

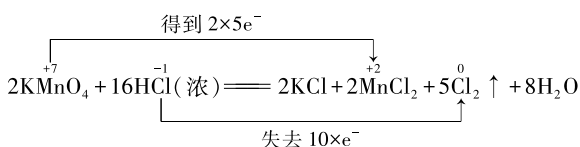
(3) 同一氧化还原反应中氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性,由①可得氧化性: $\text{FeCl}_3 > \text{I}_2$, 由②可得氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3$, 由③可得氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2$, 故氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{I}_2$, 即氧化性最强的是 KMnO_4 。

(4) 氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{I}_2$, Cl_2 、 FeCl_3 能氧化 I^- 而不能氧化 Cl^- , 即除单质 Cl_2 外, 还可用 FeCl_3 作氧化剂。

(5) 反应③中 HCl 中 Cl 元素化合价从 -1 价升高至 0 价生成 Cl_2 , 氧化产物是 Cl_2 。

(6) 反应③中, 部分 HCl 失电子, 部分 HCl 转化为盐, 所以反应③中氯化氢表现出的性质是还原性和酸性, 选 ab。

(7) HCl 中氯元素化合价升高, 在反应中失去电子, 被氧化, 得到的氧化产物为 Cl_2 , KMnO_4 中锰元素化合价降低, 在反应中得到电子, 被还原, 得到的还原产物为 MnCl_2 , 氧化还原反应中转移的电子数目为 10 , 则双线桥法表示为



(8) 锰元素的化合价从 $+7$ 价降低到 $+2$ 价, 碳元素的化合价从 $+3$ 价升高到 $+4$ 价, 根据得失电子守恒, 反应中 MnO_4^- 和 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 的化学计量数之比为 $2:5$, 根据元素守恒, Mn^{2+} 的化学计量数为 2 , CO_2 的化学计量数为 10 , 再根据电荷守恒可知, 反应物还有 H^+ , 化学计量数为 16 , 最后根据氢原子和氧原子守恒可知, 生成物还有 H_2O , 化学计量数为 8 , 故该离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

17. (1) ①



【解析】(1) 过氧化氢中氧元素的化合价为中间价态 -1 价, 既能得到电子表现氧化性, 也能失去电子表现还原性, 实验①有大量气泡产生, 说明过氧化氢转化为氧气, 氧元素的化合价升高被氧化, 过氧化氢为还原剂, 表现还原性, 实验②溶液变蓝, 已知淀粉遇碘会变蓝, 说明 I^- 被氧化为 I_2 , KI 是还原剂, H_2O_2 为氧化剂, 表现氧化性, 故能证明 H_2O_2 具有还原性的实验是①。

(2) 实验①中溶液紫色褪去、有大量气泡产生, KMnO_4 被还原为 Mn^{2+} , 过氧化氢被氧化为氧气, 反应的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 实验①中 KMnO_4 被还原为 Mn^{2+} , 过氧化氢被氧化为氧气, 氧化剂是 KMnO_4 , 还原剂是 H_2O_2 , 则氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{H}_2\text{O}_2$, 实验②中 I^- 被氧化为 I_2 , H_2O_2 被还原为 H_2O , 氧化剂是 H_2O_2 , 氧化产物是 I_2 , 氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性, 则氧化性: $\text{H}_2\text{O}_2 > \text{I}_2$, I_2 、 H_2O_2 、 KMnO_4 按氧化性由强到弱顺序为 $\text{KMnO}_4 > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{I}_2$ 。

(4) NaClO 与 H_2O_2 反应产生 O_2 , 说明 H_2O_2 被 NaClO 氧化, NaClO 作氧化剂, H_2O_2 作还原剂。当参加反应的 NaClO 与 H_2O_2 的分子个数比为 $1:1$ 时, 1 个 H_2O_2 反应失去 2 个电子, 则 1 个 NaClO 反应得到 2 个电子, 反应前在 NaClO 中 Cl 为 $+1$ 价, 因此反应后 Cl 的化合价为 -1 价, 因此还原产物为 NaCl , 选 D。

第二章 海水中的重要元素——钠和氯

第一节 钠及其化合物

课时 1 钠

变式训练

1-1.B 【解析】钠易与空气中的氧气和水蒸气反应, 密度比煤油大, 所以应该用液封法保存在盛有煤油的广口瓶中, A 正确; Na 与水发生反应: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, H_2 有可燃性, 所以金属钠着火时, 不可用蘸水的毛巾覆盖, 应用干燥的沙土盖灭, B 错误; 钠投入水中熔成小球, 说明钠与水的反应放热且金属钠的熔点较低, C 正确; 反应 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 中, 水中部分 H 的化合价由 $+1$ 价降低为 0 价, 被还原, 是氧化剂, D 正确。

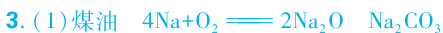
2-1.C 【解析】若 X 为 FeCl_3 溶液, 钠先和水反应生成氢氧化钠和氢气, 氢氧化钠再和氯化铁反应生成红褐色氢氧化铁沉淀和氯化钠, A 正确; 若 X 为盐酸, 钠和 HCl 反应生成氯化钠和氢气, 反应消耗 HCl , 反应后溶液的 pH 增大, B 正确; 若 X

为饱和石灰水, 投入钠会消耗溶剂水, 且反应放热, 使溶液温度升高, 从而使溶质 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 析出, C 错误; 若 X 为煤油, 钠的密度大于煤油, 故可以观察到钠被煤油浸没, D 正确。

越刷越强

1.C 【解析】钠露置在空气中被氧气氧化为氧化钠, A 错误; 氧化钠是一种白色固体, 过氧化钠才是淡黄色固体, 且过氧化钠与水或二氧化碳反应才会产生氧气, 从而可作呼吸面具的供氧剂, B 错误; 钠蒸气充入灯泡中制成钠灯, 通电后产生黄色光, 穿透力强, 常用于公路照明, C 正确; 钠能与水反应, 且生成的氢气易燃, 所以金属钠着火时, 不能用水来灭火, D 错误。

2.D 【解析】钠的密度比煤油的大, 比水的小, 则钠在水层和煤油层交界处与水发生反应, 产生的氢气使钠块在水层和煤油层交界处上下跳动; 钠与水反应放出的热使钠块熔化; 钠与水反应生成 NaOH , 反应后溶液呈碱性, 水层变红, 故 D 正确。



【解析】(1) 由于 Na 是一种活泼金属, 易与空气中的 O_2 、 H_2O 反应, 故需隔绝空气保存, 实验室中, 少量的钠保存在煤油中, 大量的钠保存在液态石蜡中。Na 与空气中 O_2 发生反应生成 Na_2O , 化学方程式为 $4Na + O_2 = 2Na_2O$ 。少量的 Na 放置于敞口容器中, 会发生一系列变化: 变暗 (生成 Na_2O) $\rightarrow$ 变白色固体 (生成 NaOH) $\rightarrow$ 潮解 (变为 NaOH 溶液) $\rightarrow$ 结块 (吸收 CO_2 与 H_2O 生成 $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$) $\rightarrow$ 风化 (变成 Na_2CO_3 粉末), 故最终变成 Na_2CO_3 白色粉末。

(2) Na 投入 H_2O 中会由块状熔成一个光亮的小球, 说明钠的熔点较低, 发生的反应是一个放热反应; 反应过程中 H_2O 中部分 H 元素化合价降低, 作氧化剂。



(2) 熔成光亮的小球, 在水和煤油的界面处上下跳动且逐渐变小

(3) 变为红色 NaOH

(4) 由黑色变为红色 氢气

【解析】(1) 钠与水反应生成氢氧化钠和氢气, 离子方程式为 $2Na + 2H_2O = 2Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$ 。

(2) 钠与水反应放热, 由于钠熔点低, 反应过程中会熔成光亮的小球; 钠的密度大于煤油、小于水, 则钠在水层和煤油层交界处与水发生反应, 产生的氢气使钠上下跳动, 且随着反应进行钠逐渐变小。

(3) 钠和水反应生成的氢氧化钠使溶液显碱性, 则滴有酚酞溶液的水溶液变红色, 即 U 形管中水溶液变为红色。

(4) 氢气与铜丝表面的氧化铜反应生成铜和水, 使铜丝表面由黑色变为红色, 说明钠和水反应生成氢气。

5. **B** **【解析】**由题意可知, 熔融 Na 与 $CuSO_4$ 粉末发生反应时会产生耀眼的火花, 说明反应时放出热量, A 正确; 由“有红色物质生成”知, 熔化的钠与无水 $CuSO_4$ 粉末发生置换反应生成硫酸钠和铜, 该过程中钠作还原剂, 硫酸铜作氧化剂, B 错误, C 正确; 钠与氧气常温时反应生成氧化钠, 加热时反应生成过氧化钠, 故实验过程中可能生成少量的 Na_2O 、 Na_2O_2 , D 正确。

6. **C** **【解析】**钠的化学性质活泼, 常温下 Na 与 O_2 反应生成 Na_2O , 加热条件下 Na 与 O_2 反应生成 Na_2O_2 , 生成的产物不同, A 错误; Na 与 H_2O 反应生成 NaOH, NaOH 会使滴有紫色石蕊试液的溶液变蓝, B 错误; 向表面产物中加入盐酸, 产生使澄清石灰水变浑浊的无色无味气体, 则气体为 CO_2 , 表面产物含 CO_3^{2-} 或 HCO_3^- , 表面产物溶于水后的溶液滴加 $CaCl_2$ 稀溶液反应生成白色沉淀, 则可确定为 CO_3^{2-} , 即 Na 长期露置于空气中的产物是 Na_2CO_3 , C 正确; 钠投入 $FeCl_3$ 的稀溶液中, 钠和水反应生成氢氧化钠和氢气, 氢氧化钠和氯化铁反应生成氢氧化铁红褐色沉淀, 不会产生黑色沉淀铁, D 错误。

课时2 钠的几种化合物

变式训练

1-1. **D** **【解析】**Na 与 O_2 常温下反应生成 Na_2O , 加热时生成 Na_2O_2 , A 错误; 木炭与足量 O_2 反应生成 CO_2 , O_2 不足时生成

易错点 反应物相同时, 反应条件不同, 产物可能不同

CO , B 错误; NaOH 溶液与少量 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 , 与过量 CO_2 反应生成 $NaHCO_3$, C 错误; Na_2O_2 与 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 和 O_2 , 反应产物种类与反应条件无关, D 正确。

2-1. **C** **【解析】** Na_2O_2 中加水, 发生反应生成 NaOH 和 O_2 , 所以②中大量气泡的主要成分是氧气, A 正确; 酚酞遇酸性溶液不变色, 遇碱性溶液变红色, 所以③中溶液变红, 说明有碱性物质生成, B 正确; 因为空气中 CO_2 的含量低, 且 CO_2 在水中溶解比较缓慢, 所以④中现象不可能是溶液与空气中二氧化碳反应造成的, ④中加入少量 MnO_2 后, 产生较多气泡, 证明 Na_2O_2 与 H_2O 反应生成了有强氧化性的 H_2O_2 , H_2O_2 将酚酞氧化而使其褪色, C 不正确; MnO_2 是 H_2O_2 分解的催化剂, H_2O_2 由 Na_2O_2 与水的反应生成, 所以⑤中气体是 H_2O_2 分解产生的 O_2 , D 正确。

2-2. **D** **【解析】**实验 iv 中溶液为氢氧化钠溶液, 滴入酚酞溶液后溶液变红色, 10 min 后溶液褪色, 实验 v 中滴入盐酸后溶液变红色, 盐酸可与 NaOH 反应使 OH^- 浓度变小, 则 iv 中溶液红色褪去是因为 $c(OH^-)$ 较大, A 正确; 实验 iii 中加入 MnO_2 产生大量能使带火星木条复燃的气体, 该气体为 O_2 , 说明溶液 A 中含有 H_2O_2 , 对比实验 ii、iv 中的现象知, 实验 ii 中溶液红色褪去的主要原因是生成的过氧化氢具有氧化性, B 正确; 实验 ii 溶液变红, 说明 Na_2O_2 与水反应生成了碱性物质, 结合 B 项分析知, Na_2O_2 与水反应还生成了 H_2O_2 , 因此 Na_2O_2 与 H_2O 发生反应: $Na_2O_2 + 2H_2O = 2NaOH + H_2O_2$, C 正确; 实验 ii 中溶液红色褪去的主要原因是生成的过氧化氢具有氧化性, 把有色物质氧化为无色物质, 向褪色后的实验 ii 溶液中滴加盐酸, 溶液最终不会变成红色, D 错误。

3-1. **C** **【解析】**热稳定性: 碳酸氢钠 < 碳酸钠, A 错误; 相同温度下, 在水中的溶解度: 碳酸氢钠 < 碳酸钠, B 错误; 碳酸钠和碳酸氢钠都能与酸反应, 但碳酸钠与少量酸反应先生成碳酸氢钠, 故碳酸氢钠与酸反应放出二氧化碳的反应速率快于碳酸钠, C 正确; 碳酸钠溶液和碳酸氢钠溶液都能与澄清石灰水反应生成碳酸钙白色沉淀, D 错误。

3-2. **B** **【解析】**取 a g 混合物充分加热, 剩余固体 b g, 固体的质量差 $[(a-b) \text{ g}]$ 即是 $NaHCO_3$ 分解生成的 CO_2 和水的质量和, 利用差量法可求出 $NaHCO_3$ 的质量, 从而计算出混合物中 $NaHCO_3$ 的质量分数, A 不符合题意; 取 a g 混合物与足量稀盐酸充分反应, 盐酸是挥发性酸, 逸出气体中混有 HCl, 经干燥后也能被碱石灰吸收, 则 b g 为 CO_2 和 HCl 的质量之和, 无法测定 HCl 的质量, 也就无法确定 CO_2 的质量, 不能测出

混合物中 NaHCO_3 的质量分数, B 符合题意; 取 $a \text{ g}$ 混合物与足量稀盐酸充分反应, 加热、蒸干、灼烧后, 得到固体 $b \text{ g}$, $b \text{ g}$ 为 NaCl 的质量, 利用 Na 元素守恒可建立等式, 从而计算出混合物中 NaHCO_3 的质量分数, C 不符合题意; 取 $a \text{ g}$ 混合物与足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液充分反应, Na_2CO_3 和 NaHCO_3 都转化为 BaCO_3 沉淀, 其质量为 $b \text{ g}$, 根据碳元素守恒可建立等式, 从而计算出混合物中 NaHCO_3 的质量分数, D 不符合题意。

4-1. B 【解析】 Fe 、 Pt 及其化合物灼烧时没有特征焰色, 故做焰色试验时可用洁净的铁丝或铂丝蘸取待测物质, A 错误; B 正确; 焰色试验体现的是金属的物理性质, C 错误; 火焰呈黄色, 说明该溶液中含有钠元素, 可能是钠盐溶液, 也可能是氢氧化钠溶液, D 错误。

5-1. D 【解析】反应③为 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, CO_2 与碱反应生成一种盐和水, 表明 CO_2 具有酸性氧化物的性质, A 正确; 碳酸氢钠受热分解为碳酸钠, 表明碳酸氢钠的稳定性弱于碳酸钠, B 正确; 过氧化钠与 CO_2 、 H_2O 反应均生成 O_2 , 因此反应⑤⑥可用于潜水艇中氧气的供给, C 正确; 根据转化关系, 属于氧化还原反应的是①②⑤⑥, D 错误。

越刷越强

1. C 【解析】过氧化钠可与 CO_2 、 H_2O 反应产生氧气, 故 Na_2O_2 可用作供氧剂, 与过氧化钠为淡黄色粉末无关, A 错误; 氢氧化钠可以作干燥剂, 利用的是氢氧化钠的吸水性, 与氢氧化钠具有强腐蚀性无关, B 错误; 碳酸钠水溶液呈碱性, 对人体无毒副作用, 可用作食用碱, C 正确; 泡沫灭火器的原理是碳酸氢钠溶液与硫酸铝溶液反应生成二氧化碳, CO_2 不可燃, 也不助燃, 且 CO_2 密度比空气大, 与碳酸氢钠易溶于水没有直接关系, D 错误。

2. A 【解析】灼烧硝石产生“紫青烟”, 是因为钾的焰色为紫色, 涉及焰色试验, A 正确; 新酿的米酒, 液面上浮着细小如蚂蚁的酒渣, 微呈绿色, 故称“绿蚁”, “绿蚁”“红泥”指的是物质本身的颜色, 没有涉及焰色试验, B 错误; “一道残阳铺水中, 半江瑟瑟半江红”, 没有涉及焰色试验, C 错误; “日照香炉生紫烟, 遥看瀑布挂前川”, “紫烟”是由山谷中的水蒸气遇冷液化形成的雾对日光散射而产生的, 没有涉及焰色试验, D 错误。

3. D 【解析】观察 K 元素的焰色时, 需要透过蓝色钴玻璃片, A 错误; Na 与 CuSO_4 溶液反应时, 钠先和水反应生成氢氧化钠和氢气, 氢氧化钠和硫酸铜反应生成氢氧化铜和硫酸钠, 不会置换出 Cu , B 错误; 碳酸氢钠不稳定, 应置于内部温度较低的小试管中, C 错误; 胶体粒子不能通过半透膜, 钠离子和氯离子能通过半透膜, 故可以用渗析法除去氢氧化铁胶体中的杂质氯化钠, D 正确。

4. B 【解析】侯氏制碱法中的“碱”为 Na_2CO_3 , ①错误; 发酵粉中主要有 NaHCO_3 , NaHCO_3 受热分解产生 CO_2 , 能使烘焙的糕

点疏松多孔, ②错误; 向 Na_2CO_3 中加入少量 H_2O 后, Na_2CO_3 会与 H_2O 结合生成含结晶水的水合碳酸钠, 并伴随放热现象, ③正确; NaHCO_3 受热会分解为 Na_2CO_3 , 故加热会得到 Na_2CO_3 , 要除去 NaHCO_3 粉末中的 Na_2CO_3 , 应配成溶液, 通入过量 CO_2 , 低温蒸发、冷却结晶、过滤, ④错误; 相同温度下, 在水中的溶解度: $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3$, ⑤正确, 即 B 正确。

5. B

思路导引 钠的密度大于煤油、小于水, 右侧加入钠后, 钠在煤油中下沉直到接触水面, 钠与水反应生成氢气使其在煤油和水的交界处上下跳动。

【解析】由思路导引可知, A 错误; 钠与水反应生成 NaOH , 使得水溶液呈碱性, 向左侧长颈漏斗滴加酚酞溶液后, 水溶液变为红色, B 正确; 钠与水反应生成氢气, U 形管右侧压强增大, 左侧液面上升进入长颈漏斗, b 处有氢气产生, a 处无氧气产生, C 错误; 钠与水反应生成氢气, 打开活塞 A, 在右端导管口直接点燃, 氢气燃烧产生淡蓝色火焰, D 错误。

6. (1) CO_2 浓硫酸 防止空气中的 CO_2 、 H_2O 进入 D 装置, 避免对实验结果造成干扰 偏高 偏低

(2) ①溶液变浑浊 ②氯化钙(或氯化钡等) ③ NaHCO_3 、 NaCl

思路导引 膨松剂的主要成分 NaHCO_3 受热放出 CO_2 , 要测定该膨松剂受热放出气体 CO_2 的量, 则要利用 A 装置除去空气中的 CO_2 , 并将装置内含 CO_2 的空气排出, 防止空气中的二氧化碳干扰实验, 同时使生成的 CO_2 完全进入 D 装置中。由于 NaHCO_3 受热分解产生 CO_2 、 H_2O , 故 C 装置盛放浓硫酸除去 H_2O , D 装置吸收 B 装置中生成的 CO_2 , D 装置增加的质量即生成 CO_2 的质量, E 装置中碱石灰防止空气中的 CO_2 、 H_2O 进入 D 装置中。

【解析】(1) 若没有 E 装置, 空气中的 CO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 会进入 D 装置, 使 D 装置增加的质量偏大, 测定的结果偏高; 若没有 A 装置, B 装置左侧用橡皮塞封闭, 则 B 装置中产生的 CO_2 不能完全进入 D 装置, 实验结果将偏低。

(2) ① Na_2CO_3 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生复分解反应生成 CaCO_3 沉淀, 故现象为溶液变浑浊。② Na_2CO_3 能与可溶性钙盐、钡盐等反应生成白色沉淀, 故碳酸钠溶液中滴加的 X 溶液可能为 CaCl_2 、 BaCl_2 溶液等。③向 Na_2CO_3 溶液中滴加盐酸, 开始没有气泡, 是因为 H^+ 的量较少, CO_3^{2-} 与 H^+ 反应生成 HCO_3^- , 即反应生成 NaHCO_3 、 NaCl 两种盐。

7. C

思路导引 试剂 a 为盐酸, 试剂 b 为碳酸钙, 用于制取二氧化碳, 试剂 c 为饱和碳酸氢钠溶液, 用于除去二氧化碳中的 HCl ; 将二氧化碳通入氨化的饱和食盐水中, 反应生成碳酸氢钠, 过量的氨气用水或稀硫酸吸收, 且要防止倒吸。

【解析】CO₂ 在水中溶解度小,开始实验时应先打开活塞Ⅲ通入 NH₃,营造碱性环境,增大 CO₂ 的溶解度,再打开活塞Ⅱ通入 CO₂,A 错误;实验过程中向启普发生器中添加液体时,应从长颈漏斗加入,B 错误;将锥形瓶放入冰水浴中可以降低 NaHCO₃ 的溶解度,促进 NaHCO₃ 晶体的析出,C 正确;制备 CO₂ 应使用稀盐酸,不应使用稀硫酸,生成的 CO₂ 无需干燥,无须浓硫酸,需要用饱和 NaHCO₃ 溶液除去 CO₂ 中的 HCl, NH₄Cl 和 Ca(OH)₂ 用于制取 NH₃,尾气中含有 NH₃,可用水或稀硫酸吸收,D 错误。

8. C 【解析】向 Na₂CO₃、NaHCO₃ 混合溶液中逐滴加入盐酸,先发生反应:Na₂CO₃+HCl=NaHCO₃+NaCl,后发生反应:NaHCO₃+HCl=NaCl+H₂O+CO₂↑。据分析可知,a 点对应的溶液中存在 Na⁺、CO₃²⁻、HCO₃⁻ 和 Cl⁻,Ca²⁺ 可与 CO₃²⁻ 反应生成沉淀,不能大量共存,A 不选;b 点对应的溶液中存在 Na⁺、Cl⁻、HCO₃⁻,Ba²⁺、OH⁻ 与 HCO₃⁻ 因反应而不能大量共存,B 不选;c 点对应的溶液中存在 Na⁺、Cl⁻,Na⁺、Ca²⁺、NO₃⁻、Cl⁻ 在溶液中能大量共存,C 选;d 点对应的溶液中存在 Na⁺、Cl⁻、H⁺,Ag⁺ 与 Cl⁻ 可生成沉淀,不能大量共存,D 不选。

9. (1) CaCO₃+2H⁺=Ca²⁺+H₂O+CO₂↑

(2) 饱和 NaHCO₃ 溶液 浓硫酸

(3) 实验 1 中带火星的木条不复燃,实验 2 中带火星的木条复燃

(4) 气体中有水,水与 Na₂O₂ 反应产生的 O₂ 也可使带火星的木条复燃

【解析】(1) 装置①为二氧化碳的制备装置,大理石和稀盐酸反应制备二氧化碳,反应的离子方程式是 CaCO₃+2H⁺=Ca²⁺+H₂O+CO₂↑。

(2) HCl 易挥发,故装置①制得的 CO₂ 中含有 HCl 杂质,要检验 CO₂ 与 Na₂O₂ 的反应,应先除去 HCl,故用装置②除去二氧化碳中混有的氯化氢,装置③④⑤为对比实验,验证 CO₂ 与 Na₂O₂ 的反应需要与水接触,从装置②中出来的 CO₂ 含水蒸气,故装置③除去二氧化碳中混有的水蒸气,装置②③中的试剂分别是饱和 NaHCO₃ 溶液、浓硫酸。

(3) 根据实验目的是验证“二氧化碳与水接触时才能和过氧化钠反应”,推断干燥的 CO₂ 与过氧化钠不反应,不能产生 O₂,带火星的木条不复燃;含水蒸气的 CO₂ 与过氧化钠反应生成 O₂,带火星的木条复燃,故预期现象为实验 1 中带火星的木条不复燃,实验 2 中带火星的木条复燃。

(4) CO₂ 气体中有水时,水与 Na₂O₂ 反应也可产生 O₂,使带火星的木条复燃,故无法证明是水存在条件下 CO₂ 与 Na₂O₂ 反应放出 O₂。

10. (1) 用干燥的沙土盖灭

(2) 2Na₂O₂+2CO₂=2Na₂CO₃+O₂ 2Na₂O₂+2H₂O=4NaOH+O₂↑

(3) 白色物质是 Na₂O 和 Na₂CO₃ 的混合物 BaCl₂ 溶液 酚酞试液 溶液不变红

(4) 4Na+3CO₂ $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 2Na₂CO₃+C

【解析】(1) 钠燃烧生成过氧化钠,生成的过氧化钠能与二氧化碳及水反应,故如果金属钠着火,需要用干燥的沙土灭火。

(2) 金属钠燃烧后生成的过氧化钠与水或二氧化碳反应均能生成氧气,故可作供氧剂。

(3) Na₂O 与 Na₂CO₃ 均为白色固体,故假设 3 为白色物质是 Na₂O 与 Na₂CO₃ 的混合物。取少量白色物质于试管中,加入适量水,振荡,样品全部溶于水,根据实验操作①可知,应向其中加入过量的氯化钡溶液,如果生成白色沉淀碳酸钡,则说明白色物质含有碳酸钠;氧化钠溶于水生成碱性物质氢氧化钠,如果取反应后的上清液加入酚酞试液,溶液不变红色说明溶液中不含氢氧化钠,白色物质不含氧化钠。

(4) 根据上述分析,Na 在 CO₂ 中燃烧产物为碳酸钠,根据“瓶底附着黑色颗粒”可知,钠与二氧化碳反应后还生成碳,根据得失电子守恒、原子守恒可配平化学方程式。

第二节 氯及其化合物

变式训练

1-1. D 【解析】钠在氯气中燃烧产生的 NaCl 是固体,应观察到白色的烟,A 错误;红热的铁丝在氯气里剧烈燃烧生成 FeCl₃,可观察到棕褐色的烟,B 错误;纯净的 H₂ 在 Cl₂ 中安静地燃烧,发出苍白色火焰,生成的 HCl 气体与空气中的水蒸气接触形成白雾,C 错误;氯气密度比空气大且有毒,可向田鼠洞里通入氯气杀灭田鼠,D 正确。

2-1. C 【解析】新制氯水呈浅黄绿色,且有刺激性气味,说明氯水中含 Cl₂,A 正确;新制氯水中含有 Cl⁻,与硝酸银溶液反应生成氯化银白色沉淀,B 正确;新制氯水中含有见光易分解的 HClO,需避光保存在棕色试剂瓶中,C 错误;用强光照射新制氯水,HClO 分解为 HCl 和 O₂,酸性增强,D 正确。

3-1. A 【解析】84 消毒液中的 NaClO 具有强氧化性,因而可用于杀菌消毒,A 错误。漂白粉因其有强氧化性,可用于自来水杀菌消毒;Fe(OH)₃ 胶体由于具有较强的吸附性,可用于除去水中的悬浮杂质,二者的作用原理不同,B 正确。漂白粉中含有 Ca(ClO)₂ 和 CaCl₂,漂白粉消毒后的自来水中含有 Cl⁻,Cl⁻ 和 Ag⁺ 反应生成 AgCl 沉淀,导致溶液变质,C 正确。久置于空气中的漂白粉能发生反应:Ca(ClO)₂+CO₂+H₂O=CaCO₃+2HClO,即久置于空气中的漂白粉可能混有 CaCO₃,故滴入盐酸可能生成 CO₂ 气体,D 正确。

4-1. (1) 分液漏斗

(2) MnO₂+4HCl(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ MnCl₂+Cl₂↑+2H₂O

(3) 饱和食盐水、浓硫酸

(4) 先通入氯气排尽装置中的空气

(5) 先变红后褪色 酸性、漂白性



【解析】本实验的目的是探究氯气的制备及化学性质,则装置 A 用于制取氯气,然后将制取的氯气通过气体净化装置除去 HCl 气体和水蒸气,再将 Cl_2 通入装置 B 与铜粉发生反应,然后 Cl_2 依次通入空试管(防止倒吸)、紫色石蕊溶液、装置 C,最后用氢氧化钠溶液进行尾气处理。

(1) 仪器 b 带有活塞,其名称是分液漏斗。

(2) 实验室用 MnO_2 和浓盐酸在加热条件下制取氯气,化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 从装置 A 中逸出的气体中混有氯化氢和水蒸气,依次通过饱和食盐水(除去氯化氢)、浓硫酸(除去水蒸气)后即可得到纯净、干燥的氯气。

(4) 为防止铜与空气中的氧气反应,在点燃装置 B 处的酒精灯之前,应该先通入氯气将装置中的空气排尽。

(5) 氯气通入紫色石蕊溶液中时,发生反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, HCl 会使紫色石蕊溶液变红, HClO 会与有色物质发生反应使其褪色,实验中观察到紫色石蕊溶液先变红后褪色,说明氯水具有酸性、漂白性。

(6) 装置 C 中制得漂白粉,则装置 C 中应为石灰乳,发生反应的化学方程式为 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

越刷越强

1. C 【解析】二氧化锰与浓盐酸反应制氯气需加热, A 错误;氯气、氯化氢均能与氢氧化钠溶液反应,应该用饱和食盐水除去 Cl_2 中的 HCl, B 错误;氯气采用向上排空气的方法收集,导管长进短出, C 正确;氯水中含有次氯酸,有漂白性,会漂白 pH 试纸,故不能用 pH 试纸测定氯水的 pH, D 错误。

关键点拨

二氧化锰和浓盐酸在加热的条件下可以反应生成氯气,如果把二氧化锰换成氧化性更强的氧化剂,比如高锰酸钾、重铬酸钾、次氯酸钠、氯酸钠,在常温的条件下就可以和浓盐酸反应制得氯气。

2. D 【解析】 Cl^- 可以和 Ag^+ 反应生成不溶于硝酸的白色沉淀 AgCl , 为排除 CO_3^{2-} 等离子的干扰, 检验 Cl^- 时可加入 HNO_3 酸化的 AgNO_3 溶液, 若产生白色沉淀, 则说明溶液中有 Cl^- , D 正确。

3. B 【解析】分析题给装置图, KMnO_4 与浓盐酸发生氧化还原反应生成 Cl_2 , 由于浓盐酸易挥发, 在生成的 Cl_2 中混有 HCl 及水蒸气, 通过饱和食盐水可除去 Cl_2 中的 HCl, 经过浓硫酸除去水, 干燥的 Cl_2 和 Na 在加热条件下反应生成 NaCl, 固体氧化钙能防止空气中的水蒸气进入。 KMnO_4 与浓盐酸可在常温下反应制取 Cl_2 , 而 MnO_2 与浓盐酸必须在加热条件下才能反应制取 Cl_2 , 装置甲没有加热装置, A 错误; 由分析知, 装置丙中浓硫酸的作用是除去氯气中水蒸气, B 正确; 干燥的

Cl_2 和 Na 在加热条件下反应生成 NaCl, 钠元素的焰色为黄色, 故其燃烧的火焰为黄色, 生成固体小颗粒, 产生白烟, C 错误; 干燥的 Cl_2 与 CaO 不反应, CaO 具有强吸水性, 其作用是防止空气的水蒸气进入丁装置中同时可以吸收少量 Cl_2 , 且澄清石灰水中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的浓度低, 不适宜用于吸收 Cl_2 , D 错误。

4. B

思路导引

由题干中氯的“价—类”二维图信息可知, a 为 HCl, b 为 Cl_2 , c 为 ClO_2 , d 为 HClO, e 为氯酸盐, f 为次氯酸盐, g 为 HClO_4 。

【解析】实验常用加热 KClO_3 和 MnO_2 的方法来制备 O_2 , 即 e 的某种常见化合物可以用于实验室制备 O_2 , A 正确; b 为 Cl_2 , Cl_2 本身没有漂白性, 但 Cl_2 与水反应的产物 HClO 具有漂白性, 将 b 通入盛有鲜花的试剂瓶, 鲜花褪色, 是因为 Cl_2 与鲜花中水反应生成 HClO, HClO 漂白鲜花, 不能说明 b 具有漂白性, B 错误; 氯元素的最高化合价等于其最外层电子数, 故类比 d 的分子式, g 的分子式为 HClO_4 , 是氯元素的最高价态, C 正确; b 为 Cl_2 , c 为 ClO_2 , f 为次氯酸盐, 均具有强氧化性, 能作为消毒剂, 84 消毒液的有效成分是 f 的钠盐即 NaClO, 作用原理是与空气中的水和二氧化碳反应生成 d 即 HClO, D 正确。

5. A 【解析】 H_2 在 Cl_2 中燃烧的化学方程式为 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$, 现象为产生苍白色火焰, 瓶口有白雾, 白雾为盐酸酸雾, 二者有关, A 正确; 干燥的 Cl_2 依次通过干燥的有色布条、湿润的有色布条, 干燥的有色布条不褪色、湿润的有色布条褪色, 证明干燥的 Cl_2 没有漂白性, 二者之间有因果关系, B 错误; 装有 Cl_2 的试管倒扣在水槽中, 一部分 Cl_2 与水反应, 还有一部分 Cl_2 溶于水, 导致试管内部压强小于大气压, 试管内液面上升, 但 Cl_2 无法与水全部反应, 陈述 II 错误, C 错误; Cl_2 与 Cu 反应生成棕黄色的 CuCl_2 固体颗粒, 陈述 II 错误, D 错误。

关键点拨

烟是由固体小颗粒扩散到气体中形成的; 雾是由小液滴扩散到气体中形成的。所以在描述实验现象时, “烟” “雾” 切不可混为一谈, 在判断实验现象正误时, 也要注意用词是否正确。

6. (1) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 吸收尾气, 防止污染大气不能



【解析】装置甲制备氯气, 装置乙除去氯气中混有的氯化氢, 装置丙干燥氯气, 装置丁收集氯气, 装置戊制备漂白粉, 装置己吸收氯气(制备漂液), 据此解答。

(1) 漂白液的有效成分为 NaClO , 将氯气通入装置己中制备漂白液, 则装置己中溶液为 NaOH 溶液, 发生反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$; 氯气有毒, 需要进行尾气处理, 装置己可以吸收氯气, 故其可以作尾气处理装置, 防止 Cl_2 污染大气; 由于澄清石灰水中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的浓度太小, 不能完全吸收氯气, 故发挥尾气处理作用时不能用澄清石灰水代替。

(2) 漂白粉的有效成分是 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, 长期露置于空气中的漂白粉会发生反应 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + 2\text{HClO}$, $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$, 因此失效。

7. (1) d (2) 生成白色沉淀 (3) C

(4) ①氯水中的 HCl 和氢氧化钠反应, 导致溶液碱性减弱, 红色褪去 ②氯水中的次氯酸具有漂白性, 使溶液褪色
(5) 向溶液中再加入过量的氢氧化钠溶液, 若溶液变红色, 则原因为①; 若溶液仍为无色, 则原因为②(结论与前文对应)

【解析】(1) 氯水具有漂白性, 能使有色物质褪色, 石蕊为有色溶液, 故选 d。

(2) 氯水中的氯离子和硝酸银反应生成氯化银沉淀, c 处的现象为生成白色沉淀。

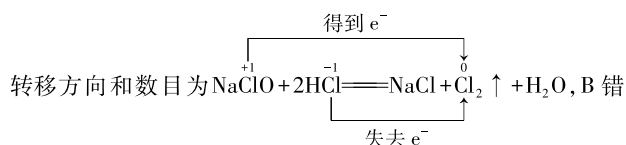
(3) 光照氯水过程中次氯酸分解为 HCl 和氧气, 氯离子浓度变大, 氧气体积分数变大, A、B 错误; HClO 为弱酸, HCl 为强酸, HClO 分解过程中, 溶液酸性变强, 氯水的 pH 减小, C 正确; HClO 分解过程中生成强酸, 氯水导电能力增强, D 错误; 相同温度下, 氯气的溶解度不变, E 错误。

(4) 结合酚酞的性质知, 酚酞遇碱变红, 则溶液褪色可能是溶液中 OH^- 被氯水中 H^+ 消耗, 溶液碱性减弱导致的; 也可能是酚酞被反应导致的, 再结合新制氯水中的成分分析即可。

(5) 若溶液中还存在酚酞, 则再次加入过量氢氧化钠溶液, 所得混合溶液会重新变为红色, 故实验设计为向溶液中再加入过量的氢氧化钠溶液, 若溶液变红色, 则原因为 HCl 与 NaOH 反应; 若溶液仍为无色, 则原因为次氯酸具有漂白性。

8. D 【解析】氯气与水反应生成 HCl 、 HClO 。 HCl 具有酸性, 在水溶液中电离出 H^+ 和 Cl^- , HClO 具有强氧化性, 能够将有机色质氧化成无色物质, 因而具有漂白性。若将氯气持续通入紫色石蕊试液, Cl_2 与水发生反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, 石蕊溶液先与酸作用, 溶液变红, 因此微粒 I 是 H^+ ; 随后 HClO 会将石蕊氧化, 使得溶液从红色变无色, 即微粒 II 为 HClO ; 最后形成氯水, 溶液显浅黄绿色是因为溶液中溶有氯气分子, 微粒 III 是 Cl_2 , D 符合题意。

9. CD 【解析】 $\text{NaClO} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 中, 氯化氢中 -1 价的 Cl 部分化合价升高、部分化合价不变, 氯化氢既表现还原性又表现酸性, A 错误; 用双线桥法表示题述反应中电子



误; 次氯酸不稳定, 见光易分解, 次氯酸钠稳定性强于次氯酸, C 正确; 依据 $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ 、 $\text{Br}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^- + \text{I}_2$ 可知, 氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$, 还原性: $\text{I}^- > \text{Br}^-$, 则向 NaBr 和 NaI 的混合液中通入少量 Cl_2 , I^- 先被 Cl_2 氧化, 一定能发生的反应是 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$, D 正确。

10. (1) A $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (或 B $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$)

(2) $z \rightarrow m \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow r \rightarrow s$ 装置 H 中的水蒸气会进入二氧化氯的收集装置中, 且可能会引起倒吸

(3) $\text{Cl}_2 + 2\text{NaClO}_2 \rightleftharpoons 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaCl}$

(4) 吸收二氧化氯中的氯气

(5) $2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

【解析】(1) 若用 MnO_2 作氧化剂制备 Cl_2 , 反应需加热, 则气体发生装置应选取装置 A; 若用 KMnO_4 作氧化剂, 反应不需要加热, 则气体发生装置应选取装置 B。

(2) 用装置 A 或 B 制备 Cl_2 , 用装置 D 中的饱和食盐水除去 Cl_2 中混有的 HCl , 用装置 C 中的浓硫酸干燥 Cl_2 , 用装置 G 中的 NaClO_2 与 Cl_2 反应生成 ClO_2 和 NaCl , 用装置 E 中的 CCl_4 吸收多余的 Cl_2 , 用装置 F 收集 ClO_2 , 用装置 I 吸收有毒尾气, 同时防止空气中的水蒸气进入装置 F。故导管口的连接顺序为 $a \rightarrow z \rightarrow m \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow r \rightarrow s \rightarrow n \rightarrow p \rightarrow j$ 。装置 I 与装置 H 的不同之处在于装置 I 可防止空气中的水蒸气进入二氧化氯的收集装置中, 而装置 H 中盛有烧碱溶液, 水蒸气会进入收集装置中, 且 ClO_2 易溶于水, 可能会引起倒吸。

(3) 结合已知①及氧化还原反应中得失电子守恒、质量守恒, 装置 G 中制备 ClO_2 的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaClO}_2 \rightleftharpoons 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaCl}$ 。

(4) 结合已知条件中 ClO_2 和 Cl_2 的溶解性差异, 可知装置 E 的作用是吸收二氧化氯中混有的氯气。

(5) 由题意可知反应物为 ClO_2 、 NaOH 、 H_2O_2 , 产物之一是 NaClO_2 , 根据得失电子守恒、元素守恒可知其余产物为 O_2 、 H_2O , 故该反应的化学方程式为 $2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

第三节 物质的量

课时 1 物质的量 气体摩尔体积

变式训练

1-1. D 【解析】物质的量的单位是摩尔, 质量单位是克, 物质的量表示含有一定数目粒子的集合体, 不是 1 mol 物质的质量, A 错误; 使用物质的量必须指明具体的物质或微粒, 2 mol

氢和 1 mol 氧指代不明确,不能确定是物质还是原子,B 错误;物质的量是国际科学界建议采用的一种物理量,摩尔是物质的量的单位,C 错误;3 mol O_2 与 2 mol H_2O 所含原子数相等,均为 $6N_A$,D 正确。

2-1.D 【解析】摩尔质量的单位是 $g \cdot mol^{-1}$,A 错误;物质的摩尔质量是不变的,与其物质的量的多少无关,B 错误;摩尔质量以 $g \cdot mol^{-1}$ 为单位时,物质的摩尔质量在数值上与它的相对分子质量相等,但两者的单位不一样,C 错误;根据 $n = \frac{m}{M}$,可知 $M = \frac{m}{n} = \frac{22 g}{0.5 mol} = 44 g \cdot mol^{-1}$,D 正确。

3-1.C 【解析】单位物质的量的气体所占的体积为气体摩尔体积,而在相同的温度和压强下,粒子数相同的气体具有相同的体积,故在一定的温度和压强下,各种气体的摩尔体积相等,A 正确;标准状况下,33.6 L O_2 的物质的量为 $\frac{33.6 L}{22.4 L \cdot mol^{-1}} = 1.5 mol$,而常温常压下,气体分子间距离更大,气体摩尔体积大于 $22.4 L \cdot mol^{-1}$,故常温常压下 33.6 L O_2 的物质的量小于 1.5 mol,B 正确;等物质的量并不一定是 1 mol,C 错误; $n g Cl_2$ 的物质的量为 $\frac{n}{71} mol$,含 Cl 原子数为 $\frac{2n}{71} N_A$,即 $\frac{2n}{71} N_A = m$,可得 N_A 的数值为 $\frac{35.5m}{n}$,D 正确。

4-1.D 【解析】相同的温度和压强下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子,A 正确;三个气球中有单原子分子、双原子分子和多原子分子,分子数相同,但原子数不相等,B 正确;相同的温度和压强下,任何气体分子之间的距离可以近似看成是相等的,C 正确;三个气球中含有的均是两种按体积比为 1:1 混合的气体, $\bar{M} = \frac{M_1 + M_2}{2}$,①的平均摩尔质量约为 $3 g \cdot mol^{-1}$,小于空气的 $29 g \cdot mol^{-1}$,②和③的平均摩尔质量分别约是 $30 g \cdot mol^{-1}$ 和 $36.5 g \cdot mol^{-1}$,都大于空气的 $29 g \cdot mol^{-1}$,故三个气球放在空气中,有两个往下沉,D 错误。

越刷越强

1.C 【解析】物质的量是联系宏观物质和微观粒子的物理量,而摩尔是物质的量的单位,A 错误;阿伏加德罗常数 N_A 为准确值, $N_A \approx 6.02 \times 10^{23} mol^{-1}$,B 错误;1 个 CO_2 分子中含 3 个原子,则 1 mol CO_2 中含有的原子总数为 $3N_A$,C 正确;物质的量表示含有一定数目粒子的集合体,是一个整体,既不表示物质的数量,也不表示物质的质量,不是等价的,D 错误。

2.B 【解析】一定温度和压强下,各种气态物质体积的大小主要由气体的分子数决定,A 错误,B 正确;因为温度和压强不确定,所以无法确定不同体积的不同气体所含的分子数是否不同,C 错误;气体摩尔体积是指单位物质的量的气体所占的体积,在标准状况下,1 mol 任何气体所占的体积约为 22.4 L,

易错点 缺少限制条件,则数值不可用

D 错误。

3.B 【解析】物质的量是国际科学界建议采用的一种物理量,其单位是摩尔(mol),A 错误;1 个 O_2 分子中含有 2 个 O 原子,则 0.5 mol O_2 含有 1 mol 氧原子,其原子数为 N_A ,B 正确;1 个 SO_2 分子中含有 3 个原子, N_A 个 SO_2 分子的物质的量为 1 mol,1 mol SO_2 分子中含有 3 mol 原子,C 错误;物质的量的计量范围既包括原子、分子及离子等微观粒子,也包括它们的组合,D 错误。

4.A 【解析】 Na_2S 与 Na_2O_2 摩尔质量均为 $78 g \cdot mol^{-1}$,且 1 mol Na_2S 与 1 mol Na_2O_2 均含有 3 mol 离子,则 7.8 g Na_2S 和 Na_2O_2 混合物含有的离子数为 $0.3N_A$,A 正确;48 g O_2 和 N_2 混合气体含有的分子数为 $2N_A$,则混合气体的物质的量为 2 mol,平均摩尔质量为 $\frac{48 g}{2 mol} = 24 g \cdot mol^{-1}$,B 错误;反应 $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2$ 中,氧化剂与还原剂均为 Na_2O_2 ,O 元素化合价由 -1 价分别变为 0 价和 -2 价,1 mol Na_2O_2 发生反应转移 1 mol 电子,则 39 g (0.5 mol) Na_2O_2 与足量 CO_2 反应转移电子数为 $0.5N_A$,C 错误;100 g 质量分数为 34% 的 H_2O_2 溶液中含有 34 g H_2O_2 (物质的量为 1 mol,含有 2 mol O)、68 g H_2O (物质的量约为 3.78 mol,约含 3.78 mol O),所以含 O 原子的数目大于 $2N_A$,D 错误。

5.AB 【解析】三种气体中每个分子各由几个原子构成尚不可知,所以分子数关系无法确定,质量关系无法确定,A 错误;条件一定时,三种气体的气体摩尔体积相同,但不一定为 $22.4 L \cdot mol^{-1}$,所以三种气体体积均为 2.24 L 时,它们的物质的量不一定均是 0.1 mol,B 错误;同温同压下,气体密度之比等于相对分子质量之比,因为 $M_r(X) < M_r(Y) = 0.5M_r(Z)$,X 的相对分子质量最小,所以气体密度最小的是 X,C 正确;同温下,向容积相同的两容器分别充入 2 g Y 气体和 1 g Z 气体,由于 $M_r(Y) = 0.5M_r(Z)$,所以 Y 与 Z 的物质的量之比为 4:1,则压强之比为 4:1,D 正确。

6.B

思路导引

根据 $n = \frac{m}{M}$,可知相同质量的气体,气体的物质的量之比等于其摩尔质量的反比,又因为在同温同压条件下,气体的物质的量之比=气体分子数之比=气体体积之比,则体积最小的气球装的是摩尔质量最大的气体,可得④、③、②、①四个球中分别是 CH_4 、 O_2 、 CO_2 、 SO_2 。

【解析】由分析知气球②中装的气体是 CO_2 ,A 正确;气球①和气球③中气体分子数之比等于体积之比,体积不等,则所含分子数不等,B 错误;气球①和②中气体分子数之比等于其相对分子质量的反比,即气体分子数之比为 $44:64=11:16$,又因为两者都是三原子分子,所以原子数之比也为 11:

16, C 正确; 气球③和气球④中气体体积之比等于对应物质

的摩尔质量的反比, 即 $\frac{V_3}{V_4} = \frac{M_4}{M_3} = \frac{16}{32} = \frac{1}{2}$, D 正确。

7. D 【解析】由题图可知, 二氧化碳和氧气的体积比为 3:2, 由

阿伏加德罗定律推论 (T, p 相同时, $\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$) 可知, 二氧化碳

的物质的量为 $\frac{3 \times 0.4 \text{ mol}}{2} = 0.6 \text{ mol}$ 。甲室中二氧化碳的质量

为 $0.6 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 26.4 \text{ g}$, A 错误; 二氧化碳的物质的

量为 0.6 mol , 没有明确是否为标准状况, 无法计算甲室中二

氧化碳气体的体积, B 错误; 二氧化碳的物质的量为 0.6 mol ,

则甲室和乙室中原子数之比为 $(0.6 \text{ mol} \times 3) : (0.4 \text{ mol} \times 2) =$

$9:4$, C 错误; 同温同压下, 气体的密度之比等于摩尔质量之

比, 则甲室和乙室的气体密度之比为 $44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} : 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} =$

$11:8$, D 正确。

8. (1) 2:3 2:3 (2) $95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 24

(3) $\frac{22.4bc}{aN_A} \text{ L}$

【解析】(1) 根据阿伏加德罗定律的推论可知, 同温同压下气

体体积之比等于其分子数之比, 密度之比等于其摩尔质量之

比, 所以同温同压下, 等体积的 O_2 和 O_3 的分子数之比为 1:1,

原子个数之比为 2:3, 密度之比为 $32:48 = 2:3$ 。

(2) 设二价金属的氯化物的化学式为 RCl_2 , 其中含有 0.2 mol

Cl^- , 则 $n(\text{RCl}_2) = 0.1 \text{ mol}$, RCl_2 的摩尔质量 $M = \frac{m}{n} = \frac{9.5 \text{ g}}{0.1 \text{ mol}} =$

$95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 金属元素的相对原子质量为 $95 - 35.5 \times 2 = 24$ 。

(3) $a \text{ g}$ 气体中的分子数为 b , 则 $a \text{ g}$ 该气体的物质的量为

$\frac{b}{N_A} \text{ mol}$, 摩尔质量 $M = \frac{m}{n} = \frac{a \text{ g}}{\frac{b}{N_A} \text{ mol}} = \frac{aN_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $c \text{ g}$ 该

气体在标准状况下的体积 $V = n \cdot V_m = \frac{m}{M} \cdot V_m = \frac{c \text{ g}}{\frac{aN_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times$

$22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{22.4bc}{aN_A} \text{ L}$ 。

9. (1) $\frac{m}{M}$ (2) $\frac{M}{2N_A}$ (3) $\frac{22.4m}{M}$ (4) 32 (5) 5

【解析】(1) 该气体的物质的量为 $\frac{m \text{ g}}{M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{m}{M} \text{ mol}$ 。

(2) 由摩尔质量可知 1 个 X_2 分子的质量为 $\frac{M}{N_A} \text{ g}$, 而该分子是

双原子分子, 则 1 个 X 原子的质量为 $\frac{M}{2N_A} \text{ g}$ 。

(3) 标准状况下, 气体摩尔体积 $V_m = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则该气体

在标准状况下的体积为 $\frac{m}{M} \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{22.4m}{M} \text{ L}$ 。

(4) 根据混合气体相对 H_2 密度为 14.4, 可知混合气体的平

均相对分子质量为 $14.4 \times 2 = 28.8$, 已知混合气体中 X_2 与 N_2

的体积比为 1:4, 则混合气体中 X_2 与 N_2 的物质的量之比为

1:4, 若 X_2 的物质的量为 1 mol , 则混合气体的平均摩尔质量 =

$\frac{1 \text{ mol} \times M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 4 \text{ mol} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1 \text{ mol} + 4 \text{ mol}} = 28.8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 解得

$M = 32$, 故 X_2 的相对分子质量为 32。

(5) X_2 的摩尔质量为 $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,

即 X 的相对原子质量为 14, X 为 N 原子, 其最外层电子数

为 5。

课时 2 物质的量浓度

变式训练

1-1. C 【解析】 H_2SO_4 溶液是混合物, 既不是电解质也不是非电

解质, A 错误; 溶液的质量 $m = \rho V = 1.84 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 100 \text{ mL} = 184 \text{ g}$,

B 错误; $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1000\rho w}{M} = \frac{1000 \times 1.84 \times 98\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} =$

$18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 正确; 加入 100 mL 水后, 溶液的体积不为

200 mL, 故浓度不为 $9.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 错误。

2-1. D 【解析】物质的量浓度的定义为单位体积溶液中所含溶

质的物质的量, 常用单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 标签上 $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 是溶液

中溶质的物质的量浓度, A 正确; 溶液中溶质的质量分数是溶

质质量与溶液质量之比的百分数, 是一种表示溶液浓度的方

法, 标签上 14% 是溶液中溶质的质量分数, B 正确; 10 mL 14%

的 NaOH 溶液中含有溶质的质量约为 $10 \text{ mL} \times 1.14 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times$

$14\% \approx 1.6 \text{ g}$, C 正确; 14% 的 NaOH 溶液的物质的量浓度 $c =$

$\frac{1000\rho w}{M} = \frac{1000 \times 1.14 \times 14\%}{40} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 错误。

3-1. (1) 12 (2) BD

(3) ① 16.7 ② 偏小 偏小 (4) ① 25 ② C

【解析】(1) 根据 $c = \frac{1000\rho w}{M}$, 该浓盐酸中 HCl 的物质的量浓

度为 $\frac{1000 \times 1.2 \times 36.5\%}{36.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) 溶液具有均一性、稳定性, 则溶液的浓度、密度不随所取

体积的多少而变化, 答案选 BD。

(3) ① 欲用题述浓盐酸和蒸馏水配制 480 mL 物质的量浓度

为 $0.400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀盐酸, 根据容量瓶规格, 需选择 500 mL

容量瓶配制溶液, 根据 $c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2$ 知, 需要量取题述浓盐

酸的体积为 $\frac{0.400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 500 \text{ mL}}{12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \approx 16.7 \text{ mL}$ 。② 用量筒量

取浓盐酸时俯视观察凹液面, 导致取用浓溶液的体积偏小,

配制溶液的浓度偏小; 定容后经摇匀、静置, 发现液面下降,

再加适量的蒸馏水, 导致配制的溶液体积偏大, 浓度偏小。

(4)①HCl 与 NaOH 按 1:1 反应,则 $0.400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V = \frac{0.4 \text{ g}}{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}, V = 0.025 \text{ L}$ (即 25 mL)。②浓盐酸挥发,浓度减小,碱的量不变,消耗盐酸的体积偏大,A 项错误;配制溶液时,未洗涤烧杯,盐酸的浓度偏小,碱的量不变,消耗盐酸的体积偏大,B 项错误;配制溶液时,俯视观察容量瓶刻度线,盐酸的浓度偏大,碱的量不变,消耗盐酸的体积偏小,C 项正确;加水时超过刻度线,用胶头滴管吸出,盐酸的浓度偏小,碱的量不变,消耗盐酸的体积偏大,D 项错误。

越刷越强

1. A 【解析】某溶液中只含 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 四种离子,溶液呈电中性,则溶液中阳离子所带正电荷总数与阴离子所带负电荷总数相等,即 $2N(\text{Mg}^{2+}) + 3N(\text{Al}^{3+}) = N(\text{Cl}^-) + 2N(\text{SO}_4^{2-})$; 已知 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cl^- 的个数比为 2:3:3, $2 \times 2 + 3 \times 3 = 3 + 2N(\text{SO}_4^{2-})$, $N(\text{SO}_4^{2-}) = 5$, 所以 Al^{3+} 与 SO_4^{2-} 的个数比为 3:5, 故选 A。

2. B 【解析】25 mL $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{MgCl}_2$ 溶液中 $c(\text{Cl}^-) = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。150 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液中 $c(\text{Cl}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 不符合题意;将 100 mL $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液与 100 mL $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCl}$ 溶液混合,溶液混合时体积变化忽略不计,所得混合溶液中 $c(\text{Cl}^-) = \frac{100 \text{ mL} \times 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 100 \text{ mL} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{100 \text{ mL} + 100 \text{ mL}} = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 符合题意;根据电荷守恒可知, Ba^{2+} 浓度为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 BaCl_2 溶液中 $c(\text{Cl}^-) = 2c(\text{Ba}^{2+}) = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 不符合题意;10 mL $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AlCl}_3$ 溶液中 $c(\text{Cl}^-) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 3 = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 不符合题意。

3. C 【解析】由题意可知①400 mL $2.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液,②250 mL $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液,前者溶液中自由移动的离子浓度小于后者,故溶液的导电能力:①<②, A 错误;③200 mL $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{MgCl}_2$ 溶液中 Cl^- 的物质的量为 $0.2 \text{ L} \times 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 0.8 \text{ mol}$,④600 mL $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuCl}_2$ 溶液中 Cl^- 的物质的量为 $0.6 \text{ L} \times 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 1.2 \text{ mol}$,故 Cl^- 的物质的量:③<④, B 错误;②250 mL $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液中加入足量的铁粉,发生反应 $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$,消耗 Fe 的物质的量为 $0.25 \text{ L} \times 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{1}{2} = 0.5 \text{ mol}$,④600 mL $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuCl}_2$ 溶液中加入足量的铁粉,发生反应 $\text{Fe} + \text{CuCl}_2 = \text{FeCl}_2 + \text{Cu}$,消耗 Fe 的物质的量为 $0.6 \text{ L} \times 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.6 \text{ mol}$,故②④中消耗的 Fe 的质量比为 5:6, C 正确;将标准状况下 22.4 L (1 mol) HCl 溶于 400 mL 水后,溶液的体积不为 400 mL,所得溶液中溶质物质的量浓度不为 $2.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故不可得①, D 错误。

4. B 【解析】第一份溶液中发生的反应为 $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$, 可知 $n(\text{BaCl}_2) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = x \text{ mol}$;第二份溶液中发生的反应为 $\text{BaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{AgCl} \downarrow + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$, 与 BaCl_2 反应的硝酸银的物质的量 $n_1(\text{AgNO}_3) = 2n(\text{BaCl}_2) = 2x \text{ mol}$, 剩余 AgNO_3 和 NaCl 反应, 根据化学方程式可知, $n(\text{NaCl}) = n_2(\text{AgNO}_3) = (y - 2x) \text{ mol}$, a L 溶液均分为两份进行实验, 则原混合溶液中 NaCl 的物质的量为 $(2y - 4x) \text{ mol}$, 原混合溶液中 $c(\text{Na}^+) = c(\text{NaCl}) = \frac{2y - 4x}{a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 选 B。

5. D 【解析】根据 $c = \frac{1000\rho w}{M}$ 可知, 硫酸的浓度 $c = \frac{1000 \times 1.84 \times 98\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 错误;硫酸与水等体积混合, 设两者体积均为 V, 硫酸的密度为 ρ_1 , 水的密度为 ρ_2 , 则混合后溶液中溶质的质量分数 $w = \frac{V \times \rho_1 \times 98\%}{V \times \rho_1 + V \times \rho_2} \times 100\% = \frac{\rho_1 \times 98\%}{\rho_1 + \rho_2} \times 100\%$, 因为 $\rho_1 > \rho_2$, 所以 $w > 49\%$, 即溶液中溶质的质量分数大于 49%, B 错误;等质量的水与该硫酸混合所得溶液的质量分数是 49%, 硫酸的密度大于水的密度, 则稀释后溶液的密度 $\rho' < 1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则 $c' = \frac{1000\rho'w}{M} < \frac{1000 \times 1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 49\%}{98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 9.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 即所得溶液的物质的量浓度小于 $9.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 错误;根据 $c_1V_1 = c_2V_2$ 可知, 需要浓硫酸的体积 $V = \frac{0.25 \text{ L} \times 4.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.0625 \text{ L} = 62.5 \text{ mL}$, D 正确。

6. (1) 4.2 5 mL

(2) 500 mL

(3) 量筒 烧杯 玻璃棒 胶头滴管

【解析】配制 450 mL 稀盐酸, 需要用 500 mL 的容量瓶。设量取浓盐酸的体积为 V, 根据稀释前后 HCl 的物质的量相等建立关系式: $12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 500 \text{ mL}$, $V \approx 4.2 \text{ mL}$, 则应用 5 mL 量筒量取浓盐酸。

7. C 【解析】气体所处状况未知, 气体摩尔体积未知, 无法计算二氧化碳分子数, A 错误; NH_3 和 H_2O 均为 10 电子粒子, 但没有说明二者的质量, 所含有的电子数无法确定, 且等质量的二者所含电子数不相等, B 错误; 1 mol NH_4Cl 和 NaCl 的混合物中含 Cl^- 的物质的量为 1 mol, 故该混合物中含 Cl^- 的数目为 N_A , C 正确; 从 1 L $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液中取出 10 mL, 其中 Na^+ 的物质的量为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$, 则 Na^+ 数目为 $0.01N_A$, D 错误。

思路导引 由题图可知,先向溶液中滴加 BaCl_2 溶液,生成 BaSO_4 、 BaCO_3 沉淀,再向体系中滴加等体积等浓度的盐酸, BaCO_3 溶解转化为 CO_2 气体,所以图中 O 点到 a 点发生的反应为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 、 $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$, a 点到 b 点沉淀质量不变,说明 BaCl_2 溶液过量, b 点到 d 点发生的反应为 $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, bd 段消耗盐酸体积为 $80\text{ mL} - 40\text{ mL} = 40\text{ mL}$,生成 CO_2 的质量 $m(\text{CO}_2) =$

$$0.88\text{ g}, \text{则 } n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{BaCO}_3) = \frac{1}{2}n(\text{HCl}) = \frac{1}{2} \times 0.04\text{ L} \times$$

$$c(\text{HCl}) = n(\text{CO}_2) = \frac{0.88\text{ g}}{44\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02\text{ mol}, c(\text{HCl}) = 1.0\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

氯化钡溶液和稀盐酸的浓度相等,则 $c(\text{BaCl}_2) = c(\text{HCl}) = 1.0\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, BaSO_4 、 BaCO_3 沉淀总质量为 6.27 g ,即

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{6.27\text{ g} - 197\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.02\text{ mol}}{233\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$$

$$0.01\text{ mol}, O \text{ 点到 } a \text{ 点, 由 Ba 原子守恒可知, } n(\text{BaCO}_3) + n(\text{BaSO}_4) = n(\text{BaCl}_2) = 0.03\text{ mol} = 1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V_1 \times 10^{-3}\text{ L},$$

$$V_1 = 30.$$

【解析】由分析知,稀盐酸的浓度为 $1.0\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,A 错误; $V_1 = 30$,B 正确;原溶液中 $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) : c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0.02\text{ mol} : 0.01\text{ mol} = 2 : 1$,C 错误; c 点溶液中发生的反应为碳酸钡沉淀和稀盐酸反应生成氯化钡、水和二氧化碳气体,离子方程式为 $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,D 错误。

9. (1) 50 mL 容量瓶 胶头滴管 (2) 1.4

(3) ⑥③②④⑤① (4) bc

【解析】(1) 由于容量瓶有一定的规格,故选择容量瓶时应选用与题给体积最接近且略大于该体积的容量瓶,则配制 $48.00\text{ mL } 0.100\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液,需要使用 50 mL 容量瓶;定容时,液面至刻度线 $1 \sim 2\text{ cm}$ 时,改用胶头滴管滴加蒸馏水至溶液凹液面与刻度线相切。

(2) 由于配制时用 50 mL 的容量瓶,则计算时溶液体积也应按 50 mL 进行计算,故需称量 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 晶体的质量为 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05\text{ L} \times 286\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.43\text{ g}$,但托盘天平精确度为 0.1 g ,即用托盘天平称量的 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 的质量为 1.4 g 。

(3) 配制一定物质的量浓度的溶液,所需的步骤有(检漏)计算、称量、溶解(冷却)、移液、洗涤(摇匀)、定容、摇匀、装瓶贴签,因此顺序为⑥③②④⑤①。

(4) 定容时俯视刻度线,会导致实际溶液的体积偏小,所配溶液的浓度会偏高,a 错误;移液时不慎洒到容量瓶外,则溶液中碳酸钠的物质的量会减少,则所配溶液的浓度会偏低,b 正

确;摇匀后发现液面低于刻度线而加水,溶液体积偏大,浓度偏低,c 正确;未清洗该容量瓶,则瓶内会有残留的 Na_2CO_3 ,再用该容量瓶重新配制会导致溶质质量偏大,浓度偏高,d 错误;使用前容量瓶底部有少量蒸馏水,由于后续还有加蒸馏水定容的操作,故不影响溶液的浓度,e 错误。

易错警示 在第(2)问中,称量 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 的质量,虽计算出需 1.43 g ,但托盘天平的精确度为 0.1 g ,故答案为 1.4 g 。

第二章综合检测

1. B 【解析】钠与水剧烈反应并放热,使溶液的温度高于钠的熔点 $97.8\text{ }^\circ\text{C}$,因此会看到钠块熔化成闪亮的小球,A 不符合题意;钠的密度比水小,钠与水反应有氢气生成,因此会看到钠在液面上四处游动,B 符合题意;钠与水反应生成 H_2 和 NaOH , NaOH 和 CuSO_4 反应生成 Na_2SO_4 和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 蓝色沉淀,C 不符合题意;钠与水反应放出大量的热,使溶液的温度高于 $80\text{ }^\circ\text{C}$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 受热会分解为黑色的 CuO ,可观察到黑色固体析出,D 不符合题意。

2. B 【解析】摩尔质量的单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$ 的摩尔质量为 $282\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,A 错误; $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$ 的摩尔质量为 $282\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,即约 6.02×10^{23} 个 $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$ 分子的质量为 282 g ,所以 1 个 $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$ 分子的质量约为 $\frac{282}{6.02 \times 10^{23}}\text{ g}$,B 正确;根据 H 元素守恒可知 $1\text{ mol } \text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$ 完全燃烧生成 $11\text{ mol } \text{H}_2\text{O}$,C 错误;含有 6.02×10^{23} 个(即 1 mol)碳原子的 $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$ 的物质的量为 $\frac{1}{15}\text{ mol}$,D 错误。

3. D 【解析】将金属钠放入盛有饱和 NaCl 溶液的小烧杯中, Na 与水反应产生氢气,水量减少,会使 NaCl 结晶析出,A 正确; Na_2O 与 Na_2O_2 的阴离子分别为 O^{2-} 、 O_2^{2-} ,阳离子都为 Na^+ ,阴、阳离子个数比都为 $1 : 2$,B 正确; Na 、 Na_2O 、 Na_2O_2 长期放置在空气中,通过与空气中的水蒸气反应,先转化为 NaOH ,最终都会转变成 Na_2CO_3 ,C 正确; NaOH 溶液和 CO_2 发生反应时,若 CO_2 少量,产物为 Na_2CO_3 ,若 CO_2 过量,产物为 NaHCO_3 ,则产物会随反应物用量的改变而改变,D 错误。

4. C 【解析】钠与氯气反应生成氯化钠, $m\text{ g Na}$ 在足量氯气中燃烧,生成固体(NaCl)的质量为 $(m + 3.55)\text{ g}$,结合原子守恒,得到的固体中 $n(\text{Na}) = n(\text{Cl}) = \frac{3.55\text{ g}}{35.5\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1\text{ mol}$,所以 $m = 2.3$;反应条件未知,钠与足量氧气反应可能生成氧化钠,也可能生成过氧化钠,还可能得到氧化钠和过氧化钠的混合物。根据极值法结合钠原子守恒进行分析,假设全部生成 Na_2O , 0.1 mol 金属钠生成 Na_2O 的质量为 $0.05\text{ mol} \times 62\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.1\text{ g} = (m + 0.8)\text{ g}$;假设全部生成 Na_2O_2 ,

0.1 mol 金属钠生成 Na_2O_2 的质量为 $0.05 \text{ mol} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.9 \text{ g} = (m+1.6) \text{ g}$, 故 $m \text{ g}$ 钠和足量氧气反应生成固体的质量介于 $(m+0.8) \text{ g}$ 到 $(m+1.6) \text{ g}$ 之间, C 正确。

5. D 【解析】① $n(\text{CH}_4) = \frac{V}{V_m} = \frac{6.72 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.3 \text{ mol}$;

② $n(\text{HCl}) = \frac{N}{N_A} = \frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$; ③ $n(\text{NH}_3) = \frac{m}{M} = \frac{3.4 \text{ g}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$ 。 $m(\text{CH}_4) = nM = 0.3 \text{ mol} \times 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.8 \text{ g}$, $m(\text{HCl}) = nM = 0.5 \text{ mol} \times 36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 18.25 \text{ g}$, $m(\text{NH}_3) = 3.4 \text{ g}$, 即质量: ③ < ① < ②, A 错误; CH_4 中 $n(\text{H}) = 0.3 \text{ mol} \times 4 = 1.2 \text{ mol}$, HCl 中 $n(\text{H}) = 0.5 \text{ mol}$, NH_3 中 $n(\text{H}) = 0.2 \text{ mol} \times 3 = 0.6 \text{ mol}$, 故 H 原子数目: ② < ③ < ①, B 错误; 根据 $V = nV_m$ 可知, 相同条件下气体体积之比等于物质的量之比, 故体积: ③ < ① < ②, C 错误; 根据 $\rho = \frac{M}{V_m}$ 可知, 相同条件下, 气体密度之比等于摩尔质量之比, 故密度: ① < ③ < ②, D 正确。

6. D 【解析】没有说明气体所处状态, 无法确定 22.4 L 混合气体的物质的量, 无法计算其碳原子数目, A 错误; 未给出溶液的体积, 无法计算 CaCl_2 溶液所含离子总数, B 错误; 标准状况下水不是气体, 2.24 L 水的物质的量大于 0.1 mol, 含有的水分子数目大于 $0.1N_A$, C 错误; 2.3 g Na 的物质的量为 0.1 mol, 与足量 O_2 反应时, 无论是转化为 Na_2O 还是 Na_2O_2 , Na 的化合价都是从 0 价升高到 +1 价, 共转移 0.1 mol 电子, 数目为 $0.1N_A$, D 正确。

7. D 【解析】容量瓶用蒸馏水洗净后, 由于后面还需要加入蒸馏水定容, 所以不必干燥, A 错误; 配制一定物质的量浓度的溶液的步骤有计算、称量、溶解、转移、洗涤、定容、摇匀等, 操作步骤正确的顺序为 ②①④③, B 错误; 配制 500 mL $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液用到的仪器有天平、药匙、烧杯、玻璃棒、500 mL 容量瓶、胶头滴管等, C 错误; 定容时仰视容量瓶的刻度线, 则所加蒸馏水偏多, 溶液的体积偏大, 配得的 NaCl 溶液的浓度偏低, D 正确。

8. C 【解析】根据公式, $c(\text{HNO}_3) = \frac{1000\rho w}{M} = \frac{1000 \times 1.42 \times 63\%}{63} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 14.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 正确; 由题给

数据可得 $c(\text{Al}^{3+}) = \frac{m}{27V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})$:

$c(\text{Al}^{3+}) = 3:2$, $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{3c(\text{Al}^{3+})}{2} = \frac{m}{18V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确;

CaO 溶于水会反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 则 56 g (即 1 mol) CaO 溶于水中生成的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的物质的量也为 1 mol, 但 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 是微溶物, 常温下在 100 g 水中的溶解度小于 1 g, 则 1 L 溶液中可溶解的 $m[\text{Ca}(\text{OH})_2] < 10 \text{ g}$, $n[\text{Ca}(\text{OH})_2] <$

$\frac{10 \text{ g}}{74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.14 \text{ mol}$, 则 $c(\text{OH}^-) < 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 错误; 标准

状况下 $a \text{ L HCl}$ 的物质的量为 $\frac{a}{22.4} \text{ mol}$, 溶液体积 $V = \frac{m}{\rho} =$

$\frac{1000 + \frac{a}{22.4} \times 36.5}{b} \times 10^{-3} \text{ L}$, 则该溶液的物质的量浓度

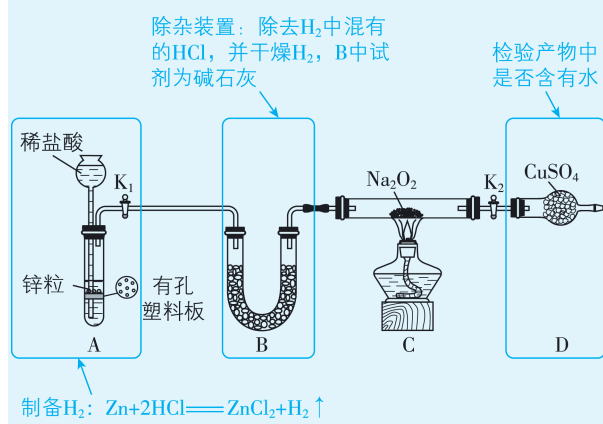
$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V} = \frac{\frac{a}{22.4}}{\frac{1000 + \frac{a}{22.4} \times 36.5}{b} \times 10^{-3}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} =$

$\frac{1000ab}{22400 + 36.5a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。

9. B 【解析】 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 均能与盐酸反应生成 CO_2 , NaHCO_3 与盐酸反应速率更快, 则鼓起更快的气球盛放的是 NaHCO_3 , A 正确; 盐酸足量、固体质量相等时, $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) < n(\text{NaHCO}_3)$, 根据 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \sim \text{CO}_2$ 、 $\text{NaHCO}_3 \sim \text{CO}_2$, 可知 Na_2CO_3 反应生成的气体较少, 即气球鼓起体积较小的是 Na_2CO_3 , B 错误; NaHCO_3 受热分解产生的 CO_2 能使澄清石灰水变浑浊, 故澄清石灰水变浑浊一侧的白色固体是 NaHCO_3 , C 正确; Na_2CO_3 溶于水为放热过程, NaHCO_3 溶于水为吸热过程, 使用装置 III, 测量溶液温度变化, 能鉴别 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 固体, D 正确。

10. D

图解



【解析】 MnO_2 与浓盐酸需在加热条件下反应生成 Cl_2 , A 错误; 装置 A 气密性检查时, 应先关闭 K_1 , 再向长颈漏斗中加水, 否则无法检验装置 A 的气密性, B 错误; 若装置 B 中盛放无水氯化钙, 不能吸收 HCl, C 错误; 装置 C 加热前需确保装置内空气已排尽, 再用试管在装置 D 管口末端处收集气

易错点 O_2 存在可能会引起爆炸, 要先排尽空气

体点燃, 通过声音判断气体纯度, 以防装置中气体不纯, 加热时发生爆炸, D 正确。

11. A 【解析】少量水和钠反应放热, 使钠熔化, 且生成 NaOH , 过量 Na 再与 Cl_2 反应, 生成 NaCl 白色固体, 所以烧瓶内产生大量白烟, A 正确; 玻璃导管可以定位加入钠和水, 同时玻璃导管连通烧瓶和大气, 反应放热, 烧瓶内压强增大, 所

以玻璃导管还可以导气、平衡气压,B 错误;Na 和水反应生成 NaOH,Cl₂ 和 NaOH 反应生成 NaCl 和 NaClO,Cl₂ 与过量的 Na 反应生成 NaCl,金属钠最终转化为 NaOH、NaCl、NaClO 三种物质,C 错误;氯气密度比空气大,应用向上排空气法收集,D 错误。

12. C 【解析】根据题图可以推出 a 为 HCl, b 为 Cl₂, c 为 ClO₂, d 为 HClO, e 为氯酸盐。HCl 与 HClO 可以发生反应生成 Cl₂, HCl 也可以与氯酸盐(如 KClO₃)反应生成 Cl₂, A 正确;ClO₂ 消毒效率更高,且不产生有毒有害物质,其代替 Cl₂ 成为新型自来水消毒剂, B 正确;Cl₂ 的水溶液中 Cl₂ 含量低,澄清石灰水中 Ca(OH)₂ 含量也低,工业上利用 Cl₂ 与石灰乳反应来制取漂白粉, C 错误;84 消毒液的有效成分为 NaClO, NaClO 溶于水、在空气中的 CO₂ 作用下生成 HClO, HClO 具有很强的杀菌消毒效果, e 的固体如 KClO₃ 可在 MnO₂ 催化、加热条件下制取氧气, D 正确。

13. D 【解析】稀释过程中 $n(\text{Na}^+)$ 不变,则原溶液中 $c(\text{Na}^+) = \frac{0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.00 \text{ L}}{0.2 \text{ L}} = 0.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 结合溶液呈电中性可知, $2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{Cl}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{K}^+) = 0.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.90 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 结合题图甲, 知 $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Cl}^-) = 0.90 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 所以 X 代表的离子为 SO_4^{2-} , Y 表示的离子为 Cl^- , A 错误; c_1 为原溶液中钠离子浓度数值, 则 $c_1 = 0.80$, B 错误; $c(\text{K}_2\text{SO}_4) = c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据钾元素守恒可知, $c(\text{KCl}) = 0.90 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 2c(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0.90 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 错误; $c(\text{K}_2\text{SO}_4) = c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{NaCl}) = c(\text{Na}^+) = 0.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 同一溶液中体积相同, 根据 $n = cV$ 可知, K_2SO_4 与 NaCl 物质的量之比等于其物质的量浓度之比, 为 $(0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) : (0.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) = 1 : 2$, D 正确。

14. (1) 0.6 mol (2) 0.35 mol (3) 0.8 mol 2N_A (4) 0.15 mol (5) 1:1 (6) c

【解析】(1) 硫酸铝中 Al³⁺ 和 SO₄²⁻ 的物质的量之比为 2:3, 则含 0.4 mol Al³⁺ 的 Al₂(SO₄)₃ 中所含的 SO₄²⁻ 的物质的量是 0.6 mol。

(2) 所含原子数相等, 则原子的物质的量相等, 0.2 mol H₃PO₃ 含 1.4 mol 原子, 则与 0.2 mol H₃PO₃ 所含原子数相等的 H₂O₂ 为 $\frac{1.4}{4} \text{ mol} = 0.35 \text{ mol}$ 。

(3) 3.4 g NH₃ 所含原子的物质的量是 $\frac{3.4 \text{ g}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 4 = 0.8 \text{ mol}$, 含有质子的物质的量为 $\frac{3.4 \text{ g}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 10 = 2 \text{ mol}$, 质子个数为 2N_A。

(4) 设 SO₄²⁻ 的物质的量为 x, 根据溶液呈电中性, 0.2 mol + 0.25 mol × 2 = 0.4 mol + 2x, 则 SO₄²⁻ 的物质的量 x = 0.15 mol。

(5) NaH + H₂O = NaOH + H₂ ↑ 反应, H₂O 中部分 H 元素化合价由 +1 降低为 0, 该反应中氧化剂是 H₂O, NaH 中 H 元素化合价由 -1 升高为 0, 还原剂是 NaH; 根据得失电子守恒, 被氧化与被还原元素的物质的量之比为 1:1。

(6) 由图像可知, 反应过程中 ClO⁻ 为反应物, N₂ 为生成物, 根据反应过程中元素守恒可知, Cl⁻、H₂O、N₂ 为生成物, ClO⁻、NH₄⁺ 为反应物, 反应过程中 Cl 元素化合价由 +1 降低至 -1, N 元素化合价由 -3 升高至 0, 根据得失电子守恒、原子守恒以及电荷守恒可知, 反应离子方程式为 3ClO⁻ + 2NH₄⁺ = 3Cl⁻ + 3H₂O + N₂ ↑ + 2H⁺。反应中 Cl 元素化合价降低, 因此氧化剂为 ClO⁻, a 正确; 反应中还原剂为 NH₄⁺, 由分析知, 每消耗 1 mol 还原剂, 转移 3 mol 电子, b 正确; 由上述分析可知, 反应过程中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 3:2, c 错误; 由上述分析可知, 生成 14 g N₂ 时, 即 $n(\text{N}_2) = \frac{14 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$ 时, 消耗的 ClO⁻ 为 1.5 mol, d 正确; 氧化剂是 ClO⁻、还原剂是 NH₄⁺, 氧化性: ClO⁻ > NH₄⁺, e 正确。

15. (1) 2Na + 2H₂O = 2Na⁺ + 2OH⁻ + H₂ ↑

(2) Ca(ClO)₂ + Ca(ClO)₂ + CO₂ + H₂O = CaCO₃ ↓ + 2HClO

(3) ① +3 价 ② i. 2 mol ii. 氧气 2:1 iii. >

【解析】(1) 钠与水反应生成氢氧化钠和氢气, 离子方程式为 2Na + 2H₂O = 2Na⁺ + 2OH⁻ + H₂ ↑。

(2) 漂白粉的有效成分是 Ca(ClO)₂, 漂白粉溶于水后, 与空气中 CO₂ 作用, 产生有漂白、杀菌作用的次氯酸, 化学方程式为 Ca(ClO)₂ + CO₂ + H₂O = CaCO₃ ↓ + 2HClO。

(3) ① NaClO₂ 中 Na 的化合价是 +1 价, O 的化合价是 -2 价, 根据化合物中各元素化合价代数和为 0, 可知 Cl 的化合价为 +3 价。② i. 反应中过氧化氢中氧元素化合价升高, 生成氧气; 二氧化氯中氯元素化合价降低, 生成 NaClO₂, 根据得失电子

守恒, 用单线桥法表示电子转移: $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{ClO}_2 = 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 可知每生成 1 mol O₂ 转移 2 mol 电子。

ii. 反应中过氧化氢为还原剂, 被氧化得到氧化产物氧气, 二氧化氯为氧化剂, 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2:1。

iii. 二氧化氯为氧化剂、氧气为氧化产物, 同一反应中氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性, 故氧化性: ClO₂ > O₂。

16. (1) 红 黄 (2) 淡黄 4

(3) HCO₃⁻ + OH⁻ = CO₃²⁻ + H₂O

(4) NH₃ + CO₂ + 2NaHCO₃ $\xrightarrow{\Delta}$ Na₂CO₃ + H₂O + CO₂ ↑

(5) 冷却结晶 洗涤

【解析】方案Ⅰ：电解熔融 NaCl 生成 Na 和 Cl₂，Na 和 O₂ 在加热条件下反应生成 Na₂O₂，Na₂O₂ 和 CO₂ 反应生成 Na₂CO₃ 和 O₂。方案Ⅱ：电解饱和食盐水生成 NaOH、H₂ 和 Cl₂，NaOH 和过量 CO₂ 反应生成 NaHCO₃，NaHCO₃ 和 NaOH 反应生成 Na₂CO₃ 和 H₂O。方案Ⅲ：饱和食盐水中通入 NH₃、CO₂ 生成 NH₄Cl 和溶解度较小的 NaHCO₃，过滤分离出 NaHCO₃，NaHCO₃ 受热分解为 Na₂CO₃。

(1) 纯碱溶液显碱性，酚酞遇碱性溶液呈红色，钠元素的焰色呈黄色。

(2) 方案Ⅰ中物质 A 是 Na₂O₂，Na₂O₂ 是淡黄色粉末状固体；A→B 发生的反应为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ ，该反应中 Na₂O₂ 既是氧化剂又是还原剂，Na₂O₂ 中部分 O 由 -1 价升高到 0 价，部分 O 由 -1 价降至 -2 价，则每生成 2 个 O₂ 分子转移 4 个电子。

(3) 由分析知 C 为 NaHCO₃，NaHCO₃ 和 NaOH 反应生成 Na₂CO₃ 和 H₂O，离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 由于 CO₂ 在水中的溶解度较小，为了增大 CO₂ 的溶解量，先通入极易溶于水的 NH₃ 使得溶液显碱性，再通入 CO₂；由分析知 D 是 NaHCO₃ 固体，NaHCO₃ 固体受热分解为 Na₂CO₃、H₂O 和 CO₂，反应的化学方程式为 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(5) 由题给 NaCl 和 NH₄Cl 的溶解度曲线可知，NaCl 溶解度受温度影响较小，NH₄Cl 溶解度受温度影响较大，为使 NH₄Cl 充分沉淀析出并分离，需要采取的操作依次为蒸发浓缩、冷却结晶（析出 NH₄Cl）、过滤（分离出 NH₄Cl 晶体）、洗涤、干燥（得到 NH₄Cl）。



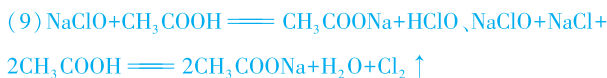
(2) 分液漏斗 (3) 饱和食盐水

(4) 氢氧化钾溶液 在温度较高条件下生成氯酸钾，且试管受热均匀

(5) 降低了 NaClO 和 KClO₃ 的产率

(6) NaClO

(7) $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HClO} + \text{NaHCO}_3$



【解析】(1) A 中二氧化锰和浓盐酸在加热条件下发生反应生成氯气、氯化锰、水： $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

(3) 盐酸具有挥发性，使得氯气不纯，通过 B 中试剂洗气，除去挥发的氯化氢，故装置 B 中为饱和食盐水。

(4) 已知：氯气与碱反应，温度较高时生成 ClO₃⁻，温度较低时生成 ClO⁻；C 装置在加热条件下发生反应，结合实验目的知，a 溶液是氢氧化钾溶液，氢氧化钾和氯气在加热条件下反应生成氯酸钾和水，c 处采用水浴加热，Cl₂ 与 KOH 在温度较高条件下反应生成氯酸钾，且试管受热均匀。

(5) 氯化氢会和碱溶液反应，如果缺少装置 B，则氯气中的氯化氢会消耗部分碱溶液，降低了 NaClO 和 KClO₃ 的产率。

(6) 氯气与氢氧化钠反应制取“84 消毒液”，反应生成氯化钠和次氯酸钠，有效成分为次氯酸钠。

(7) “84 消毒液”在空气中放置，次氯酸钠和水、空气中的二氧化碳反应生成次氯酸和碳酸氢钠，化学方程式为 $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HClO} + \text{NaHCO}_3$ 。

(8) 由题表可知，pH<2 时产生氯气，则反应为次氯酸钠和 HCl 发生氧化还原反应生成氯气和氯化钠，化学方程式为 $\text{NaClO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

(9) 探究“84 消毒液”能否漂白米醋，因“84 消毒液”中含有大量的水分，醋酸易挥发且具有刺激性气味，所以设计实验一和二对比，排除米醋因被稀释而颜色褪去的可能性和醋酸挥发产生刺激性气味气体的可能性。实验一中，向 5 滴管“84 消毒液”中滴加 2 滴米醋，次氯酸钠和醋酸反应生成醋酸钠和有漂白性的次氯酸，使得米醋褪色，反应为 $\text{NaClO} + \text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{HClO}$ ，在醋酸存在条件下，次氯酸钠、氯化钠、醋酸发生氧化还原反应生成氯气、醋酸钠、水，产生刺激性气味，化学方程式为 $\text{NaClO} + \text{NaCl} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

第三章 铁 金属材料

第一节 铁及其化合物

变式训练

1-1. B 【解析】纯铁不易被腐蚀，含杂质的铁易被腐蚀，①错误；血红蛋白中含有亚铁离子，则人体的血红蛋白中含有铁元素，②正确；铁在足量氯气和少量氯气中燃烧均生成氯化铁，③错误；铁能与水蒸气在高温条件下反应，但没有发光发热的现象，不是燃烧过程，④正确；赤铁矿的主要成分是红棕

色的氧化铁，⑤错误；铁与水蒸气在高温条件下反应生成四氧化三铁和氢气，⑥正确。故选 B。

2-1. A 【解析】Fe₂O₃、Fe₃O₄ 都能与 CO 等还原剂发生氧化还原反应生成 Fe，即 Fe₂O₃ 和 Fe₃O₄ 都是炼铁原料，A 正确；FeO 中铁元素显 +2 价，Fe₃O₄ 中的铁元素显 +3 价和 +2 价，故 FeO、Fe₃O₄ 既有氧化性，又有还原性，B 错误；FeO 是黑色粉末，Fe₃O₄ 是黑色晶体，Fe₂O₃ 是红棕色粉末，俗称铁红，C 错误；碱性氧化物与酸反应只能生成一种盐和水，而 Fe₃O₄ 与