高考化学一轮复习：　　《第 3 讲 离子共存　离子检验与推断》

【真题再现·辨明考向】

1. (2024 年 1 月浙江卷)在溶液中能大量共存的离子组是

A．H^+、I^-、Ba^{2+}、NO_3^-　　B．Fe^{3+}、K^+、CN^-、Cl^-

C. Na^+、SiO_3^{2-}、Br^-、Ca^{2+}　　D. NH_4^+、SO_4^{2-}、CH_3COO^-、HCO_3^-

答案：D

解析：A．H^+、I^-、NO_3^-三种离子会反生氧化还原反应而不能大量共存，故 A 不符合题意；

B．　Fe^{3+}、CN^-会生成 $Fe(CN)_6^{3-}$ 离子而不能大量共存，故 B 不符合题意；

C．SiO_3^{2-}、Ca^{2+}会生成 $CaSiO_3$ 沉淀而不能大量共存，故 C 不符合题意；

D．NH_4^+、CH_3COO^-、HCO_3^-虽然不同程度水解，但水解是微弱的，能大量共存，故 D 符合题意；

2. (2024 年河北卷)下列实验操作及现象能得出相应结论的是

选项	实验操作及现象	结论
A	还原铁粉与水蒸气反应生成的气体点燃后有爆鸣声	H_2O 具有还原性
B	待测液中滴加 $BaCl_2$ 溶液，生成白色沉淀	待测液含有 SO_4^{2-}
C	$Mg(OH)_2$ 和 $Al(OH)_3$ 中均分别加入 NaOH 溶液和盐酸，$Mg(OH)_2$ 只溶于盐酸，$Al(OH)_3$ 都能溶	$Mg(OH)_2$ 比 $Al(OH)_3$ 碱性强
D	$K_2Cr_2O_7$ 溶液中滴加 NaOH 溶液，溶液由橙色变为黄色	增大生成物的浓度，平衡向逆反应方向移动

答案：C

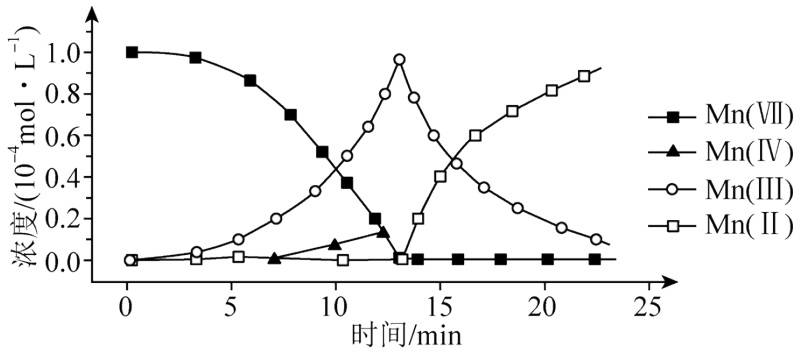
解析: A．铁与水蒸气反应生成的气体是 H_2，该反应中 H 由＋1 价变成 0 价，被还原，体现了 H_2O 的氧化性，A 错误；

B．如果待测液中含有 Ag^+，Ag^+与 Cl^-反应也能产生白色沉淀，或者 CO_3^{2-}、SO_3^{2-}也会与 Ba^{2+}产生白色沉淀，所以通过该实验不能得出待测液中含有 SO_4^{2-}的结论，B 错误；

C．$Mg(OH)_2$ 溶液能与盐酸反应，不能与 NaOH 溶液反应，$Al(OH)_3$ 与 NaOH 溶液和盐酸都能反应，说明 $Mg(OH)_2$ 的碱性比 $Al(OH)_3$ 的强，C 正确；

D．$K_2Cr_2O_7$ 溶液中存在平衡 $Cr_2O_7^{2-}$(橙色)＋$H_2O \rightleftharpoons 2CrO_4^{2-}$(黄色)＋$2H^+$，加入 NaOH 溶液后，$OH^-$与 H^+反应，生成物浓度减小，使平衡正向移动，导致溶液由橙色变为黄色，题给结论错误，D 错误；

3. (2023 年辽宁卷)一定条件下，酸性 $KMnO_4$ 溶液与 $H_2C_2O_4$ 发生反应，Mn(Ⅱ)起催化作用，过程中不同价态含 Mn 粒子的浓度随时间变化如下图所示。下列说法正确的是



A. Mn(Ⅲ)不能氧化 $H_2C_2O_4$

B. 随着反应物浓度的减小，反应速率逐渐减小

C. 该条件下，CrO_4^{2-} (Ⅱ)和 CrO_4^{2-} (Ⅶ)不能大量共存

D. 总反应为：$2MnO_4^- + 5C_2O_4^{2-} + 16H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2\uparrow + 8H_2O$

答案：C

解析：开始一段时间(大约 13min 前)随着时间的推移 Mn(VII)浓度减小直至为 0，Mn(III)浓度增大直至达到最大值，结合图像，此时间段主要生成 Mn(III)，同时先生成少量 Mn(IV)后 Mn(IV)被消耗；后来(大约 13min 后)随着时间的推移 Mn(III)浓度减少，Mn(II)的浓度增大；据此作答。

A．由图像可知，随着时间的推移 Mn(III)的浓度先增大后减小，说明开始反应生成 Mn(III)，后 Mn(III)被消耗生成 Mn(II)，Mn(III)能氧化 $H_2C_2O_4$，A 项错误；

B．随着反应物浓度的减小，到大约 13min 时开始生成 Mn(II)，Mn(II)对反应起催化作用，13min 后反应速率会增大，B 项错误；

C．由图像可知，Mn(VII)的浓度为 0 后才开始生成 Mn(II)，该条件下 Mn(II)和 Mn(VII)不能大量共存，C 项正确；

D．$H_2C_2O_4$ 为弱酸，在离子方程式中应以化学式保留，总反应为 $2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2\uparrow + 8H_2O$，D 项错误；

4. (2022 年湖北卷)下列各组离子在给定溶液中能大量共存的是

A. 在 0.1mol·L^{-1} 氨水中：Ag^+、Cu^{2+}、NO_3^-、SO_3^{2-}

B. 在 0.1mol·L^{-1} 氯化钠溶液中：Fe^{3+}、I^-、Ba^{2+}、HCO_3^-

C. 在 0.1mol·L^{-1} 醋酸溶液中：SO_4^{2-}、NH_4^+、Br^-、H^+

D. 在 0.1mol·L^{-1} 硝酸银溶液中：K^+、Cl^-、Na^+、CO_3^{2-}

答案：C

解析：A．氨水显碱性，会与 Ag^+、Cu^{2+}反应，不能大量共存，A 项错误；

B．Fe^{3+}、I^-会发生氧化还原反应，不能大量共存，B 项错误；

C．醋酸显酸性，在醋酸溶液中 SO_4^{2-}、NH_4^+、Br^-、H^+均不会发生反应，能大量共存，C 项正确；

D．硝酸银中的银离子会与氯离子反应生成沉淀，不能大量共存，D 项错误；

5. (2022 年重庆卷)下列操作中，不会影响溶液中 K^+、Al^{3+}、Fe^{3+}、Ba^{2+}、Cl^-、NO_3^- 等离子大量共存的是

A. 加入 $ZnSO_4$　　B. 加入 Fe 粉　　C. 通入 NH_3　　D. 通入 CO_2

答案：D

解析：A．向溶液中加入硫酸锌溶液，硫酸根离子会与溶液中的钡离子反应，会影响溶液中离子的大量共存，故 A 不符合题意；

B．向溶液中加入铁粉，铁离子会与铁反应生成亚铁离子，会影响溶液中离子的大量共存，故 B 不符合题意；

C．向溶液中通入氨气，铝离子、铁离子会与氨水反应生成氢氧化铝、氢氧化铁沉淀，会影响溶液中离子的大量共存，故 C 不符合题意；

D．向溶液中通入二氧化碳，二氧化碳与溶液中离子不发生任何反应，不会影响溶液中离子的大量共存，故 D 符合题意；

6.(2021 年高考湖南卷)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^-、$NH_3·H_2O$	不能大量共存，因发生反应： Al^{3+} ＋$4NH_3·H_2O$＝AlO_2^- ＋$4NH_4^+$ ＋$2H_2O$
B	H^+、K^+、$S_2O_3^{2-}$、SO_4^{2-}	不能大量共存，因发生反应： $2H^+$ ＋$S_2O_3^{2-}$ ＝S↓＋SO_2↑＋H_2O
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

答案：B

解析：A.Al^{3+}和 $NH_3·H_2O$ 生成 $Al(OH)_3$ 沉淀而不是生成 AlO_2^-，故 A 错误；

B．$S_2O_3^{2-}$和 H^+反应生成单质硫、二氧化硫和水，离子方程式为：$2H^+ + S_2O_3^{2-}=S↓+SO_2↑+H_2O$，故 B 正确；

C．Fe^{3+}可以将 H_2O_2 氧化得 Fe^{2+}和 O_2，不能大量共存，故 C 错误；

D．在酸性条件下 MnO_4^-能将 Cl^-氧化为 Cl_2，不能大量共存，故 D 错误；答案选 B。

7. (2021 年浙江选考)下列方案设计、现象和结论都正确的是

	目的	方案设计	现象和结论
A			

	检验某无色溶液中是否含有 NO_2^-	取少量该溶液于试管中，加稀盐酸酸化，再加入 $FeCl_2$ 溶液	若溶液变黄色且试管上部产生红棕色气体，则该溶液中含有 NO_2^-
B	探究 KI 与 $FeCl_3$ 反应的限度	取 5 mL 0.1 mol·L^{-1}KI 溶液于试管中，加入 1 mL 0.1 mol·L^{-1} $FeCl_3$ 溶液，充分反应后滴入 5 滴 15% KSCN 溶液	若溶液变血红色，则 KI 与 $FeCl_3$ 的反应有一定限度
C	判断某卤代烃中的卤素	取 2 mL 卤代烃样品于试管中，加入 5 mL 20% KOH 水溶液混合后加热，再滴加 $AgNO_3$ 溶液	若产生的沉淀为白色，则该卤代烃中含有氯元素
D	探究蔗糖在酸性水溶液中的稳定性	取 2mL20%的蔗糖溶液于试管中，加入适量稀 H_2SO_4 后水浴加热 5 min；再加入适量新制 $Cu(OH)_2$ 悬浊液并加热	若没有生成砖红色沉淀 ，则蔗糖在酸性水溶液中稳定

答案：B

解析：A．原溶液中存在硝酸根可以和 Fe^{2+}反应生成 Fe^{3+}，故不能验证原溶液中含有亚硝酸根，A 错误；

B．向 KI 溶液中滴加 $FeCl_3$，若 $FeCl_3$ 没有剩余说明反应是完全的，因此向反应后的溶液中加入 KSCN 溶液，若溶液变红，则说明该反应是有限度的，B 正确；

C．溶液中加入 KOH 后体系中剩余大量的 OH^-，再加入硝酸银溶液后 OH^-也可以使 Ag^+生产白色沉淀，C 错误；

D．蔗糖为二糖，在酸性条件下可以水解生产单糖，验证单糖中是否存在醛基，应向水解液中加入 NaOH 溶液使体系呈碱性，再加入新制 $Cu(OH)_2$ 悬浊液，D 错误；故答案选 B。

8．(2021 年八省联考湖南)(双选)由下列实验操作和现象所得到的结论正确的是

	实验操作和现象	结论
A	向某溶液中滴加几滴新制氯水，再滴加少量 KSCN 溶液，溶液变红	溶液中含有 Fe^{2+}
B	室温下，测得相同浓度的 NaX 和 NaY 溶液的 pH 分别为 8 和 9	酸性：HX＞HY
C	蔗糖溶液中加入少量稀硫酸，水浴加热 5min，加氢氧化钠溶液至溶液呈碱性，再加入少量新制 $Cu(OH)_2$，继续加热 5min，生成砖红色沉淀	蔗糖完全水解

D		$K_{sp}(ZnS)>K_{sp}(CuS$

	向等体积等浓度的稀硫酸中分别加入少量等物质的量的 ZnS 和 CuS 固体，ZnS 溶解而 CuS 不溶解	

答案：BD

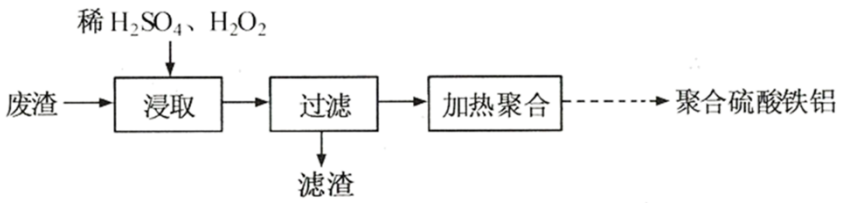
解析：A．二价铁离子和 KSCN 不反应，三价铁离子和 KSCN 溶液反应生成血红色络合物，二价铁离子易被氯水氧化生成三价铁离子，Fe^{2+}检验时要先加 KSCN 溶液后加氯水，防止 Fe^{3+}干扰，故 A 错误；

B．相同物质的量浓度的钠盐溶液，溶液的 pH 越大，酸根离子的水解程度越大，相应的酸的酸性越弱；室温下，测得相同浓度的 NaX 和 NaY 溶液的 pH 分别为 8 和 9 可知 HX 溶液的酸性强于 HY，故 B 正确；

C．蔗糖完全水解和部分水解，溶液中都含有葡萄糖，碱性条件下都能与新制氢氧化铜悬着液共热反应生成氧化亚铜砖红色沉淀，故 C 错误；

D．相同条件下，组成和结构相似的难溶金属硫化物，溶解度大的物质先溶解于稀硫酸，向等体积等浓度的稀硫酸中分别加入少量等物质的量的 ZnS 和 CuS 固体，ZnS 溶解而 CuS 不溶解，说明溶度积 $K_{sp}(ZnS)>K_{sp}(CuS)$，故 D 正确；故选 BD。

9. (2021 年八省联考江苏)由制铝工业废渣(主要含 Fe、Ca、Si、Al 等的氧化物)制取聚合硫酸铁铝净水剂的流程如下。



下列有关说法不正确的是

A. 控制适当反应温度并不断搅拌，有利于提高铁、铝浸取率

B. Al_2O_3 与稀硫酸反应的离子方程式：$Al_2O_3+6H^+=2Al^{3+}+3H_2O$

C. 滤液中主要存在的阳离子有：H^+、Fe^{2+}、Ca^{2+}、Al^{3+}

D. 聚合硫酸铁铝水解形成的胶体具有吸附作用

答案：C

解析：A．控制适当反应温度并不断搅拌，可以加快反应速率，充分反应，有利于提高铁、铝浸取率，故 A 正确；

B．Al_2O_3 与稀硫酸反应生成硫酸铝和水，离子方程式为 $Al_2O_3+6H^+=2Al^{3+}+3H_2O$，故 B 正确；

C．双氧水会将亚铁离子氧化，所以滤液中主要存在的阳离子没有 Fe^{2+}，而是 Fe^{3+}，故 C 错误；

D．聚合硫酸铁铝水解可以生成氢氧化铝和氢氧化铁胶体，胶体表面积较大，具有吸附作用，故 D 正确；综上所述答案为 C。

10．(2020 年江苏卷)常温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是

A．0.1mol/L 氨水溶液：Na^+、K^+、OH^-、NO_3^-

B．0.1mol/L 盐酸溶液：Na^+、K^+、SO_4^{2-}、SiO_3^{2-}

C．0.1mol/L $KMnO_4$ 溶液：NH_4^+、Na^+、NO_3^-、I^-

D．0.1mol/L $AgNO_3$ 溶液：NH_4^+、Mg^{2+}、Cl^-、SO_4^{2-}

答案 A

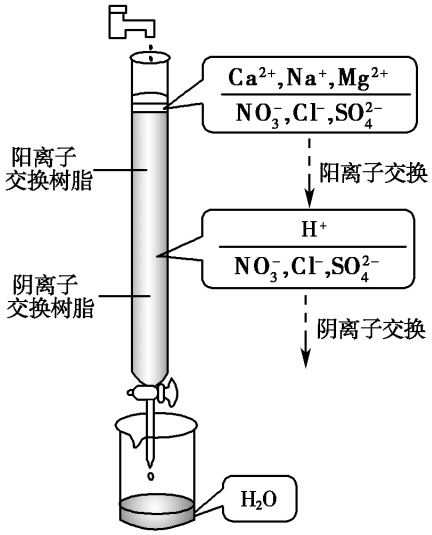
解析：A．在 0.1mol/L 氨水中，四种离子可以大量共存，A 选；

B．在 0.1mol/L 盐酸中含有大量氢离子，四种离子中硅酸根可以与氢离子反应生成硅酸沉淀，故不能共存，B 不选；

C．MnO_4^-具有强氧化性，可以将碘离子氧化成碘单质，故不能共存，C 不选；

D．在 0.1mol/L 硝酸银溶液中，银离子可以与氯离子、硫酸根离子反应生成氯化银、硫酸银沉淀，不能共存，D 不选；故选 A。

11．(2019 年全国卷Ⅲ)离子交换法净化水过程如图所示。下列说法中错误的是



A．经过阳离子交换树脂后，水中阳离子的总数不变

B．水中的 NO_3^-、SO_4^{2-}、Cl^-通过阴离子树脂后被除去

C．通过净化处理后，水的导电性降低

D．阴离子树脂填充段存在反应 $H^+ + OH^- = H_2O$

答案：A

解析: A 项，由题图可知，经过阳离子交换树脂后，Ca^{2+}、Na^+、Mg^{2+}交换为 H^+，由电荷守恒知，阳离子总数会增加，错误；B 项，由题图可知，通过阴离子交换树脂后，NO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}被除去，正确；C 项，通过净化处理后，水中的导电离子种类与浓度降低，水的导电性降低，正确；D 项，阴离子树脂填充段存在反应 $H^+ + OH^- = H_2O$，正确。

12．(2019年江苏)]室温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是

A．0.1 mol·L^{-1}NaOH溶液：Na^+、K^+、CO_3^{2-}、AlO_2^-

B．0.1 mol·$L^{-1}$$FeCl_2$溶液：$K^+$、$Mg^{2+}$、$SO_4^{2-}$、$MnO_4^-$

C．0.1 mol·$L^{-1}$$K_2CO_3$溶液：$Na^+$、$Ba^{2+}$、$Cl^-$、$OH^-$

D．0.1 mol·$L^{-1}$$H_2SO_4$溶液：$K^+$、$NH_4^+$、$NO_3^-$、$HSO_3^-$

答案：A

解析：

此题考的是离子共存问题，应从选项的条件获取信息，再从中判断在此条件的环境中是否有离子会互相反应，能大量共存就是没有可以互相发生反应的离子存在。

A．是一个碱性环境，离子相互间不反应，且与 OH^-不反应，能大量共存；

B．MnO_4^-具有强氧化性，Fe^{2+}具有还原性，两者会发生氧化还原反应而不能大量共存；

C．Ba^{2+}可以与 CO_3^{2-}发生反应生成沉淀而不能大量存在；

D．酸性条件下 H^+与 HSO_3^-不能大量共存，同时酸性条件下 NO_3^-表现强氧化性会将 HSO_3^-氧化而不能大量共存；

13．(2018 年江苏)室温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是

A．0.1 mol·L^{-1} KI 溶液：Na^+、K^+、ClO^- 、OH^-

B．0.1 mol·L^{-1} $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液：Cu^{2+}、NH_4^+ 、NO_3^-、SO_4^{2-}

C．0.1 mol·L^{-1} HCl 溶液：Ba^{2+}、K^+、CH_3COO^-、NO_3^-

D．0.1 mol·L^{-1} NaOH 溶液：Mg^{2+}、Na^+、SO_4^{2-}、HCO_3^-

答案：B

解析：A 项，I^-具有强还原性，ClO^-具有强氧化性，I^-与 ClO^-发生氧化还原反应，I^-与 ClO^-不能大量共存；B 项，在 $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液中离子相互间不反应，能大量共存；C 项，CH_3COO^-能与 H^+反应生成 CH_3COOH，在 HCl 溶液中 CH_3COO^-不能大量存在；D 项，Mg^{2+}、HCO_3^-都能与 OH^-反应，Mg^{2+}、HCO_3^-与 OH^-不能大量共存；答案选 B。

14．(2017 年江苏)常温下，下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是

A．无色透明的溶液中：Fe^{3+}、Mg^{2+}、SCN^-、Cl^-

B．$\frac{c(H^+)}{c(OH^-)}=1\times10^{-12}$ 的溶液中：K^+、Na^+、CO_3^{2-}、NO_3^-

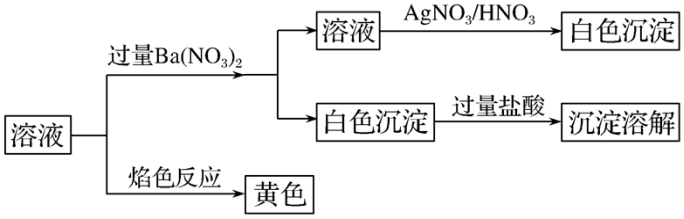
C．$c(Fe^{2+})=1$ mol·L^{-1} 的溶液中：K^+、NH_4^+、MnO_4^-、SO_4^{2-}

D．能使甲基橙变红的溶液中：Na^+、NH_4^+、SO_4^{2-}、HCO_3^-

答案 B

解析：A．Fe^{3+}和 SCN^-会发生反应生成血红色的配合物，A 错误；B．根据 K_W 可以求出 $c(OH^-)=0.1$ mol/L，溶液显碱性，这 4 种离子可以大量共存，B 正确；C．Fe^{2+}还原性较强，MnO_4^-氧化性较强，两者因发生氧化还原反应而不能大量共存，C 错误；D．使甲基橙变红的溶液显酸性，HCO_3^-不能在酸性溶液中大量共存，D 错误。

15．(2017 年 4 月浙江选考)某固体混合物中可能含有：K^+、Na^+、Cl^-、CO_3^{2-}、SO_4^{2-}等离子，将该固体溶解所得到的溶液进行如下实验：


溶液
过量$Ba(NO_3)_2$
溶液
$AgNO_3/HNO_3$
白色沉淀
白色沉淀
过量盐酸
沉淀溶解
焰色反应
黄色

下列说法正确的是

A．该混合物一定是 K_2CO_3 和 NaCl　　B．该混合物可能是 Na_2CO_3 和 KCl

C．该混合物可能是 Na_2SO_4 和 Na_2CO_3　　D．该混合物一定是 Na_2CO_3 和 NaCl

答案：B

解析: 过量硝酸钡之后产生的白色沉淀溶于过量盐酸，说明有 CO_3^{2-}、无 SO_4^{2-}，溶液加入 $AgNO_3/HNO_3$ 产生白色沉淀说明有 Cl^-，颜色反应显黄色说明有 Na^+，但不能确定是否含有 K^+。

16．(2016 江苏卷)制备$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2\cdot 6H_2O$ 的实验中，需对过滤出产品的母液(pH<1)进行处理。室温下，分别取母液并向其中加入指定物质，反应后的溶液中主要存在的一组离子正确的是

A．通入过量 Cl_2：Fe^{2+}、H^+、NH_4^+、Cl^-、SO_4^{2-}

B．加入少量 NaClO 溶液：NH_4^+、Fe^{2+}、H^+、SO_4^{2-}、ClO^-

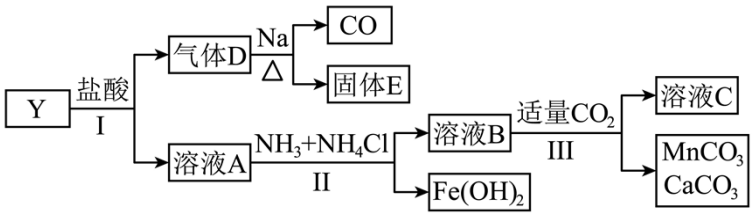
C．加入过量 NaOH 溶液：Na^+、Fe^{2+}、NH_4^+、SO_4^{2-}、OH^-

D．加入过量 NaClO 和 NaOH 的混合溶液：Na^+、SO_4^{2-}、Cl^-、ClO^-、OH^-

答案：D

解析：A、Cl_2 具有强氧化性，能将 Fe^{2+}氧化为 Fe^{3+}，Fe^{2+}不存在，A 错误；B、ClO^-具有强氧化性，能将 Fe^{2+}氧化为 Fe^{3+}，Fe^{2+}不存在，另外氢离子与次氯酸根离子也不能大量共存，B 错误；C、Fe^{2+}与 OH^-反应生成氢氧化亚铁沉淀，NH_4^+与 OH^-反应生成一水合氨，Fe^{2+}、NH_4^+不存在，C 错误；D、组内离子可以在溶液中存在，D 正确。答案选 D。

17. (2024 年 1 月浙江卷)固态化合物 Y 的组成为 $MgCaFeMn(CO_3)_4$，以 Y 为原料实现如下转化。



已知：NH_3 与溶液 A 中金属离子均不能形成配合物。

请回答：

(1)依据步骤Ⅲ，$MnCO_3$、$CaCO_3$ 和 $MgCO_3$ 中溶解度最大的是_____。写出溶液 C 中的所有阴离子_____。步骤Ⅱ中，加入 NH_4Cl 的作用是_____。

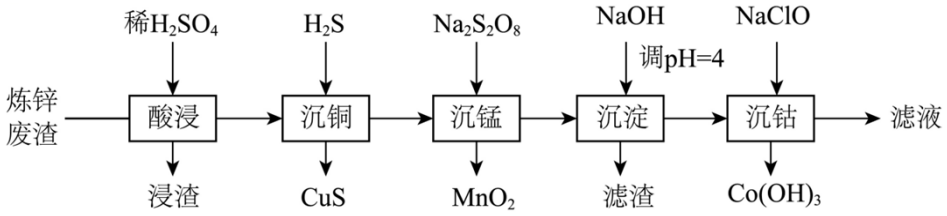
答案：(1)$MgCO_3$　　CO_3^{2-}、Cl^-　　调节溶液 pH 值，防止钙离子、镁离子、锰离子转化为氢氧化物的沉淀

解析: Y 中加入盐酸将碳酸根转化为二氧化碳，溶液 A 中主要有镁离子、锰离子、钙离子、亚铁离子，氯离子，若酸过量，还有 H^+，加入氨气和氯化铵将亚铁离子转化为氢氧化亚铁，溶液 B 中主要含有镁离子、锰离子、钙离子、铵根离子，氯离子，Ⅲ中又通入 CO_2 将钙离子与锰离子转化为沉淀，据此回答。

(1)$MnCO_3$、$CaCO_3$ 和 $MgCO_3$

是同种类型的沉淀，溶解度大的最后沉淀出来，由于通入二氧化碳，生成的沉淀是 $CaCO_3$ 和 $MgCO_3$，所以 $MgCO_3$ 溶解度最大；溶液中加入盐酸引入阴离子氯离子，Ⅲ中又通入 CO_2 引入碳酸根离子；加入 NH_4Cl 的作用是调节溶液 pH 值，防止钙离子、镁离子、锰离子转化为氢氧化物的沉淀；

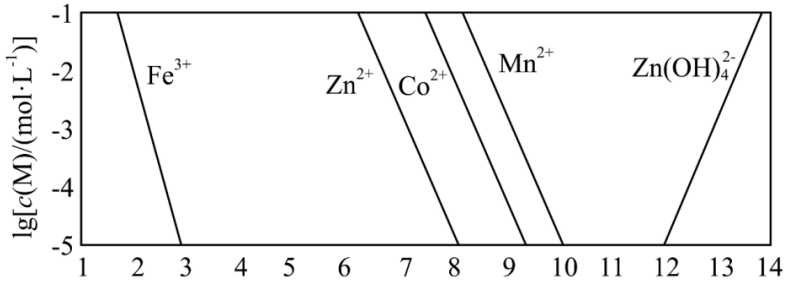
18. (2024 年甲卷)钴在新能源、新材料领域具有重要用途。某炼锌废渣含有锌、铅、铜、铁、钴、锰的＋2 价氧化物及锌和铜的单质。从该废渣中提取钴的一种流程如下。



注：加沉淀剂使一种金属离子浓度小于等于 $10^{-5}mol\cdot L^{-1}$，其他金属离子不沉淀，即认为完全分离。

已知：①$K_{sp}(CuS)=6.3\times10^{-36}$，$K_{sp}(ZnS)=2.5\times10^{-22}$，$K_{sp}(CoS)=4.0\times10^{-21}$。

②以氢氧化物形式沉淀时，$lg[c(M)/(mol\cdot L^{-1})]$和溶液 pH 的关系如图所示。



回答下列问题：

(3)假设“沉铜”后得到的滤液中 $c(Zn^{2+})$和 $c(Co^{2+})$均为 $0.10mol\cdot L^{-1}$，向其中加入 Na_2S 至 Zn^{2+}沉淀完全，此时溶液中 $c(Co^{2+})$＝_____$mol\cdot L^{-1}$，据此判断能否实现 Zn^{2+}和 Co^{2+}的完全分离_____(填“能”或“不能”)。

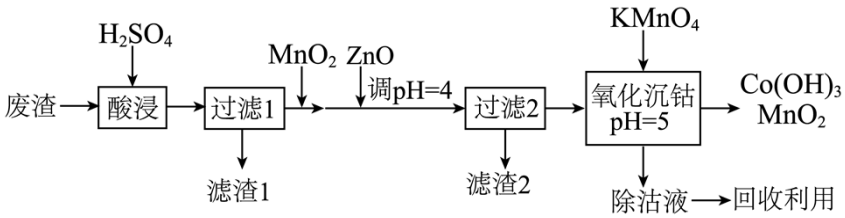
(4)“沉锰”步骤中，生成 $1.0molMnO_2$，产生 H^+的物质的量为_____。

答案：(3)1.6×10^{-4}；不能　　(4)4.0mol

解析：(3)假设“沉铜”后得到的滤液中 $c(Zn^{2+})$和 $c(Co^{2+})$均为 $0.10mol\cdot L^{-1}$，向其中加入 Na_2S 至 Zn^{2+}沉淀完全，此时溶液中 $c(S^{2-})=\frac{2.5\times10^{-22}}{10^{-5}}mol\cdot L^{-1}=2.5\times10^{-17}mol\cdot L^{-1}$，则 $c(Co^{2+})=\frac{4.0\times10^{-21}}{2.5\times10^{-17}}=1.6\times10^{-4}mol\cdot L^{-1}$，说明大部分 Co^{2+}也转化为硫化物沉淀，不能实现 Zn^{2+}和 Co^{2+}的完全分离。

(4)“沉锰”步骤中，$Na_2S_2O_8$ 将 Mn^{2+}氧化为二氧化锰除去，发生的反应为 $S_2O_8^{2-}+Mn^{2+}+2H_2O=MnO_2\downarrow+4H^++2SO_4^{2-}$，若生成 $1.0molMnO_2$ 则产生 $4.0molH^+$。

19. (2024 年新课标卷)钴及其化合物在制造合金、磁性材料、催化剂及陶瓷釉等方面有着广泛应用。一种从湿法炼锌产生的废渣(主要含 Co、Zn、Pb、Fe 的单质或氧化物)中富集回收得到含锰高钴成品的工艺如下：



已知溶液中相关离子开始沉淀和沉淀完全(c≤1.0×10-5mol·L^{-1})时的 pH：

	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Co^{3+}	Co^{2+}	Zn^{2+}
开始沉淀的 pH	1.5	6.9	—	7.4	6.2
沉淀完全的 pH	2.8	8.4	1.1	9.4	8.2

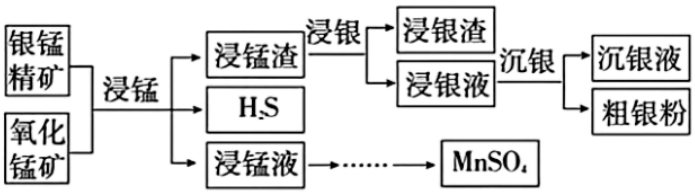
回答下列问题：

(2)“过滤 1”后的溶液中加入 MnO_2 的作用是_____。取少量反应后的溶液，加入化学试剂_____检验_____，若出现蓝色沉淀，需补加 MnO_2。

答案：(2)将溶液中的 Fe^{2+}氧化为 Fe^{3+}，以便在后续调 pH 时除去 Fe 元素　　$K_3[Fe(CN)_6]$溶液　　Fe^{2+}

解析：(2)酸浸液中含有 Co^{2+}、Zn^{2+}、Fe^{2+}、Fe^{3+}、SO_4^{2-}等离子。由题表中数据可知，当 Fe^{3+}完全沉淀时，Co^{2+}未开始沉淀，而当 Fe^{2+}完全沉淀时，Co^{2+}已有一部分沉淀，因此为了除去溶液中的 Fe 元素且 Co^{2+}不沉淀，应先将 Fe^{2+}氧化为 Fe^{3+}，然后调节溶液的 pH 使 Fe^{3+}完全水解转化为 $Fe(OH)_3$ 沉淀，因此，MnO_2 的作用是将 Fe^{2+}氧化为 Fe^{3+}，以便在后续调 pH 时除去 Fe 元素。常用 $K_3[Fe(CN)_6]$溶液检验 Fe^{2+}，若生成蓝色沉淀，则说明溶液中仍存在 Fe^{2+}，需补加 MnO_2；

20．(2023 年北京卷)以银锰精矿(主要含 Ag_2S、MnS、FeS_2)和氧化锰矿(主要含 MnO_2)为原料联合提取银和锰的一种流程示意图如下。



已知：酸性条件下，MnO_2 的氧化性强于 Fe^{3+}。

(1) “浸锰”过程是在 H_2SO_4 溶液中使矿石中的锰元素浸出，同时去除 FeS_2，有利于后续银的浸出：矿石中的银以 Ag_2S 的形式残留于浸锰渣中。

②在 H_2SO_4 溶液中，银锰精矿中的 FeS_2 和氧化锰矿中的 MnO_2 发生反应，则浸锰液中主要的金属阳离子有_____。

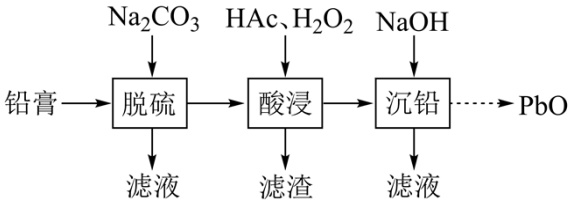
答案：(1)②Fe^{3+}、Mn^{2+}

解析：银锰精矿(主要含 Ag_2S、MnS、FeS_2)和氧化锰矿(主要含 MnO_2)混合加 H_2SO_4

溶液，使矿石中的锰元素浸出，同时去除 FeS_2，矿石中的银以 Ag_2S 的形式残留于浸锰渣中，浸锰液中主要的金属阳离子有 Fe^{3+}、Mn^{2+}；浸锰渣中 Ag_2S 与过量 $FeCl_3$、HCl 和 $CaCl_2$ 的混合液反应，将 Ag_2S 中的银以$[AgCl_2]^-$形式浸出，用铁粉把$[AgCl_2]^-$还原为金属银。

(1)②根据信息，在 H_2SO_4 溶液中二氧化锰可将 Fe^{2+}氧化为 Fe^{3+}，自身被还原为 Mn^{2+}，则浸锰液中主要的金属阳离子有 Fe^{3+}、Mn^{2+}。

21. (2022 年全国乙卷)废旧铅蓄电池的铅膏中主要含有 $PbSO_4$、PbO_2、PbO 和 Pb。还有少量 Ba、Fe、Al 的盐或氧化物等。为了保护环境、充分利用铅资源，通过下图流程实现铅的回收。



一些难溶电解质的溶度积常数如下表：

难溶电解质	$PbSO_4$	$PbCO_3$	$BaSO_4$	$BaCO_3$
K_{sp}	2.5×10^{-8}	7.4×10^{-14}	1.1×10^{-10}	2.6×10^{-9}

一定条件下，一些金属氢氧化物沉淀时的 pH 如下表：

金属氢氧化物	$Fe(OH)_3$	$Fe(OH)_2$	$Al(OH)_3$	$Pb(OH)_2$
开始沉淀的 pH	2.3	6.8	3.5	7.2
完全沉淀的 pH	3.2	8.3	4.6	9.1

回答下列问题：

(3)在“酸浸”中，除加入醋酸(HAc)，还要加入 H_2O_2。

(i)能被 H_2O_2 氧化的离子是_____；

(5)“沉铅”的滤液中，金属离子有_____。

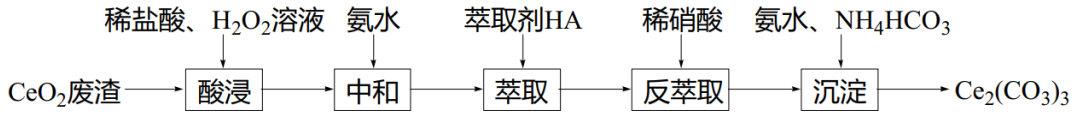
答案：(3) (i)Fe^{2+}　(5)Ba^{2+}、Na^+

解析：铅膏中主要含有 $PbSO_4$、PbO_2、PbO 和 Pb，还有少量 Ba、Fe、Al 的盐或氧化物等，向铅膏中加入碳酸钠溶液进行脱硫，硫酸铅转化为碳酸铅，过滤，向所得固体中加入醋酸、过氧化氢进行酸浸，过氧化氢可将溶液中的亚铁离子氧化为铁离子，酸浸后溶液的 pH 约为 4.9，依据金属氢氧化物沉淀时的 pH 可知，滤渣主要成分为氢氧化铝、氢氧化铁，过滤后，向滤液中加入氢氧化钠溶液进行沉铅，得到氢氧化铅沉淀，滤液中的金属阳离子主要为钠离子和钡离子，氢氧化铅再进行处理得到 PbO。

(3) (i)过氧化氢有氧化性，亚铁离子有还原性，会被过氧化氢氧化为铁离子。

(5)依据分析可知，加入碳酸钠不能使铅膏中的 $BaSO_4$ 完全转化，铁离子、铝离子转化为了氢氧化铁、氢氧化铝沉淀，铅转化为了氢氧化铅、最终变为了氧化铅，因此沉铅的滤液中，金属离子有 Ba^{2+}和加入碳酸钠、氢氧化钠时引入的 Na^+。

22．(2022 年江苏卷)实验室以二氧化铈(CeO_2)废渣为原料制备 Cl^-含量少的 $Ce_2(CO_3)_3$，其部分实验过程如下：



(3)通过中和、萃取、反萃取、沉淀等过程，可制备 Cl^-含量少的 $Ce_2(CO_3)_3$。已知 Ce^{3+}能被有机萃取剂(简称 HA)萃取，其萃取原理可表示为：Ce^{3+} (水层)+3HA(有机层)$\rightleftharpoons$$Ce(A)_3$ (有机层)+$3H^+$(水层)

①加氨水“中和”去除过量盐酸，使溶液接近中性。去除过量盐酸的目的是_____

_____。

②反萃取的目的是将有机层 Ce^{3+}转移到水层。使 Ce^{3+}尽可能多地发生上述转移，应选择的实验条件或采取的实验操作有_____(填两项)。

③与“反萃取”得到的水溶液比较，过滤 $Ce_2(CO_3)_3$ 溶液的滤液中，物质的量减小的离子有_____(填化学式)。

答案：(3)①降低溶液中氢离子的浓度，促进碳酸氢根离子的电离，增大溶液中碳酸根离子的浓度

②酸性条件，多次萃取　　③Ce^{3+}

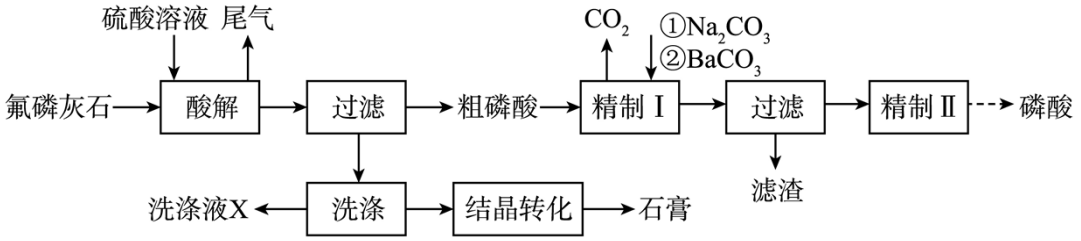
解析：首先用稀盐酸和过氧化氢溶液酸浸二氧化铈废渣，得到三价铈，加入氨水调节 pH 后用萃取剂萃取其中的三价铈，增大三价铈浓度，之后加入稀硝酸反萃取其中的三价铈，再加入氨水和碳酸氢铵制备产物，以此解题。

(3)①增大碳酸根离子的浓度有助于生成产物，故答案为：降低溶液中氢离子的浓度，促进碳酸氢根离子的电离，增大溶液中碳酸根离子的浓度；

②根据萃取原理可知，应选择的实验条件是酸性条件，为了使 Ce^{3+}尽可能多地发生上述转移，可以采用多次萃取；

③“反萃取”得到的水溶液中含有浓度较大的 Ce^{3+}，过滤后溶液中 Ce^{3+}离子浓度较小，故答案为：Ce^{3+}；

23. (2022 年新高考山东卷)工业上以氟磷灰石[$Ca_5F(PO_4)_3$，含 SiO_2 等杂质]为原料生产磷酸和石膏，工艺流程如下：



回答下列问题：

(2)部分盐的溶度积常数见下表。精制Ⅰ中，按物质的量之比 $n(Na_2CO_3):n(SiF_6^{2-})=1:1$ 加入 Na_2CO_3 脱氟，充分反应后，$c(Na^{2+})$_____$mol\cdot L^{-1}$；再分批加入一定量的 $BaCO_3$，首先转化为沉淀的离子是_____。

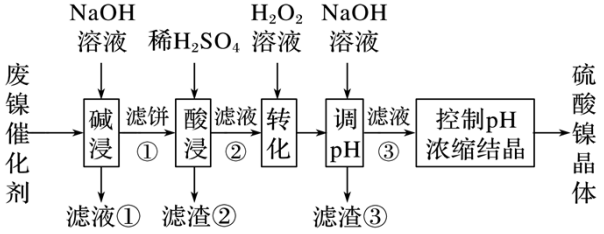
	$BaSiF_6$	Na_2SiF_6	$CaSO_4$	$BaSO_4$
K_{sp}	1.0×10^{-6}	4.0×10^{-6}	9.0×10^{-4}	1.0×10^{-10}

答案：(2)2.0×10^{-2}　　SO_4^{2-}

解析：氟磷灰石用硫酸溶解后过滤，得到粗磷酸和滤渣，滤渣经洗涤后结晶转化为石膏；粗磷酸以精制 I 脱氟、除硫酸根离子和 SiF_6^{2-}，过滤，滤液经精制 II 等一系列操作得到磷酸。

(2)精制 1 中，按物质的量之比 $n(Na_2CO_3):n(SiF_6^{2-})= 1:1$ 加入 Na_2CO_3 脱氟，该反应的化学方程式为 $H_2SiF_6+ Na_2CO_3=Na_2SiF_6\downarrow+CO_2\uparrow+ H_2O$，充分反应后得到沉淀 Na_2SiF_6，溶液中有饱和的 Na_2SiF_6，且 $c(Na^+)=2c(SiF_6^{2-})$，根据 Na_2SiF_6 的溶度积可知 $Ksp= c^2(Na^+)\cdot c(SiF_6^{2-})=4c^3(SiF_6^{2-})$，$c(SiF_6^{2-}) = \sqrt[3]{\frac{4.0\times10^{-6}}{4}}=1.0\times10^{-2}\,mol\cdot L^{-1}$，因此 $c(Na^+)=2c(SiF_6^{2-})=2.0\times10^{-2}mol\cdot L^{-1}$；同时，粗磷酸中还有硫酸钙的饱和溶液，$c(Ca^{2+})=c(SO_4^{2-})=\sqrt{9.0\times10^{-4}}=3.0\times10^{-2}\,mol\cdot L^{-1}$；分批加入一定量的 $BaCO_3$，当 $BaSiF_6$ 沉淀开始生成时，$c(Ba^{2+})=\frac{1.0\times10^{-6}}{1.0\times10^{-3}}=1.0\times10^{-3}\,mol\cdot L^{-1}$，当 $BaSO_4$ 沉淀开始生成时，$c(Ba^{2+})=\frac{1.0\times10^{-10}}{3.0\times10^{-2}}\approx3.3\times10^{-9}\ mol\cdot L^{-1}$，因此，首先转化为沉淀的离子是 SO_4^{2-}，然后才是 SiF_6^{2-}。

24．(2020 年全国卷Ⅲ27，节选)某油脂厂废弃的油脂加氢镍催化剂主要含金属 Ni、Al、Fe 及其氧化物，还有少量其他不溶性物质。采用如下工艺流程回收其中的镍制备硫酸镍晶体($NiSO_4\cdot7H_2O$)：



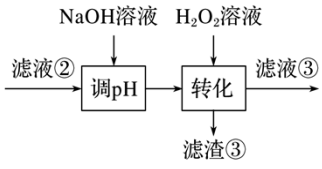
溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀的 pH 如下表所示：

金属离子	Ni^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}
开始沉淀时($c=0.01\ mol\cdot L^{-1}$)的 pH	7.2	3.7	2.2	7.5
沉淀完全时($c=1.0\times10^{-5}\,mol\cdot L^{-1}$)的 pH	8.7	4.7	3.2	9.0

回答下列问题：

(2)“滤液②”中含有的金属离子是_____。

(3)“转化”中可替代 H_2O_2 的物质是_____。若工艺流程改为先“调 pH”后“转化”，即



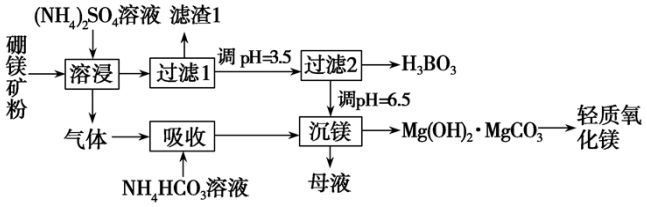
，“滤液③”中可能含有的杂质离子为_____。

答案：(2)Ni^{2+}、Fe^{2+}、Fe^{3+}　(3)O_2或空气　Fe^{3+}

解析：(2)滤饼①加稀硫酸酸浸，产生的滤液中的金属离子有 Ni^{2+}、Fe^{2+}、Fe^{3+}。

(3)过程中加入 H_2O_2 的目的是氧化 Fe^{2+}，由于 Fe^{2+}的还原性强，能与氧气反应，因此也可以用氧气或空气代替 H_2O_2。如果过程中先“调 pH”后“转化”，结合金属离子沉淀的有关 pH 数据可知，当调节 pH 小于 7.2 时，Fe^{2+}不能形成沉淀，加入 H_2O_2 后 Fe^{2+}被氧化为 Fe^{3+}，因此滤液③中可能混有 Fe^{3+}。

25．(2019 年高考全国卷Ⅰ)硼酸(H_3BO_3)是一种重要的化工原料，广泛应用于玻璃、医药、肥料等工业。一种以硼镁矿(含 $Mg_2B_2O_5·H_2O$、SiO_2 及少量 Fe_2O_3、Al_2O_3)为原料生产硼酸及轻质氧化镁的工艺流程如下：



(2)“滤渣 1”的主要成分有_____。为检验“过滤 1”后的滤液中是否含有 Fe^{3+}离子，可选用的化学试剂是_____。

答案：(2)SiO_2、Fe_2O_3、Al_2O_3　KSCN 溶液

解析：(2)硼镁矿中的 SiO_2、Fe_2O_3、Al_2O_3 与$(NH_4)_2SO_4$ 溶液不反应，也不溶解，过滤后形成“滤渣 1”。因为 KSCN 溶液遇 Fe^{3+}变为红色，所以 KSCN 溶液常用于 Fe^{3+}的检验。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/895003030024011333