

第2章

元素与物质世界

第1节 元素与物质分类

第1课时 元素与物质的关系 物质分类与物质性质



对点上分

1. D 【解析】一瓶气体中含 Cl 和 H 两种元素,则气体可以是 Cl_2 、 H_2 、 HCl 中的一种或两种或三种。若这瓶气体为 HCl ,则为一种化合物,A 正确;若这瓶气体含 Cl_2 和 H_2 ,则为两种单质,B 正确;若这瓶气体为 Cl_2 或 H_2 与 HCl 的混合物,则为一种单质和一种化合物,C 正确;Cl、H 元素形成的化合物只能为 HCl ,这瓶气体中最多有 1 种化合物,D 错误。

2. ⑧⑨ ④⑤ ②③⑫ ⑦ ⑥⑩ ①⑪⑬

【解析】由两种或两种以上的物质混合而成的物质为混合物;由同种元素组成的纯净物为单质;只由 2 种元素组成的纯净物中其中一种元素为 O 元素的为氧化物;在水溶液中电离出的阳离子均为 H^+ 的化合物为酸;在水溶液中电离出的阴离子均为 OH^- 的化合物为碱;由酸根离子和金属阳离子或铵根离子形成的化合物属于盐。由此可知① Na_2CO_3 属于盐,② Na_2O 属于氧化物,③ SiO_2 属于氧化物,④Fe 属于单质,⑤ O_2 属于单质,⑥ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 属于碱,⑦ H_2SO_4 属于酸,⑧海水属于混合物,⑨新鲜的空气属于混合物,⑩ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 属于碱,⑪ NaBr 属于盐,⑫ Fe_3O_4 属于氧化物,⑬ AgNO_3 属于盐。综上所述,属于混合物的是⑧⑨,属于单质的是④⑤,属于氧化物的是②③⑫,属于酸的是⑦,属于碱的是⑥⑩,属于盐的是①⑪⑬。

3. B



攻略上分

通法攻略 9“顿悟式”判断酸性氧化物和碱性氧化物,解决你对酸、碱性氧化物的疑惑。

【解析】盐酸不是纯净物,石灰水是混合物不是碱,A 错误;所有物质的分类都正确,B 正确; CO 不是酸性氧化物,氨气不是碱,C 错误;冰水混合物是纯净物,纯碱不是碱,是盐,D 错误。

归纳总结

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 为复盐,复盐是由两种或两种以上简单盐所组成的具有特定性质的化合物; NaHCO_3 为酸式盐, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 为结晶水合物, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 为碱式盐。

4. C 【解析】反应物中的 KNO_3 和生成物中的 K_2S 都属于盐,则反应物和生成物中各有 1 种物质属于盐,A 正确;反应物中的 S、C 和生成物中的 N_2 都属于非金属单质,则反应物和生成物中共有 3 种非金属单质,B 正确;木炭中含有少量杂质,属于混合物,C 错误; CO_2 能与碱反应生成盐和水,属于酸性氧化物,D 正确。

5. C 【解析】碱类物质的共性与 OH^- 有关,故选项所述的性质如

果与 OH^- 有关,则属于碱的共性,若与 Ca^{2+} 有关,则属于 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的特性,能使酚酞溶液变红,与盐酸反应生成水,与 CO_2 反应生成碳酸盐,都与 OH^- 有关,都属于碱的共性,而与 Na_2SO_4 反应生成 CaSO_4 沉淀,与 OH^- 无关,不属于碱的共性,故 C 符合题意。

- 6. B** 【解析】和酸反应生成气体的物质不一定是金属,如碳酸钠能与盐酸反应生成 CO_2 ,但碳酸钠属于盐,A 错误;碱性溶液能使酚酞变红,能使酚酞变红的溶液一定呈碱性,一定是碱性溶液,B 正

易错: 碱性溶液不一定是碱溶液,注意二者的区别

确;氧化物中一定含氧元素,含氧元素的化合物不一定是氧化物,如硫酸和硝酸中含有氧元素,但都属于酸,不是氧化物,C 错

关键点 主要看是否为两种元素组成,且其中一种为氧元素
误;金属能导电,能导电的物质不一定是金属,如石墨能导电,但石墨是非金属单质,不是金属,D 错误。

7. (1) 不成盐氧化物 酸性氧化物



【解析】(1) CO 不能和酸、碱反应生成盐和水,是不成盐氧化物; CO_2 能与碱反应生成盐和水,是酸性氧化物; C_2O 燃烧后转化为 CO_2 , C_2O 与 CuO 反应也生成 CO_2 ,反应的化学方程式为 $\text{C}_2\text{O} + 3\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{CO}_2 + 3\text{Cu}$ 。

(2) C_2O_3 能与水反应生成草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$),则 C_2O_3 是酸性氧化物, C_2O_3 与足量 NaOH 溶液反应生成草酸钠和水,反应的化学方程式为 $\text{C}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\quad} \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。

第 2 课时 一种重要的混合物——胶体



对点上分

- 1. B** 【解析】苏打水是溶液,牛奶、豆浆都是胶体,A 错误;碘酒是碘和碘化钾的酒精溶液,泥水是浊液,血液为胶体,B 正确;白糖水是蔗糖水溶液,食盐水是氯化钠水溶液,茶叶水是溶液,C 错误; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 悬浊液为浊液,澄清石灰水是溶液,石灰浆为浊液,D 错误。

- 2. A** 【解析】向 CuSO_4 溶液中加入 NaOH 溶液得到的是氢氧化铜悬浊液,浊液不稳定;向水中加入少量食盐得到的分散系是溶液,溶液稳定;向沸水中滴入饱和 FeCl_3 溶液得到的红褐色液体是胶体,胶体具有介稳性;向 NaOH 溶液中通入少量 CO_2 ,得到的无色液体是溶液,溶液稳定。综上所述,最不稳定的是浊液,A 符合题意。

3. C



攻略上分

通法攻略 10: 利用“过滤”原理关联“渗析”原理,快速解决胶体分离问题。

【解析】由题图可知,将蛋白质溶液放在半透膜上静置,水分子可以透过半透膜,而蛋白质分子不能,说明蛋白质溶液是胶体,因

此 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体和蛋白质溶液都具有丁达尔效应,不能用丁达尔效应鉴别 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体和蛋白质溶液,A 错误;胶体粒子直径介于 $1 \sim 100 \text{ nm}$,胶体粒子不能透过半透膜,因此题给半透膜的孔径大小不可能为 200 nm ,B 错误;淀粉溶液属于胶体,胶体粒子不能透过半透膜,而溶液中的粒子可以透过半透膜,因此题图中半透膜可用来分离 NaCl 溶液和淀粉溶液,C 正确;泥浆属于悬浊液,淀粉溶液属于胶体,二者粒子直径均大于半透膜的孔径,因此题图中半透膜不能用来分离泥浆和淀粉溶液,D 错误。

4. C 【解析】溶液的分散质微粒直径小于 1 nm ,胶体的分散质微粒直径介于 $1 \sim 100 \text{ nm}$,而悬浊液的分散质微粒直径大于 100 nm ,因此三种分散系中分散质的微粒直径: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 悬浊液 $> \text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 $> \text{FeCl}_3$ 溶液,A 正确;溶液的分散质微粒可透过滤纸,而悬浊液的分散质微粒不可透过滤纸,可通过过滤的方式从 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 悬浊液中分离出 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,B 正确;利用胶体具有丁达尔效应,可区别胶体和溶液,但是胶体与其他分散系的本质区别并不在于丁达尔效应,而在于分散质微粒的直径大小,C 错误;胶体是呈电中性的分散系, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体电泳的实验中,与直流电源负极相连的一极附近颜色加深,与直流电源正极相连的一极附近颜色变浅,证明 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的分散质微粒吸附带正电荷的离子,D 正确。

5. C 【解析】常温下,饱和 FeCl_3 溶液无法在水中形成胶体,A 错误; NaOH 与 FeCl_3 发生反应,生成大量 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 且微粒直径绝大部分超过 100 nm ,直接形成沉淀(悬浊液状态),B 错误;将饱和 FeCl_3 溶液滴入沸水中,可生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,C 正确; NaOH 与 FeCl_3 发生反应,生成大量 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,D 错误。

6. A



思路导引

X 中 FeCl_3 溶液中含少量 HCl ,因此 Y 中 CaCO_3 与 HCl 反应生成 CO_2 和 H_2O ,放置一昼夜,Z 中产生红褐色透明液体,为氢氧化铁胶体。

【解析】X 中为 FeCl_3 溶液,Z 中为氢氧化铁胶体,二者分散质不同,A 错误;Y 中 HCl 与 CaCO_3 反应生成 CaCl_2 、 CO_2 和 H_2O ,故 Y 中产生的气体为 CO_2 ,B 正确;固体不能通过滤纸,胶体可以透过滤纸,所以利用过滤的方法,可将 Z 中固体与液体分离,C 正确;Z 中液体为氢氧化铁胶体,能产生丁达尔效应,D 正确。

第 1 节 节测上分

1. B 【解析】 I_2 是由一种元素组成的纯净物,属于单质,A 不符合题意; K_2SO_4 属于化合物、盐,B 符合题意; P_2O_5 属于氧化物,C 不符合题意; HNO_3 属于酸,D 不符合题意。

2. A 【解析】判断可溶物与难溶物的依据是物质在水中的溶解度,A 正确;仅含有一种元素的物质可能是混合物,也可能是纯净物,如 O_2 和 O_3 混合在一起为混合物, O_2 为纯净物,B 错误;含有氢元素的化合物可能为盐,如 NaHSO_4 为盐,C 错误;与酸能反应的氧化物不一定为碱性氧化物,如 Na_2O_2 能与盐酸反应生成

氯化钠、水和氧气,但 Na_2O_2 为过氧化物,不属于碱性氯化物,D 错误。

- 3. D** 【解析】置换反应是指单质与化合物反应生成另一种单质和另一种化合物的反应,生产石墨烯的反应中,生成物中有单质,反应物中没有单质,不是置换反应,A 错误;石墨烯与金刚石都是由碳元素组成的不同单质,金刚石属于非金属单质,B 错误; NO 既不与酸反应,又不与碱反应,属于不成盐氧化物,C 错误;自然 \rightarrow **关键点** 不成盐氧化物的判断主要看非氧元素的价态是否有对应的盐
界中碳元素有游离态(金刚石、石墨等)和化合态(碳的氧化物、碳酸盐等)两种存在形式,D 正确。

4. D

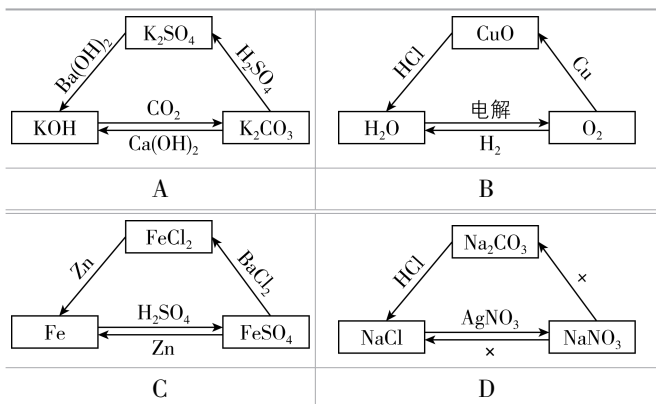


攻略上分

通法攻略 9: 酸性氧化物和碱性氧化物的判断要从定义出发,关键看元素化合价是否发生变化。

【解析】 NaHSO_4 是酸式盐,属于盐; Al_2O_3 为两性氧化物,A 错误。纯碱是 Na_2CO_3 ,属于盐; Na_2O_2 是过氧化物,不属于碱性氧化物,B 错误。氨水为混合物,不属于碱; NO_2 为不成盐氧化物,不属于酸性氧化物,C 错误。所给的物质分类都正确,D 正确。

- 5. D** 【解析】将各项物质代入转化关系图,再进行分析,可知 D 项中三种物质不能实现题图所示转化。



- 6. C** 【解析】地壳中元素含量由高到低依次为氧、硅、铝、铁等,A 错误;金属单质与氧气反应生成金属氧化物,B 错误;分散系是一类混合物,纯净物和分散系都是物质的一种类别,C 正确;过氧化钠不是碱性氧化物,D 错误。

- 7. C** 【解析】 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的性质相似,则 CO_2 通入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中生成难溶于水的 BaCO_3 ,溶液也会变浑浊,A 正确; CaO 和 BaO 都是碱性氧化物,二者性质相似,则 CO_2 也能与 BaO 反应生成 BaCO_3 ,B 正确; CaO 能与 H_2O 反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,但 CuO 不能与 H_2O 反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,C 错误;氢氧化钡与氢氧化钙的性质相似,则 Na_2CO_3 溶液也能与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应生成碳酸钡沉淀和 NaOH ,D 正确。

- 8. B** 【解析】CQDs 颗粒直径为 $2\sim 20\text{ nm}$,与水形成的分散系是胶体,具有丁达尔效应,A 正确;过程 I 中生成 H_2O_2 、过程 II 消耗 H_2O_2 ,过程中无需补充 H_2O_2 ,B 错误;碳量子点(CQDs)/氮化碳

(C_3N_4)复合光催化剂,实现利用太阳光高效分解水生成氢气和氧气,总反应方程式为 $2H_2O \xrightarrow{CQDs/C_3N_4} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$, C 正确;
 H_2O 由 H、O 两种元素组成,属于氧化物, D 正确。

- 9. AB** 【解析】溶液是一种分散系,是混合物,既不是电解质也不是非电解质, A 错误;制备胶体过程中如果搅拌,可能引起胶体的聚沉,故不能搅拌, B 错误;根据 AgI 胶团的结构,可知 AgI 胶团和 AgI 胶体均呈电中性, AgI 胶粒带负电荷, C 正确;胶体粒子不能透过半透膜,溶液能透过半透膜,可用渗析的方法分离 AgI 胶体和 KNO_3 溶液, D 正确。

关键点拨 过滤和渗析的区别:过滤是用滤纸把溶液中不溶的物质分离出来;渗析是用半透膜把胶体从溶液中分离出来。

- 10. (1)** ①HCl ②不需加热, $FeCl_3$ 溶液浓度小 ③NaOH

(2) ① $FeCl_3$ ②pH>10 时, $Fe(OH)_3$ 胶体溶解

【解析】(1) ①实验 1 中饱和氯化铁溶液与水在加热条件下反应生成 $Fe(OH)_3$ 胶体和 HCl。

②对比实验 1 和实验 2 可知,实验 2 不需要加热,且即使不是饱和氯化铁溶液也能生成氢氧化铁胶体,故优点是不需加热, $FeCl_3$ 溶液浓度小。

③根据实验 1 和 3 可知,在蒸馏水中滴加饱和氯化铁溶液并加热,生成氢氧化铁胶体的速度大于直接加热饱和氯化铁溶液,说明此时提供氢氧根离子的物质是水;对比实验 1 和 2 可知,加入少量 NaOH 溶液后,即使不用饱和氯化铁溶液,也能生成氢氧化铁胶体,此时提供氢氧根离子的物质是 NaOH。

(2) ①根据资料信息 I 可知,固体氯化铁易升华,则漏斗内棕褐色的烟中主要含有 $FeCl_3$ 。

②根据资料信息 II 可知, pH>10 时, $Fe(OH)_3$ 胶体溶解,因此 pH 较高时,吸附效率降低。

第 2 节 电解质的电离 离子反应

第 1 课时 电解质的电离



对点上分

1. B



攻略上分

通法攻略 11:从物质类别(化合物)的角度判断电解质和非电解质。

【解析】盐酸是 HCl 的水溶液,属于混合物, A 错误。蒸馏水中只含水分子,属于纯净物;蔗糖溶液属于混合物;熔融状态的氧化铝能导电,氧化铝是电解质;二氧化硫自身不能电离,二氧化硫是非电解质, B 正确。铁是单质,既不是电解质,也不是非电解质;碳酸钙为盐类物质,属于电解质, C 错误。水蒸气是纯净物;碳酸钠为盐类物质,属于电解质, D 错误。

2. A



攻略上分

通法攻略 11: 从物质类别(化合物)的角度判断电解质和非电解质。

【解析】 NH_3 属于非电解质, 但与水反应生成的一水合氨能电离, 其水溶液能够导电, A 正确; 硫酸钡不溶于水, 但硫酸钡在熔融状态时能导电, 所以硫酸钡是电解质, B 错误; 溶液导电性不仅与单位体积溶液中离子数目多少有关, 还与离子所带电荷数有关, 离子数目多的导电能力不一定强, C 错误; NaHSO_4 在水溶液中电离出 Na^+ 、 H^+ 、 SO_4^{2-} , 在熔融状态下电离出 Na^+ 、 HSO_4^- , D 错误。

易错警示

电解质与非电解质的概念混淆

判断一种物质是否是电解质或非电解质可以从以下三方面入手:

(1) 是否是化合物。某些混合物(如稀盐酸)和某些单质(如 Cu 、 C 等)虽能导电, 但不是化合物。

(2) 是否是自身发生电离。 NH_3 、 CO_2 等的水溶液能导电, 但发生电离的不是 NH_3 、 CO_2 , 而是它们和水的反应产物 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 H_2CO_3 , 故电解质应为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 H_2CO_3 , 而 NH_3 、 CO_2 属于非电解质。

(3) 电解质在熔融状态或水溶液中才导电。如固态 NaCl 不导电, 气态的 HCl 也不导电。

3. A 【解析】碳酸氢钙的电离方程式为 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$, A 错误; 硫酸氢钠在水溶液中电离出 Na^+ 、 H^+ 、 SO_4^{2-} , 电离方程式为 $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$, B 正确; 氯化钡在水溶液中电离出 Ba^{2+} 、 Cl^- , 电离方程式为 $\text{BaCl}_2 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$, C 正确; 硫酸钠在水溶液中电离出 Na^+ 、 SO_4^{2-} , 电离方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$, D 正确。

4. A 【解析】1 个“ Na_3PO_4 ”完全电离生成 3 个 Na^+ 和 1 个 PO_4^{3-} , 电离方程式为 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons 3\text{Na}^+ + \text{PO}_4^{3-}$, A 错误; 氯化铵在水溶液中电离出 NH_4^+ 和 Cl^- , B 正确; 硝酸钾在水溶液中电离出 NO_3^- 和 K^+ , C 正确; 硫酸镁在水溶液中电离出 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} , D 正确。

归纳总结

电离方程式的正误判断技巧

一看离子符号书写是否正确, 特别是酸根离子的书写形式;
二查系数是否合理, 依据溶液呈电中性的原则, 查离子所带正、负电荷的总数是否相等。

5. (1) $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

(2) $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$

(3) $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

(4) $\text{CH}_3\text{COOK} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{K}^+$

(5) $\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{I}^-$

【解析】(1) 氯化钠在水溶液中电离出钠离子和氯离子, 电离方程式为 $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ 。

(2) 氢氧化钡在水溶液中电离出钡离子和氢氧根离子, 电离方程式为 $\text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$ 。

(3) 硫酸在水溶液中电离出氢离子和硫酸根离子, 电离方程式为 $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 。

(4) 醋酸钾在水溶液中电离出醋酸根离子和钾离子, 电离方程式为 $\text{CH}_3\text{COOK} = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{K}^+$ 。

(5) 碘化氢在水溶液中电离出氢离子和碘离子, 电离方程式为 $\text{HI} = \text{H}^+ + \text{I}^-$ 。

归纳总结 电离方程式的书写要点

(1) 拆分: 根据酸、碱、盐的组成特点进行拆分;

(2) 电荷守恒: 阳离子所带正电荷总数应与阴离子所带负电荷总数相等。

6. A 【解析】① Na^+ 不可能由酸电离产生, 酸电离产生的阳离子应全部为 H^+ , Na^+ 应该为碱或盐电离产生的; ② 因阳离子全部为 H^+ , 可理解为盐酸和硫酸两种物质溶于水时电离出的离子; ③ Na^+ 、 K^+ 不可能由酸电离产生的阳离子, 因阴离子只有 OH^- , 应为两种碱; ④ Na^+ 、 K^+ 、 NO_3^- 溶液中无 H^+ , 不能由酸电离产生, 因有金属离子和硝酸根离子, 则为盐电离产生的离子。按照仅有酸、碱、盐依次电离的是 ②③④, A 符合题意。

7. C 【解析】 NaCl 由 Na^+ 、 Cl^- 构成, 故 NaCl 固体中含有离子, A 错误; 熔融状态的 NaCl 为 NaCl 的液体状态, 是纯净物, B 错误; NaCl 在熔融状态下会发生电离, 形成自由移动的离子, 故熔融状态的 NaCl 中存在自由移动的离子, C 正确; NaCl 溶于水会发生电离, NaCl 水溶液中导电的离子主要由 NaCl 电离产生, D 错误。

8. D 【解析】盐中可能含有两种元素, 如 NaCl , A 错误; NaH_2PO_2 可由 H_3PO_2 与过量的 NaOH 溶液反应生成, 说明 H_3PO_2 只能电离出一个 H^+ , 则 H_3PO_2 为一元酸, B 错误; 结合 B 项分析可知, NaH_2PO_2 属于正盐, C 错误; H_3PO_2 是电离时生成的阳离子全部是 H^+ 的化合物, 则 H_3PO_2 是一种酸, 属于电解质, D 正确。

第2课时 离子反应



对点上分

1. B 【解析】 MgCl_2 溶液和 Na_2SO_4 溶液混合, 不符合复分解反应发生的条件, 二者不反应, A 不符合题意; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 HNO_3 反应生成硝酸钡和水, 发生反应的离子方程式为 $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$, 该反应属于复分解反应和离子反应, B 符合题意; Fe 和 CuSO_4 发生置换反应生成 FeSO_4 和 Cu , 不属于复分解反应, C 不符合题意; CO_2 和 C 在高温条件下生成 CO 的反应为化合反应, 不属于复分解反应, 该反应中没有离子参与, 也不属于离子反应, D 不符合题意。

2. D 【解析】①中 NaOH 溶液与 CuSO_4 溶液反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$

沉淀和 Na_2SO_4 , 反应的实质是 Cu^{2+} 与 OH^- 结合生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀, A 正确; ②中 HCl 与 NaOH 反应生成 NaCl 和 H_2O , 反应的实质是 OH^- 和 H^+ 结合生成 H_2O , 溶液的碱性逐渐减弱, 红色逐渐褪去, B 正确; ③中 HCl 与 Na_2CO_3 反应生成 NaCl 、 CO_2 和 H_2O , 反应的实质是发生复分解反应生成 H_2CO_3 , H_2CO_3 分解放出 CO_2 , C 正确; ④中 KCl 溶液与 NaHCO_3 溶液不反应, 无明显现象, D 错误。

3. A



攻略上分

通法攻略 12: 溶液导电性变化主要关注离子反应过程中强、弱电解质的转变、溶液浓度的变化等。

【解析】稀硫酸与氢氧化钡溶液反应生成硫酸钡沉淀和水, 则向氢氧化钡溶液中滴加单位体积内离子数目相同的稀硫酸时, 溶液中单位体积内离子数目逐渐减小, 导电能力逐渐减弱, 当二者恰好完全反应时, 导电能力最弱, 稀硫酸过量时, 溶液中单位体积内离子数目增大, 导电能力又逐渐增强, 则溶液中导电能力的变化与题图符合, A 正确; 氢氧化钠溶液与稀盐酸反应生成氯化钠和水, 则向氢氧化钠溶液中滴加单位体积内离子数目相同的稀盐酸时, 溶液中单位体积内离子数目减小, 导电能力一直减弱, 溶液中导电能力的变化与题图不符, B 错误; 碳酸氢钠溶液加水稀释时, 溶液中的单位体积内离子数目减小, 导电能力一直减弱, 不会出现增强的趋势, 溶液中导电能力的变化与题图不符, C 错误; 澄清石灰水与碳酸钠溶液反应生成碳酸钙沉淀和氢氧化钠, 则向澄清石灰水中加碳酸钠溶液时, 溶液中单位体积内离子数目变化不大, 导电能力变化不大, 溶液中导电能力的变化与题图不符, D 错误。

关键点拨

溶液导电能力与溶液中的单位体积内离子数目和离子所带电荷数有关, 溶液导电能力降低, 主要是由于溶液中发生离子反应, 生成了难溶或难电离的物质。

4. D



攻略上分

通法攻略 13: “拆”“不拆”看是否为易溶的强电解质, “对”“不对”用 6 个避坑指南进行分析。

【解析】书写离子方程式时 HCO_3^- 不能拆写成 H^+ 和 CO_3^{2-} , 正确的离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$, A 错误; 电荷不守恒, 正确的离子方程式为 $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$, B 错误; 通入的 CO_2 过量, CO_2 可以和 C 项离子方程式中生成的 CaCO_3 继续反应, 生成可溶于水的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, C 错误; 稀硝酸与碳酸银反应生成硝酸银、水和二氧化碳, 离子方程式为 $\text{Ag}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}^+ = 2\text{Ag}^+ + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, D 正确。

5. C

【解析】氯化钡溶液与硫酸钠溶液反应的实质为钡离子与硫酸根离子反应生成硫酸钡沉淀, A 正确; 盐酸与 Fe_3O_4 反应生成铁离子、亚铁离子和水, 题给离子方程式正确, B 正确; 稀硫酸与铁片反应生成亚铁离子, 正确的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} +$

$\text{H}_2 \uparrow$, C 错误;向碳酸钠溶液中加入少量稀盐酸,碳酸根离子与氢离子反应生成碳酸氢根离子,题给离子方程式正确, D 正确。



【解析】(1) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中加入稀 H_2SO_4 反应生成硫酸钡沉淀的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

(2) 铁屑加入 CuSO_4 溶液中反应生成铜和硫酸亚铁: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 。

(3) 该反应为可溶性铜盐和可溶性碱生成氢氧化铜沉淀, 化学方程式可以为 $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (答案不唯一)。

(4) 该反应为可溶性碳酸盐和强酸生成二氧化碳和水, 化学方程式可以为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (答案不唯一)。



【解析】(1) 盐酸与碳酸钙反应生成氯化钙、水、二氧化碳, 离子方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(2) 氧化铁和稀硫酸反应生成硫酸铁和水, 反应的离子方程式为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$; 反应片刻后, 可观察到有气体产生, 是铁和稀硫酸反应生成硫酸亚铁和氢气, 反应的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$; NaHSO_4 与 NaOH 反应的实质是 NaHSO_4 电离出的氢离子与 NaOH 电离出的氢氧根离子反应生成水, 发生反应的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ 。

8. C

攻略上分 通法攻略 14: 解决离子共存问题, 关注“一色”“二性”“三反应”。

【解析】含 Fe^{2+} 的溶液呈浅绿色, A 不符合题意; NH_4^+ 和 OH^- 反应生成一水合氨, 无法大量共存, B 不符合题意; Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 之间相互不反应, 能大量共存, C 符合题意; H^+ 和 HCO_3^- 反应生成水和二氧化碳, 无法大量共存, D 不符合题意。

9. A 【解析】碱性溶液中, Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 相互之间不反应, 能大量共存, 且溶液为无色、透明, A 符合题意; 氢氧化铜难溶于水, 碱性溶液中 Cu^{2+} 不能大量存在, 且 Cu^{2+} 在溶液显蓝色, B 不符合题意; OH^- 与 H^+ 能反应, 碱性溶液中不能大量存在 H^+ , C 不符合题意; 含有 MnO_4^- 的溶液呈紫红色, 无色溶液中不能大量存在 MnO_4^- , D 不符合题意。

10. B 【解析】使无色酚酞溶液呈红色的溶液显碱性, 溶液中含有大量的 OH^- , Mg^{2+} 与 OH^- 反应会生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, 所以溶液中不能含有大量的 Mg^{2+} , A 不符合题意; Cu^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 彼此不反应, 在溶液中可以大量存在, B 符合题意; 使紫色石蕊溶液呈红色的溶液显酸性, 溶液中含有大量的 H^+ , H^+ 与选项中各离子都

不反应,但 Ca^{2+} 和 SO_4^{2-} 会生成微溶于水的硫酸钙,二者不能大量共存,C 不符合题意;强酸性溶液含有大量的 H^+ , H^+ 能与 HCO_3^- 反应生成二氧化碳与水,所以溶液中不能大量存在 HCO_3^- ,D 不符合题意。

→ **关键点** HCO_3^- 既能与酸反应,又能与碱反应,与 H^+ 、 OH^- 都不能大量共存

符合题意。

11. A 【解析】在透明溶液中, Na^+ 、 Cu^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 各离子之间不反应,能够大量共存,A 符合题意;在含大量 Fe^{3+} 的溶液中, Fe^{3+} 与 OH^- 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,不能大量共存,B 不符合题意;在强碱溶液中含有大量的 OH^- , OH^- 与 HCO_3^- 反应生成碳酸根离子,不能大量共存,C 不符合题意;滴加紫色石蕊溶液显红色的溶液中含有大量的 H^+ , H^+ 与 CO_3^{2-} 反应生成 H_2O 和 CO_2 ,不能大量共存,D 不符合题意。

易错警示 忽略限定条件而出错

限定条件下的离子共存问题的判断,常因忽略限定条件而判断失误,常见的有以下几种情况:

(1) 忽视了溶液限定显酸性

“酸性”的常见描述:①酸性溶液;②常温下, $\text{pH} < 7$ 的溶液;③滴入紫色石蕊溶液变红色的溶液。

(2) 忽视了溶液限定显碱性

“碱性”的常见描述:①碱性溶液;②常温下, $\text{pH} > 7$ 的溶液;③使紫色石蕊溶液变蓝色的溶液;④滴入酚酞变红色的溶液。

12. C 【解析】硫酸铜为蓝色溶液,与硫酸铜反应生成沉淀的为氢氧化钠,其他物质之间不反应,氯化钾和硝酸钠不能区分开,A 不符合题意;盐酸、氯化钠溶液与硝酸银溶液反应均生成白色沉淀,其他物质之间不反应,故不能区分开,B 不符合题意;硫酸镁能与氢氧化钠、碳酸钠反应生成白色沉淀,能鉴别出硫酸镁,硫酸氢钠能溶解这两种沉淀,有气体生成的是碳酸钠,没有气体生成的是 NaOH ,C 符合题意;硫酸钠与其他三种溶液反应均生成沉淀,故能鉴别出硫酸钠,而其他物质之间不反应,D 不符合题意。

13. AC

思路导引 由实验流程可知,①为粗盐溶解,②中硫酸根离子用钡离子沉淀,③中镁离子用氢氧根离子沉淀,④中钙离子及过量钡离子用碳酸根离子沉淀,⑤为过滤,过滤分离出所有的沉淀,滤液含 NaCl 、 NaOH 、 Na_2CO_3 ,⑥中用盐酸处理溶液中的碳酸根离子和氢氧根离子,⑦为蒸发、结晶、烘干,得到精盐。

【解析】过程中③、④步骤互换,只是除去钙离子及过量的钡离子和镁离子的顺序颠倒,都能除去杂质离子,对实验结果不影响,A 正确;步骤④的目的是除去溶液中的 Ca^{2+} 及过量的 Ba^{2+} ,B 错误;滤液中主要存在的杂质离子为氢氧根离子和碳酸根离子,所以步骤⑥需要向滤液中滴加盐酸直到没有气泡冒出,使滤液呈中性或弱酸性,除去氢氧根离子和碳酸根离子,C 正确;步骤⑦中蒸发操作所用到的仪器是酒精灯、玻璃棒、蒸发皿、铁架台(带铁

圈), D 错误。

14. (1) CuSO_4

(2) BaSO_4

(3) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 KHSO_4



思路导引

固体粉末由 a. $\text{Ba}(\text{OH})_2$, b. 碳酸钠, c. 碳酸氢钠, d. 硫酸氢钾, e. 硝酸钾, f. 烧碱, g. 硫酸铜中的三种物质组成, 加水后过滤得到无色溶液和白色沉淀 1, 说明不含硫酸铜; 白色沉淀 1 中加足量稀盐酸, 部分溶解且生成无色气体, 则白色沉淀 1 为硫酸钡和碳酸钡、白色沉淀 2 为不溶于酸的硫酸钡, 那么原固体一定含硫酸氢钾、氢氧化钡, 碳酸钠、碳酸氢钠含其中一种, 氢氧化钠、硝酸钾一定不存在。

【解析】(1) 由操作 1 可知, 固体粉末中一定不存在 CuSO_4 。

(2) 根据分析, 白色沉淀 2 的成分为 BaSO_4 。

(3) 根据分析, 固体粉末中一定存在的物质有 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 KHSO_4 。



能力上分

1. B 【解析】氢氧化钙与盐酸反应生成氯化钙和水, 酚酞遇碱溶液变红色, 向含酚酞的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中滴加盐酸, 若红色褪去, 则说明溶液碱性减弱, 证明 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与盐酸发生了反应, A 正确; 氢氧化钙与某些盐发生反应, 比如与碳酸钠反应产生碳酸钙沉淀, 但 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 NaCl 不发生反应, B 错误; 当石灰水长时间暴露在空气中时, 氢氧化钙会与空气中的二氧化碳反应, 生成碳酸钙沉淀和水, C 正确; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 在水中电离出 Ca^{2+} 和 OH^- , 电离方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$, D 正确。

2. C



攻略上分

离子反应导致溶液导电性变化的图像问题, 通法攻略 12 帮你梳理思路。

【解析】向 NaCl 固体中滴加蒸馏水, 开始时导电能力应为 0, A 错误; 向 CH_3COOH 溶液中滴加等浓度的 NaOH 溶液, 生成的醋酸钠为强电解质, 导电能力应增强, B 错误; 向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中通入 CO_2 , 先生成碳酸钡沉淀和水, 导电能力降低, 继续通二氧化碳, 碳酸钡、二氧化碳和水反应生成碳酸氢钡, 导电能力又升高, C 正确; 向氨水中滴加等浓度的盐酸, 生成的氯化铵为强电解质, 溶液导电能力增强, D 错误。

3. D



攻略上分

通法攻略 16: 掌握“少量定 1”法, 快速判断离子的量比关系。

【解析】离子方程式中电荷不守恒, 正确的离子方程式为 $2\text{Al} + 3\text{Cu}^{2+} = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Cu}$, A 错误; 往 CaCl_2 溶液中通入少量 CO_2 不发生反应, B 错误; 少量氢氧化钡全部参加反应, 离子方程式应为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$, C 错误; 向

NaHSO_4 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至中性,即 H^+ 和 OH^- 恰好完全反应,离子方程式为 $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,D 正确。

4. AD



思路导引

某 100 mL 无色溶液可能含有 Na^+ 、 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 中的若干种,则一定不含 Fe^{3+} ;加入足量氯化钡生成 4.30 g 沉淀,向沉淀中加入盐酸,沉淀部分溶解,则剩余的沉淀为硫酸钡,其质量为 2.33 g,物质的量为 0.01 mol,溶解的沉淀为碳酸钡,其质量为 1.97 g,物质的量为 0.01 mol,滤液中加入氢氧化钠溶液共热生成标准状况下 0.672 L 氨气,物质的量为 0.03 mol,则含有 0.03 mol NH_4^+ ,碳酸根离子、硫酸根离子所含负电荷的物质的量为 $0.01 \text{ mol} \times 2 + 0.01 \text{ mol} \times 2 = 0.04 \text{ mol}$, NH_4^+ 所含正电荷的物质的量为 0.03 mol,则由电荷守恒可知,必含钠离子,若 $c(\text{Na}^+) > 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,一定含有氯离子。

【解析】由思路导引可知,原溶液中一定不存在 Fe^{3+} , Cl^- 可能大量存在,A 正确;由思路导引可知,原溶液中一定存在 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 、 Na^+ ,可能含有氯离子,B 错误;置换反应是一种单质和一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物的反应,上述反应中均未有单质参与或生成,故均不涉及置换反应,C 错误;根据电荷守恒可知溶液中至少含有 0.01 mol Na^+ ,若 $n(\text{Na}^+) > 0.01 \text{ mol}$,则一定含有氯离子,D 正确。

5. (1) 适量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$

(2) 适量 NaOH 溶液 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$

(3) 适量 BaCl_2 溶液 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

(4) 适量稀硫酸 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(5) 适量 NaOH 溶液 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$

【解析】(1) 氢氧化钡和碳酸钠反应生成碳酸钡沉淀和氢氧化钠,所以用适量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液除 NaOH 溶液中的 Na_2CO_3 ,离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$ 。

(2) 氯化镁和氢氧化钠反应生成氢氧化镁沉淀和氯化钠,用适量 NaOH 溶液除 NaCl 溶液中的 MgCl_2 ,离子方程式为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ 。

(3) 氯化钡和硫酸反应生成硫酸钡沉淀和盐酸,用适量 BaCl_2 溶液除盐酸中的硫酸,离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

(4) 碳酸钾和硫酸反应生成硫酸钾、二氧化碳和水,用适量的硫酸除硫酸钾溶液中的碳酸钾,离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(5) 氢氧化钠和碳酸氢钠反应生成碳酸钠和水,用适量 NaOH 溶液除碳酸钠溶液中的碳酸氢钠,离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ 。

6. (1) A (2) Na^+ 、 Cu^{2+}

(3) ① BaCl_2 [或 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$] Na^+ 、 NO_3^- ② 过滤

③ $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$



思路导引 易知生成的蓝色沉淀 1 为 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 要除去 Cu^{2+} , 则加入的试剂 a 为碱, 加入试剂不引入其他杂质离子, 则为 NaOH 溶液; 要除去 SO_4^{2-} , 则流程中生成的白色沉淀 2 为 BaSO_4 , 故加入的试剂 b 中含有 Ba^{2+} 。

【解析】(1) Mg^{2+} 与废水中的离子不发生反应, 能大量存在, A 符合题意; Ag^+ 能与废水中的 Cl^- 、 SO_4^{2-} 反应, 不能大量存在, B 不符合题意; OH^- 能与废水中的 Cu^{2+} 、 H^+ 反应, 不能大量存在, C 不符合题意; HCO_3^- 能与废水中的 H^+ 反应, 不能大量存在, D 不符合题意。

(2) 向废水中加入氢氧化钠溶液至溶液呈碱性过程中, OH^- 和废水中的 H^+ 反应生成水, 与废水中的 Cu^{2+} 反应生成氢氧化铜沉淀, 加入 NaOH 溶液, 引入 Na^+ , 则原废水中存在的离子的数目会发生变化的是 H^+ 、 Na^+ 、 Cu^{2+} 。

(3) ① 向溶液 1 中先加入过量含钡离子的溶液, 将溶液 1 中的硫酸根离子转化为硫酸钡沉淀, 故试剂 b 为 BaCl_2 或 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, 再加入过量试剂 c, 与过量的 Ba^{2+} 结合成沉淀经分离操作除去, 故试剂 c 为 Na_2CO_3 溶液; 向溶液 2 中加入适量盐酸, 与溶液中过量的碳酸钠、氢氧化钠反应, 得到含有 Na^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- 的溶液 3。② 分离操作将产生的沉淀和溶液分开, 即为过滤。③ 蓝色沉淀 1 为氢氧化铜, 加入足量盐酸发生反应 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

第 2 节 节测上分

1. D **【解析】**氨气溶于水得到的氨水能导电, 是因为生成的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 电离出的离子能导电, 氨水是混合物, 既不是电解质也不是非电解质, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是电解质, 氨水是电解质溶液, A 错误; HCl 属于电解质, 在水溶液中能导电, 但在熔融状态下不导电, B 错误; Cl_2 为单质, 既不是电解质也不是非电解质, C 错误; BaSO_4 难溶于水, 在水溶液中难导电, 但熔融状态下能电离出 Ba^{2+} 和 SO_4^{2-} 而导电, 所以 BaSO_4 是电解质, D 正确。

2. B **【解析】**电解质是在水溶液中或熔融状态下能自身电离而导电的化合物, 湖水是混合物, 既不是电解质, 也不是非电解质, A 错误; NaCl 属于纯净物, B 正确; 酚酞溶液遇碱性溶液变红, 湖水呈弱碱性, 滴加酚酞溶液变红, C 错误; 湖水呈蓝色并不是因为水中含有大量的 Cu^{2+} , 而是与湖水清澈、水深及周边环境的影响等因素有关, D 错误。

提示: 含有大量的 Cu^{2+} (Cu^{2+} 属于重金属离子) 的水体属于污染性废水

归纳总结

电解质首先要是化合物, 单质和混合物均不是电解质, 也不是非电解质。

3. B 【解析】 Ba^{2+} 和 SO_4^{2-} 会反应生成沉淀,不可以大量共存,A 不符合题意;这四种离子之间不反应,可以大量共存,且加入氢氧化钠溶液后也没有任何反应发生,B 符合题意;加入氢氧化钠溶液后, OH^- 会与 Fe^{3+} 反应产生沉淀,且 OH^- 会和 NH_4^+ 反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,还会与 H^+ 结合生成 H_2O ,故不可以大量共存,C 不符合题意;加入 NaOH 溶液后, OH^- 会与 HCO_3^- 反应,不能大量共存,D 不符合题意。

→ **关键点** 加入 NaOH 溶液,实际上只需要考虑 OH^- 与各离子的共存情况

4. D 【解析】向氢氧化铜中滴加稀硫酸生成硫酸铜和水,反应的离子方程式是 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$,A 评价合理;离子方程式 $\text{Mg} + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 可以表示 Mg 与盐酸等强酸溶液的反应,也可表示 Mg 与 NaHSO_4 等盐溶液发生的反应,B 评价合理;少量 NaHCO_3 溶液与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液反应,根据“以少定多”,反应的离子方程式是 $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,C 评价合理;NaOH 溶液中通入足量 CO_2 反应生成碳酸氢钠,反应的离子方程式是 $\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{HCO}_3^-$,D 评价不合理。

→ **关键点** 参与离子反应的离子中,“少量”物质电离产生的要全部参与离子反应,“过量”物质则会有离子剩余

关键点拨 关于“过量”或“足量”的离子方程式正误判断,可以将过量的物质再加入题给反应后的体系中,看反应后的体系中各离子能否继续反应。

5. C 【解析】由①可知,溶液中一定不存在 Cu^{2+} ,所以溶液一定为无色,A 正确;由②可知,原溶液中不含 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} ,根据溶液电中性原则,肯定存在 Cl^- ,由①可知,由于不含 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} ,该白色沉淀只能是氢氧化镁,故肯定含 Mg^{2+} ,B 正确;由①②③知,溶质种类最多时,该溶液的溶质为 NaCl 、 KCl 、 MgCl_2 ,溶剂为水,故配制成该溶液的电解质最多有四种,C 错误;由 B 项分析可知,原溶液中一定有 Cl^- ,实验③的目的是检验 Cl^- ,故该实验可以省略不做,D 正确。

6. AC 【解析】闭合开关 K,电流计指针发生偏转,说明 HCl 的水溶液能导电,从而能证明 HCl 是电解质,A 正确;闭合开关 K,向烧杯中加入 NaCl 固体,HCl 与 NaCl 不反应,但离子浓度增大,因此电流计指针偏转变大,B 错误;闭合开关 K,向溶液中加入 CaCO_3 固体,盐酸和碳酸钙反应生成氯化钙,离子数目变少,但离子所带电荷数变大,两者抵消,因此电流计示数基本不变,C 正确;选取相同浓度的硫酸替换 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸,由于硫酸中离子浓度更大、离子所带电荷数更多,因此电流计的示数不相同,硫酸对应的电流计示数大,D 错误。

7. CD 【解析】加入硫酸铜固体后导电能力增强,所以原硫酸铜溶液一定不是饱和溶液,A 错误;若将 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 固体换成 BaCl_2 固体,导电能力应先基本不变,后上升,B 错误;M 点后加入的硫酸铜固体变成胆矾晶体,使溶液质量减小,C 正确;N 点时导电能力

几乎为0,表示 CuSO_4 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 恰好完全反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀和 BaSO_4 沉淀,D 正确。

8. C



思路导引 向物质的量均为 $a \text{ mol}$ 的 NaOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 混

合溶液中通入 $b \text{ mol CO}_2$ 气体,二氧化碳和氢氧化钡反应生成碳酸钡沉淀,氢氧化钠和二氧化碳反应生成碳酸钠;碳酸钠和二氧化碳、水反应生成碳酸氢钠,二氧化碳和碳酸钡、水反应生成碳酸氢钡。

【解析】当 $\frac{b}{a} < 1$ 时,反应生成碳酸钡沉淀,离子方程式为 $\text{CO}_2 + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, A 正确;当 $\frac{b}{a} = \frac{3}{2}$ 时,假设向含 2 mol 氢氧化钠和 2 mol 氢氧化钡的混合溶液中通入 3 mol 二氧化碳,先是 2 mol 氢氧化钡与 2 mol 二氧化碳反应,再是 1 mol 二氧化碳与 2 mol 氢氧化钠反应,其离子方程式为 $3\text{CO}_2 + 6\text{OH}^- + 2\text{Ba}^{2+} \longrightarrow 2\text{BaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$, B 正确;当 $\frac{b}{a} = 2$ 时,假设向含 1 mol 氢氧化钠和 1 mol 氢氧化钡的混合溶液中通入 2 mol 二氧化碳,先是 1 mol 氢氧化钡与 1 mol 二氧化碳反应,再是 0.5 mol 二氧化碳与 1 mol 氢氧化钠反应生成 0.5 mol 碳酸钠和水,再是 0.5 mol 碳酸钠与 0.5 mol 二氧化碳、水反应生成 1 mol 碳酸氢钠,其离子方程式为 $2\text{CO}_2 + 3\text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$, C 错误; $a \text{ mol NaOH}$ 和 $a \text{ mol Ba}(\text{OH})_2$ 最多能消耗 $3a \text{ mol CO}_2$,当 $\frac{b}{a} > 3$ 时,即 CO_2 过量, OH^- 与过量 CO_2 反应生成 HCO_3^- ,其离子方程式为 $\text{CO}_2 + \text{OH}^- \longrightarrow \text{HCO}_3^-$, D 正确。

9. (1) Na_2CO_3 HCl 过滤 蒸发结晶

(2) BaSO_4 、 BaCO_3

(3) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$

(4) 不能



思路导引 NaCl 溶液中混有 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 和淀粉胶

体,通过操作①(渗析),将淀粉胶体分离,所得溶液中含有 NaCl 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 ,先加入过量的 BaCl_2 溶液,得到沉淀 A 为 BaSO_4 、 BaCO_3 ,滤液中含有 BaCl_2 和 NaCl ,再加入过量的 Na_2CO_3 溶液,除去多余的 BaCl_2 ,得到 Na_2CO_3 和 NaCl 的混合溶液,最后加入适量盐酸,除去 Na_2CO_3 后得到 NaCl 溶液,蒸发结晶后,得到纯净的 NaCl 晶体。

【解析】(1) 由分析可知,试剂②为 Na_2CO_3 ,试剂③为 HCl ,操作②为过滤,操作④为蒸发结晶。

(2) 除去淀粉后所得溶液中含有 NaCl 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 ,先加入过量的 BaCl_2 溶液,得到沉淀 A 为 BaSO_4 、 BaCO_3 。

(3) 试剂②为 Na_2CO_3 ,可以除去多余的 BaCl_2 ,发生反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 。

(4) 操作①是利用半透膜将淀粉胶体和溶液分离,说明淀粉不能透过半透膜。

10. (1) CO_3^{2-} NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} (2) BaSO_4 2.74 g (3) 0.98 g
(4) ①该溶液呈碱性且含有 Ba^{2+} (合理即可) ② $\text{BaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$



思路导引

实验操作 I 中向溶液中加入过量 NaOH 溶液反应产生 0.34 g 气体,该气体是 NH_3 ,说明溶液中含有 NH_4^+ ,

$$n(\text{NH}_4^+) = \frac{0.34 \text{ g}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol};$$

同时产生蓝色沉淀,该沉淀是 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,说明溶液中含有 Cu^{2+} ,将 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 过滤、洗涤、干燥、灼烧产生 CuO ,根据 Cu 元素守恒可知 $n(\text{Cu}^{2+}) =$

$$n(\text{CuO}) = \frac{0.8 \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol};$$

在实验操作 II 中加入足量 BaCl_2 溶液,过滤、洗涤、干燥,得到的 4.66 g 不溶于盐酸的沉淀是 BaSO_4 ,说明溶液中含有 SO_4^{2-} ,根据 S 元素守恒可知:

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{4.66 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}.$$

【解析】(1) 根据上述分析可知溶液中一定含有 0.02 mol NH_4^+ 、0.01 mol Cu^{2+} 、0.02 mol SO_4^{2-} 。由于 Cu^{2+} 与 CO_3^{2-} 不能大量共存,因此可确定该溶液中一定不含 CO_3^{2-} 。

(2) 根据上述分析可知操作 II 中沉淀为 BaSO_4 , $n(\text{BaSO}_4) = \frac{4.66 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$,则该沉淀中含有的金属元素钡的质量为 $0.02 \text{ mol} \times 137 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.74 \text{ g}$ 。

(3) 由上述分析可知 $n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{CuO}) = \frac{0.8 \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}$,则 Cu^{2+} 与 NaOH 反应产生 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀的物质的量为 0.01 mol, $m[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 0.01 \text{ mol} \times 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.98 \text{ g}$ 。

(4) ①由于操作 I 中加入了过量 NaOH 溶液,溶液显碱性,操作 II 中加入足量 BaCl_2 溶液,通入少量 CO_2 气体时,会发生反应 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,故白色沉淀中可能含有碳酸钡;②该实验兴趣小组乙同学发现,继续通入过量的 CO_2 ,沉淀部分消失,此时发生反应的离子方程式为 $\text{BaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ 。

专题上分 4

离子鉴别及推断

1. D 【解析】无色溶液中检验出 Ba^{2+} 、 Ag^+ 、 H^+ ,而 HCO_3^- 与 H^+ 反应,则一定不存在 HCO_3^- ; Ba^{2+} 、 Ag^+ 与 SO_4^{2-} 反应生成沉淀,则一定不存在 SO_4^{2-} ; Ag^+ 与 Cl^- 反应生成沉淀,则一定不存在 Cl^- ;由溶液为电中性可知,一定存在 NO_3^- ; Cu^{2+} 为蓝色,则一定不存在 Cu^{2+} ;故溶液中可能存在 K^+ ,即还必须检验的离子为 K^+ ,D 符合题意。

关键点拨

读题干提取信息:还含有的几种离子是否能与 Ba^{2+} 、 Ag^+ 、 H^+ 大量共存,若不共存,则不用检验。

2. A 【解析】通过溶液的颜色首先鉴别出呈黄色的溶液是 FeCl_3 溶液,然后将 FeCl_3 溶液分别滴入剩余的三种溶液中,生成红褐色沉淀的是 NaOH 溶液,然后将没有生成沉淀的两种溶液滴入沉淀中,沉淀溶解的是 HNO_3 溶液,沉淀不溶解的是 NaCl 溶液,可以鉴别,A 正确; BaCl_2 、 Na_2CO_3 、 KOH 、 K_2SO_4 四种溶液均为无色,只有 BaCl_2 和 Na_2CO_3 、 BaCl_2 和 K_2SO_4 混合产生白色沉淀,故不加其他试剂无法鉴别,B 错误; NaOH 、 Na_2SO_4 、 MgCl_2 、 HCl 四种溶液均为无色,且只有 NaOH 溶液和 MgCl_2 溶液混合产生白色沉淀,故不加其他试剂无法鉴别,C 错误;通过溶液的颜色首先鉴别出蓝色的溶液是 CuCl_2 溶液,然后将 CuCl_2 溶液分别滴入剩余的三种溶液中,都没有明显现象,因此不能鉴别,D 错误。

3. B 【解析】 Cu^{2+} 、 Mg^{2+} 均与 OH^- 结合生成沉淀, Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 结合生成沉淀,则溶液中最多含 Cu^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 和 SO_4^{2-} (或 Cu^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^-) 5 种离子,A 错误;若溶液有颜色,则一定含 Cu^{2+} ,可知一定没有 OH^- ,B 正确;若溶液呈碱性,则溶液一定含 OH^- ,可能含有 Na^+ 或 Ba^{2+} ,C 错误;若溶液含 Cu^{2+} ,则能与铁发生置换反应,离子方程式为 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$,D 错误。

4. B

攻略上分 大招攻略 15:掌握离子推断“四原则”,先“肯定”,再“互斥”,排“进出”干扰,最后“电中性”判断。

思路导引 某澄清透明溶液中可能含有 K^+ 、 Na^+ 、 H^+ 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 中的若干种。加足量盐酸,得到无色无臭的气体 W,W 是二氧化碳,则原溶液中含有 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 中的至少一种, CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 与 H^+ 不共存,则一定不含 H^+ ;加硝酸和硝酸银生成白色沉淀 X,X 是氯化银,则原溶液一定含有 Cl^- ,各离子数目相等,根据电荷守恒,一定含有 K^+ 、 Na^+ ,一定不含 CO_3^{2-} ,一定存在 HCO_3^- 。

【解析】由上述分析可知,原溶液中一定存在 Na^+ 、 K^+ ,A 正确;根据以上分析,原溶液中一定存在 HCO_3^- ,B 错误;根据以上分析,气体 W 为 CO_2 ,白色沉淀 X 为 AgCl ,C 正确;原溶液中含有 HCO_3^- ,向其中滴加澄清石灰水生成碳酸钙沉淀,溶液变浑浊,D 正确。

5. D 【解析】根据题干信息分析每份固体中离子存在情况:

注意: 固体分成了两等

份,在求原固体中的离子物质的量时,需要在每份的基础上加倍

题干(或已有)信息	结论
无色透明	没有 Cu^{2+}
加入足量 BaCl_2 溶液 得到白色沉淀	含有 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 中的至少一种,原溶液中没有 Ca^{2+} 提示: 根据互斥性原则

续表

题干(或已有)信息	结论
加入过量的稀盐酸充分反应,沉淀部分溶解	一定含有 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} , 且 $m(\text{BaSO}_4) = 4.66 \text{ g}$, $m(\text{BaCO}_3) = 6.63 \text{ g} - 4.66 \text{ g} = 1.97 \text{ g}$, 则一份固体中 $n(\text{SO}_4^{2-}) = 0.02 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.01 \text{ mol}$
实验②的滤液中滴加硝酸酸化的硝酸银溶液,有白色沉淀生成	实验②的滤液中有 Cl^- 存在,但不能说明是原溶液中的 提示: 因为加入足量氯化钡溶液和过量稀盐酸时引入了 Cl^-
气体能使湿润红色石蕊试纸变蓝	生成 NH_3 , 固体中含有 NH_4^+ , 一份固体中 $n(\text{NH}_4^+) = 0.03 \text{ mol}$
固体呈电中性	一份固体中 $n(\text{NH}_4^+) = 0.03 \text{ mol}$, $2n(\text{SO}_4^{2-}) + 2n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.06 \text{ mol}$, 则一定存在 Na^+ 且一份固体中 $n(\text{Na}^+) \geq 0.03 \text{ mol}$ (不排除固体中是否含有 Cl^-)

综上所述,原固体中至少含有 0.06 mol Na^+ , 一定含有 0.06 mol NH_4^+ 、 $0.04 \text{ mol SO}_4^{2-}$ 、 $0.02 \text{ mol CO}_3^{2-}$, 一定不含 Cu^{2+} 、 Ca^{2+} , 选 D 项。

6. (1) Fe^{3+}

(2) OH^- Mg^{2+}

(3) SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-}

(4) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$

(5) Ba^{2+}

(6) K^+

【解析】(1) 根据题干中“无色透明溶液”可知原溶液中肯定不存在的离子有 Fe^{3+} 。

提示: Fe^{3+} 在溶液中呈黄色

(2) 根据操作 I (紫色石蕊溶液变蓝) 判断,原溶液中肯定存在的离子是 OH^- , 肯定不存在的离子是 Mg^{2+} (氢氧化镁是白色沉淀)。

(3) 根据操作 II (加 BaCl_2 溶液无沉淀) 判断,原溶液中肯定不存在的离子有 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 。

(4) 操作 III 产生白色沉淀,氯离子和银离子发生反应的离子方程式为 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow$ 。

(5) 根据操作 IV 判断原溶液中肯定存在的离子有 Ba^{2+} 。

(6) 根据以上操作无法判断是否存在的离子有 K^+ 。

第 3 节 氧化还原反应

第 1 课时 氧化还原反应



对点上分

1. C 【解析】A 项、B 项的反应原理均为置换反应,一定是氧化还

原反应,D 项 S、N、C 元素化合价变化,是氧化还原反应,C 项为复分解反应,一定不是氧化还原反应。

- 2. C 【解析】**蜡烛燃烧、火药爆炸、 HgS 分解反应中,都涉及元素化合价的变化,均发生了氧化还原反应,A、B、D 不符合题意;钟乳的主要成分是 CaCO_3 ,其形成涉及 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 的反应,反应中没有发生元素化合价的变化,不属于氧化还原反应,C 符合题意。

关键点拨 判断过程中是否发生氧化还原反应,关键看是否有元素化合价发生变化。

- 3. B 【解析】**同温同压下,相同质量的两种气体,体积之比等于摩尔质量的倒数之比,A 正确;有单质参与的反应不一定属于氧化还原反应,例如氧气转化为臭氧, O_2 、 O_3 均为单质,元素化合价均为 0,B 错误;只含有一种元素的物质,可能是混合物,例如氧气和臭氧组成的是混合物,C 正确;该反应是一种单质转化为另一种单质,不属于四种基本反应类型中的任意一种,D 正确。

- 4. C 【解析】**阴影部分所表示的反应为氧化还原反应,但不属于四种基本反应类型。 NH_4HCO_3 分解的反应属于分解反应,A 不符合题意; $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 与 O_2 、 H_2O 生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的反应属于化合反应,B 不符合题意; $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 不属于四种基本反应类型,但有元素化合价的变化,属于氧化还原反应,C 符合题意; $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$ 属于置换反应,D 不符合题意。

归纳总结 置换反应一定是氧化还原反应,复分解反应一定不是氧化还原反应,化合反应和分解反应不一定是氧化还原反应。

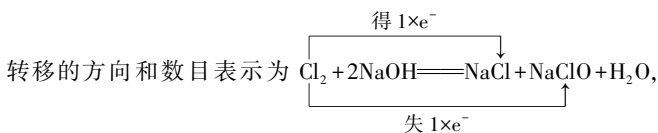
- 5. B 【解析】**根据氧化还原反应中化合价“只靠近不交叉”原则,硫化氢中 S 元素由 -2 价升高到 0 价,生成 S,硫酸中 S 元素由 +6 价降低到 +4 价,生成二氧化硫,此反应转移 $2e^-$,电子转移的方向和数目表示为 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,A 错误;根据氧化还原反应中化合价“只靠近不交叉”原则,氯酸钾得电子生成氯气,HCl 失电子生成氯气,电子转移的方向和数目表

示为 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = 3\text{Cl}_2 \uparrow + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$,B 正确;Fe 失电子生成氯化铁,氯气得电子生成氯化铁,电子转移的方向和数目表示为 $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$,C 错误;反应中氯气中氯元素的化合价

升高生成次氯酸钠,氯元素的化合价降低生成氯化钠,电子转移的方向和数目表示为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$,D 错误。

关键点 单线桥表示时,只有转移,不跨“=”

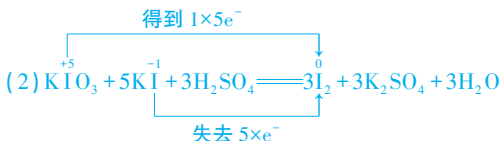
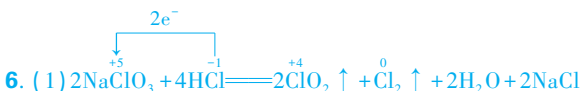
升高生成次氯酸钠,氯元素的化合价降低生成氯化钠,电子



D 错误。

归纳总结 氧化还原反应中电子转移的表示

- ①双线桥表示：还原剂失电子变成氧化产物，氧化剂得电子变成还原产物。
- ②单线桥表示：还原剂把电子转移给了氧化剂。转移的电子数 = 失电子总数 = 得电子总数。



【解析】(1) $2\text{NaClO}_3 + 4\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}$ 反应中， NaClO_3 中的 Cl 元素由 +5 价降低为 +4 价，得 2e^- ，转化为 ClO_2 ， HCl 中的 Cl 元素由 -1 价降低为 0 价，失 2e^- ，转化为 Cl_2 。

(2) $\text{KIO}_3 + 5\text{KI} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 中，碘酸钾中碘元素化合价从 +5 降低到 0，得 $1 \times 5\text{e}^-$ ，碘化钾中碘元素化合价从 -1 升高到 0，失 5e^- 。

第 2 课时 氧化剂和还原剂 氧化还原反应的应用



对点上分

1. D 【解析】 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 中 Cl 元素的化合价降低，需要加还原剂实现，A 不符合题意； H_2O 中 O 元素的化合价升高，电解即可实现，不需要加氧化剂，B 不符合题意；反应中没有元素化合价的变化，不需要加氧化剂，C 不符合题意；Na 元素的化合价升高，需要加氧化剂才能实现，D 符合题意。
2. B 【解析】 CaH_2 中 H 元素化合价由 -1 升高为 0，氢元素被氧化，A 正确；复分解反应是指两种化合物彼此交换成分生成另外两种化合物，该反应中有单质生成，不是复分解反应，B 错误； CaH_2 中氢元素化合价升高生成 H_2 ， H_2O 中氢元素化合价降低生成 H_2 ，故该反应中的 H_2 既是氧化产物，又是还原产物，C 正确；所含元素化合价降低的反应物是氧化剂， H_2O 中氢元素化合价降低， H_2O 是氧化剂，D 正确。

关键点拨 H 在与金属元素结合时，H 显 -1 价，-1 价的 H 具有较强的还原性。

3. B 【解析】 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ ， NH_3 中 N 元素的化合价升高，H 元素的化合价不变，故 NH_3 作还原剂。 $2\text{Na} + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2$ ， NH_3 中 N 元素的化合价不变，H 元素的化合价降

低,故 NH_3 作氧化剂,A 不符合题意; $2\text{NH}_3+3\text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Cu}+\text{N}_2+3\text{H}_2\text{O}$, NH_3 中 N 元素的化合价升高,H 元素的化合价不变,故 NH_3 作还原剂,B 符合题意; $2\text{NH}_3+\text{H}_2\text{SO}_4=(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,该反应无元素化合价升降,为非氧化还原反应,C 不符合题意; $3\text{SiH}_4+4\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}_3\text{N}_4+12\text{H}_2$, NH_3 中 N 元素的化合价不变,H 元素的化合价降低,故 NH_3 作氧化剂,D 不符合题意。

4. B 【解析】根据氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性可知,在反应① $2\text{MnO}_4^-+16\text{H}^++10\text{Cl}^-=2\text{Mn}^{2+}+5\text{Cl}_2\uparrow+8\text{H}_2\text{O}$ 中,氧化剂是 MnO_4^- ,氧化产物是 Cl_2 ,则氧化性: $\text{MnO}_4^->\text{Cl}_2$;在反应② $2\text{Fe}^{2+}+\text{Cl}_2=2\text{Fe}^{3+}+2\text{Cl}^-$ 中,氧化剂是 Cl_2 ,氧化产物是 Fe^{3+} ,则氧化性: $\text{Cl}_2>\text{Fe}^{3+}$;在反应③ $2\text{Fe}^{3+}+\text{Cu}=2\text{Fe}^{2+}+\text{Cu}^{2+}$ 中,氧化剂是 Fe^{3+} ,氧化产物是 Cu^{2+} ,则氧化性: $\text{Fe}^{3+}>\text{Cu}^{2+}$ 。综上所述,氧化性由强到弱的顺序为 $\text{MnO}_4^->\text{Cl}_2>\text{Fe}^{3+}>\text{Cu}^{2+}$,B 符合题意。

5. D



攻略上分

学会通法攻略 17,判断氧化性、还原性的强弱和反应是否可以发生都将不是问题。

【解析】依据题目信息,酸性溶液中还原性强弱顺序为 $\text{SO}_2>\text{I}^->\text{H}_2\text{O}_2>\text{Fe}^{2+}>\text{Cl}^-$ 。A 项反应中 SO_2 为还原剂, Fe^{2+} 为还原产物,还原性: $\text{SO}_2>\text{Fe}^{2+}$,正确。B 项反应中 SO_2 为还原剂, HCl 为还原产物,还原性: $\text{SO}_2>\text{HCl}$,正确。C 项反应中 SO_2 为还原剂, H_2O_2 为还原产物,还原性: $\text{SO}_2>\text{H}_2\text{O}_2$,正确。D 项假设反应 $\text{I}_2+2\text{Fe}^{2+}=2\text{I}^-+2\text{Fe}^{3+}$ 能发生,得还原性: $\text{Fe}^{2+}>\text{I}^-$,与题中还原性相矛盾,说明反应不能发生,错误。



关键点拨

判断氧化还原反应能否发生,主要是看反应是否符合氧化性(氧化剂>氧化产物)和还原性(还原剂>还原产物)的强弱规律。

6. B



攻略上分

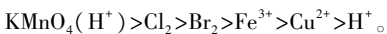
学会通法攻略 17,判断氧化性、还原性的强弱和反应是否可以发生都将不是问题。

【解析】氧化剂的氧化性强于氧化产物,① $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7+14\text{HCl}=2\text{KCl}+2\text{CrCl}_3+3\text{Cl}_2\uparrow+7\text{H}_2\text{O}$,反应中氧化性: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7>\text{Cl}_2$,② $\text{Cl}_2+2\text{HBr}=2\text{HCl}+\text{Br}_2$,反应中氧化性: $\text{Cl}_2>\text{Br}_2$,③ $\text{Br}_2+\text{H}_2\text{S}=2\text{HBr}+\text{S}\downarrow$,反应中氧化性: $\text{Br}_2>\text{S}$,则可得出氧化性强弱顺序为 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7>\text{Cl}_2>\text{Br}_2>\text{S}$,A 正确。① $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7+14\text{HCl}=2\text{KCl}+2\text{CrCl}_3+3\text{Cl}_2\uparrow+7\text{H}_2\text{O}$,反应中有 1 份 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 参与反应,同时有 6 份 HCl 体现还原性被氧化生成 Cl_2 ,B 错误。还原剂的还原性强于还原产物,① $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7+14\text{HCl}=2\text{KCl}+2\text{CrCl}_3+3\text{Cl}_2\uparrow+7\text{H}_2\text{O}$,反应中还原性: $\text{HCl}>\text{CrCl}_3$,② $\text{Cl}_2+2\text{HBr}=2\text{HCl}+\text{Br}_2$,反应中还原性: $\text{HBr}>\text{HCl}$,③ $\text{Br}_2+\text{H}_2\text{S}=2\text{HBr}+\text{S}\downarrow$,反应中还原性: $\text{H}_2\text{S}>\text{HBr}$,则可得出还原性强弱顺序为 $\text{H}_2\text{S}>$

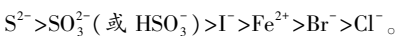
$\text{HBr} > \text{HCl} > \text{CrCl}_3$, C 正确。氯气的氧化性强于 S, 能发生反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{HCl} + \text{S} \downarrow$, D 正确。

归纳总结 两串微粒的反应先后顺序

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:



7. D 【解析】反应 $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$ 中, SO_2 作还原剂, Fe^{2+} 为还原产物, 所以还原性: $\text{SO}_2 > \text{Fe}^{2+}$, 反应 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 中, Fe^{2+} 为还原剂, Cr^{3+} 为还原产物, 所以还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$, A 错误; 反应 $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$ 中, Fe^{3+} 作氧化剂, SO_4^{2-} 为氧化产物, 所以氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-}$, 反应 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 中, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 为氧化剂, Fe^{3+} 为氧化产物, 所以氧化性: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Fe}^{3+}$, B 错误; 反应 $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$ 中, 铁元素化合价降低, 为氧化剂, 反应 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ 中, Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 作氧化产物, C 错误; 根据氧化性: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-}$ 可知, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 能将 SO_2 氧化成 SO_4^{2-} , D 正确。

8. D 【解析】铝是活泼金属, 常用电解熔融氧化铝的方法冶炼金属铝, A 正确; 根据铁的活泼性, 工业上常用热还原法炼铁, B 正确; 铜的活泼性比铁的弱, 湿法炼铜就是用铁将铜从其盐溶液中置换出来, C 正确; 金属钠和氯化钾溶液反应时, 金属钠只和水反应, 无法制取金属钾, 金属钠和熔融的氯化钾反应可制取金属钾, D 错误。

9. B 【解析】电解熔融氯化钠制取金属钠, 同时生成氯气, A 正确; 银是不活泼的金属, 一般采用直接加热分解 Ag_2O 的方法冶炼 Ag, B 错误; 铝的还原性强于钒, 可用 Al 作还原剂冶炼金属 V, C 正确; Na、Mg 的活泼性强于 Ti, 可用 Na、Mg 等活泼金属为还原剂冶炼 Ti, D 正确。

10. A

攻略上分 通法攻略 18 详细讲解氯气的实验室制法及各种注意事项。

【解析】二氧化锰氧化浓盐酸生成氯气的反应需要加热, 装置甲不能制取 Cl_2 , A 错误; 氯气密度大于空气, 可以用向上排空气法收集, 则可以用装置丙收集 Cl_2 , B 正确; 氯气有毒, 氢氧化钠溶液能吸收氯气, 因此可用装置丁吸收尾气中的 Cl_2 , C 正确; 氯化氢易溶于水, 氯气在饱和食盐水中的溶解度很小, 可用装置乙除去 Cl_2 中混有的少量 HCl, D 正确。

11. C 【解析】装置 B 中试剂是饱和食盐水, 目的是除去 HCl 气体, 装置 C 中盛放浓硫酸, 用来干燥氯气, A 错误; 实验过程中, 铜和

关键点 洗气过程会带入水蒸气,故洗气装置一定要设置在干燥装置之前

氯气反应生成氯化铜,硬质玻璃管中产生大量棕黄色的烟,B 错误;为防止铜和氧气反应,需要用氯气排出装置中的空气后,再加热装置 D,所以实验时,应先打开装置 A 中分液漏斗的活塞,待空气排出后,再加热装置 D,C 正确;二氧化锰和浓盐酸反应需要加热,将装置 A 中的 KMnO_4 直接换为 MnO_2 ,不能完成该实验,D 错误。

12. (1) 一段时间后长颈漏斗内液面不下降



(3) 酸性、漂白性

(4) 氯气和钠反应需要干燥的氯气,需要在 B 和 C 之间加一个盛有浓硫酸的洗气瓶来干燥氯气

【解析】(1) 检验装置 A、B 的气密性:将仪器①的活塞和开关 K 关闭,从长颈漏斗处加水至液面高于锥形瓶中的液面,若一段时间后长颈漏斗内液面不下降,则说明装置气密性良好。

(2) 装置 A 中发生反应的化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;其中 MnO_2 中 Mn 元素化合价降低,为氧化剂,HCl 中 Cl 元素化合价升高,为还原剂,4 个 HCl 中只有 2 个变价,故氧化剂和还原剂的个数之比为 1:2。

(3) 装置 C 中为湿润的石蕊试纸,该处颜色的变化为先变红后褪色,变红说明氯水具有酸性,褪色说明氯水具有漂白性。

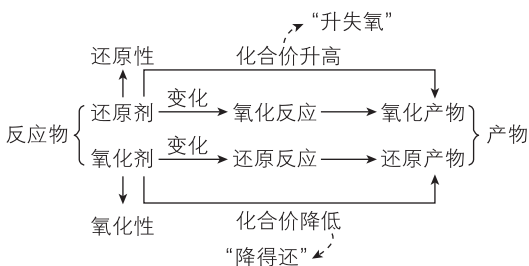
(4) 氯气和钠反应需要干燥的氯气,则需要在 B 和 C 之间加一个盛有浓硫酸的洗气瓶来干燥氯气。



能力上分

1.D 【解析】反应中 ClO_2 中的 Cl 元素由 +4 价降低为 -1 价,被还原,A 错误;根据反应,生成物中 CO_2 和 N_2 为氧化产物, Cl^- 为还原产物,没有既非氧化产物也非还原产物的生成物,B 错误;在氧化还原反应中,还原性强弱规律为还原剂 > 还原产物,根据反应,还原剂为 CN^- ,还原产物为 Cl^- ,所以还原性强弱顺序为 $\text{CN}^- > \text{Cl}^-$,C 错误;反应中电子转移情况实际为 2 个 CN^- 中的 C 元素由 +2 价升高到 +4 价失去 4 个电子,N 元素由 -3 价升高到 0 价失去 6 个电子,共失去 10 个电子,用单线桥法表示的电子转移符合反应情况,D 正确。

归纳总结 理清“氧还”概念线索



2. C 【解析】反应①中化合价变化的元素有 C、Cl、Fe, A 错误。

提示: FeTiO_3 中的 Fe 的化合价可以

通过名称“钛酸亚铁”确定

反应①中, C、Fe 元素化合价升高, FeTiO_3 、C 是还原剂; Cl 元素化合价降低, Cl_2 是氧化剂, 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 7 : 8, B 错误。反应②中, Mg 是还原剂、Ti 是还原产物, 则 Mg 失电子的能力强于 Ti, C 正确。反应①中 Ti 元素化合价不变, Ti 元素既

提示: 失电子能力即为还原性

没有被还原也没有被氧化, D 错误。

3. C

思路导引 转化关系图的分析

对于题图中的反应, 箭尾物质为反应物, 箭头物质为生成物, 由此可得出以下三个反应(未配平)。

反应 1: $\text{Ce}^{4+} + \text{Mn}^{2+} \longrightarrow \text{Ce}^{3+} + \text{Mn}^{3+}$ 。反应 2: $\text{Fe}^{2+} + \text{Mn}^{3+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+}$ 。反应 3: $\text{I}^- + \text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{I}_2 + \text{Fe}^{2+}$ 。

【解析】反应 1 中, Mn^{2+} 转化为 Mn^{3+} , 锰元素化合价升高, Mn^{2+} 是还原剂, Mn^{3+} 是氧化产物, A 正确; 反应 1 中 Ce^{4+} 是氧化剂, Mn^{3+} 是氧化产物, 反应 2 中 Mn^{3+} 是氧化剂, Fe^{3+} 是氧化产物, 反应 3 中 Fe^{3+} 是氧化剂, I_2 是氧化产物, 由氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性可知, 氧化性强弱顺序为 $\text{Ce}^{4+} > \text{Mn}^{3+} > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$, B 正确; 氧化剂具有氧化性, 元素化合价降低, 发生还原反应, 还原剂具有还原性, 元素化合价升高, 发生氧化反应, 反应 2 的氧化剂为 Mn^{3+} , 还原产物为 Mn^{2+} , C 错误; 由选项 B 分析可知, 氧化性强弱顺序为 $\text{Ce}^{4+} > \text{Mn}^{3+} > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$, 推测可发生反应 $2\text{Mn}^{3+} + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{Mn}^{2+}$, D 正确。

4. B 【解析】装置甲是制备氯气的装置, 其中的固体不可以是 MnO_2 , 因为 MnO_2 氧化浓盐酸需要加热, A 错误; 若去掉装置乙, 盐酸会挥发进入丙中, 会降低装置丙中溶液的碱性, 导致 KMnO_4 产率降低, B 正确; 装置乙中盛放饱和 NaHCO_3 溶液, 会和挥发出

提示: 丙中碱性减弱时, 会发生题干中的反应, 生成的 MnO_2 不能被 Cl_2 氧化, 相当于 Mn 元素流失

的 HCl 以及生成的 Cl_2 反应, 导致 KMnO_4 的产率下降, C 错误; 装置丙生成高锰酸钾, 不可以用 NaOH 作碱性介质, 钠离子等同于杂质, D 错误。

5. BD 【解析】 H_2Te 中 H 元素为 +1 价, Te 元素为 -2 价, 反应①中 Te 元素化合价升高, H_2Te 被氧化, 体现了 H_2Te 的还原性, A 正确; 反应②中 Te 元素化合价由 0 价升高至 +4 价, 作还原剂, 因此反应过程中 H_2O 中 H 元素化合价降低被还原生成氢气, H_2O 作氧化剂, B 错误; H_2TeO_3 中 Te 元素化合价为 +4 价, H_6TeO_6 中 Te 元素化合价为 +6 价, 因此 H_2TeO_3 与 H_2O_2 反应过程中 Te 元素化合价升高, 根据化合价有升必有降可知, H_2O_2 中部分元素化合价降低, H_2O_2 作氧化剂体现氧化性, C 正确; $\text{H}_2\text{Te}_2\text{O}_5$ 中 Te 元素化合价为 +4 价, $\text{H}_2\text{Te}_4\text{O}_9$ 中 Te 元素化合价为 +4 价, 因此

$\text{H}_2\text{Te}_2\text{O}_5$ 转化为 $\text{H}_2\text{Te}_4\text{O}_9$ 过程中无元素化合价变化,不是氧化还原反应,D 错误。

6. (1) 氧化性 还原性



【解析】(1) NaNO_2 能将 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} , Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} , 则 NaNO_2 作氧化剂, 具有氧化性; 维生素 C 可解毒, 说明维生素 C 具有还原性, 能将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 。

(2) 已知氧化性的强弱顺序为 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$, 则还原性的强弱顺序为 $\text{Cl}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{I}^-$, 故少量氯气通入碘化亚铁溶液中, 只氧化 I^- , 离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$; 过量的氯气通入碘化亚铁溶液

提示: 假设先反应生成 Fe^{3+} , 则 Fe^{3+} 会与 I^- 继续反应, 最终生成 Fe^{2+} 和 I_2

中, I^- 和 Fe^{2+} 都被氧化, 离子方程式为 $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^- + 2\text{I}_2$ 。

第 3 课时 氧化还原反应的配平与计算



对点上分

1. D

思路导引 由原子守恒可知, 反应①为 $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$, 由得失电子守恒和原子守恒可知, 反应②为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$, 由还原剂的还原性强于还原产物的可知, 还原性的强弱顺序为 $\text{SO}_2 > \text{Fe}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$ 。

【解析】由以上分析可知, SO_2 的还原性强于 Cr^{3+} , A 错误; 离子方程式②中, $a=6$ 、 $b=14$, B 错误; SO_2 的还原性强于 Cr^{3+} , 则 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 能将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-} , C 错误; 离子方程式①中 W 为 H^+ , D 正确。

2. B 【解析】 SO_2 具有还原性, MnO_4^- 具有氧化性, Mn 元素的化合价从 +7 降低到 +2, 生成 Mn^{2+} , 降低了 5 价, 硫元素的化合价从 +4 升高到 +6, 升高了 2 价, 所以 MnO_4^- 的化学计量数是 2, SO_2 的化学计量数是 5, 根据原子守恒, Mn^{2+} 的化学计量数是 2, SO_4^{2-} 的化学计量数是 5, 根据电荷守恒, 生成物中还有 H^+ , 配平的离子方程式为 $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 。由以上分析可知, 反应物微粒为 SO_2 、 MnO_4^- 、 H_2O , A 错误; 反应生成 H^+ , 所以反应后溶液酸性增强, B 正确; 根据离子方程式, 氧化剂 MnO_4^- 和还原剂 SO_2 的化学计量数之比为 2 : 5, C 错误; 根据离子方程式, 配平后 H^+ 的化学计量数为 4, D 错误。

3. (1) 3 6 2 1 3

(2) 1 6 1 3 3

(3) 2 5 3 1 2 10 8

攻略上分 通法攻略 19: 详细讲解了氧化还原反应方程式配平原则及方法。

思路导引 氧化还原反应化学方程式的配平遵循得失电子守恒、原子守恒, 一般包括标价态、列变化、求总数、配化学计量数、查守恒五个步骤。

【解析】(1) S 的化合价既升高又降低, 先根据得失电子守恒配 K_2S 和 K_2SO_3 , 再根据质量守恒配 S、KOH 和 H_2O 。

(2) Cl 的化合价既升高又降低, 则先根据得失电子守恒配 $NaClO_3$ 、 Cl_2 , 再根据 Na 元素守恒配 NaCl, 最后配平 HCl 和 H_2O 。

(3) $H_2C_2O_4$ 中 C 的化合价为 +3, 根据得失电子守恒配平 $KMnO_4$ 、 $H_2C_2O_4$ 、 $MnSO_4$ 和 CO_2 , 再根据元素守恒配平 H_2SO_4 (S 守恒)、 K_2SO_4 (K 守恒)、 H_2O (H 守恒)。

易错警示 注意(2)中 HCl 在该反应中, 既作还原剂, 又作为酸转化为 NaCl, 配平要多一步考虑。



【解析】(1) $KClO_3$ 在稀 H_2SO_4 存在下与 Na_2SO_3 反应, SO_3^{2-} 被氧化成 SO_4^{2-} , 由得失电子守恒、电荷守恒及原子守恒可知, 该离子反应为 $2ClO_3^- + SO_3^{2-} + 2H^+ \longrightarrow 2ClO_2 \uparrow + SO_4^{2-} + H_2O$ 。

(2) ①确定已知反应物和产物, $Cr_2O_7^{2-} + C_2O_4^{2-} + H^+ \longrightarrow Cr^{3+} + CO_2 + H_2O$,

②根据得失电子守恒, $Cr_2O_7^{2-} + 3C_2O_4^{2-} + H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6CO_2 + H_2O$,

③根据电荷守恒、原子守恒, 得 $Cr_2O_7^{2-} + 3C_2O_4^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6CO_2 \uparrow + 7H_2O$ 。

5. C 【解析】 $Cl_2 \rightarrow 2Cl^-$, 化合价降低 1, 得到 1×2 个电子; $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$, 化合价降低 5, 得到 5×1 个电子; $Cr_2O_7^{2-} \rightarrow Cr^{3+}$, 化合价降低 3, 得到 3×2 个电子; $HNO_3 \rightarrow NO$, 化合价降低 3, 得到 3 个电子。相同数目的这些微粒, 氧化足量的 H_2S , 得到的电子数越多, 则生成的 S 单质越多, 故选 C。

6. B 【解析】CuS(还原剂)的还原性强于 Mn^{2+} (还原产物)的还原性, A 错误; 反应中, 铜元素的化合价没变, 硫元素的化合价由 -2 价升高到 +4 价, 只有硫元素被氧化, B 正确; 氧化剂为 $KMnO_4$, 还原剂为 CuS, 设 $KMnO_4$ 为 x mol, CuS 为 y mol, 根据得失电子守恒: $x \text{ mol} \times (7-2) = y \text{ mol} \times [4 - (-2)]$, $x : y = 6 : 5$, 即 $n(\text{氧化剂}) : n(\text{还原剂}) = 6 : 5$, C 错误; 题目未给出气体所处状况, 不能计算 2.24 L SO_2 的物质的量, D 错误。

7. D 【解析】根据题给反应的离子方程式可知, 每生成 4 mol 水, 转移 5 mol 电子, 故每生成 1 mol 水转移 1.25 mol 电子, A 正确; 由电荷守恒可知 $n = 2$, 则 RO_4^{n-} 中 R 的化合价是 +6, B 正确; Na_2S_x 中 S 的化合价为 $-\frac{2}{x}$ 价, 硫酸钠中 S 的化合价为 +6 价, 次氯酸钠中的 Cl 的化合价为 +1 价, 氯化钠中 Cl 的化合价为 -1 价, 若反应中 Na_2S_x 与 NaClO 消耗的物质的量之比为 1 : 16, 根据氧化还原反应中得失电子守恒可知, $x \times [+6 - (-\frac{2}{x})] \times 1 = 16 \times [+1 - (-1)]$, 解得 $x = 5$, C 正确; 设参加反应的 FeS 为 3 mol, 则根据 S 元素守恒可知生成 1 mol $Fe_2(SO_4)_3$, 再根据 Fe 元素守恒可知生成 1 mol $Fe(NO_3)_3$, Fe 元素化合价由 +2 价升为 +3 价, S 元素化合价由 -2 价升为 +6 价, 因此 3 mol 硫化亚铁共失去

27 mol 电子,根据得失电子守恒可知硝酸共得到 27 mol 电子,生成 NO、NO₂ 和 N₂O₄,设 NO、NO₂ 和 N₂O₄ 的物质的量分别为 y、y、y,则有 $y \times 3 + y + 2y = 27 \text{ mol}$,解得 $y = 4.5 \text{ mol}$,即 NO、NO₂ 和 N₂O₄ 的物质的量均为 4.5 mol,根据 N 元素守恒可知硝酸的物质的量为 $1 \text{ mol} \times 3 + 4.5 \text{ mol} + 4.5 \text{ mol} + 4.5 \text{ mol} \times 2 = 21 \text{ mol}$,因此实际参加反应的 FeS 与 HNO₃ 的物质的量之比为 3 mol : 21 mol = 1 : 7,D 错误。

第 3 节 节测上分

1. D 【解析】只有①~③中发生的反应为单质和化合物反应生成另一种单质和化合物的反应,属于置换反应,④中发生反应 $4\text{Mg} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{MgO} + \text{Mg}_2\text{Si}$,元素化合价发生变化,故①~④都属于氧化还原反应,A、B 正确;⑥中反应物只有 SiH₄,且生成硅和氢气两种单质,既属于氧化还原反应又属于分解反应,C 正确;⑤中其中一个反应为 $\text{Mg}_2\text{Si} + 4\text{HCl} = 2\text{MgCl}_2 + \text{SiH}_4 \uparrow$,Si 由-4 价升

提示: 题中已知 SiH₄ 中 H 为-1 价,则硅为+4 价,而 Mg₂Si 中, Si 为-4 价

高为+4 价,属于氧化还原反应,D 错误。

2. B 【解析】该反应中 Cl 元素得电子,化合价由 0 变为-1,I 元素失电子,化合价由-1 变为 0,转移电子数为 2,“得到”和“失去”标注反了,A 错误;该反应中 CO₂ 中 C 元素化合价由+4 变为+2,单质碳中碳元素化合价由 0 变为+2,转移电子数为 2,B 正确;氧化还原反应中,化合价遵循“只靠近不交叉”原则,该反应中 KClO 中 Cl 元素由-1 价升高为 0 价,转化为 Cl₂,得到 1 个电子,C 错误;该反应中 Na 失电子,化合价由 0 变为+1,Cl 得电子,化合价由 0 变为-1,转移电子数为 2,箭头应该由钠元素指向氯元素,D 错误。

3. A

思路导引 根据氯元素“价—类”二维图,甲为 HCl,乙为 Cl₂,丙为 ClO₂,丁为 Cl₂O₇,戊为 HClO,己为 HClO₄,庚为次氯酸盐,辛为氯酸盐。

【解析】物质庚(次氯酸盐)的水溶液中含有 ClO⁻,物质甲(HCl)的水溶液中含有 Cl⁻,二者在酸性条件下可以发生归中反应产生氯气,A 正确;物质甲(HCl)中 Cl 元素为最低价,但 H 元素为最高价,所以 HCl 也具有氧化性,B 错误;物质丙是 ClO₂,与碱反应发生歧化反应,不是酸性氧化物,C 错

提示: 氯的含氧酸中 Cl 没有+4 价,则 ClO₂ 与碱生成盐的反应会有化合价的变化
误;戊为 HClO,常温下其水溶液为弱酸性,D 错误。

关键点 HClO 的酸性弱于 H₂CO₃

4. D 【解析】由题图所示反应机理可知,反应①中氧气为氧化剂、亚铁离子为还原剂,根据得失电子守恒,氧化剂与还原剂的化学计量数之比为 1 : 4,A 错误;H₂S 为弱酸,在书写离子方程式时

不拆,反应②正确的离子方程式为 $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$, B 错误;根据题图分析,反应中氧、铁、硫元素化合价改变, C 错误;由题图所示反应机理可知,总反应为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S} \downarrow$, D 正确。

5. BD 【解析】恰好完全反应时消耗 I_2 的物质的量为

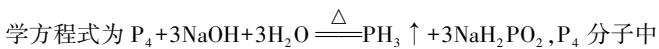
$$\frac{2.54 \times 10^{-3} \text{ g}}{254 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol}, \text{A 正确}; \text{根据反应 } \text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} =$$

$2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 可知,反应中转移电子的物质的量为 $2 \times 10^{-5} \text{ mol}$, B 错误;根据反应 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 可知,被吸收的空气中 SO_2 的质量为 0.64 mg, C 正确;由 C 项分析可知,被测空气样

品中 SO_2 的浓度为 $\frac{0.64 \text{ mg}}{2 \text{ m}^3} = 0.32 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$, 故达到了二级标准,

D 错误。

6. C 【解析】次磷酸钠和硫酸反应生成次磷酸,无元素化合价发生变化,为非氧化还原反应, A 错误;白磷与浓 NaOH 溶液反应的化学方程式为



有一个 P 原子化合价从 0 价降低为 PH_3 中的 -3 价,作氧化剂, P_4 分子中有 3 个 P 原子化合价从 0 价升高为 NaH_2PO_2 的 +1 价,

作还原剂,氧化剂和还原剂质量比是 1 : 3, B 错误;因为次磷酸 (H_3PO_2) 为一元酸,故 NaH_2PO_2 为正盐, C 正确;次磷酸分解生成 PH_3 和磷酸,反应的化学方程式为 $2\text{H}_3\text{PO}_2 = \text{PH}_3 \uparrow +$

H_3PO_4 , 此反应为歧化反应,反应中 2 个次磷酸分子分解时转移 4 个电子,则 1 个次磷酸分子分解时转移 2 个电子, D 错误。

→ 关键点 转移电子总数 = 还原剂失去的电子总数 = 氧化剂得到的电子总数, 注意不是加和关系

关键点拨 白磷与浓 NaOH 溶液的反应中,白磷既作氧化剂(转化为 PH_3 , P 为 -3 价),又作还原剂(转化为 NaH_2PO_2 , P 为 +1 价)。

7. (1) 分液漏斗 (2) $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 饱和食盐水 吸收 Cl_2 、 Cl_2O ,同时防止空气中的水蒸气进入 E 中

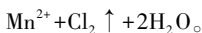
(4) C

(5) $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + 2\text{NaHCO}_3 + \text{Cl}_2\text{O}$ (6) 能

思路导引 由于浓盐酸具有挥发性,制取的氯气中混有 HCl, B 中饱和食盐水除去 HCl,防止干扰 Cl_2O 的制取,装置 C 发生反应 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + 2\text{NaHCO}_3 + \text{Cl}_2\text{O}$ 制取 Cl_2O ,由于 Cl_2O 与水反应生成次氯酸,所以收集前要干燥,装置 D 中浓硫酸干燥 Cl_2O , E 中冷凝收集 Cl_2O , F 吸收 Cl_2 、 Cl_2O ,同时防止空气中的水蒸气进入 E 中。持续通入空气的目的是防止 Cl_2O 浓度过高而有爆炸危险。

【解析】(1) 仪器 a 的名称是分液漏斗。

(2) 装置 A 中发生反应的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta}$



(3) 由分析可知, 装置 B 中的试剂是饱和食盐水; Cl_2 、 Cl_2O 都是大气污染物, 装置 F 中碱石灰的作用为吸收 Cl_2 、 Cl_2O , 同时防止空气中的水蒸气进入 E 中。

→ **关键点** 题目中制备的物质若易与水反应, 设计实验装置时, 一定要前干燥, 后防潮

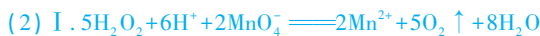
(4) Cl_2O 的沸点为 20°C , 故应选冰水混合物来冷凝 Cl_2O , 故选 C。

(5) 根据分析, 装置 C 中反应生成 NaHCO_3 和 Cl_2O , Cl_2 转化为 Cl_2O 时氯元素化合价升高, 则另一种常见的钠盐为 NaCl , 其反应的化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + 2\text{NaHCO}_3 + \text{Cl}_2\text{O}$ 。

(6) Cl_2O 易溶于水且与水反应生成 HClO , HClO 具有漂白性, 能使有色布条褪色。

归纳总结 陌生反应方程式的书写, 关键是找反应物和生成物, 先根据题目信息分析出反应物, 再结合元素守恒确定生成物, 最后根据溶液的酸碱性等条件, 确定“酸”或“碱”是否参与反应。

8. (1) ① 淀粉-KI 溶液(酸性)变蓝 $2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



II. 还原 A D

【解析】(1) 探究 H_2O_2 氧化性应选还原剂, KI 具有还原性, 淀粉遇生成的 I_2 变蓝色, 故选①, H_2O_2 中加入淀粉-KI 溶液(酸性), 若溶液变蓝, 说明 I^- 被氧化为 I_2 , 证明 H_2O_2 具有氧化性, 反应的离子方程式为 $2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) I. B 中产生气泡, 说明 H_2O_2 被氧化为氧气, 滴入的溶液紫色褪去, 说明高锰酸根离子被还原为锰离子, 则反应的离子方程式为 $5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ + 2\text{MnO}_4^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。II. A 中滴入的溶液紫色褪去, 有棕褐色固体生成, 产生大量气泡。推测固体可能含 MnO_2 , Mn^{2+} 与 H_2O_2 反应产生 MnO_2 , Mn 元素化合价升高, Mn^{2+} 发生氧化反应, 所以猜测 Mn^{2+} 有还原性。实验 I、II 的区别是溶液酸碱性不同, I 中加入了过量稀 H_2SO_4 , 在酸性条件下没有棕褐色固体 MnO_2 生成, III 是 II 和 I 的对照实验, 则 X 是 MnSO_4 溶液, 试剂 a 是 H_2O_2 和 NaOH 溶液, 试剂 b 是 H_2O_2 和 H_2SO_4 溶液。

归纳总结 H_2O_2 中氧为 -1 价, 属于中间价态, 既能发生氧化反应(加入强氧化剂)生成 O_2 , 也能发生还原反应(加入强还原剂)生成 -2 价 O, 多以 H_2O 、 OH^- 形式存在。

专题上分 5 物质的量在化学反应中的综合计算

1. B

⊙ **攻略上分** 通法攻略 20: 利用“守恒规律”快速解决氧化还原反应中的电子转移计算。

【解析】常温常压下,理想气体摩尔体积不等于 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$, 因此 22.4 L O_2 的物质的量并不等于 1 mol , 因此所含原子数不等于 $2N_A$, A 错误; 1.8 g 水的物质的量为 $\frac{1.8 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 该反应中 HCl 中的氯元素从 -1 价升高到 0 价, 结合反应方程式可得关系式 $4\text{HCl} \sim 2\text{H}_2\text{O} \sim 2\text{Cl}_2 \sim 4\text{e}^-$, 因此转移的电子为 0.2 mol , 即转移电子数为 $0.2N_A$, B 正确; 只有溶液浓度, 缺少溶液体积, 不能计算微粒的数目, C 错误; 氯水为黄绿色, 说明氯水中含 Cl_2 , 即 1 mol Cl_2 溶于水不能完全与水反应, 则其反应时转移的电子数小于 N_A , D 错误。

关键点拨 溶液体积的缺失, 是对审题能力的考查; 氯气与水的反应是可逆反应, 是对元素化合物性质的考查。可见关于阿伏加德罗常数的考查, 内容综合度很高。

2. BD 【解析】该反应中 BrF_3 中一部分 Br 元素化合价由 $+3$ 价升高为 $+5$ 价, 一部分由 $+3$ 价降低为 0 价, 既是还原剂又是氧化剂, A 错误; 根据化学方程式可知, 3 mol BrF_3 参与反应时, 其中 1 mol BrF_3 被氧化作还原剂, 2 mol BrF_3 被还原作氧化剂, 同时有 $2 \text{ mol H}_2\text{O}$ 被氧化作还原剂, 所以还原剂与氧化剂的物质的量之比为 $(1+2) \text{ mol} : 2 \text{ mol} = 3 : 2$, B 正确; 3.2 g O_2 的物质的量为 0.1 mol , 根据化学方程式可知此时有 0.2 mol BrF_3 被还原, 转移 $0.2 \text{ mol} \times 3 = 0.6 \text{ mol}$ 电子, C 错误; 根据化学方程式可知, $5 \text{ mol H}_2\text{O}$ 参与反应时, 有 $2 \text{ mol H}_2\text{O}$ 被氧化, 该过程转移 4 mol 电子, BrF_3 被还原时 Br 元素化合价由 $+3$ 价变为 0 价, 所以被水还原的 BrF_3 为 $\frac{4}{3} \text{ mol}$, 则若有 $15 \text{ mol H}_2\text{O}$ 参加反应, 被水还原的 BrF_3 的物质的量为 $\frac{4}{3} \text{ mol} \times 3 = 4 \text{ mol}$, D 正确。

3. BD 【解析】由反应①可知还原性: $\text{HSO}_3^- > \text{I}^-$, 由反应②可知还原性: $\text{I}^- > \text{I}_2$, 则有还原性: $\text{HSO}_3^- > \text{I}^- > \text{I}_2$, A 正确; 由反应的离子方程式可以看出向含有淀粉的 NaHSO_3 溶液滴加 KIO_3 溶液, 发生反应 $\text{IO}_3^- + 3\text{HSO}_3^- \longrightarrow \text{I}^- + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$, 然后发生反应 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 刚开始时因 NaHSO_3 不足, 不会发生反应 $\text{I}_2 + \text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 3\text{H}^+$, 则现象应该为开始溶液变蓝色, 一段时间后, 蓝色逐渐消失, B 错误; 当 NaHSO_3 完全被消耗完后, 可发生反应 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 生成 I_2 , NaHSO_3 的物质的量 $n = 0.03 \text{ L} \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.03 \text{ mol}$, 因为 IO_3^- 与 HSO_3^- 化学计量数之比为 $1 : 3$, 则 KIO_3 的总量一定大于 0.01 mol , C 正确; 在实验过程中, NaHSO_3 初始量为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.03 \text{ L} = 0.03 \text{ mol}$, 当溶液中 I^- 与 I_2 的物质的量之比为 $3 : 5$ 时, NaHSO_3 完全反应, 生成 0.03 mol 氧化产物 (SO_4^{2-}), 而由反应 $\text{IO}_3^- + 3\text{HSO}_3^- \longrightarrow \text{I}^- + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$ 生成的 0.01 mol I^- 又参与反应 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 直到溶液中 $n(\text{I}_2) : n(\text{I}^-) = 3 : 5$, 再由反应 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 知, $n(\text{I}_2) : n(\text{I}^-) = 3 : 5$ 时, 消

耗 0.005 mol I^- , 生成 0.003 mol I_2 , 其中 $0.003 \text{ mol} \times \frac{5}{6} = 0.0025 \text{ mol}$ 为氧化产物, 故溶液中的氧化产物为 0.0325 mol , D 错误。

4. C



思路导引

加入 NaClO 溶液, 第一步: NaCN 与 NaClO 反应生成 NaOCN 和 NaCl ; 第二步: NaOCN 与 NaClO 反应生成 Na_2CO_3 、 CO_2 、 NaCl 和 N_2 , 则 $n(\text{OCN}^-)$ 先增加后减少, $n(\text{N}_2)$ 一段时间后开始增加。

提示: 先进行曲线的归属分析, 曲线 I 代表 $n(\text{OCN}^-)$, 曲线 II 代表 $n(\text{N}_2)$

【解析】 HOCN 中 N 元素的化合价与 NH_3 中 N 元素的化合价相同, 为 -3 价, 则 C 元素化合价为 $+4$ 价, 即 NaOCN 中 C 元素化合价为 $+4$ 价, A 正确; 曲线 II 表示溶液中产生 N_2 的物质的量变化, B 正确; 加入 200 mL NaClO 溶液后, 开始产生氮气, 反应的离子方程式为 $2\text{OCN}^- + 3\text{ClO}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{Cl}^- + \text{N}_2 \uparrow$, 可得关系式: $3\text{NaClO} \sim \text{N}_2$, 320 mL NaClO 溶液中参与生成氮气的 NaClO 溶液为 120 mL , 得到 N_2 的物质的量为 $\frac{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.12 \text{ L}}{3} = 0.04 \text{ mol}$, 在标准状况下体积为 $0.04 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.896 \text{ L} = 896 \text{ mL}$, C 错误; 加入 200 mL NaClO 溶液时, 刚好完全消耗 NaCN , 反应为 $\text{NaClO} + \text{NaCN} = \text{NaOCN} + \text{NaCl}$, 则 $n(\text{CN}^-) = n(\text{NaClO}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ L} = 0.2 \text{ mol}$, 质量为 $0.2 \text{ mol} \times 26 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.2 \text{ g}$, 在 1 m^3 电镀废水中 CN^- 的含量为 5.2 g , 则该电镀废水中 CN^- 的浓度为 $5.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。

5. (1) 0

(2) $1:2$

(3) 0.05

(4) 1.5

(5) $a-1.6$

【解析】 (1) Na_2SO_3 还原 $2.4 \times 10^{-3} \text{ mol XO}(\text{OH})_2^+$ 到 X 元素的低价态, 则 Na_2SO_3 被氧化为 Na_2SO_4 , 反应中 S 元素的化合价由 $+4$ 价升高为 $+6$ 价, 令 X 元素在还原产物中的化合价为 a , 由电子守恒可知, $2.4 \times 10^{-3} \text{ mol} \times (5-a) = 0.03 \text{ L} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times (6-4)$, 解得 $a=0$ 。

(2) 该反应中, $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{N}_2$ 时氮元素的化合价由 -3 价升高为 0 价, 生成一个氮气分子需要铵根离子失去 6 个电子, 生成一个二氧化硫分子需要硫酸根离子得到 2 个电子, 所以其最小公倍数是 6 , 反应的化学方程式为 $3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 3\text{SO}_2 \uparrow + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{NH}_3 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$, 该化学方程式硫酸铵和氨气分子中氮原子的化合价都是 -3 价, 化合价不变, 则该反应中化合价发生变化和未发生变化的 N 原子数之比为 $(1 \times 2) : (4 \times 1) = 1:2$, 该反应中被氧化和未被氧化的 N 原子质量之比为 $1:2$ 。

(3) Cu 元素的化合价由 +2 价降低到 +1 价, CuSO_4 是氧化剂, P_4 中部分磷元素由 0 价降低到 -3 价, 部分磷元素由 0 价升高到 +5 价, 磷元素的化合价既升高又降低, 所以 P_4 既是氧化剂又是还原剂, 根据得失电子守恒配平方程式为 $11\text{P}_4 + 60\text{CuSO}_4 + 96\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 20\text{Cu}_3\text{P} + 24\text{H}_3\text{PO}_4 + 60\text{H}_2\text{SO}_4$, 若生成 6 mol H_3PO_4 , 则

参加反应的 CuSO_4 的物质的量为 $6 \text{ mol} \times \frac{60}{24} = 15 \text{ mol}$, 根据得失电

子守恒, 被 CuSO_4 氧化的 P_4 的物质的量为 $\frac{15 \text{ mol} \times 1}{4 \times 5} = 0.75 \text{ mol}$,

每摩尔 CuSO_4 能氧化 P_4 的物质的量为 $\frac{0.75 \text{ mol}}{15} = 0.05 \text{ mol}$ 。

(4) 17.4 g 为硫酸镁和硫酸铝的质量, 由于镁铝合金为 3 g, 则 17.4 g 无水硫酸盐中硫酸根离子的质量为 $17.4 \text{ g} - 3 \text{ g} = 14.4 \text{ g}$,

硫酸根离子的物质的量为 $\frac{14.4 \text{ g}}{96 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$, 100 mL 稀硫酸

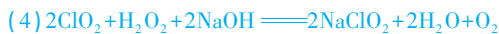
中含有溶质 H_2SO_4 的物质的量为 0.15 mol, 故该稀硫酸的浓

度 $c = \frac{n}{V} = \frac{0.15 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(5) 由转化关系 $\text{CuO} \sim \text{CuSO}_4$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \sim \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 可知, H_2SO_4 的物质的量等于金属氧化物中 O 元素的物质的量, $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.05 \text{ L} \times 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol}$, 所以金属氧化物中 O 的质量为 $0.1 \text{ mol} \times 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.6 \text{ g}$, 若将 $a \text{ g}$ 原混合物在足量氢气中加热, 使其充分反应, 冷却后剩余固体为金属单质, 则金属质量为氧化物的质量减去氧的质量, 为 $a \text{ g} - 1.6 \text{ g} = (a - 1.6) \text{ g}$ 。

专题上分 6 陌生方程式的书写

1. (1) Pb_3O_4 2 : 1



攻略上分 大招攻略 21: 氧化还原反应化学(或离子)方程式的配平, 遵循“四步法”, 形成解题模型。

【解析】(1) 氧化还原反应遵循质量守恒, 依据化学方程式 $\text{X}(\text{铅丹}) + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{PbO}_2 + 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, X 含有 3 个 Pb 和 4 个 O, 则铅丹的化学式为 Pb_3O_4 ; 根据 Pb 的常见价态为 +2、+4, 再结合元素正、负化合价代数和为 0, 可知 Pb_3O_4 中 Pb^{2+} 与 Pb^{4+} 的含量之比为 2 : 1。

(2) CO 和 NO 可以转化为两种无毒的气体, 分别为 N_2 和 CO_2 , C 元素由 +2 价升到 +4 价, N 元素由 +2 价下降到 0 价, 根据得失电子守恒和质量守恒配平化学方程式并用单线桥标出电子转移的方向和数目为 $2\text{CO} + 2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$ 。

(3) ① H_3PO_2 中 H 元素为 +1 价, O 元素为 -2 价, 根据化合物中各元素正、负化合价代数和为零可知 P 元素的化合价为 +1。

② H_3PO_2 是一元弱酸, 与足量 NaOH 溶液反应生成 NaH_2PO_2 的离子方程式为 $\text{H}_3\text{PO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{PO}_2^-$ 。

(4) 用 ClO_2 制备亚氯酸钠 (NaClO_2) 时 Cl 元素的化合价降低, 需要加入还原剂, 还原剂发生氧化反应, H_2O_2 发生氧化反应可生成 O_2 , 则反应的化学方程式为 $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 。



【解析】(1) 由流程图可知反应 1 为 $\text{I}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{HIO}_3$, 碘的价态升高 10, 氯的价态降低 2, 由得失电子守恒得 $1\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$, 再由质量守恒得 $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$ 。

(2) 由流程图可知反应 2 为 HIO_3 与 K_2CO_3 发生反应生成 KIO_3 、 CO_2 、 H_2O 。

(3) 根据题干信息可知方法二中反应为 $\text{I}_2 + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{I}^- + \text{IO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$, 逆向配平, IO_3^- 中碘元素变化 5 价, I^- 中碘元素变化 1 价, 由得失电子守恒得 $3\text{I}_2 + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 5\text{I}^- + 1\text{IO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$, 再由电荷守恒得 $3\text{I}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 5\text{I}^- + 1\text{IO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$, 最后由质量守恒得 $3\text{I}_2 + 6\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} 5\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

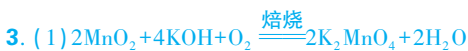
归纳总结 氧化还原反应方程式的书写步骤

步骤①(搭架子): 找出发生氧化还原反应的物质或离子, 依据掌握的氧化还原反应规律合理推测产物(这里要重视题目中的信息提示或给出的生成物)。

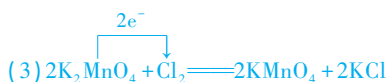
步骤②(得失电子守恒): 根据得失电子守恒确定氧化剂、还原剂, 还原产物、氧化产物的相应化学计量数。

步骤③(电荷守恒): 根据电荷守恒和反应体系的酸碱性, 通过在方程式的两端添加 H^+ 、 OH^- 来配平电荷。

步骤④(质量守恒): 根据质量守恒在方程式中补充 H_2O 来配平方程式。



(2) 保持溶液呈强碱性, 防止 K_2MnO_4 发生歧化反应

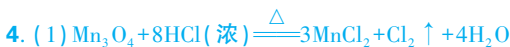


【解析】(1) ①中 MnO_2 和 KOH 固体混合, 通入空气充分焙烧,

MnO_2 被氧气氧化为 K_2MnO_4 , 反应是 $\text{MnO}_2 + \text{KOH} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, 锰元素升高 2 价, O_2 中氧元素共降低 4 价, 由得失电子守恒得 $2\text{MnO}_2 + \text{KOH} + 1\text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, 再由质量守恒得 $2\text{MnO}_2 + 4\text{KOH} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{焙烧}} 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 由资料信息可知, K_2MnO_4 在强碱性溶液中稳定, 在近中性或酸性溶液中易发生歧化反应, 故②中浸取时用 KOH 溶液的目的在于保持溶液呈强碱性, 防止 K_2MnO_4 发生歧化反应。

(3) 向 K_2MnO_4 溶液中通入 Cl_2 , 溶液变为紫红色, 说明 K_2MnO_4 被 Cl_2 氧化为 KMnO_4 , Cl_2 被还原为 -1 价 Cl , 反应的化学方程式为 $2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 = 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KCl}$, 其中锰元素化合价由 $+6$ 升高为 $+7$ 、氯元素化合价由 0 降低为 -1 , 因此由 Mn 转移给 Cl 的电子数为 2 。



思路导引 软锰矿浆加入稀硫酸和 SO_2 进行酸浸、还原, 得到含 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 的溶液, 通过除铁、铝、镁, 得到含 Mn^{2+} 的溶液, 再加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 并通入空气, 得到 Mn_3O_4 。

【解析】(1) Mn_3O_4 具有较强的氧化性, 浓盐酸具有还原性, 二者共热发生氧化还原反应生成 Cl_2 和 MnCl_2 , 该反应的化学方程式为 $\text{Mn}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) “酸浸、还原”过程中 MnO_2 被 SO_2 还原为 Mn^{2+} , 化学方程式为 $\text{MnO}_2 + \text{SO}_2 = \text{MnSO}_4$; MnO_2 、 Fe_2O_3 在“酸浸、还原”后分别生成 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} , 氧化镁、氧化铝和稀硫酸反应分别生成硫酸镁、硫酸铝, 则“还原”后溶液中阳离子为 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 。

(3) “氧化”过程中 Mn^{2+} 被空气中的 O_2 氧化生成 Mn_3O_4 , 反应的离子方程式为 $6\text{Mn}^{2+} + \text{O}_2 + 12\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{Mn}_3\text{O}_4 \downarrow + 12\text{NH}_4^+ + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

专题上分 7 含氯消毒剂的制备与性质探究

1. B **【解析】** NaCl 常从海水或盐湖等处得到, 操作简便且成本较低, A 错误; H_2 在 Cl_2 中燃烧生成 HCl , 可用于制取 HCl , B 正确; “84”消毒液是由 Cl_2 与 NaOH 溶液反应得到, C 错误; 漂粉精主要成分是 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 CaCl_2 , 漂粉精是 Cl_2 与石灰乳反应得到, D 错误。

归纳总结 化学反应应用于工业生产要考虑降低生产成本和环境保护问题。降低生产成本, 主要是选择来源广泛、反应速率较大且反应较彻底的原料。

2. B 【解析】该物质中含有 ClO^- , 具有强氧化性, 可以将有色物质氧化而褪色, 因此可作漂白剂, A 正确; 该物质中的 ClO^- 具有强氧化性, 会将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-} , SO_4^{2-} 和 Ca^{2+} 反应产生 CaSO_4 沉淀, B 错误; 该盐长期放置, 会与空气中的 CO_2 、 H_2O 发生反应 $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{HClO}$, HClO 不稳定, 见光易分解, 所以该物质会变质, C 正确; 在酸性条件下, Cl^- 和 ClO^- 会发生归中反应 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, D 正确。

3. B



思路导引

由题给制备装置可知, ①中浓盐酸与高锰酸钾发生氧化还原反应生成氯气, ②中饱和食盐水除去氯气中的 HCl , ③中浓硫酸干燥氯气, 干燥后的氯气和干燥空气一同进入④中, ④中发生反应: $\text{HgO} + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{HgCl}_2 + \text{Cl}_2\text{O}$, 由沸点可知⑤中冷却分离, 最后出来的气体为空气及过量的 Cl_2 , 据此解答该题。

【解析】通干燥空气的目的是将生成的 Cl_2O 稀释, 减少爆炸危险, 降低实验危险程度, A 正确; 因 Cl_2O 易溶于水且会与水反应生成次氯酸, 装置②③中盛装的试剂依次是饱和食盐水、浓硫酸, 保证进入④中的气体干燥, B 错误; 由沸点可知⑤中冷却分离, 液氨的作用是作“冷却剂”, 使 Cl_2O 在⑤中转化为液态, C 正确; 因 Cl_2O 与有机物或还原剂接触会发生燃烧并爆炸, 则④⑤之间不用橡皮管连接, D 正确。

4. (1) ①过氧化氢中氧元素的化合价为 -1 , 化合价可升高到 0 , 具有还原性, 可降低到 -2 , 具有氧化性 ②实验 i 中溶液紫色褪去, 有大量气泡产生 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{O}_2 \uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$

(2) ①醋酸和 ClO^- 反应生成 HClO , 实验 ii 中 HClO 浓度大于实验 i 中 HClO 浓度, 氧化性更强

② $2\text{HClO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$, 随温度升高, 次氯酸分解加快, 溶液中次氯酸浓度减小, 氧化性减弱

③ $\text{ClO}_2 > \text{NaClO}_2 > \text{NaClO}$

(3) ① $>$ ② $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{O}_2 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$



思路导引

过氧化氢中氧元素的化合价为 -1 , 化合价可升高到 0 , 可降低到 -2 , 处于元素的中间价态, 既有氧化性又有还原性, 可用强氧化剂高锰酸钾验证其还原性, 利用淀粉碘化钾溶液验证其氧化性; “84”消毒液中含氯微粒主要有 ClO^- 、 Cl^- 、 HClO , ClO^- 能与醋酸反应生成 HClO , HClO 氧化性更强, 其浓度越大, 溶液的氧化性越强, HClO 不稳定, 见光或受热易分解, 据此分析解答。

【解析】(1) ①过氧化氢中氧元素的化合价为 -1 , 化合价可升高到 0 , 具有还原性, 可降低到 -2 , 具有氧化性。②实验 i 中溶液紫色褪去, 有大量气泡产生, 可知过氧化氢被高锰酸钾氧化生成氧气, 发生反应 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{O}_2 \uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$, 据此

可知过氧化氢表现还原性。

(2) ①实验 i、ii 中一个加水,一个加醋酸,加入醋酸后反应速率

提示: 醋酸的酸性强于碳酸

快,是因为醋酸和 ClO^- 反应生成 HClO , 实验 ii 中 HClO 浓度大于实验 i 中 HClO 浓度,氧化性更强。②实验 iii 中随温度升高,溶液

氧化性逐渐减弱,是因为发生反应 $2\text{HClO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$, 随温度升高,次氯酸分解加快,溶液中次氯酸浓度减小,氧化性减弱。

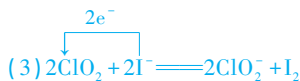
③ ClO_2 、 NaClO_2 、 NaClO 对应的还原产物均为 Cl^- , 则 1 个 ClO_2 反应时得 5 个电子; 1 个 NaClO_2 反应时得 4 个电子; 1 个 NaClO 反应时得 2 个电子, 三者单位质量转移电子数分别为

$\frac{5}{67.5} \approx 0.074$, $\frac{4}{90.5} \approx 0.044$, $\frac{2}{74.5} \approx 0.027$, 则三种含氯消毒剂的有效氯含量由大到小的顺序为 $\text{ClO}_2 > \text{NaClO}_2 > \text{NaClO}$ 。

(3) ① NaClO 与 H_2O_2 反应产生 O_2 , 该反应中 NaClO 作氧化剂, H_2O_2 作还原剂, 则氧化性: $\text{NaClO} > \text{H}_2\text{O}_2$ 。②反应物为 NaClO 和 H_2O_2 , 生成物为 O_2 、 NaCl 和 H_2O , 反应的化学方程式为 $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。



(2) 将生成的 ClO_2 带出, 在装置 B 中冷凝被收集并在吸收装置中进一步被吸收(或稀释 ClO_2 , 防止发生爆炸)



思路导引

I. 图甲装置 A 中氯酸钠被还原生成二氧化氯, 利用空气把生成的二氧化氯吹入装置 B 中收集, 装置 C 中的水用于吸收挥发出来的极易溶于水的二氧化氯, 最后使用装置 D 中的氢氧化钠溶液吸收尾气。

II. 由实验装置图丙可知, 装置 A 中二氧化锰与浓盐酸共热制备氯气, 浓盐酸具有挥发性, 制得的氯气中混有氯化氢和水蒸气, 装置 C 中的饱和食盐水用于除去氯气中的氯化氢气体, 装置 B 中的浓硫酸用于干燥氯气, 装置 F 为向上排空气法收集氯气, 装置 E 中的氢氧化钠溶液用于吸收未反应的氯气, 防止污染空气, 则装置的连接顺序为 ACBFE, 接口的连接顺序为 $\text{a} \rightarrow \text{d} \rightarrow \text{f} \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{c} \rightarrow \text{g} \rightarrow \text{k} \rightarrow \text{i}$ 。

【解析】(1) NaClO_3 与 FeS_2 的反应中, 氯元素从 +5 价变为 +4 价, 铁元素从 +2 价变为 +3 价, 硫元素从 -1 价变为 +6 价, 结合电荷守恒和元素守恒, 配平离子方程式为 $15\text{ClO}_3^- + 14\text{H}^+ + \text{FeS}_2 \xrightarrow{60^\circ\text{C}} 15\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 由于 ClO_2 浓度过高时易发生分解, 遇热不稳定易分解发生

爆炸,所以通入空气的目的是将生成的 ClO_2 带出,在装置 B 中冷凝被收集并在吸收装置中进一步被吸收,且可稀释 ClO_2 ,防止发生爆炸。

(3) KI 与 ClO_2 反应,碘元素被氧化为单质,根据题图乙, $\text{pH} = 7$ 时 ClO_2 转化为 ClO_2^- ,氯元素从 +4 价变为 +3 价,碘元素从 -1 价变为 0 价,根据化合价的升降,结合电荷守恒和元素守恒,配平离子方程式为 $2\text{ClO}_2 + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{ClO}_2^- + \text{I}_2$,用单线桥表示时,电子由 I^- 转移至 ClO_2 中的 Cl 原子。

(4) 制取氯气的反应为二氧化锰与浓盐酸共热生成二氯化锰、氯气和水,化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) E 是尾气处理装置,用于吸收 Cl_2 ,反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

素养上分

1. B 【解析】胶体本身不带电荷,A 错误;胶体和溶液都能通过

提示: 部分胶粒带电,是因为能吸附带电离子

滤纸,不能用滤纸过滤分离出胶体金,B 正确;在 HAuCl_4 中,Au 为 +3 价,制备得到的胶体金中 Au 为 0 价,化合价降低,被还原,C 错误;根据题干信息可知免疫筛查过程中没有利用胶体的电泳原理,D 错误。

提示: 电泳是胶体通电时的现象

2. D 【解析】 F_2 得电子能力在单质中最强,则氧化性: $\text{F}_2 > \text{O}_2$,A 正确;5 种物质中只有 NaF 是盐,B 正确; OF_2 中 O 为 +2 价,F 为 -1 价,F 元素的化合价由 0 降低到 -1,O 元素的化合价由 -2 升高到 +2,所以 OF_2 既是氧化产物又是还原产物,C 正确;反应中只有一半的 NaOH 作还原剂,D 错误。

归纳总结 O 和 F 都易得电子,二者相比,F 的得电子能力更强,O 遇 F 则显非负价。

3. C 【解析】硫酸氢钠在水溶液中电离出 H^+ ,所以 a 点溶液 $\text{pH} < 7$,A 正确;向 NaHSO_4 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,溶液 $\text{pH} = 7$ 时, NaHSO_4 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 以化学计量数之比为 2 : 1 反应,此时生成 Na_2SO_4 、 BaSO_4 和 H_2O ,离子浓度降低,所以导电性: $a > b$,B 正确;由 B 项分析可知, $a \rightarrow b$ 过程中反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,C 错误;b 点溶液溶质有硫酸钠,继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,仍能产生 BaSO_4 白色沉淀,D 正确。

4. A 【解析】由题图可知,碱性条件下 MnO_2 与 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 的自由能接近,因此 MnO_2 很难被还原为 $\text{Mn}(\text{OH})_2$,A 错误;由题图可知,碱性条件下 MnO_4^- 自由能远远小于酸性条件下的自由能,因此碱性条件下 MnO_4^- 的氧化能力明显降低,B 正确;在离子中,所有元

素的正、负化合价代数和等于离子所带的电荷数,设 MnO_4^- 中 Mn 的化合价为 x , MnO_4^- 中 O 的化合价为 -2 , 有 $x + (-2) \times 4 = -1$, 解得 $x = +7$, 则 MnO_4^- 中 Mn 为 $+7$ 价, C 正确; 由题图可知, 酸性条件下 1 个 MnO_4^- 被充分还原, 转化为自由能最低的 Mn^{2+} , Mn 元素化合价由 $+7$ 降低到 $+2$, 故转移 5 个电子, D 正确。

关键点拨 自由能越大, 氧化能力越强, 两种粒子的自由能差值越大, 越容易发生转化。

5. (1) ① CO_2 、 CH_4 、 CO ② CaO 、 CaCO_3



【解析】(1) ①题图甲中涉及的物质有 CO_2 、 CH_4 、 CO 、 CaO 、 CaCO_3 、 H_2 , 其中属于非电解质的物质是 CO_2 、 CH_4 、 CO 。②反应 I 为 $\text{CO}_2 + \text{CaO} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$, 反应 II 为 $\text{CaCO}_3 + \text{CH}_4 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO} + \text{H}_2$ (未配平), CaO 、 CaCO_3 可循环利用。③反应 II 中, 反应物为 CaCO_3 和 CH_4 , 生成 CO 、 H_2 的分子个数相等, 则反应 II 的化学方程式为 $\text{CaCO}_3 + \text{CH}_4 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CaO} + 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ 。

(2) ①“吸收”过程为二氧化碳和氢氧化钾反应生成 KHCO_3 , 化学方程式为 $\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{KHCO}_3$, 离子方程式为 $\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ 。② KHCO_3 与石灰乳反应生成碳酸钙、 KOH 和 H_2O , KOH 可循环利用, 化学方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{KHCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$, 石灰乳 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 不能拆成离子形式, 离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

全章上分

1. **A** **【解析】** C_{10} 、 C_{14} 和石墨均属于碳单质, A 正确; C_{14} 为单质, B 错误; C_{10} 、 C_{14} 之间的转化属于化学变化, C 错误; 由 C_{10} 、 C_{14} 具有很高的反应活性可知, C_{10} 、 C_{14} 不稳定, 而石墨相对稳定, D 错误。
2. **C** **【解析】**“钴酞菁”分子(直径为 $1.3 \times 10^{-9} \text{ m} = 1.3 \text{ nm}$)在水中形成的分散系属于胶体, 能透过滤纸, 能产生丁达尔效应, A、B 错误, C 正确; “钴酞菁”分子在水中形成的分散系属于胶体, 胶体呈电中性, D 错误。
3. **D** **【解析】**随着 CuSO_4 溶液的加入, CuSO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀和 BaSO_4 沉淀, 能够自由移动的离子数目降低至几乎为 0, 后 CuSO_4 溶液过量, 能够自由移动的离子数目又增多, 故灯光变化出现“亮→灭→亮”现象, A 不符合题意; HCl 和 KHCO_3 反应生成 KCl 、 CO_2 和 H_2O , 溶液体积增大, 单位体积溶液中离子数量减小, 灯光变暗, 后盐酸过量, 单位体积溶液中离子数量增加, 故灯光变化出现“亮→暗→亮”现象, B 不符合题意; 氢氧化钡是强碱, 随着硫酸的加入反应生成硫酸钡沉淀和水, 导电能力减弱, 恰好反应时溶液中能自由移动的离子数量几乎为 0, 硫酸过量后, 单位体

积溶液中能够自由移动的离子数量增加,导电能力又增强,灯光变化出现“亮→灭→亮”现象,C不符合题意; K_2CO_3 溶于水发生电离,刚开始灯光是亮的,随着水的加入,溶液体积增大,单位体积溶液中离子数量减少,故灯光变化只出现“亮→暗”现象,D符合题意。

4. D 【解析】 Fe^{3+} 和 $NH_3 \cdot H_2O$ 发生反应 $Fe^{3+} + 3NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$, A 错误; I^- 与 Fe^{3+} 发生氧化还原反应

提示: $NH_3 \cdot H_2O$ 提供碱性环境, 而 Fe^{3+} 在碱性环境下不能大量存在

生成 I_2 和 Fe^{2+} , B 错误; OH^- 与 HCO_3^- 发生反应: $OH^- + HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H_2O$, C 错误; 四种离子可以共存, D 正确。

5. D 【解析】铜与稀硫酸不反应, A 错误; 向硫酸铁溶液中滴加氢氧化钡溶液, Fe^{3+} 也会与 OH^- 结合生成 $Fe(OH)_3$ 沉淀, 离子方程式为 $2Fe^{3+} + 3SO_4^{2-} + 3Ba^{2+} + 6OH^- \rightleftharpoons 3BaSO_4 \downarrow + 2Fe(OH)_3 \downarrow$, B 错误; 二元弱酸亚磷酸(H_3PO_3)溶液与足量 NaOH 溶液反应生成



与 O 相连的 H 才可以电离, Na_2HPO_3 为正盐, 不是酸式盐

HPO_3^{2-} 和 H_2O , 离子方程式为 $H_3PO_3 + 2OH^- \rightleftharpoons HPO_3^{2-} + 2H_2O$,

C 错误; 将氢氧化铁溶于过量氢碘酸(HI)中, 离子方程式为 $2Fe(OH)_3 + 6H^+ + 2I^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + I_2 + 6H_2O$, D 正确。

6. C



思路导引

由题干信息并结合题图分析可知, 物质 a、b、c、d、e 分别为 Cl_2 、NaCl(或其他氯盐)、NaClO(或其他次氯酸盐)、HCl、HClO。

【解析】实验室可以通过加热 MnO_2 和浓盐酸制备氯气, A 正确; e 为 HClO, 有强氧化性, 酸性比碳酸弱, 将 CO_2 通入 NaClO(或其他次氯酸盐)溶液中可得到 HClO, B 正确; ClO^- 和 Cl^- 在酸性条件下混合才能生成 Cl_2 , C 错误; $Cl_2 \xrightarrow{OH^-} ClO^- \xrightarrow{H^+} HClO \xrightarrow{\text{光照}} HCl \xrightarrow{OH^-} Cl^- \xrightarrow{\text{酸性高锰酸钾溶液}} Cl_2$, D 正确。

7. A



思路导引

向一定量的 H_2SO_4 和 $MgSO_4$ 混合溶液中逐滴滴加氢氧化钠溶液至过量, 氢氧化钠先与硫酸反应, 然后与硫酸镁反应。

【解析】氢氧化钠先与硫酸反应生成硫酸钠和水, 没有沉淀生成; 后与硫酸镁反应生成氢氧化镁沉淀, 沉淀量逐渐增多, 当硫酸镁

提示: 当不确定 H_2SO_4 和 $MgSO_4$ 谁先与 NaOH 反应时, 可以假设先与 $MgSO_4$ 反应生成 $Mg(OH)_2$, 而 $Mg(OH)_2$ 又能与 H_2SO_4 反应, 所以假设不正确

反应完后, 沉淀的质量不再变化, A 符合题意。开始溶液呈酸

性,加入氢氧化钠溶液后,酸性减弱,pH 升高,B 不符合题意。加入氢氧化钠溶液后,离子数目基本不变,但溶液体积增大,单位体积溶液中自由移动离子数目减少,导电能力减弱,C 不符合题意。第一个反应中 H_2SO_4 转化为 Na_2SO_4 ,溶质质量增加,第二个反应中 MgSO_4 转化为 Na_2SO_4 ,溶质质量也增加,D 不符合题意。

8. AD 【解析】已知消毒效率 = $\frac{1 \text{ mol 消毒剂转移的电子数}}{1 \text{ mol 消毒剂的质量}}$, ClO_2 中

氯元素化合价由 +4 价降低到 -1 价,消毒效率为 $\frac{5N_A}{67.5 \text{ g}}$, Cl_2 中氯

元素化合价由 0 价降低到 -1 价,消毒效率为 $\frac{2N_A}{71 \text{ g}}$,则二者消毒效

率之比为 $\frac{5}{67.5} : \frac{2}{71} = 71 : 27$,A 错误;“R7 法”制备二氧化氯的优

点是副产品氯气经处理后可循环利用,可知氯气是反应①的产物

之一,故反应①的化学方程式为 $2\text{NaCl} + 2\text{NaClO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$

$2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,则氧化剂为 NaClO_3 ,还原剂为

NaCl ,两者物质的量相等,B 正确;反应②中 Cl_2 和 SO_2 反应生成

H_2SO_4 和 HCl ,因此反应②为 $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$,

物质 X 为盐酸和硫酸的混合溶液,C 正确;由上述分析可知反应

①为 $2\text{NaCl} + 2\text{NaClO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{ClO}_2 \uparrow +$

$2\text{H}_2\text{O}$,反应②为 $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$,根据反应①、

②可得,当反应①生成 1 mol Cl_2 时,消耗的硫酸的物质的量为

2 mol,反应②消耗 1 mol Cl_2 时,生成的硫酸的物质的量为 1 mol,

则反应①消耗的硫酸与反应②生成的硫酸物质的量之比为

2 : 1,D 错误。

9. C



思路分析

由题给信息可知,标准电极电势越高,其对应物质的氧化性越强,则氧化剂的氧化性由强到弱的顺序为 $\text{PbO}_2 > \text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$ 。

【解析】氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$,则还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$, FeCl_2 溶液中加入

PbO_2 时,还原性较强的 Fe^{2+} 先与 PbO_2 反应,根据得失电子守恒

可得关系式: $2\text{Fe}^{2+} \sim \text{PbO}_2$,则 1 mol PbO_2 与 2 mol Fe^{2+} 恰好反应

完,不能进一步氧化 Cl^- ,所以不可能有黄绿色气体生成,A 错

误; $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ 的 $E^\ominus > \text{Cl}_2/\text{Cl}^-$ 的 E^\ominus ,说明氧化性: $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2$,若

用盐酸酸化高锰酸钾,则高锰酸钾可氧化盐酸中的 Cl^- ,所以酸

化高锰酸钾时不能用盐酸,B 错误; $\text{PbO}_2/\text{PbSO}_4$ 的 E^\ominus 大于

$\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ 的 E^\ominus ,则氧化性: $\text{PbO}_2 > \text{MnO}_4^-$,酸性条件下 PbO_2 和

Mn^{2+} 反应的离子方程式为 $5\text{PbO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+ + 5\text{SO}_4^{2-} \longrightarrow$

$5\text{PbSO}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$,C 正确;由上述分析可知,氧化性由强到

弱的顺序为 $\text{PbO}_2 > \text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$,D 错误。

10. C



思路导引 ①依据元素守恒,理清关系:先通入的 CO_2 和后生成 CO_2 的量相同,可以理解为发生的反应是 $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, C 点时溶液中溶质为 NaCl ,则此时滴加的稀盐酸中 $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH})$,故 C 点对应的 $V(\text{稀盐酸}) = 1.0 \text{ L}$ (即 $b = 1.0$); ②再看 B 点,开始有 CO_2 生成,说明发生的反应是 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, BC 段消耗稀盐酸的体积为 0.4 L ,则 $n(\text{CO}_2) = n(\text{HCl}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.4 \text{ L} = 0.4 \text{ mol}$ (即 $a = 0.4$); ③最后分析 OB 段,消耗稀盐酸的体积为 0.6 L ,发生的反应为 $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$,分别对应消耗稀盐酸的体积为 0.2 L 和 0.4 L 。

【解析】在 B 点之前发生的离子反应有 2 个, A 错误。在所有过程中, Na^+ 没有参与化学反应,故 $n(\text{Na}^+)$ 一直保持不变,但由于溶液的体积逐渐增大,可知 $c(\text{Na}^+)$ 逐渐减小, B 错误。由思路导引可知, C 正确。 A 点溶液为 Na_2CO_3 、 NaCl 混合溶液, CO_3^{2-} 与 Ba^{2+} 会反应产生 BaCO_3 沉淀而不能大量共存, B 点溶液为 NaCl 、 NaHCO_3 混合溶液, OH^- 与 HCO_3^- 不能大量共存, C 点溶液为 NaCl 溶液, Na^+ 、 Cl^- 与 K^+ 、 Ba^{2+} 、 NO_3^- 、 OH^- 能够大量共存, D 点为 NaCl 、 HCl 混合溶液, H^+ 与 OH^- 不能大量共存, D 错误。

方法点拨

此题跳过反应过程,先看全局,从始态到终态,确定 C 点的溶质组成最关键,将前面的不确定性过程分析为一个确定性过程。

11. (1) 难溶 SiO_2 SiO_2 属于酸性氧化物,能够与碱反应生成盐和水 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2) $2\text{MnO}_2 + \text{O}_2 + 4\text{KOH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 还原剂

(3) ① $2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{KOH}$ KOH

② 1 : 2

【解析】(1) 二氧化硅是牙膏中常用的摩擦剂,在刷牙的过程中,二氧化硅只有不溶于水,才能起到摩擦的作用,因此二氧化硅在水中的溶解性为难溶。 CaCO_3 属于盐, SiO_2 属于酸性氧化物,可预测 SiO_2 会与 NaOH 反应。酸性氧化物会与碱反应生成盐和水,则 SiO_2 与 NaOH 反应的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 在“平炉”中, KOH 和软锰矿粉在富氧空气的气流中生成 K_2MnO_4 ,根据元素守恒,可知反应有水生成,反应的化学方程式为 $2\text{MnO}_2 + \text{O}_2 + 4\text{KOH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。反应中, Mn 元素的化合价从 +4 升高到 +6,失去电子,发生氧化反应, MnO_2 作还原剂。

(3) ① 电解 K_2MnO_4 的水溶液, Mn 元素的化合价升高, H 元素的化合价降低,根据得失电子守恒和元素守恒,配平的化学方程式

为 $2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{KOH}$ 。副产物为 KOH 、 H_2 ， KOH 回收后可以进入“烘炒锅”中循环使用。② K_2MnO_4 发生歧化反应，既作氧化剂又作还原剂， K_2MnO_4 、 MnO_2 和 MnO_4^- 中 Mn 的化合价分别为 +6、+4 和 +7， K_2MnO_4 作氧化剂时转化为 MnO_2 ，化合价降 2， K_2MnO_4 作还原剂时转化为 MnO_4^- ，化合价升 1，在氧化还原反应中，化合价升降守恒，则作氧化剂的 K_2MnO_4 和作还原剂的 K_2MnO_4 的质量比为 1 : 2。

12. (1) ①过量碳酸钠溶液 除去 Ca^{2+} 和过量的 Ba^{2+} 蒸发结晶

②漏斗、蒸发皿、玻璃棒 ③C

(2) Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- Ag^+ 、 NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^- $\text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$

(3) KCl

思路导引 I. 粗盐提纯过程中， BaCl_2 (除去 SO_4^{2-}) 的加入一定要在 Na_2CO_3 (除去 Ca^{2+}) 之前。

提示：用后加入的 Na_2CO_3 除去前面过量的 BaCl_2

II. 废水组成的探究过程分析如表：

信息	分析与结论
无色溶液	无 Cu^{2+}
加足量浓 NaOH 溶液，加热，无气体	无 NH_4^+
滴加氨水有沉淀	含有 Mg^{2+} 、 Ag^+ 中的至少一种 关键点 依据互斥性原则，一定没有 OH^-
向原溶液中加入过量盐酸，无气体，无沉淀	说明溶液中没有 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Ag^+
向③中所得的溶液中加入 AgNO_3 溶液，有白色沉淀	③中所得溶液中含有 Cl^- 关键点 ③中加入盐酸，引入 Cl^-

【解析】(1) ①试剂 II 为过量碳酸钠溶液，目的是除去 Ca^{2+} 和过量的 Ba^{2+} ，操作 c 为蒸发结晶。

②过滤需要用到漏斗、烧杯、玻璃棒等，蒸发结晶需要用到蒸发皿、玻璃棒等，故用到题图中提供的仪器有漏斗、蒸发皿、玻璃棒。

③100 g NaCl 质量分数为 87.75% 的粗盐中含有的 NaCl 的物质的量为 1.5 mol，但除杂过程中还生成了 NaCl ，最终获得的 NaCl

提示：加入了 Na_2CO_3 、 NaOH 引入 Na^+ ，加入 BaCl_2 、稀盐酸引入 Cl^-

的物质的量大于 1.5 mol，A 错误； $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的溶解度比较小，添加的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积远远大于需要添加的 BaCl_2 溶液的体积，大大增加了成本，B 错误；盐酸的作用是除去过量的 OH^- 和 CO_3^{2-} ，C 正确；盐酸易挥发，在蒸发结晶的过程中会挥发除去，若加入盐酸过量，不会导致制备出的氯化钠不纯，D 错误。

(2) 依据思路导引和题意可知，溶液中一定不含有 Ag^+ 、 NH_4^+ 、

CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cu^{2+} 、 OH^- ，一定含有 Mg^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- ；步骤②中

提示：根据离子浓度相等及

电中性原则分析

为 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与 Mg^{2+} 反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 NH_4^+ 。

关键点：为弱电解质，不可拆

关键点：沉淀，不可拆

(3) 原溶液为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KCl}$ 和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ MgSO}_4$ 的混合溶液，加入等体积 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液， OH^- 与 Mg^{2+} 反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀， Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 反应生成 BaSO_4 沉淀，则发生反应的化学方程式为 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{MgSO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ ， Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 全部转化为沉淀，所以反应后所得溶液中溶质的化学式为 KCl 。

13. (1) 分液漏斗 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{MnCl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

(2) y

(3) 吸收多余的氯气，防止污染空气 防止空气中的水蒸气进入装置 E $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$

(4) ① $4 < \text{pH} < 6$ 时，溶液中 HClO 含量较高，消毒能力较强

② ABC

(5) 15.8

思路导引 装置 A 中浓盐酸与高锰酸钾反应生成氯气，生成的氯气中含有 HCl ，通过饱和食盐水除去，通过无水氯化钙除去氯气中的水蒸气，装置 D 中无水硫酸铜用于检验氯气中水蒸气是否除尽，用装置 E 收集氯气，最后用碱石灰除去多余的氯气同时防止空气中的水蒸气进入装置 E。

【解析】(1) 装置 A 中盛放浓盐酸的仪器名称为分液漏斗； KMnO_4 与浓盐酸反应制氯气的化学方程式为 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{MnCl}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 氯气的密度大于空气，应该用向上排空气法收集，气体“长进短出”，导管 y 应伸至靠近集气瓶底部。

(3) 根据分析，F 中碱石灰的作用有两个，一是吸收多余的氯气，防止污染空气，二是防止空气中的水蒸气进入装置 E；碱石灰中含有 NaOH ，氯气与 NaOH 反应生成 NaCl 、 NaClO 和水，化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) ① 由题图乙可知， pH 为 $4 \sim 6$ 时， HClO 的物质的量分数较大，消毒能力较强，因此使用“84”消毒液时将 pH 调节至 $4 \sim 6$ 。② 次氯酸的酸性弱于碳酸（可乐中的）、硫酸、盐酸、醋酸，则四种物质加入“84”消毒液都可以增加溶液的酸性，但浓盐酸能与“84”消毒液中的 ClO^- 反应生成氯气，产生有毒气体并降低消毒效果，故 D 不符合题意，答案选 ABC。

(5) $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ，该反应中 1 mol Cl_2 参与反应转移 1 mol 电子，现转移电子数为 N_A ，说明参与反应的 NaOH 有 2 mol ，此时 NaOH 消耗一半，则 NaOH 共有 4 mol ，质量

为 $4 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 160 \text{ g}$, 则原溶液总质量为 $\frac{160 \text{ g}}{40\%} = 400 \text{ g}$, 生成 NaClO 的物质的量为 1 mol , 质量为 74.5 g , 此时溶液的总质量为 $400 \text{ g} + 71 \text{ g} = 471 \text{ g}$, 则次氯酸钠的质量分数为 $\frac{74.5 \text{ g}}{471 \text{ g}} \times 100\% \approx 15.8\%$ 。

真题上分

1. **B** 【解析】竹管和动物尾毫做成湖笔, 过程中不涉及化学变化, A 错误; 松木中含有松脂, 松脂燃烧产生油烟, 主要成分为炭黑, 收集后制成徽墨, 由松脂燃烧生成炭黑的反应是氧化还原反应, B 正确; 楮树皮中含有纤维素, 纤维素制成纸浆纤维, 再制成宣纸, 没有发生氧化还原反应, C 错误; 端石制成端砚是物理变化, D 错误。
2. **D** 【解析】 NaHSO_4 与 BaCl_2 发生的反应为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$, 该反应是非氧化还原反应, 溶液的体积增大, 酸性减弱, pH 增大, A 错误; 生成的红褐色沉淀是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 发生的反应是 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$, 反应过程中消耗了 H_2O , 使得 NaOH 的浓度增大, 所以溶液的 pH 增大, B 错误; NaHCO_3 与 CuSO_4 溶液反应生成 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, 该反应是非氧化还原反应, C 错误; 向 H_2S 溶液中通入 Cl_2 , 生成的黄色沉淀是 S, 发生的反应为 $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + \text{S} \downarrow$, 该反应是氧化还原反应, 而 H_2S 是弱酸、 HCl 是强酸, 所以溶液酸性增强, pH 减小, D 正确。
3. **C** 【解析】由题中 NO_3^- 转化为对环境无害的物质可知, X 为 N_2 , NO_2 是有害气体, A 错误; 分析题给反应可知, CH_3OH 变为 CO_2 , 碳元素化合价升高, 则 CH_3OH 为还原剂, 而臭氧具有强氧化性, 常作氧化剂, B 错误; 该反应中, 还原剂 CH_3OH 中 C 元素的化合价由 -2 升高到 +4, 升高了 6 个价位, 氧化剂 NO_3^- 中 N 元素的化合价由 +5 降低到 0, 降低了 5 个价位, 由得失电子守恒可知, 氧化剂与还原剂的化学计量数之比为 6 : 5, C 正确; CH_3OH 中 C 元素的化合价由 -2 升高到 +4, 升高了 6 个价位, 若生成 2 个 CO_2 气体分子, 反应转移的电子数为 $2 \times 6 = 12$, D 错误。
4. **A** 【解析】用浓盐酸与 MnO_2 反应制备 Cl_2 时需要加热, A 错误; 制备的 Cl_2 中混有 HCl 和水蒸气, 通过盛有饱和食盐水的洗气瓶除去混有的 HCl , 通过盛有无水 CaCl_2 的干燥管除去水蒸气, B 正确; Cl_2 的密度大于空气, 可利用向上排空气法收集, C 正确; H_2 在 Cl_2 中可以燃烧, 产生苍白色火焰, Cl_2 在反应中作氧化剂, 可验证 Cl_2 的氧化性, D 正确。
5. **C** 【解析】除去 SO_4^{2-} 用 BaCl_2 溶液, 过量的 BaCl_2 溶液可以使 SO_4^{2-} 完全沉淀, 多余 Ba^{2+} 可以用 Na_2CO_3 除去, A 正确; Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 分别用 Na_2CO_3 、 NaOH 、 BaCl_2 溶液除去, 生成 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 BaSO_4 沉淀, 可过滤除去, B 正确; 四种试剂使用时 Na_2CO_3 溶液要在 BaCl_2 溶液之后加入, 盐酸在过滤后再加入, 防止生成的沉淀再溶解, C 错误; 过滤后再加入盐酸调节滤液的

pH,最后蒸发至大量固体析出,趁热过滤、洗涤、干燥后即得 NaCl 纯品,少量 K^+ 会留在母液中,D 正确。

关键点拨 粗盐提纯中,试剂的加入顺序:① $BaCl_2$ 溶液在 Na_2CO_3 溶液前;②盐酸在最后,NaOH 溶液随意,原则是后面的试剂在除杂的同时要除去前面加入的过量试剂。

6. C 【解析】淀粉遇碘变蓝,溶液由无色变为蓝色,说明生成了 I_2 , A 正确;溶液由蓝色变为无色,说明反应生成的 I_2 又转化为化合态,B 正确;溶液颜色在无色和蓝色之间来回振荡,是 I 元素在化合态和单质之间不断转化, H_2O_2 没有起到漂白作用,C 错误;淀粉作为检验碘单质存在的指示剂,D 正确。

一题快解 H_2O_2 的漂白性是永久性漂白,不会出现颜色在无色和蓝色之间来回振荡的情况,C 错误。

7. B 【解析】反应①中 Mn 元素的化合价由 +7 价降低到 +2 价, I 元素的化合价由 -1 价升至 0 价,根据得失电子守恒、原子守恒和电荷守恒,反应①的离子方程式为 $10I^- + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightleftharpoons 2Mn^{2+} + 5I_2 + 8H_2O$,可得 $n(KMnO_4) = \frac{1}{5}n(KI)$,即 $n = 0.0002$, $n(Mn^{2+}) : n(I_2) = 2 : 5$,A 错误;根据 $n = 0.0002$,反应②的 $n(I^-) : n(MnO_4^-) = 0.001 : (10 \times 0.0002) = 1 : 2$,反应②对应的关系式为 $I^- \sim 2MnO_4^- \sim 2MnO_2 \sim IO_x^- \sim 6e^-$,则 IO_x^- 中 I 元素的化合价为 +5 价, $x = 3$,反应②的离子方程式为 $I^- + 2MnO_4^- + H_2O \rightleftharpoons 2MnO_2 \downarrow + IO_3^- + 2OH^-$,B 正确;已知 MnO_4^- 的氧化性随溶液酸性减弱而减弱,反应②中 MnO_4^- 的氧化性较弱,但 I^- 的氧化产物中 I 元素化合价比反应①中更高,所以反应②中 I^- 的还原性更强, I^- 的还原性随溶液酸性减弱而增强,C 错误;根据反应①和②的离子方程式可知,反应①中消耗 H^+ 、生成水,溶液 pH 增大,反应②中生成 OH^- 、消耗水,溶液 pH 增大,D 错误。