}) \cdot V(\text{稀溶液})$ 。

例题解析

【例 1】下列实验操作均要用玻璃棒，其中玻璃棒的作用相同的是 ()

①过滤 ②蒸发 ③溶解 ④向容量瓶转移溶液

A. ①和② B. ①和③ C. ③和④ D. ①和④

解析：本题能力层次为 B，考查学生的化学实验基本技能，要求学生认识并了解常见的化学仪器，并掌握它们在中学化学实验中的作用及使用方法，属于容易题。许多化学实验操作要用玻璃棒，它的作用有多种：用玻璃棒搅拌加速固体物质溶解；浓硫酸稀释时用玻璃棒搅拌散热；沾着润湿的试纸检查气体的性质或取溶液滴在试纸上检验溶液的性质；蒸发过程中搅拌防止液体或固体飞溅；过滤或向容量瓶转移液体时起引流作用等。

答案：D

【例 2】现有三组混合物：①酒精和水；②水和四氯化碳；③硫酸钡和稀硝酸。分离以上各混合物的正确方法依次是 _____、_____、_____。

解析：本题能力层次为 B，考查学生对混合物分离的基本方法的掌握程度，要求学生了解每种方法的目的、仪器装置、操作方法，并通过对混合物性质的分析，找出合适的分离方法，属于中等难度题。酒精和水互溶但沸点不同，四氯化碳与水不相溶，硫酸钡是不溶于硝酸的沉淀。

答案：蒸馏 分液 过滤

【例 3】 286 g $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 所含的 Na^+ 的物质的量是 _____, CO_3^{2-} 的物质的量是 _____, 所含 H_2O 分子的数目约为 _____ 个 (用数字表示)。

解析: 本题能力层次为 C, 考查学生对物质的量、质量和粒子数之间关系的掌握情况, 属中等难度题。每个 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 含有 2 个 Na^+ 离子、1 个 CO_3^{2-} 离子、10 个 H_2O 分子, 推知每 1 mol $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 中就含有 2 mol Na^+ 离子、1 mol CO_3^{2-} 离子、10 mol H_2O 分子。

答案: 2 mol 1 mol 6.02×10^{24}

基础过关

1. 以下是一些常用的危险品标志, 装运乙醇的包装箱应贴的图标是 ()



A



B



C



D

2. 用含有泥沙的粗盐去提取 NaCl 的实验不需要用的仪器是 ()

A. 烧杯 B. 玻璃棒 C. 漏斗 D. 分液漏斗

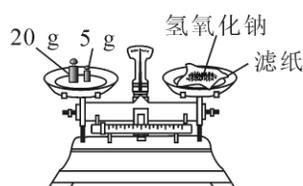
3. 下列有关物理量相应的单位表达错误的是 ()

A. 摩尔质量 g/mol B. 气体摩尔体积 L/mol
C. 溶解度 $\text{g}/100 \text{g}$ D. 密度 g/cm^3

4. 下列叙述正确的是 ()

A. 1 mol H_2O 的质量为 $18 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. 3.01×10^{23} 个 SO_2 分子的质量为 32 g
C. CH_4 的摩尔质量为 16 g D. 标准状况下, 1 mol 任何物质体积均为 22.4 L

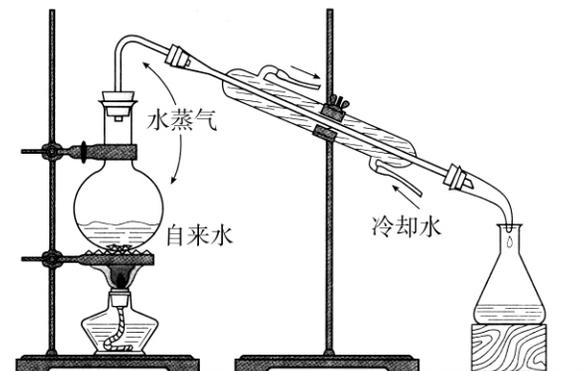
5. 用下列实验装置完成对应的实验, 操作正确并能达到实验目的的是 ()



A. 称量氢氧化钠固体



B. 配制 100 mL $0.10 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸



C. 用自来水制备少量蒸馏水



D. 分离酒精和水的混合物

6. 如果你家里的食用花生油混有水分, 你将采用下列何种方法分离 ()

A. 过滤 B. 蒸馏 C. 分液 D. 萃取

7. 用 N_A 表示阿伏加德罗常数, 下列叙述不正确的是 ()

A. 标准状况下, 22.4 L H_2 含有的分子数为 N_A

- B. 常温常压下, 1.06 g Na_2CO_3 含有的 Na^+ 离子数为 $0.02N_A$
- C. 通常状况下, N_A 个 CO_2 分子占有的体积为 22.4 L
- D. 1 L 物质的量浓度为 0.5 mol/L 的 MgCl_2 溶液中, 含有 Cl^- 个数为 N_A
8. 下列操作中不正确的是 ()
- A. 过滤时, 玻璃棒与三层滤纸的一边接触
- B. 过滤时, 漏斗下端紧贴烧杯内壁
- C. 加热试管内物质时, 试管底部不能与酒精灯灯芯接触
- D. 向试管中滴加液体时, 胶头滴管紧贴试管内壁
9. 将 30 mL 0.5 mol/L NaOH 溶液加水稀释到 500 mL, 稀释后溶液中 NaOH 的物质的量浓度为 ()
- A. 0.3 mol/L B. 0.03 mol/L C. 0.05 mol/L D. 0.04 mol/L
10. H_2O 的摩尔质量是 $18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 9 g H_2O 的物质的量是 ()
- A. 0.1 mol B. 1 mol C. 0.5 mol D. 5 mol
11. 下列各物质中物质的量最多的是 (N_A 表示阿伏加德罗常数) ()
- A. 1 mol CO_2 B. 标准状况下 44.8 L H_2
- C. $3N_A$ 个水分子 D. 1 L 1 mol/L 的葡萄糖溶液中所含的溶质

12. 可用于提纯或分离物质的常用方法有①过滤, ②结晶, ③升华, ④蒸馏, ⑤加热分解, ⑥分液等, 将分离或提纯的编号填入下列各混合物后面的横线上。

- (1) 除去碳酸钠固体中混有的碳酸氢钠: _____。
- (2) 除去石灰水中悬浮的 CaCO_3 颗粒: _____。
- (3) 除去氯化钠固体中混有的碘单质: _____。

13. 24.5 g H_2SO_4 的物质的量是 _____, 1.5 mol Na_2CO_3 的质量是 _____。

14. 某溶液中可能含有 SO_4^{2-} 和 CO_3^{2-} , 为了证明这两种离子确实存在, 设计以下实验: 取少量溶液, 加入过量 _____, 观察到有无色气体放出, 此气体能使澄清石灰水 _____; 再向其中加入 _____ 溶液, 有白色沉淀生成, 则可证明原溶液中有 SO_4^{2-} 和 CO_3^{2-} 。

15. 同温同压下, 同体积的氨气和硫化氢气体的质量之比为 _____; 同质量的氨气和硫化氢气体的体积之比为 _____; 若两者氢原子数相等, 则它的体积之比为 _____。

溶液是一种分散系，其中溶质属于分散质，溶剂属于分散剂。悬浮液和乳浊液也是分散系。

2. 胶体：分散质粒子的直径大小在 1~100 nm 之间的分散系称作“胶体”。胶体的稳定性介于溶液和浊液之间，属于介稳体系。可利用丁达尔效应区分溶液和胶体。

三、酸、碱、盐在水溶液中的电离

在水溶液中或熔融状态下能够导电的化合物称为电解质。酸、碱、盐等电解质在水溶液中的电离：



从电离角度看，电离时生成的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸；电离时生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物叫做碱；盐电离则产生金属阳离子〔或铵根(NH₄⁺)〕和酸根阴离子。

四、离子反应及其发生的条件

1. 离子反应

电解质在溶液中的反应实质上是离子之间的反应，这样的反应称作离子反应。

2. 离子方程式

用实际参加反应的离子符号来表示反应的式子叫做离子方程式，如 Na₂SO₄ 溶液与 BaCl₂ 溶液反应可用：Ba²⁺ + SO₄²⁻ = BaSO₄↓ 来表示。

书写离子方程式可按①写、②拆、③删、④查四步进行。

3. 离子方程式的意义

不仅表示某一个具体的化学反应，而且表示同一类型的离子反应。如所有的强酸溶液和所有的强碱溶液反应生成可溶性盐和水都可用 H⁺ + OH⁻ = H₂O 来表示。

4. 离子反应发生的条件及离子共存问题

下列几种情况离子反应能够发生，那么这些离子就不能大量共存。

①生成难溶物质。如 Cu²⁺ 和 OH⁻ 不能大量共存：Cu²⁺ + 2OH⁻ = Cu(OH)₂↓

②生成挥发性的物质。如 CO₃²⁻ 和 H⁺ 不能大量共存：CO₃²⁻ + 2H⁺ = H₂O + CO₂↑

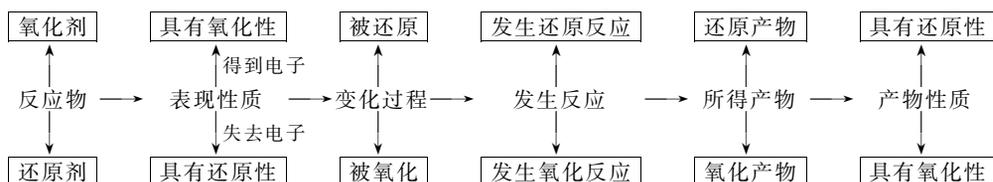
③生成水（难电离的物质）。如 H⁺ 和 OH⁻ 不能大量共存：H⁺ + OH⁻ = H₂O

五、氧化还原反应

1. 本质：反应中有电子转移（得失或偏移）。

2. 标志：反应前后某些元素的化合价发生变化。

3. 有关概念之间的关系



4. 电子转移（得失或偏移）和元素化合价改变的关系

升价（化合价升高）失电（失去电子）还原剂；氧化反应（被氧化）

要牢记。

5. 氧化还原反应和四种基本反应类型的关系（见右图）

置换反应全部属于氧化还原反应。

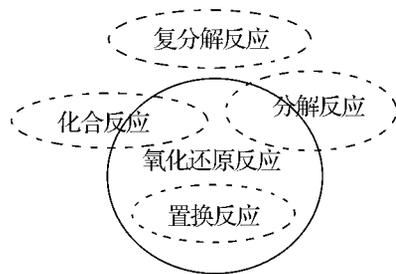
复分解反应全部属于非氧化还原反应。

有单质参加的化合反应和有单质生成的分解反应属于氧化还原反应。

6. 日常生活中常见的氧化还原反应

有利的：①制备某些物质（如金属 Fe、硫酸、硝酸等）；②用 Cl₂、84 消毒液（NaClO）进行的消毒、杀菌；③燃料的燃烧、提供热能等；④化学电源的开发及利用；⑤电镀及防止金属的腐蚀。

有害的：①金属的腐蚀（特别是钢铁的锈蚀）；②食品的腐败；③易燃物的自燃性。



【例 1】 下列物质的分类合理的是 ()

- A. 氧化物: CO_2 、 NO 、 SO_2 、 H_2O
- B. 碱: NaOH 、 KOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 Na_2CO_3
- C. 铵盐: NH_4Cl 、 NH_4NO_3 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- D. 混合物: 冰水混合物、盐酸、漂白粉、空气

解析: 本题是对常见物质分类方法的考查, 属于 B 层次的知识内容。A 选项中应注意 H_2O 是氢元素的氧化物。B 选项中的 Na_2CO_3 虽俗名为纯碱, 其水溶液呈碱性, 但它属于盐。C 选项中的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 属于一元弱碱, 不是铵盐。D 中的冰水混合物属于纯净物 (H_2O)。

答案: A

【例 2】 在下列各溶液中, 离子一定能大量共存的是 ()

- A. 强碱性溶液中: K^+ 、 H^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
- B. 某无色溶液中: Cu^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- C. 含有 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ Ca}^{2+}$ 的溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-
- D. 室温下, 酸性溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}

解析: 本题属于 C 层次的知识内容。 H^+ 在强碱性溶液中不能大量存在, 产生水, 所以 A 错误; Cu^{2+} 有颜色, 所以 B 错误; Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} 反应生成难溶的 CaCO_3 , 所以 C 错误; D 中离子不产生沉淀、气体、水, 所以能共存。

答案: D

【例 3】 下列反应的离子方程式正确的是 ()

- A. 锌片插入硝酸银溶液中: $\text{Zn} + \text{Ag}^+ \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{Ag}$
- B. 铁粉加到稀硫酸中: $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
- C. 石灰石上滴加稀盐酸: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- D. 氢氧化铜加到盐酸中: $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

解析: 本题属于 C 层次的知识内容。A 项中方程式两边电荷总数不相等, B 项不符合客观事实, C 项中 CaCO_3 不溶于水, 应写化学式。

答案: D

【例 4】 下列反应中铁元素被氧化的是 ()

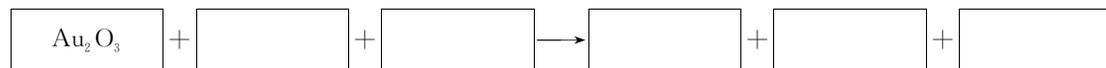
- A. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
- B. $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- C. $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightleftharpoons \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- D. $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

解析: 本题属于 C 层次的知识内容, 旨在考查学生对氧化反应、还原反应的判断。其关键是观察元素化合价的变化情况, 铁元素要被氧化, 其应该是失电子, 化合价升高, A 选项中铁元素化合价降低, B 和 C 选项中铁元素的化合价没有变化, 只有 D 中铁元素的化合价由 0 变到 +2, 被氧化。

答案: D

【例 5】 某反应体系的物质有: NaOH 、 Au_2O_3 、 $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ (连四硫酸钠)、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (硫代硫酸钠)、 Au_2O 、 H_2O 。

(1) 请将 Au_2O_3 之外的反应物与生成物分别填入以下空格内 (不需要配平)。



(2) 反应中, 被还原的元素是 _____, 还原剂是 _____。

解析: 本题能力层次为 C, 考查学生对氧化还原反应概念的理解。氧化还原反应的标志为反应前后元素的化合价发生改变, 化合价有降就必有升。由原子守恒, 产物含有 Au_2O , 其 Au 化合价降低, 故硫元素化合价只能升高, 因此 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 为反应物, $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ 为生成物, 最后依据原子守恒通过观察就可以完成。

答案：(1) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ H_2O $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ Au_2O NaOH (2) Au^{+3} $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

基础过关

1. Na_2CO_3 俗名纯碱，下面是对纯碱采用不同分类法的分类，其中不正确的是 ()

A. Na_2CO_3 是碱 B. Na_2CO_3 是盐 C. Na_2CO_3 是钠盐 D. Na_2CO_3 是碳酸盐

2. 回收垃圾是对资源的充分利用，应该分类回收。生活中废弃的铁锅、铝制易拉罐、铜导线等可归为一类加以回收，它们属于 ()

A. 氧化物 B. 盐 C. 金属或合金 D. 单质

3. 下列物质中，属于氧化物的是 ()

A. O_2 B. Na_2O C. H_2SO_4 D. NaOH

4. 当光束通过下列分散系时，能产生丁达尔现象的是 ()

A. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 B. 氯化钠溶液 C. 盐酸 D. 硫酸

5. 下列各组离子，能在溶液中大量共存的是 ()

A. Na^+ 、 Mg^{2+} 、 OH^- B. H^+ 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-}
C. Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- D. Ca^{2+} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}

6. 在氧化还原反应 $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 中，氧化剂是 ()

A. CuO B. H_2 C. Cu D. H_2O

7. 下列离子方程式中，正确的是 ()

A. 稀硫酸与 NaOH 溶液反应： $2\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
B. AgNO_3 溶液与 NaCl 溶液反应： $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$
C. CaCO_3 与稀盐酸反应： $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
D. Fe 片插入 FeCl_3 溶液中： $\text{Fe} + \text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+}$

8. 关于氧化还原反应，下列说法正确的是 ()

A. 被氧化的物质是还原剂 B. 氧化剂被氧化，还原剂被还原
C. 失去电子，化合价降低的物质是还原剂 D. 氧化剂失去电子，化合价升高

9. 下列反应中铁元素发生氧化反应的是 ()

A. $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ B. $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$
C. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ D. $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$

10. 下列反应中氯元素只被还原的是 ()

A. $5\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$
B. $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
C. $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$

D. $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$

11. 下列物质久置于空气中会发生相应的变化，其中发生了氧化还原反应的是 ()

A. 浓硫酸的体积增大 B. 铝的表面生成致密的薄膜
C. 澄清的石灰水变浑浊 D. 氢氧化钠的表面发生潮解

12. 下列化学方程式中，不能用离子方程式 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 表示的是 ()

A. $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ B. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
C. $\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ D. $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

13. 在高温时，水蒸气与灼热的炭发生氧化还原反应的化学方程式是 $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{H}_2 + \text{CO}$ ，其中水是

剂。硫在氧气中燃烧的方程式是_____，其中硫是_____剂。

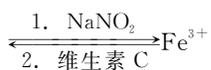
14. 除去括号中的杂质，写出所加试剂的化学式与反应的离子方程式。

(1) SO_4^{2-} (CO_3^{2-})，所加试剂_____，离子方程式_____。

(2) Cl^- (SO_4^{2-})，所加试剂_____，离子方程式_____。

(3) Fe^{2+} (Cu^{2+})，所加试剂_____，离子方程式_____。

15. 亚硝酸钠(NaNO_2)外观酷似食盐，但它是一种有毒的物质。误食亚硝酸钠会使人体血液中的 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} 而引起中毒，服用维生素 C 可使 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} ，从而达到解毒的目的。转化过程可表示为： Fe^{2+}



(1) 转化 1 中，氧化剂是_____，还原剂是_____。

(2) 转化 2 中， Fe^{3+} 作_____剂，维生素 C 表现_____性。

第三章 金属及其化合物

学习目标

内 容	学 习 目 标	能 力 层 次
1. 金属的化学性质	1. 了解钠的主要性质	B
	2. 了解铝的主要性质	B
	3. 了解铁的主要性质	B
	4. 了解铜的主要性质	A
2. 几种重要的金属化合物	1. 了解钠的重要化合物的主要性质（认识碳酸钠 Na_2CO_3 和碳酸氢钠 NaHCO_3 的重要性质，了解过氧化钠 Na_2O_2 的物理性质、化学性质及其用途）	B
	2. 了解铝的重要化合物的主要性质（了解氧化铝 Al_2O_3 和氢氧化铝 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的两性）	B
	3. 应用钠、铝及其化合物的性质分析一些简单的实验现象和实际问题	D
	4. 了解铁的重要化合物的主要性质（认识铁的氧化物 FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 ，铁的氢氧化物 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，铁盐 Fe^{3+} 和亚铁盐 Fe^{2+} 的重要性质）	B
	5. 能举例说明 Fe 、 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 间的转化	C
	6. 了解铜的重要化合物的主要性质（结合其他元素化合物性质的学习，知道氧化铜 CuO 、氢氧化铜 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和硫酸铜 CuSO_4 的主要性质）	A
3. 用途广泛的金属材料	能列举常见合金材料的重要应用	A

要点解读

一、金属的性质

1. 金属共同的物理特性：不透明，有金属光泽，导电、导热性强，有延展性。
2. 金属共同的化学性质

金属活动性顺序表： $\xrightarrow{\text{K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb(H) Cu Hg Ag Pt Au}}$
金属活动性依次减弱

(1) 绝大部分金属能和氧气等非金属单质反应，如： $4\text{Al}+3\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Al}_2\text{O}_3$ ； $2\text{Cu}+\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$ 。

镁、铝的致密氧化膜可以保护内层金属不被继续氧化，铁表面的铁锈比较疏松，不能保护内层金属。

(2) 通常情况下，金属活动性顺序表中氢之前的金属能和酸反应。浓 H_2SO_4 、 HNO_3 还能和不太活泼的金属反应，如： $\text{Fe}+2\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}^{2+}+\text{H}_2\uparrow$ ； $\text{Cu}+2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4+\text{SO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 较活泼的金属和水反应，如： $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaOH}+\text{H}_2\uparrow$ ； $3\text{Fe}+4\text{H}_2\text{O}(\text{气}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4+4\text{H}_2$ 。

(4) 和某些盐溶液反应，如： $\text{Fe}+\text{CuSO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{FeSO}_4+\text{Cu}$ 。

3. 金属钠的性质

(1) 物理性质：银白色金属光泽、硬度小（用小刀可以切割）、密度小（可以浮在水面）、熔点低（稍受热即可熔化）。

(2) 化学性质

① 钠和氧气的反应：钠块切割后的表面呈银白色金属光泽，接触到空气后很快变暗， $4\text{Na}+\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{O}$ ；

点燃后钠在空气中剧烈燃烧产生黄色火焰，生成淡黄色固体， $2\text{Na}+\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Na}_2\text{O}_2$ 。

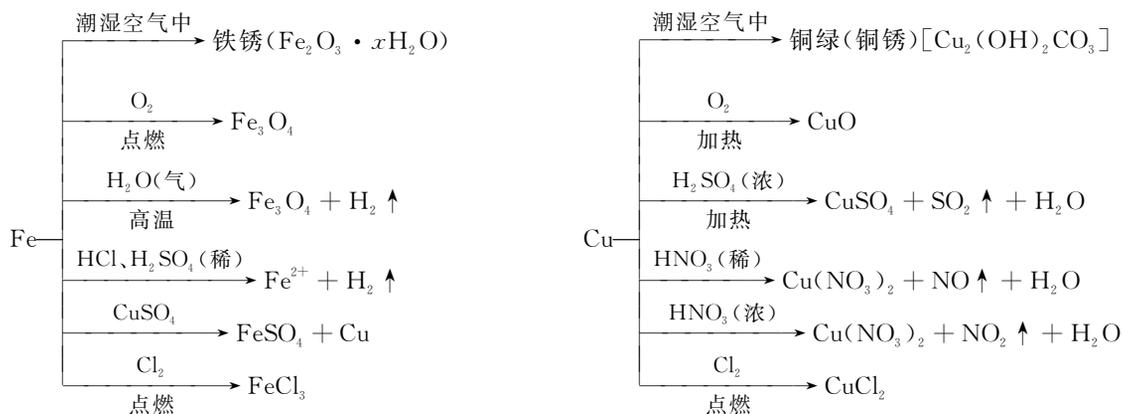
②钠和水的反应：将一小块钠投入滴有酚酞的水中（现象：钠浮在水面上，熔化成小球且逐步变小，在水面上不断游动，发生“嘶嘶”的响声，溶液变红色）， $2\text{Na}+2\text{H}_2\text{O}=\text{2NaOH}+\text{H}_2\uparrow$ ，实验室把钠保存在石蜡或煤油中。

4. 金属铝的化学性质

既能和酸反应，又能和强碱反应： $2\text{Al}+6\text{H}^+=\text{2Al}^{3+}+3\text{H}_2\uparrow$ ， $2\text{Al}+2\text{NaOH}+2\text{H}_2\text{O}=\text{2NaAlO}_2+3\text{H}_2\uparrow$ 。

酸、碱、盐等可以直接侵蚀铝的保护膜（氧化铝也能与酸或碱反应）以及铝制品本身。因此铝制餐具不宜长时间存放酸性、碱性或咸的食物。

5. 铁、铜的主要化学性质



二、几种重要的金属化合物

1. 钠的氧化物

化学式		Na_2O_2	Na_2O
颜色、状态		淡黄色固体	白色固体
氧的化合价		-1	-2
生成条件		加热或点燃	常温
物质类别		过氧化物	碱性氧化物
化学反应	与 H_2O 反应	$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2\uparrow$	$\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$
	与 CO_2 反应	$2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$	$\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$
用途		强氧化性，漂白剂、供氧剂	—

2. 碳酸钠和碳酸氢钠

名称		碳酸钠	碳酸氢钠
化学式		Na_2CO_3	NaHCO_3
俗名		纯碱、苏打	小苏打
物理性质	颜色状态	白色粉末	细小的白色晶体
	溶解性	易溶于水	能溶于水
相同温度下，溶解度：碳酸钠 > 碳酸氢钠			
化学性质	与盐酸反应	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ 较快	$\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ 剧烈
	与 CO_2 反应	$\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{HCO}_3^-$	不反应
	与 NaOH 反应	不反应	$\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
	热稳定性	很稳定	不稳定， $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$

续表

名称	碳酸钠	碳酸氢钠
用途	用于玻璃、肥皂、造纸、纺织等工业	发酵剂、灭火器，医疗上用于治疗胃酸过多
相互转化	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightleftharpoons[\text{固体、加热; 溶液、NaOH}]{\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}} \text{NaHCO}_3$	
鉴别	1. 固体加热：产生气体，并使澄清的石灰水变浑浊的为 NaHCO_3 2. 与同浓度稀盐酸反应，产生气体速率较大的为 NaHCO_3 3. 与 CaCl_2 溶液反应生成白色沉淀的为 Na_2CO_3	

3. 铝、铁、铜的氧化物

氧化物	主要性质及化学反应
Al_2O_3	白色固体，不溶于水。是两性氧化物，能溶于强酸或强碱溶液中，都生成盐（铝盐和偏铝酸盐）： $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
FeO	黑色粉末，不溶于水，是碱性氧化物，铁为+2价，有还原性， $\text{FeO} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Fe_2O_3	红棕色粉末，俗称铁红，不溶于水，铁为+3价，是碱性氧化物 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$
Fe_3O_4	黑色晶体，俗称磁性氧化铁，不溶于水，铁的化合价有+2、+3价，溶于强酸， $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$
CuO	黑色粉末，不溶于水，是碱性氧化物，能与酸反应，有氧化性 $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

4. 铝、铁、铜的氢氧化物

氢氧化物	主要性质及化学反应	制取
$\text{Al}(\text{OH})_3$	白色胶状，不溶于水，是两性氢氧化物，在强酸或强碱溶液里溶解生成盐（铝盐和偏铝酸盐）和水，可做医用的胃酸中和剂，受热分解 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	化学方程式： $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 离子方程式： $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	白色，不溶于水， $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 在空气中迅速氧化，有还原性： $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 现象：白色絮状沉淀迅速变成灰绿色，最终变为红褐色沉淀	化学方程式： $\text{FeSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 离子方程式： $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	红褐色，不溶于水 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightleftharpoons \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 不稳定性： $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	化学方程式： $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$ 离子方程式： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	蓝色，不溶于水，不稳定，受热易分解 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$	化学方程式： $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 离子方程式： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$

5. 铁盐和亚铁盐

铁盐	主要性质及化学反应	检验
亚铁盐 (Fe^{2+})	Fe^{2+} 盐溶液常为浅绿色 Fe^{2+} (具有还原性) 在一定条件下能被氧化剂氧化为 Fe^{3+} $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3$	方法 1: 加碱生成白色絮状沉淀并迅速变成灰绿色, 最终变为红褐色沉淀, $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 方法 2: 加入 KSCN 无明显现象, 再加入氯水后溶液变成红色
铁盐 (Fe^{3+})	Fe^{3+} 盐溶液常呈黄色 Fe^{3+} (具有氧化性) 在一定条件下能被还原为 Fe^{2+} $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{FeCl}_2$	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ (红褐色) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$ (红色)

6. 铝盐和铁盐有净水作用。

7. 焰色反应: 很多金属和它们的化合物在燃烧时都会使火焰呈现特殊的颜色。

实验操作: 洗、烧、蘸、烧。

钠的焰色反应呈黄色, 钾的焰色反应 (透过蓝色的钴玻璃片以滤去黄色的光) 呈紫色。

三、用途广泛的金属材料

合金名称	组成	主要性质	主要用途
镁铝合金	含有 10%~30% 的镁	强度和硬度都比纯铝和纯镁大	火箭、飞机、轮船等制造业
硬铝	含铜 4%、镁 0.5%、锰 0.5%、硅 0.7%	强度和硬度都比纯铝大	火箭、飞机、轮船等制造业
合金钢	加入硅、锰、铬、镍、钼、钨、钒、钛、铜、稀土元素等	多种优良性能	用途广泛
锰钢	含锰 9%~14%	硬度和强度很大	制造粉碎机、球磨机、钢轨
黄铜	含锌 20%~36%, 常加入少量锡、铅、铝	有良好的强度和塑性、易加工、耐腐蚀	机器零件、仪表和日用钢轨
青铜	含锡 10%~30%	有良好的强度和塑性、易加工、耐腐蚀	机器零件如轴承、齿轮等
钛合金	含铝 6%、钒 4%	耐高温、耐腐蚀、高强度	用于宇航、飞机、造船、化学工业
金合金	加入银、铜、稀土元素等	有光泽、易加工、耐磨、耐腐蚀、易导电	金饰品、电子元件、钱币、笔尖

例题解析

【例 1】 实验室里钠保存在下列哪种液体中 ()

- A. 煤油 B. 水 C. 汽油 D. 四氯化碳

解析: 本题属于 B 层次的知识内容。选择保存物质的方法时, 要熟悉该物质的主要的物理性质 (如密度、溶解性、挥发性等) 和化学性质 (如见光、受热是否稳定, 是否容易被氧化或易燃等)。保存物质的方法通常有密封、放在阴凉处、放在煤油里、放在水里、放在棕色试剂瓶里等。钠的化学性质很活泼, 与水、氧气均能发生反应, 所以保存时要隔绝空气和水。汽油易挥发、易燃。四氯化碳的密度较大, 钠会浮在上面, 不能起保护作用。

答案: A

【例 2】 铁和铁合金是生活中常用的材料, 下列说法正确的是 ()

- A. 不锈钢是铁合金, 只含金属元素 B. 一定条件下, 铁粉可与水蒸气反应
 C. 铁与盐酸反应, 铁合金不与盐酸反应 D. 在空气中, 铁板比铝板更耐腐蚀

解析: 本题属于 B 层次的知识内容。A 项, 不锈钢属于合金, 含有碳元素; B 项, 铁粉与水蒸气可在高温

下反应；C项，铁及铁合金都可以与盐酸反应；D项，在潮湿空气中铁板容易发生腐蚀，铝板由于表面有致密氧化膜保护而不容易被腐蚀。

答案：B

【例3】实验室中，要使 AlCl_3 溶液中的 Al^{3+} 离子全部沉淀出来，适宜用的试剂是 ()

- A. NaOH 溶液 B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 C. 盐酸 D. 氨水

解析：本题属于B层次的知识内容。 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物，能溶于强酸和强碱溶液，用 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和 Al^{3+} 反应时， NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 少量或过量都不能完全沉淀。只能采用弱碱氨水。

答案：D

【例4】证明某溶液只含有 Fe^{2+} 而不含有 Fe^{3+} 的实验方法是 ()

- A. 先滴加氯水，再滴加 KSCN 溶液后显红色
B. 先滴加 KSCN 溶液，不显红色，再滴加氯水后显红色
C. 滴加 NaOH 溶液，先产生白色沉淀，后变灰绿，最后呈红褐色
D. 只需滴加 KSCN 溶液

解析：本题属于C层次的知识内容。虽然单一的 Fe^{2+} 可以用 NaOH 溶液检验，但是由于产生的白色沉淀迅速变为灰绿色，其中是否还产生红褐色沉淀无法判断出，所以根据反应现象不能确定其中是否含 Fe^{3+} 。 Fe^{3+} 常用 KSCN 溶液检验，因此可以采取先加 KSCN 溶液，不显红色说明没有 Fe^{3+} ，然后再滴加氯水呈红色，说明后面有 Fe^{3+} 出现，也就说明原溶液含 Fe^{2+} ，在加氯水时被氧化成 Fe^{3+} 。先滴加氯水，再滴加 KSCN 溶液后显红色只能说明加氯水后有 Fe^{3+} 存在，不能说明开始溶液中含 Fe^{2+} 。

答案：B

基础过关

- 金属材料在人类社会的发展史上一直发挥着重要的作用。人类历史上下列哪种金属使用最早 ()
A. 铜 B. 铁 C. 铝 D. 钛
- 从生活常识角度考虑，可推断钠元素在自然界中存在的主要形式是 ()
A. Na B. NaCl C. NaOH D. Na_2O
- 下列金属中，遇到盐酸或强碱溶液都能放出氢气的是 ()
A. Cu B. Mg C. Fe D. Al
- 下列有关金属及其化合物的说法正确的是 ()
A. 地壳中含量最多的元素是铝元素 B. 在自然界中铝以化合态存在
C. NaCl 的焰色反应呈紫色 D. 白色絮状沉淀 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 可溶于 NaOH 溶液中
- 下列物质中有一种的颜色与其他三种的颜色有较大的差别，这种物质是 ()
A. NaOH B. Na_2O C. Na_2O_2 D. NaHCO_3
- 铝在空气中能够稳定存在的原因是 ()
A. 铝的活动性差 B. 铝的还原性差
C. 铝与氧气不反应 D. 铝表面有氧化膜起保护作用
- 下列物质中，不属于合金的是 ()
A. 硬铝 B. 黄铜 C. 钢铁 D. 水银
- 下列说法正确的是 ()
A. 氧化铁俗称铁红，常用于制作红色油漆和涂料 B. Al_2O_3 是医用的胃酸中和剂的一种
C. CuO 呈红色，可作为制造玻璃、搪瓷的红色颜料 D. 用于制钢管、钢丝的合金是合金钢
- 铝制品不宜长期盛放酸性食品和碱性食品是因为铝制品表层属于 ()
A. 金属铝 B. 碱性氧化物 C. 酸性氧化物 D. 两性氧化物
- 想要证明某溶液中是否含有 Fe^{3+} ，下列操作中正确的是 ()
A. 加入铁粉 B. 滴加 KSCN 溶液 C. 通入氯气 D. 加入铜片
- 把铁片放入下列溶液中，铁片溶解，溶液质量增加，但没有气体放出的是 ()