

K_2CO_3 溶液, CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 、过量 Ba^{2+} 反应生成 $CaCO_3$ 、 $BaCO_3$; 经过滤操作分离滤渣 M 与滤液, 滤渣 M 中主要含 $BaSO_4$ 、 $CaCO_3$ 和 $BaCO_3$, 此时滤液中含 KCl 和过量的 K_2CO_3 溶液; 向滤液中加入过量稀盐酸酸化, K_2CO_3 与 HCl 反应生成 KCl 、 CO_2 和 H_2O , 最后经蒸发结晶得到 KCl 固体。

(1) K_2SO_4 在水中完全电离, 电离方程式为 $K_2SO_4 = 2K^+ + SO_4^{2-}$ 。

(2) “除杂”时先加入过量的 $BaCl_2$ 溶液, 再加入过量的 K_2CO_3 溶液顺序合理, 先加入过量的 $BaCl_2$ 溶液除去 SO_4^{2-} , 再加入过量的 K_2CO_3 溶液可除去 Ba^{2+} 和 Ca^{2+} 。

(3) 由分析知, 酸化可除去碳酸根离子, 发生反应的离子方程式为 $2H^+ + CO_3^{2-} = CO_2 \uparrow + H_2O$ 。

(4) 经“操作 X”从 KCl 溶液中得到固体 KCl , 已知 KCl 的溶解度受温度变化的影响较小, 故“操作 X”为蒸发结晶; 蒸发结晶需使用的仪器有蒸发皿和酒精灯, 故选 AC。

(5) 滤渣 M 的主要成分有 $BaSO_4$ 、 $CaCO_3$ 、 $BaCO_3$ 。为了回收滤渣 M 中的 $BaSO_4$, 可以向滤渣 M 中加入过量的稀盐酸或稀硝酸, 发生反应 $CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2 \uparrow$ 、 $BaCO_3 + 2H^+ = Ba^{2+} + H_2O + CO_2 \uparrow$, $CaCO_3$ 、 $BaCO_3$ 溶解, 过滤后用蒸馏水洗涤滤渣 2~3 次, 干燥后得到 $BaSO_4$ 固体。

15. (1) $FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\Delta} Fe(OH)_3(\text{胶体}) + 3HCl$ ad

(2) ①正 B ②散射 ③渗析

(3) $Fe(OH)_3 + 3H^+ = Fe^{3+} + 3H_2O$

【解析】(1) 向煮沸的蒸馏水中逐滴滴加饱和 $FeCl_3$ 溶液制 $Fe(OH)_3$ 胶体, 发生反应: $FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\Delta} Fe(OH)_3(\text{胶体}) + 3HCl$ 。用 $NaOH$ 溶液代替蒸馏水会生成氢氧化铁沉淀, a 符合题意; 待水沸腾后滴加 5~6 滴饱和 $FeCl_3$ 溶液, 可制得 $Fe(OH)_3$ 胶体, b 不符合题意; 当溶液呈红褐色时停止加热, 避免过度加热引起胶体聚沉, c 不符合题意; 胶体和溶液均可以透过滤纸, 应用渗析的方法分离氢氧化铁胶体和生成的盐酸, d 符合题意。

(2) ①由图甲可知 $Fe(OH)_3$ 胶粒中正电荷数比负电荷数更多, 因此胶粒带正电, 胶粒的直径介于 1~100 nm, 选 B。

②丁达尔效应是胶体粒子对光线的散射作用造成的。③胶

体粒子不能透过半透膜、离子可以透过半透膜, 可以用渗析的方法分离 $Fe(OH)_3$ 胶体和混有的 $FeCl_3$ 杂质。

(3) 向 $Fe(OH)_3$ 胶体中逐滴滴加稀盐酸, 加入的离子中和了胶体粒子所带的电荷, 使胶体粒子聚集成较大颗粒, 从而形成红褐色 $Fe(OH)_3$ 沉淀, 继续加稀盐酸, $Fe(OH)_3$ 与稀盐酸反应, 沉淀溶解, 反应的离子方程式为 $Fe(OH)_3 + 3H^+ = Fe^{3+} + 3H_2O$ 。

16. (1) 过氧化氢中氧元素为 -1 价, 既可以升高到 0 价, 也可以降低至 -2 价

(2) 还原性 $2I^- + H_2O_2 + 2H^+ = I_2 + 2H_2O$

(3) 还原性 产生气泡

(4) ①验证硫酸与 H_2O_2 不能发生反应 ②增强 实验 C 在酸性环境中溶液立即变为棕黄色, 且溶液颜色逐渐加深, 最终有紫黑色沉淀析出, 说明酸性环境产生的 I_2 又多又快

【解析】(1) 在 H_2O_2 中 O 元素化合价为 -1 价, 处于中间价态, 可以失去电子被氧化为 0 价, 表现还原性, 也可以得到电子被还原为 -2 价, 表现氧化性, 因此 H_2O_2 既有氧化性又有还原性。

(2) KI 中碘元素是 -1 价, 处于最低价, 具有还原性。已知淀粉遇 I_2 变蓝, 则反应后溶液中有 I_2 生成, 即 KI 与双氧水发生氧化还原反应生成单质碘, 离子方程式为 $2I^- + H_2O_2 + 2H^+ = I_2 + 2H_2O$ 。

(3) 实验中观察到酸性 $KMnO_4$ 溶液变浅或褪色, 说明 $KMnO_4$ 被还原为无色 Mn^{2+} , 则 H_2O_2 被氧化为 O_2 , 证明过氧化氢具有还原性, 该实验中还可观察到产生气泡。

(4) ①在实验 A 中, 向 3 mL 5% H_2O_2 溶液中滴加稀硫酸, 无明显变化, 说明硫酸与 H_2O_2 没有发生任何化学反应。②在实验 B 中溶液变为黄色, 产生大量无色气体, 说明 H_2O_2 可以将 KI 氧化为 I_2 , 但更多的 H_2O_2 分解为 O_2 和 H_2O 。而在实验 C 中溶液立即变为棕黄色, 产生少量无色气体, 且溶液颜色逐渐加深, 最终有紫黑色沉淀析出, 说明在酸性环境中产生的 I_2 又快又多, 只有少量 H_2O_2 分解为 O_2 和 H_2O , 对比 B、C 的反应条件可知: 酸性条件下, H_2O_2 氧化 KI 变为 I_2 的能力更强。

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: $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2 \uparrow$, H_2 有可燃性, 所以金属钠着火时, 不可用蘸水的毛巾覆盖, 可使用专用灭火剂或干砂灭火, 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 $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2 \uparrow$ 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. A 【解析】钠与饱和 NaCl 溶液中的水反应生成 NaOH 和 H_2 , 水减少导致冷却至原温度后, NaCl 析出, A 符合题意; H_2O 与钠反应生成 NaOH 和 H_2 , 但 NaOH 溶解, 无固体析出, B 不符合题意; K_2SO_4 与生成的 NaOH 不反应, 且原溶液为稀溶液, 不会有溶质析出, C 不符合题意; $CuCl_2$ 与生成的 NaOH 反应生成蓝色的 $Cu(OH)_2$ 沉淀, D 不符合题意。

越刷越强

1. D 【解析】钠的密度大于煤油且化学性质活泼, 需隔绝空气保存, 煤油可有效隔绝氧气和水, A 正确; 实验中取绿豆大小的钠块可控制反应剧烈程度, 避免因反应过于剧烈而引发危险, B 正确; 钠常温下与氧气反应生成白色的 Na_2O , 加热时钠与氧气反应生成淡黄色的 Na_2O_2 (过氧化钠), C 正确; 将 Na 放入 $MgSO_4$ 溶液中, Na 先与水反应生成 NaOH, NaOH 再与 $MgSO_4$ 反应生成 $Mg(OH)_2$ 白色沉淀, 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。

3. B 【解析】钠与酸或水均发生置换反应生成氢气, 当酸或水足量时, 生成氢气的量主要取决于钠的质量, 如果钠的质量相等, 则三者产生的氢气质量相等, A、C、D 错误, B 正确。

4. (1) $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$

(2) 变为红色 NaOH

(3) 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 $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$ 。

(2) 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 形管中溶液变为红色。

(3) 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. D 【解析】钠在氯气中燃烧生成 NaCl 固体, 现象为剧烈反应并产生白烟, A 正确; 把小块钠投入硫酸铁溶液中, 钠先与水反应生成氢氧化钠和氢气, 氢氧化钠再与硫酸铁反应生成 $Fe(OH)_3$ 红褐色沉淀, B 正确; 把小块钠投入饱和氢氧化钠溶液中, 钠与水反应生成氢氧化钠和氢气, 会析出 NaOH 晶体, 产生白色浑浊, C 正确; 常温下钠和氧气反应生成氧化

钠, 切开钠, 钠切面变暗是因为生成 Na_2O , 常温下, Na 与 O_2 反应不会生成淡黄色的 Na_2O_2 , 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 不符合题意; 木炭与足量 O_2 反应生成 CO_2 , O_2 不足

易错点 反应物相同时, 反应条件不同, 产物可能不同

时生成 CO, B 不符合题意; 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 不符合题意; 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 符合题意。

2-1. D

思路导引 Na_2O_2 与水的反应为 $2Na_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow$

$4NaOH + O_2 \uparrow$, 生成的 O_2 具有助燃性, 能使带火星的木条复燃, 生成的 NaOH 若与其他试剂(如 $MgCl_2$ 溶液)反应, 会生成相应的氢氧化物沉淀[如 $Mg(OH)_2$ 白色沉淀]; Na_2O 与水的反应为 $Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$, 无 O_2 生成。

【解析】 Na_2O_2 与水反应生成 O_2 且放热, 锥形瓶中温度升高, 压强增大, 气体通过导管进入烧杯, 烧杯中导管口有气泡产生, A 正确; 反应生成 O_2 , O_2 能使带火星的木条复燃, 将带火星的木条放在 P 导管口, 木条复燃, B 正确; 将水换成 $MgCl_2$ 溶液时, Na_2O_2 先与水反应生成 NaOH, NaOH 与 $MgCl_2$ 反应生成 $Mg(OH)_2$ 白色沉淀, C 正确; Na_2O 与水反应无 O_2 生成, P 导管口木条不复燃, 与原实验现象不同, D 错误。

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: $Na_2O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2O_2$, 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 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 g, b 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 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 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元素的物理性质, 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. A

思路导引 反应①为 $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$, 反应②为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, 反应③为 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 反应④为 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 反应⑤为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, 反应⑥为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 。

【解析】上述转化中反应④是分解反应, 反应②是置换反应, A 正确; NaHCO_3 在水溶液中电离方程式应为 $\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$, B 错误; Na_2CO_3 可与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应生成 NaOH , Na_2CO_3 可与 CO_2 、 H_2O 反应生成 NaHCO_3 , C 错误; 反应⑤为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, Na_2O_2 既是氧化剂又是还原剂, D 错误。

越刷越强

1. A 【解析】碱性氧化物是指能与酸反应生成盐和水的氧化物, 而 Na_2O_2 与酸反应不仅生成盐和水, 还有 O_2 生成, 不是碱性氧化物, ①错误; Na_2O 与 Na_2O_2 中都含有钠元素, 所以焰色相同, 都是黄色, ②正确; Na_2O 是白色固体, Na_2O_2 是淡黄色固体, ③错误; Na_2O_2 与 CO_2 反应生成 O_2 , 可作供氧剂, 而 Na_2O 不可以, ④正确; Na_2O_2 中 O 元素为 -1 价, 处于中间价态, 既有氧化性又有还原性, 在与水反应时一半 O 被氧化, 另一半 O 被还原, 化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, 2 个 Na_2O_2 反应时转移的电子数为 2, ⑤正确; 综上所述②④⑤正确, 故选 A。

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 符合题意; 新酿的米酒, 液面上浮着细小如蚊的酒渣, 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 不符合题意; “一道残阳铺水中, 半江瑟瑟半江红”, 没有涉及焰色试验, C 不符合题意; “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 不符合题意。

3. D 【解析】观察 K 元素的焰色时, 需要透过蓝色钴玻璃, 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沉淀和硫酸钠, 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. C

思路导引 由实验装置图可知, 装置 A 中锌与稀盐酸反应生成氢气; 盐酸易挥发, 制得的 H_2 中含有 HCl 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 为防止杂质气体干扰装置 C 中的反应, 装置 B 中应盛有碱石灰以除去挥发出的氯化氢, 并干燥氢气; 装置 C 用于探究过氧化钠与氢气共热是否反应; 装置 D 中盛有的无水硫酸铜用于检验装置 C 中是否有水生成。

【解析】检验装置 A 的气密性可通过液差法检验, 具体操作为先关闭活塞 K_1 , 向长颈漏斗中加水至漏斗中液面高于试管中液面, 静置一段时间后, 长颈漏斗中液面高度不变说明气密性良好, A 错误; 装置 B 中应盛装固体干燥剂(如碱石灰), 目的是除去挥发出的氯化氢, 并干燥氢气, B 错误; 装置 C 中固体若由淡黄色变为白色, 说明过氧化钠与氢气共热反应可能生成氢氧化钠, 也可能生成氧化钠和水, C 正确; 空气中的水蒸气可能会进入装置 D, 不能根据装置 D 中固体变蓝来判断反应有水生成, D 错误。

5. D 【解析】 Na_2CO_3 与盐酸反应分步进行, 第一步发生反应: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \longrightarrow \text{HCO}_3^-$, 不产生气体, 第二步发生反应: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 产生 CO_2 气体, 而 NaHCO_3 与盐酸直接发生反应: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 产生 CO_2 气体, 故产生气体速率更快的是 NaHCO_3 , A 错误; 当两种固体质量均是 1 g 时, 根据 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 与 HCl 反应的方程式可得关系式: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \sim \text{CO}_2$ 、 $\text{NaHCO}_3 \sim \text{CO}_2$, 则二者与足量盐酸反应生成 CO_2 的质量分别为 $m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}(\text{CO}_2) = \frac{44}{106} \text{ g}$, $m_{\text{NaHCO}_3}(\text{CO}_2) = \frac{44}{88} \text{ g}$, 故装置 I 中气球鼓起体积较小的是 Na_2CO_3 , B 错误; NaHCO_3 不稳定, 受热易发生分解反应: $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 +$

$\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 产生的 CO_2 能够使澄清石灰水变浑浊, Na_2CO_3 稳定, 受热不分解, 故澄清石灰水变浑浊的一侧硬质试管中的白色固体是 NaHCO_3 , C 错误; Na_2CO_3 能够与澄清石灰水发生反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$, 生成 CaCO_3 白色沉淀, NaHCO_3 也能够与澄清石灰水发生反应: $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH}$ 或 $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$, 也生成 CaCO_3 白色沉淀, 因此无法鉴别, D 正确。

6. (1) Na_2CO_3 Na_2CO_3 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{HCO}_3^-$

(2) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 先打开 K_2 后打开 K_1 $\text{Na}^+ + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4^+ + \text{NaHCO}_3 \downarrow$

(3) 84%

【解析】(1) 常温下, 碳酸钠在水中的溶解度大于碳酸氢钠; 根据化学方程式: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 可知 106 g Na_2CO_3 消耗 73 g HCl, 84 g NaHCO_3 消耗 36.5 g HCl, 则等质量时, 碳酸钠消耗的 HCl 多; 除去碳酸氢钠溶液中混有的碳酸钠, 可向其中通入过量的二氧化碳, 反应的离子方程式为 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} = 2\text{HCO}_3^-$ 。

(2) 碳酸钙与稀盐酸反应生成氯化钙、水和二氧化碳, 装置 A 中发生反应的离子方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; 盐酸具有挥发性, 生成的二氧化碳中混有 HCl, 装置 B 中盛放的饱和碳酸氢钠溶液可以除去 HCl, 反应的离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$; CO_2 在水中溶解度小, 实验时应先打开 K_2 通入 NH_3 , 营造碱性环境, 增大 CO_2 的溶解度, 再打开 K_1 通入 CO_2 ; 氨气、二氧化碳、水和氯化钠发生反应生成碳酸氢钠晶体和氯化铵, 反应的离子方程式为 $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}^+ = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$ 。

(3) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$, 得到关系式: $4\text{NaHCO}_3 \sim \text{O}_2$, $m(\text{NaHCO}_3) = \left(\frac{1.6}{32} \times 4 \times 84\right) \text{ g} = 16.8 \text{ g}$, 其质量分数为 $\frac{16.8 \text{ g}}{20 \text{ g}} \times 100\% = 84\%$ 。

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】 CO_2 在水中溶解度小, 开始实验时应先打开活塞 III 通入 NH_3 , 营造碱性环境, 增大 CO_2 的溶解度, 再打开活塞 II 通入 CO_2 , 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

NaHCO_3 的溶解度, 促进 NaHCO_3 晶体的析出, C 正确; 尾气中含有 NH_3 , 需要用中性或酸性溶液吸收, 故可用水或稀硫酸吸收, D 错误。

8. C 【解析】向 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 混合溶液中逐滴加入盐酸, 先发生反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$, 后发生反应: $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。据分析可知, a 点对应的溶液中存在 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 和 Cl^- , CaCO_3 为难溶物, CaSO_4 为微溶物, 故 Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 均不能大量共存, A 不选; b 点对应的溶液中存在 Na^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- , Ba^{2+} 、 OH^- 与 HCO_3^- 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^+ 、 Ca^{2+} 、 NO_3^- 、 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^- 反应可生成 AgCl 沉淀, 不能大量共存, D 不选。

9. 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。

10. (1) 用专用灭火剂或干砂灭火

(2) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$

(3) 白色物质是 Na_2O 和 Na_2CO_3 的混合物 BaCl_2 溶液 酚酞试液 溶液不变红

(4) $4\text{Na} + 3\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$

【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, 需要用专用的灭火剂或干砂灭火。

(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) Na_2O 与 Na_2CO_3 均为白色固体, 故假设 3 为白色物质是 Na_2O 与 Na_2CO_3 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 CO_2 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.A 【解析】在氯水中存在反应:Cl₂+H₂O $\rightleftharpoons$ HCl+HClO,

氯水久置,其中的 HClO 会发生分解反应(2HClO $\xrightarrow{\text{光照}}$ 2HCl+O₂↑),导致 HClO 减少,进而促使更多的氯气与水反应,Cl₂ 逐渐被消耗,最终完全转化为 HCl;因此,饱和氯水久置后,溶

易错点 氯水久置后最终变为稀盐酸,表现为酸性

液中的 Cl₂ 和 HClO 减少,H⁺和 Cl⁻增多,故选 A。

3-1.C 【解析】漂白粉是 CaCl₂ 和 Ca(ClO)₂ 的混合物,属于混合物,A 错误;漂白粉的制备是氯气与石灰乳[Ca(OH)₂]反应,而非烧碱(NaOH)溶液,B 错误;漂白粉的有效成分 Ca(ClO)₂ 与二氧化碳反应生成 HClO,具有强氧化性,可实现漂白和消毒,C 正确;向漂白粉溶液中通入少量 CO₂ 时,CO₂ 与 Ca(ClO)₂ 反应生成 CaCO₃ 和 HClO:Ca(ClO)₂+CO₂+H₂O $\rightleftharpoons$ CaCO₃↓+2HClO,D 错误。

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

(6)2Cl₂+2Ca(OH)₂ $\rightleftharpoons$ CaCl₂+Ca(ClO)₂+2H₂O

【解析】本实验的目的是探究氯气的制备及其化学性质,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 Cl₂ 通入装置 B 与铜粉发生反应,然后 Cl₂ 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 MnO₂ 和浓盐酸在加热条件下制取氯气,化学方程式为 MnO₂+4HCl(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ MnCl₂+Cl₂↑+2H₂O。

(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:Cl₂+H₂O $\rightleftharpoons$ HCl+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 2Cl₂+2Ca(OH)₂ $\rightleftharpoons$ CaCl₂+Ca(ClO)₂+2H₂O。

越刷越强

1.D 【解析】氯气本身无漂白性,其与水反应生成的 HClO 有漂白性,鲜花中含有水分,鲜花褪色是氯气与水反应生成的 HClO 导致的,A 正确;HCl 极易溶于水,Cl₂ 在饱和食盐水中溶解度小,用饱和食盐水可除去 Cl₂ 中的 HCl,B 正确;氢气在氯气中燃烧生成 HCl 气体,HCl 与空气中水蒸气结合形成盐酸小液滴,产生白雾,C 正确;氯气具有强氧化性,铁丝在氯气中燃烧生成氯化铁,FeCl₃ 溶于水得黄色溶液,D 错误。

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 CO₃²⁻ 等离子的干扰,检验 Cl⁻时可加入 HNO₃ 酸化的 AgNO₃ 溶液,若产生白色沉淀,则说明溶液中有 Cl⁻,D 正确。

3.C

思路导引 已知 X、Y、Z 及 b 均含有同一种元素,且单质 X 在常温、常压下为黄绿色气体,则 X 为 Cl₂,Y 的水溶液是一种强酸,则 Y 为 HCl,单质 a 为 H₂,Cl₂ 与氧化物 c 反应生成弱酸 Z,则弱酸 Z 为 HClO,氧化物 c 为 H₂O,且 HCl 与钠盐 b 反应生成弱酸 HClO,则钠盐 b 为 NaClO。

【解析】由分析可知,b 为 NaClO,漂白液的有效成分是 NaClO,A 正确;b 为 NaClO、c 为 H₂O、Y 为 HCl,均为电解质,B 正确;工业上是通过氢气和氯气在点燃条件下反应生产 HCl 的,C 错误;Z 为 HClO,长时间放置会分解生成氯化氢和氧气,氯化氢是强酸,故酸性增强,D 正确。

4.B

思路导引 由题干中氯的“价一类”二维图信息可知,a 为 HCl,b 为 Cl₂、c 为 ClO₂、d 为 HClO、e 为氯酸盐、f 为次氯酸盐、g 为 HClO₄。

【解析】实验室常用加热 KClO₃ 和 MnO₂ 的方法来制备 O₂,A 正确;b 为 Cl₂,常用碱性溶液吸收,B 错误;氯元素的最高化合价等于其最外层电子数,是+7 价,g 的分子式为 HClO₄,是氯元素的最高价含氧酸,C 正确;b 为 Cl₂、c 为 ClO₂、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 中燃烧的化学反应式为 $H_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2HCl$, 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) H_2O H_2

(2) 次氯酸钙 $2Cl_2 + 2Ca(OH)_2 = CaCl_2 + Ca(ClO)_2 + 2H_2O$

(3) AB

思路导引 由题给流程图知, 电解食盐水生成 Cl_2 、气体 a、NaOH 溶液, NaCl 中 Cl 由 -1 价升为 0 价得到 Cl_2 , 结合元素守恒及得失电子守恒知, H_2O 中 H 由 +1 价降为 0 价得到 H_2 (气体 a), 则电解食盐水生成氢气、氯气和 NaOH; 氯气与石灰乳发生反应 1 可制备漂白粉, 漂白粉的有效成分为 $Ca(ClO)_2$; 煅烧石灰石得到氧化钙和二氧化碳, 氧化钙与水发生反应 2 生成石灰乳, 石灰乳的主要成分为 $Ca(OH)_2$, 二氧化碳与 NaOH 溶液发生反应 3 生成溶液 M, 溶液 M 中的溶质为 Na_2CO_3 、 $NaHCO_3$ 。

【解析】(1) 由分析知, 电解食盐水的化学方程式为 $2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2NaOH + Cl_2 \uparrow + H_2 \uparrow$, 其中 NaCl、NaOH 均可拆为离子形式, 则电解食盐水的离子方程式为 $2Cl^- + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow + 2OH^-$, 反应过程中, 水中部分 H 元素的化合价降低, 则氧化剂为 H_2O , 气体 a 为 H_2 。

(2) 漂白粉的有效成分是次氯酸钙; 反应 1 为氯气与氢氧化钙反应生成氯化钙、次氯酸钙和水, 化学方程式为 $2Cl_2 + 2Ca(OH)_2 = CaCl_2 + Ca(ClO)_2 + 2H_2O$ 。

(3) 反应 2 为氧化钙和水反应生成氢氧化钙, 反应 3 为氢氧化钠溶液和二氧化碳反应生成碳酸钠和碳酸氢钠, 各元素化合价均不改变, 都不是氧化还原反应, A 正确; 反应 1 中, Cl 元素的化合价既降低 ($0 \rightarrow -1$) 又升高 ($0 \rightarrow +1$), 则 Cl_2 既作氧化剂又作还原剂, B 正确; 石灰石为碳酸钙, 难溶于水, C 错误; CO_2 和水可发生反应: $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$, 碳酸为电解质, 在水溶液中可电离出阴、阳离子而使溶液导电, D 错误。

7. (1) d (2) 生成白色沉淀 (3) B

(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, 石蕊为有色物质, 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。

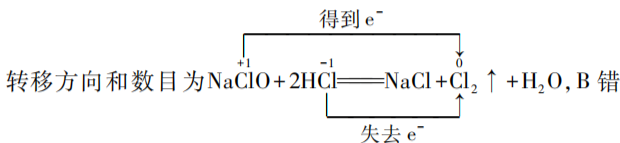
(3) 光照氯水过程中次氯酸分解为 HCl 和氧气, 氧气体积分数变大, A 不符合题意; HClO 为弱酸, HCl 为强酸, HClO 分解过程中, 溶液酸性变强, 氯水的 pH 减小, B 符合题意; HClO 分解过程中生成强酸, 氯水导电能力增强, C 不符合题意; 相同温度下, 氯气的溶解度不变, D 不符合题意。

(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: $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$, 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. D 【解析】 $NaClO + 2HCl = NaCl + Cl_2 \uparrow + H_2O$ 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 错误; 依据 $Cl_2 + 2Br^- = 2Cl^- + Br_2$ 、 $Br_2 + 2I^- = 2Br^- + I_2$ 可知, 氧化性: $Cl_2 > Br_2 > I_2$, 还原性: $I^- > Br^-$, 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 $Cl_2 + 2I^- = 2Cl^- + I_2$, D 正确。

10. (1) B (2) C (3) $H_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2HCl$

(4) $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons HCl + HClO$ 紫色石蕊试纸先变红再褪色

(5) C

思路导引 II. 在装置 A 中浓盐酸与 KClO_3 发生氧化还原反应生成 Cl_2 , 在装置 B 中 Cl_2 与 H_2O 发生反应生成 HCl 、 HClO ; 装置 C 用来验证氯气是否具有漂白性, 装置 D 中的浓硫酸可防止装置 E 中水蒸气进入 C 干扰实验, Cl_2 与石灰乳在装置 E 中发生反应: $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, Cl_2 是有毒气体, 可根据 Cl_2 能够与碱反应的性质, 用 NaOH 溶液进行尾气处理, 然后再排放。

【解析】(1) Cl_2 有毒, 贮存 Cl_2 的钢瓶上应贴的标签为有毒品, 故选 B。

(2) “84”消毒液中含有 NaCl 、 NaClO 、 H_2O 等, 为混合物, A 错误; 长期暴露在空气中, 漂白粉和“84”消毒液都会失效,

关键点 失效原理均为与空气中 CO_2 、 H_2O 反应生成 HClO , HClO 分解为 HCl 和 O_2

二者均应避光密封保存, B 错误; 漂白粉和“84”消毒液均通过次氯酸的强氧化性发挥消毒作用, 可用于环境表面消毒杀菌, C 正确; 次氯酸根离子与盐酸反应生成的氯气对人体以及环境有害, 漂白粉和“84”消毒液都不能和洁厕灵混合使用, D 错误。

(3) 工业上用氢气和氯气反应制取氯化氢, 反应的化学方程式为 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$ 。

(4) B 中氯气和水反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$; B 中溶液含有次氯酸和盐酸, 滴在紫色石蕊试纸上, 紫色石蕊试纸先变红, 再被次氯酸漂白而褪色。

(5) 通入 I 中的 Cl_2 未干燥, 故其只能检验有 H_2O 存在的条件下氯气的漂白性, 则 II 应为 Cl_2 干燥装置, Cl_2 可与碱石灰反应, 干燥剂只能用浓硫酸, 而 III 中检验干燥 Cl_2 是否有漂白性, 应选用干燥的有色布条, C 符合题意。

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.C 【解析】1 mol 该物质含有的氮原子数为 $2N_A$, 14 g (0.5 mol) 氮气所含的氮原子数为 N_A , 二者含有的氮原子数不相等, A 错误; 1 mol 该物质含 49 mol 原子 (一个 $\text{C}_{20}\text{H}_{11}\text{N}_2\text{O}_{10}\text{S}_3\text{Na}_3$ 分子所含的原子数为 $20+11+2+10+3+3=49$), 原子数为

$49N_A$, B 错误; 1 mol 该物质含 3 mol 硫原子, 硫原子的摩尔质量为 $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 总质量为 $3 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 96 \text{ g}$, C 正确; 该化合物的摩尔质量为 $(20 \times 12 + 11 \times 2 \times 14 + 10 \times 16 + 3 \times 32 + 3 \times 23) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 604 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 单位错误, D 错误。

3-1.C 【解析】标准状况下, HCl 为气体, H_2O 不是气体, 二者体积相同时物质的量不同, ①错误; 1 g H_2 和 14 g N_2 的物质的量均为 0.5 mol, 且标准状况下均为气体, 则二者体积相同, ②正确; SO_3 的沸点为 44.8°C , 标准状况下, SO_3 并非气态, 无法用标准气体摩尔体积计算 2.24 L SO_3 的物质的

速记 标准状况下的非气态物质有 SO_3 、 NO_2 、 N_2O_4 、 Br_2 、 CCl_4 、 HF 等

量, 氧原子数无法确定, ③错误; 故选 C。

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, $\bar{M} = \frac{M_1 + M_2}{2}$, 空气的平均摩尔质量为 $29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, ①的平均摩尔质量约为 $3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 小于空气, ②和③的平均摩尔质量分别约是 $30 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 都大于空气的 $29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 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, $N_A \approx 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, 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.D 【解析】气态物质粒子之间的距离要比粒子本身的直径大很多倍, 故粒子本身的大小对气态物质体积无显著影响, 温度和压强影响粒子间距离, 故对气态物质体积有显著影响的是①温度和压强、②所含粒子数、④粒子间的距离, 选 D。

3.C 【解析】 CH_4 的摩尔质量为 $16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, NH_3 的摩尔质量为 $17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 物质的量相同的 CH_4 和 NH_3 的质量比等于其摩尔质量之比, 即 16:17, A 错误; 同温同压下, 体积之比等于物质的量之比, 但题目未说明条件是否相同, 二者体积之比不一定为 1:1, B 错误; CH_4 和 NH_3 分子中均含 10 个电子, 二者物质的量相同, 则电子总数相等, C 正确; 1 个 CH_4 分子含 4 个 H 原子, 1 个 NH_3 分子含 3 个 H 原子, 二者物质的量相同, 则 H 原子数之比为 4:3, D 错误。

4.A 【解析】 Na_2S 与 Na_2O_2 摩尔质量均为 $78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 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 $\frac{48 \text{ g}}{2 \text{ mol}} = 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, B 错误; 反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 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)、66 g H_2O (物质的量约为 3.67 mol, 约含 3.67 mol O), 所以含 O 原子的数目大于 $2N_A$, D 错误。

5. B 【解析】 顺铂的化学式为 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$, 摩尔质量为 $300 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 一片顺铂药片中顺铂的物质的量 $n = \frac{3 \times 10^{-4} \text{ g}}{300 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \times 10^{-6} \text{ mol}$, A 正确; 每个顺铂分子含 6 个 H 原子, 一片顺铂药片中顺铂所含 H 原子数目为 $6 \times 10^{-6} N_A$, B 错误; 每个顺铂分子含 2 个 N 原子, 一片顺铂药片中顺铂所含 N 原子的物质的量为 $2 \times 10^{-6} \text{ mol}$, 质量为 $2 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.8 \times 10^{-5} \text{ g}$, C 正确; 相同条件下等体积气体的物质的量相等, 1 个 HCl 含 2 个原子、1 个 NH_3 含 4 个原子, 则二者的原子数之比为 1:2, D 正确。

6. 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。

7. (1) $2N_A$ (2) 2 (3) $78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (4) ②④③① (5) $106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (6) $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (7) $5m \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

【解析】 (1) 一个 CH_4 分子含有 10 个电子, 则 0.2 mol CH_4 中含有的电子数是 $0.2 \text{ mol} \times 10 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$ 。

(2) 0.5 mol CH_3OH 中氢原子物质的量为 $0.5 \text{ mol} \times 4 = 2 \text{ mol}$, 则含相同氢原子数的氢气物质的量为 1 mol, 质量为 $1 \text{ mol} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2 \text{ g}$ 。

(3) 7.8 g Na_2X 中含有 Na^+ 0.2 mol, 则 Na_2X 的物质的量为 0.1 mol, 摩尔质量为 $\frac{7.8 \text{ g}}{0.1 \text{ mol}} = 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4) 标准状况下, ① 6.72 L CH_4 的物质的量为 $\frac{6.72 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.3 \text{ mol}$, 所含氢原子数为 $0.3 \text{ mol} \times 4 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 1.2N_A$; ② 3.01×10^{23} 个 HCl 的物质的量为 $\frac{3.01 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.5 \text{ mol}$, 所含氢原子数为 $0.5N_A$; ③ 13.6 g H_2S 的物质的量为 $\frac{13.6 \text{ g}}{34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$, 所含氢原子数为 $0.4 \text{ mol} \times 2 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.8N_A$; ④ 0.2 mol NH_3 中氢原子数为 $0.2 \text{ mol} \times 3 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.6N_A$, 故四种气体所含氢原子数由小到大的顺序是 ②④③①。

(5) 已知 16 g A 和 20 g B 恰好完全反应生成 0.04 mol C 和 31.76 g D, 根据质量守恒可知, C 的质量为 $16 \text{ g} + 20 \text{ g} - 31.76 \text{ g} = 4.24 \text{ g}$, 则 C 的摩尔质量为 $\frac{4.24 \text{ g}}{0.04 \text{ mol}} = 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(6) 设瓶的容积为 $x \text{ L}$, 质量为 $y \text{ g}$, 标准状况下, 该瓶充满 O_2 时质量为 116 g, 充满 CO_2 质量为 122 g, 可列出方程式: ① $32 \times \frac{x}{22.4} + y = 116$, ② $44 \times \frac{x}{22.4} + y = 122$, 联立两个方程式可得, $x = 11.2$, $y = 100$, 充满某气体时质量为 114 g, 则该气体的密度为 $\frac{(114 - 100) \text{ g}}{11.2 \text{ L}} = 1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(7) 相同条件下, 气体的密度之比等于其摩尔质量之比, 生成的混合气体的密度是相同条件下 H_2 密度的 m 倍, 则混合气体的平均摩尔质量为 $2m \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 假设有 2 mol A 反应, 则生成 1 mol B、2 mol C、2 mol D, 生成物的质量 = $2m \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times (1 + 2 + 2) \text{ mol} = 10m \text{ g}$, 反应前后质量不变, 则 A 的质量为 10m g, 其摩尔质量为 $\frac{10m \text{ g}}{2 \text{ mol}} = 5m \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

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. A 【解析】 胆矾的摩尔质量为 $250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 25 g 胆矾的物质的量为 0.1 mol, 溶于水配成 1 L 溶液后物质的量浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 正确; 同浓度的三种溶液中, SO_4^{2-} 的浓度仅由化学式决定, 与体积无关, 则 SO_4^{2-} 浓度之比为 1:1:3, B 错误; 加热浓缩盐酸时, HCl 挥发导致浓度无法达到理论值, C 错误; 未明确溶液体积, 总物质的量无法确定, D 错误。

3-1. (1) 12 (2) ① 16.7 ② 偏小 偏小 (3) 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)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 $c_1 V_1 = c_2 V_2$ 知,需要量取的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,导致取用的浓溶液体积偏小,配制的溶液浓度偏小;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。

(3)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 不符合题意;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 不符合题意;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 符合题意;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 不符合题意。

越刷越强

1. B 【解析】40 g NaOH 的物质的量为 1 mol,配成 1 L 溶液,浓度为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,A 不符合题意;62 g Na_2O 的物质的量为 1 mol,与水反应生成 2 mol NaOH,溶液体积为 1 L,浓度为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,B 符合题意;含 2 mol Na^+ 的 1 L Na_2SO_4 溶液中 Na^+ 的物质的量浓度为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, Na_2SO_4 的物质的量浓度为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 不符合题意;将 100 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液加水稀释到 200 mL 后浓度为 $\frac{2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.100 \text{ L}}{0.200 \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,D 不符合题意。

2. C 【解析】溶液呈电中性,根据电荷守恒,阳离子所带正电荷总数等于阴离子所带负电荷总数,即 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 + 2c(\text{Mg}^{2+}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 + 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1$,解得 $c(\text{Mg}^{2+}) = 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故选 C。

3. C 【解析】由题干可知①400 mL $2.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 溶液,②250 mL $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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 $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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,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 $c_1 V_1 = c_2 V_2$ 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】设 49% 的硫酸的物质的量浓度为 c_1 ,密度为 ρ_1 ,98% 的浓硫酸的物质的量浓度为 c_2 ,密度为 ρ_2 ,则 $c_1 = \frac{1000\rho_1 \times 49\%}{98} = 5\rho_1$, $c_2 = \frac{1000\rho_2 \times 98\%}{98} = 10\rho_2$,由于硫酸的质量分数越大,其密度越大,即 $\rho_1 < \rho_2$,因此 $c_2 > 2c_1$,A 正确;设 20% NaOH 溶液、30% NaOH 溶液的密度依次为 ρ_1 、 ρ_2 ,二者溶液体积分别为 V,则混合后溶质的质量分数为 $\frac{\rho_1 V \times 20\% + \rho_2 V \times 30\%}{\rho_1 V + \rho_2 V} \times 100\% = \left(0.2 + \frac{0.1\rho_2}{\rho_1 + \rho_2}\right) \times 100\%$,氢氧化钠溶液质量分数越大,

密度越大,即 $\rho_1 < \rho_2$, 故混合后溶液的溶质质量分数大于 25%, B 正确; $c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\rho_1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的硫酸与 $c_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\rho_2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的硫酸等体积混合, 假设硫酸体积为 $V \text{ L}$, 则得到 $\rho_3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的硫酸的浓度为 $\frac{(c_2+c_1)V}{(\rho_1+\rho_2)V} = \frac{(c_2+c_1)\rho_3}{\rho_1+\rho_2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

C 错误; 已知 25 °C 时氯化钠在水中的溶解度为 36 g, 则 NaCl 饱和溶液中溶质的质量分数 $w = \frac{S}{S+100} \times 100\% = \frac{36}{136} \times 100\% \approx 26.5\%$, 因此, 25 °C 时 NaCl 饱和溶液 (密度为 $1.17 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) 的物质的量浓度 $c = \frac{1\,000\rho w}{M} \approx \frac{1\,000 \times 1.17 \times 26.5\%}{58.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。

归纳总结 溶质相同、质量分数不同的两溶液混合规律

同一溶质, 质量分数分别为 $a\%$ 、 $b\%$ 的两溶液混合。

- (1) 等体积混合: 当溶液密度 $> 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 时, 混合后溶质质量分数 $> \frac{1}{2}(a\%+b\%)$; 当溶液密度 $< 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 时, 混合后溶质质量分数 $< \frac{1}{2}(a\%+b\%)$ 。
- (2) 等质量混合: 无论溶液密度是多少, 混合后溶质质量分数 $= \frac{1}{2}(a\%+b\%)$ 。

8. (1) ① $\text{NaClO} = \text{Na}^+ + \text{ClO}^-$ ② 通入 CO_2 后, CO_2 与 NaClO 溶液反应生成 HClO, HClO 具有漂白性
(2) ① 胶头滴管 500 mL 容量瓶 ② 5.0 ③ egafcbld ④ BC
(3) 1.92

【解析】(1) ① NaClO 在水中的电离方程式为 $\text{NaClO} = \text{Na}^+ + \text{ClO}^-$ 。② “84”消毒液中通入 CO_2 后, CO_2 与 NaClO 溶液反应生成 HClO, HClO 具有漂白性, 使溶液快速褪色。

(2) ① 配制 450 mL $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 溶液, 需要用 500 mL 容量瓶, 根据实验的步骤, 配制过程中需要的玻璃仪器除量

筒、烧杯、玻璃棒外, 还需要胶头滴管、500 mL 容量瓶。

② 原消毒液的物质的量浓度为 $\frac{1\,000 \times 1.19 \times 12.5\%}{74.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据在配制过程中溶质的物质的量不变, 则需要的原消毒液的体积为 $\frac{0.5 \times 0.02}{2.0} \text{ L} = 0.005 \text{ L}$, 即 5.0 mL。

③ 配制该溶液的实验步骤为计算、量取、稀释、冷却、移液、洗涤、定容、摇匀、装瓶、贴标签等, 结合图示, 操作的顺序为 egafcbld。④ 转移溶液前容量瓶内有少量蒸馏水不影响溶液的浓度, A 不符合题意; 定容摇匀后, 发现液面下降, 继续加水至刻度线, 溶液的体积偏大, 导致所配溶液浓度偏小, B 符合题意; 未洗涤烧杯及玻璃棒, 溶质减少, 导致所配溶液浓度偏小, C 符合题意。

(3) 根据离子方程式 $\text{ClO}^- + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ 可得关系式: $\text{ClO}^- \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的物质的量为 $0.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.024 \text{ L} = 0.0192 \text{ mol}$, 根据上述关系式知 NaClO 的物质的量为 $\frac{0.0192 \text{ mol}}{2} = 0.0096 \text{ mol}$, 则该“84”消毒液中 NaClO 的物质的量浓度为 $\frac{0.0096 \text{ mol}}{0.005 \text{ L}} = 1.92 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

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 97.79 °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 °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. C 【解析】 $c = \frac{n}{V}$ 中 V 指的是溶液的体积而非溶剂的体积, A 错误; 未给出溶液体积, 无法计算 Na^+ 的具体数目, B 错误; CO 和 N_2 的摩尔质量均为 $28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 28 g 混合气体总物质的量为 1 mol, CO 和 N_2 分子均含 2 个原子, 总原子数为 $2N_A$, C 正确; 若 CO 和 CO_2 的质量均为 $m \text{ g}$, 则 CO 的物质的量为 $\frac{m}{28} \text{ mol}$, 含 $\frac{m}{28} \text{ mol}$ O 原子, CO_2 的物质的量为 $\frac{m}{44} \text{ mol}$, 含 $\frac{m}{22} \text{ mol}$ O 原子, 二者中氧原子的物质的量之比为 $\frac{m}{28} : \frac{m}{22} = 11 : 14$, 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、 CO_2 反应, 最终都会转变成 Na_2CO_3 , NaOH 长期放置在空气中, 会与空气中的 CO_2 反应, 最终也会转变为 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范围为 $(m+0.8) \text{ g} \sim (m+1.6) \text{ g}$, C 正确。

5. D 【解析】由 $n = \frac{N}{N_A}$ 可知, 分子数之比 = 物质的量之比 = 1:1,

①正确; CO 和 CO_2 分子中所含电子数分别为 14、22, 故等物质的量的 CO 和 CO_2 所含的电子数目之比 = 14:22 = 7:11, ②正确; 1 个 CO 和 CO_2 分子中所含原子数分别为 2、3, 故等物质的量的 CO 和 CO_2 所含的原子总数目之比 = 2:3, ③正确; 1 个 CO 和 CO_2 均含 1 个 C 原子, 故等物质的量的 CO 和 CO_2 所含的 C 原子数目之比 = 1:1, ④正确; 1 个 CO 和 CO_2 分子中分别含 1 个 O 原子、2 个 O 原子, 故等物质的量的 CO 和 CO_2 所含的 O 原子数目之比 = 1:2, ⑤正确; 故选 D。

6. B 【解析】 Na_2O_2 和 Na_2O 各 0.1 mol 分别溶于水都生成 0.2 mol NaOH , 溶液体积均为 1 L , 所得溶液的物质的量浓度均为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 错误; 设 98% 的浓硫酸的密度为 $A \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 49% 的硫酸的密度为 $a \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 根据 $c = \frac{1000\rho w}{M}$,

$$18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{1000 \times A \times 98\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(49\% \text{ 的硫酸}) =$$

$$\frac{1000 \times a \times 49\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{硫酸的浓度越大密度越大, 故 } A > a,$$

则 $c(49\% \text{ 的硫酸}) < 9.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确; $150 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氯化钾溶液中的 $c(\text{Cl}^-) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $50 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氯化铝溶液中的 $c(\text{Cl}^-) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 错误; 设溶液的体积为 1 L , 则溶液的质量为 $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 1000 \text{ mL} = (1.174 \times 1000) \text{ g}$, 溶质的物质的量为 $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 4.0 \text{ mol}$, 质量为 $4.0 \text{ mol} \times 74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = (4.0 \times 74.5) \text{ g}$, 所以溶液中 KCl 的质量分数为 $\frac{74.5 \times 4.0}{1.174 \times 1000} \times 100\%$, D 错误。

7. D 【解析】由于配制溶液时需要加入蒸馏水定容, 所以容量瓶用蒸馏水洗净后不必干燥, 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 $500 \text{ mL } 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}$ 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, $c(\text{HNO}_3) = \frac{1000\rho w}{M} =$

$$\frac{1000 \times 1.42 \times 63\%}{63} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 14.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{A 正确; 由题给}$$

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 $c(\text{SO}_4^{2-}) :$

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

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, 20°C 时在水中的溶解度小于 1 g , 则 1 L 溶液 (将水的体积视为 1 L 进行分析) 中可溶解的 $m[\text{Ca}(\text{OH})_2] < 10 \text{ g}$,

$$n[\text{Ca}(\text{OH})_2] < \frac{10 \text{ g}}{74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.14 \text{ mol}, \text{则 } c(\text{OH}^-) < 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

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

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

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

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

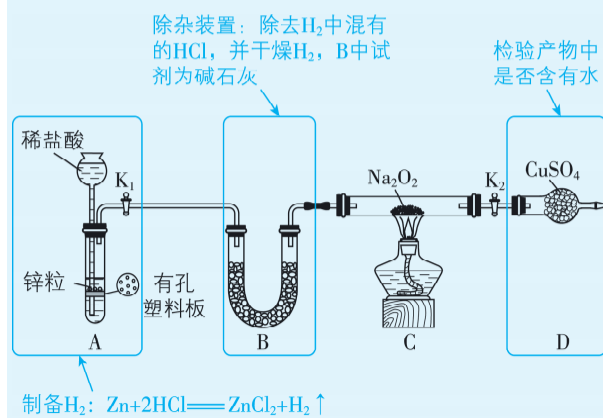
9. A

思路导引 I 是空白实验, II 和 I 的 pH 曲线重合, 说明加入的 Na_2CO_3 只与石灰水中的 Ca^{2+} 反应, 不与 OH^- 反应; III 的 pH 曲线明显降低, 说明 OH^- 被消耗。

【解析】I 加入蒸馏水, 其 pH 变化仅由稀释引起, 可对比排除 II、III 中体积变化 (稀释) 对 pH 的影响, A 正确; II 中 Na_2CO_3 与澄清石灰水反应生成 CaCO_3 沉淀和 NaOH , 发生了化学反应, B 错误; III 中石灰水恰好完全反应时, 方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NaHCO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$, 溶液中溶质为 Na_2CO_3 , 碳酸钠溶液显碱性, 常温下, $\text{pH} > 7$, C 错误; III 中初期 NaHCO_3 少量, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 过量, 反应为 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, D 错误。

10. D

图解



【解析】 MnO_2 与浓盐酸在加热条件下反应生成 Cl_2 , A 错误; 检查装置 A 气密性时, 应先关闭 K_1 , 再向长颈漏斗中

加水,否则无法产生液面差,B 错误;装置 B 的作用是除去 H_2 中的 HCl 与水蒸气,若装置 B 中盛放无水氯化钙,则不能吸收 HCl ,C 错误;装置 C 加热前需确保装置内空气已排尽,可用试管在装置 D 管口末端处收集气体点燃,通过声

易错点 O_2 存在可能会引起爆炸,要先排尽空气

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. B

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 $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$ 、 $Ba^{2+} + CO_3^{2-} = BaCO_3 \downarrow$, a 点到 b 点沉淀质量不变,说明 $BaCl_2$ 溶液过量; b 点后沉淀质量减少,说明 $V(BaCl_2 \text{ 溶液}) = 40 \text{ mL}$, b 点到 d 点发生的反应为 $BaCO_3 + 2H^+ = Ba^{2+} + CO_2 \uparrow + H_2O$, 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 $m(CO_2) = 0.88 \text{ g}$,则 $n(Na_2CO_3) = n(BaCO_3) = \frac{1}{2}n(HCl) = \frac{1}{2} \times 0.04 \text{ L} \times c(HCl) = n(CO_2) = \frac{0.88 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$, $c(HCl) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;氯化钡溶液和稀盐酸的浓度相等,则 $c(BaCl_2) = c(HCl) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $BaSO_4$ 、 $BaCO_3$ 沉淀总质量为 6.27 g ,即 $n(Na_2SO_4) = n(BaSO_4) = \frac{6.27 \text{ g} - 197 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.02 \text{ mol}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.01 \text{ mol}$; O 点到 a 点,由 Ba 原子守恒可知, $n(BaCO_3) + n(BaSO_4) = n(BaCl_2) = 0.03 \text{ mol} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V_1 \times 10^{-3} \text{ L}$, $V_1 = 30$ 。

【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 $c(Na_2CO_3) : c(Na_2SO_4) = n(Na_2CO_3) : n(Na_2SO_4) = 0.02 \text{ mol} : 0.01 \text{ mol} = 2 : 1$,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 $BaCO_3 + 2H^+ = Ba^{2+} + CO_2 \uparrow + H_2O$,D 错误。

12. C

思路导引

若为 Na 元素的价—类二维图; b 为钠, c 为氧化钠或过氧化钠, e 为氢氧化钠, f 为钠盐(如氯化钠、碳酸钠);若为 Cl 元素的价—类二维图; a 为氯化氢, b 为氯气, c 为 Cl_2O , d 为次氯酸, f 为次氯酸盐(如次氯酸钠)。

【解析】若 b 为黄绿色气体,即 Cl_2 ,则 d 为 $HClO$,具有强氧化性,A 正确。 Cl 元素不存在 +1 价碱,若有 e ,则考虑 b 、 e 、 f 均含 Na 元素,此时 b 为单质 Na , e 为 $NaOH$, f 可以为 Na_2CO_3 , Na 与水反应生成 $NaOH$, $NaOH$ 与 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 ,B 正确。若 b 为银白色固体,则 b 为 Na , c 为 Na_2O

或 Na_2O_2 ,若 c 为 Na_2O , Na_2O 投入紫色石蕊溶液中, Na_2O 与水反应生成 $NaOH$,溶液显碱性,溶液只变蓝不褪色;若 c 为 Na_2O_2 ,与水反应生成 $NaOH$ 和 O_2 ,溶液显碱性,使石蕊变蓝,同时 Na_2O_2 具有强氧化性,能使指示剂褪色,故现象为溶液先变蓝后褪色,C 错误。浓盐酸与高锰酸钾固体反应可制备 Cl_2 : $2KMnO_4 + 16HCl(\text{浓}) = 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$,D 正确。

13. D 【解析】稀释过程中 $n(Na^+)$ 不变,则原溶液中 $c(Na^+) = \frac{0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.00 \text{ L}}{0.2 \text{ L}} = 0.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,结合溶液呈电中性可知, $2c(SO_4^{2-}) + c(Cl^-) = c(Na^+) + c(K^+) = 0.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.90 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,结合题图甲,知 $c(SO_4^{2-}) = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $c(Cl^-) = 0.90 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,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; $c(K_2SO_4) = c(SO_4^{2-}) = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,根据钾元素守恒可知, $c(KCl) = 0.90 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 2c(K_2SO_4) = 0.90 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 错误; $c(K_2SO_4) = c(SO_4^{2-}) = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(NaCl) = c(Na^+) = 0.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,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 (3) 0.8 mol $2N_A$
(4) 0.15 mol (5) 1 : 1 (6) c

【解析】(1) 硫酸铝中 Al^{3+} 和 SO_4^{2-} 的物质的量之比为 $2 : 3$,则含 $0.4 \text{ mol } Al^{3+}$ 的 $Al_2(SO_4)_3$ 中所含的 SO_4^{2-} 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, $0.2 \text{ mol } H_3PO_3$ 含 1.4 mol 原子,则与 $0.2 \text{ mol } H_3PO_3$ 所含原子数相等的 H_2O_2 为 $\frac{1.4}{4} \text{ mol} = 0.35 \text{ mol}$ 。

(3) $3.4 \text{ g } NH_3$ 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 SO_4^{2-} 的物质的量为 x ,根据溶液呈电中性, $0.2 \text{ mol} + 0.25 \text{ mol} \times 2 = 0.4 \text{ mol} + 2x$,则 SO_4^{2-} 的物质的量 $x = 0.15 \text{ mol}$ 。

(5) $NaH + H_2O = NaOH + H_2 \uparrow$, H_2O 中部分 H 元素化合价由 +1 降低为 0,该反应中氧化剂是 H_2O , 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, N_2 为生成物,根据反应过程中元素守恒可知, Cl^- 、 H_2O 、 N_2 为生成物, ClO^- 、 NH_4^+ 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 $3\text{ClO}^- + 2\text{NH}_4^+ \longrightarrow 3\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$ 。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 NH_4^+ ,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 N_2 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 NH_4^+ ,氧化性: $\text{ClO}^- > \text{NH}_4^+$,e 正确。

15. (1) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ (2) Cl^-
 (3) ① CO_2 、 NaCl ② II ③ $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$
 (4) ①取少量样品于试管中,加水溶解,先加稀硝酸酸化,再加硝酸银溶液,若有白色沉淀生成,则证明样品中含有 NaCl
 ② $\frac{106n}{m}\%$

思路导引 II. 向饱和食盐水中通入氨气、二氧化碳,反应生成碳酸氢钠沉淀和氯化铵: $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 。过滤得碳酸氢钠固体和母液,加热碳酸氢钠固体, NaHCO_3 分解为碳酸钠、二氧化碳和水,其中 CO_2 可循环利用;母液中加入食盐粉、通氨气,蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得氯化铵,过滤后的母液中主要含 NaCl ,可循环利用。

【解析】(1) Na_2O_2 与 H_2O 反应方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(2) Na_2O_2 与水反应生成氢氧化钠和氧气, Na^+ 数目增多, HCO_3^- 与 OH^- 发生反应 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$,故 HCO_3^- 的数目减少, CO_3^{2-} 的数目增多,则离子数目几乎不变的为 Cl^- 。

(3) ①根据分析,该流程中可循环利用的物质是 CO_2 和 NaCl 。②根据分析,该流程中操作 I、II、III 中不涉及过滤的操作是 II。③将二氧化碳和氨气通入饱和食盐水中,反应生成 NaHCO_3 沉淀和 NH_4Cl ,离子方程式为 $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$ 。

(4) ①检验 Cl^- 即可检验纯碱(Na_2CO_3)样品中的 NaCl , Cl^- 和 Ag^+ 会反应生成不溶于酸的 AgCl 沉淀,故方案为取少量样品于试管中,加水溶解,先加稀硝酸酸化排除干扰,再加硝酸银溶液,若有白色沉淀生成,则证明样品中含有 NaCl 。②根据碳元素守恒计算, $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CaCO}_3) = \frac{n \text{ g}}{100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

$\frac{n}{100} \text{ mol}$,该样品中碳酸钠的质量分数:

$$\frac{\frac{n}{100} \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{106n}{m}\%$$

16. (1) 平衡气压,使浓盐酸顺利滴下

(2) $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 溶液由绿色变为紫红色

(3) 装置 A 和 B 之间缺少除杂质 HCl 气体的装置

(4) CD

(5) $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

(6) $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

【解析】(1) a 连通上下仪器,可平衡气压,使浓盐酸顺利滴下。

(2) 装置 A 中用次氯酸钙和 HCl 发生归中反应制备 Cl_2 ,化学方程式为 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;装置 B 中的主要反应为氯气氧化锰酸钾: $2\text{MnO}_4^{2-} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{MnO}_4^- + 2\text{Cl}^-$,该反应导致溶液由绿色(MnO_4^{2-})变为紫红色(MnO_4^-)。

(3) 锰酸钾在浓强碱溶液中可稳定存在,碱性减弱时易发生反应: $3\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{OH}^-$,一部分 MnO_4^{2-} 转化为 MnO_2 ,导致最终 KMnO_4 的产率降低,而浓盐酸易挥发,直接导致 B 中溶液的碱性减弱,故该缺陷是装置 A 和 B 之间缺少除杂质 HCl 气体的装置。

(4) 定容时,俯视容量瓶刻度线,使溶液的体积偏小,浓度偏高,A 不符合题意;使用前容量瓶内有少量蒸馏水,不影响配制溶液的浓度,B 不符合题意;转移溶液后的烧杯、玻璃棒未洗涤会使溶质偏少,溶液的浓度偏低,C 符合题意;定容后摇匀,发现液面降低,又补加蒸馏水重新达到刻度线,使溶液体积偏大,浓度偏低,D 符合题意。

(5) Cl^- 具有还原性, KMnO_4 在酸性条件下具有强氧化性,会将 Cl^- 氧化为 Cl_2 ,反应的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(6) 利用酸性 KMnO_4 溶液测定补血剂中铁元素的含量的实验原理为酸性 KMnO_4 溶液将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,通过补血剂消耗的 $n(\text{KMnO}_4)$ 计算补血剂中的 $n(\text{Fe}^{2+})$,离子方程式为 $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

17. (1) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$

(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 NaClO 和 KClO_3 的产率 (6) NaClO

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

(8) $\text{NaClO} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{Cl}_2 \uparrow$

(9) $\text{NaClO} + \text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{HClO}$ 、 $\text{NaClO} + \text{NaCl} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$

【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、氯化锰和水: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

(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 ClO_3^- ,温度较低时生成 ClO^- ;装置 C 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;C 处采用水浴加热, Cl_2 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 NaClO 和 KClO_3 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 $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{NaHCO}_3$ 。

(8) 由题表可知, $\text{pH} < 2$ 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、氯化钠和水,化学方程式为 $\text{NaClO} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

(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 $\text{NaClO} + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{HClO}$,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 $\text{NaClO} + \text{NaCl} + 2\text{CH}_3\text{COOH} = 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

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】铁可以被磁铁吸引,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;铁与水蒸气在高温条件下反应生成四氧化三铁和氢气,⑤正确。故选 B。

2-1. A 【解析】 FeO 在空气中受热被氧气氧化成 Fe_3O_4 ,A 错误; FeCl_2 可通过化合反应 $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$ 制取, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 可通过化合反应 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 制取,B 正确;维生素 C 具有还原性,能防止 Fe^{2+} 被氧化,则硫酸亚铁片和维生素 C 同时服用能增强治疗缺铁性贫血的效果,C 正确;铁与水蒸气高温下会发生反应: $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$,故钢铁生产中,炽热的铁水需要注入干燥的模具中,D 正确。

3-1. A 【解析】 Fe 与稀硫酸反应生成的氢气将装置内空气排出,可防止生成的氢氧化亚铁被氧化,①选;先打开 a,利用 Fe 与稀硫酸反应生成的氢气将装置内空气排出,再关闭 a,产生的氢气使 A 中压强增大,将硫酸亚铁溶液压入 B 中,与 NaOH 溶液反应生成氢氧化亚铁,且防止生成的氢氧化亚铁被氧化,②选;没有隔绝空气,生成的氢氧化亚铁易被氧化,③不选;苯隔绝空气,可防止生成的氢氧化亚铁被氧化,④选;选 A。

4-1. D

思路导引 铁和氯气发生反应: $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$,则固体产物中含 FeCl_3 ,可能含 Fe ,加入过量稀盐酸、少许植物油,得到淡黄色溶液,加入试剂 X 得到淡红色溶液,则试剂 X 中溶质可能为 KSCN ,向淡红色溶液中加入少量新制氯水得到深红色溶液,说明加入氯水后, Cl_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , Fe^{3+} 浓度增大,则淡红色溶液中含 Fe^{2+} ,由此推知固体产物中含 Fe 。固体产物加入过量稀盐酸后, Fe 完全转化为 FeCl_2 。

【解析】稀硫酸和稀盐酸都是非氧化性强酸溶液,都可以将可能存在的铁粉完全转化为 Fe^{2+} ,而不会将可能存在的 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,A 正确; KSCN 能与 Fe^{3+} 反应生成红色的 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$,则试剂 X 中溶质可能为 KSCN ,B 正确;新制氯水具有强氧化性,所以新制氯水能将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,C 正确;在加热条件下,铁粉与氯气反应生成的是 FeCl_3 ,而不是 FeCl_2 ,结合分析知,固体产物的成分为 Fe 、 FeCl_3 ,D 错误。

5-1. C 【解析】依据氧化还原反应的反应先后规律, Fe^{3+} 氧化性比 Cu^{2+} 强,加入铁粉, Fe 先与 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+} ,剩余 Fe 再与 Cu^{2+} 反应生成 Fe^{2+} 和 Cu 。若铁粉有剩余,则 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 均完全反应,溶液中的金属阳离子只有 Fe^{2+} ,不溶物中一定含有铜,A、B 正确。若铁粉无剩余,且溶液中有 Cu^{2+} ,则可能有三种情况:一种为 Cu^{2+} 只反应一部分, Fe^{3+} 完全反应;一种为 Cu^{2+} 未反应, Fe^{3+} 恰好完全反应;一种为 Cu^{2+} 未反应,且 Fe^{3+} 只反应一部分,则溶液中可能含有 Fe^{3+} ,C 错误。若铁粉无剩余,且溶液中无 Cu^{2+} ,说明 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 恰好与 Fe 完全反应,所以溶液中一定不含 Fe^{3+} ,一定含有 Fe^{2+} ,D 正确。