

“钠及其化合物”复习导航

河南省鲁山县第三高级中学 (467300) 师殿峰

一、知识归纳

1. 金属钠

(1) 原子结构: 钠的原子序数为 11, 在元素周期表中位于第三周期第 I A 族, 钠原子最外电子层上只有 1 个电子. 其原子结构示意图为 $\text{(+11)} \left. \begin{array}{c} 2 \\ 8 \\ 1 \end{array} \right\}$.

(2) 物理性质: 钠是银白色金属, 质软, 可以用刀切割. 钠是热和电的良好导体. 钠的密度是 0.97 g/cm^3 , 比水的密度小, 比煤油的密度大. 钠的熔点是 97.81°C , 沸点是 882.9°C .

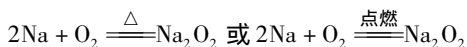
(3) 化学性质: 钠原子最外电子层上只有 1 个电子, 在化学反应中该电子很容易失去. 因此, 钠的化学性质非常活泼, 具有很强的还原性.

① 钠与非金属反应: 钠能够与氧气、氯气、硫等非金属单质反应.

a. 与氧气反应: 常温下, 钠易与空气中的氧气反应生成白色的氧化钠固体(刚切开的钠具有银白色金属光泽, 表面在空气中很快变暗).



在空气中加热或点燃时, 钠先熔化为银白色的小球, 然后与空气中的氧气剧烈反应(燃烧), 发出黄色火焰, 生成淡黄色的 Na_2O_2 固体.



注意: 钠在空气中久置变化的过程与现象: 切开金属钠, 呈银白色(钠的真面目) → 变暗(生成白色的 Na_2O) → 变成白色固体(Na_2O 与空气中的水作用生成 NaOH) → 表面形成溶液(NaOH 吸水潮解) → 结块(NaOH 吸收空气中的 CO_2 生成 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) → 变成白色粉末($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 失水风化).

b. 与氯气反应: 钠在氯气中燃烧, 反应剧烈, 能够产生白烟: $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{NaCl}$

c. 与硫反应: 钠与硫化合时甚至发生爆炸, 生成硫化钠: $2\text{Na} + \text{S} \longrightarrow \text{Na}_2\text{S}$ (研磨易爆炸)

② 钠与水反应: 钠与水剧烈反应, 反应实质是 Na 与 H_2O 电离出的 H^+ 反应, 即 Na 置换出了水中的氢.

$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ (其离子方程式为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$)

注意: 向一个盛有水的小烧杯里滴入几滴酚酞试液, 然后把一小块钠投入小烧杯中, 可观察到的实验现象为: 钠浮在水面上(“浮”), 立刻熔化成一个闪亮的小球(“熔”), 迅速四处游动(“游”), 并产生嘶嘶的响声(“嘶”), 溶液显红色(“红”). 由此实验可得出的结论是: 钠的密度比水小; 钠的性质非常活泼, 能与水发生剧烈反应; 反应时放出热量, 放出的热量使钠熔成小球(钠的熔点低); 钠与水反应生成了碱(NaOH)和气体(H_2).

③ 钠与酸反应: 钠与酸反应比钠与水反应更剧烈, 极易爆炸, 要特别小心. 钠与酸反应的实质是钠与酸电离的 H^+ 反应. 当钠不足时, 钠只与酸反应; 当钠过量时, 钠先与酸反应, 酸反应完后, 钠再与水反应. 如少量 Na 与稀 H_2SO_4 反应的化学方程式为:



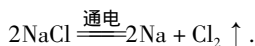
注意: Na 与稀 H_2SO_4 反应的实验现象跟钠与水反应的现象相似, 产生上述“浮”、“熔”、“游”、“嘶”的现象, 但反应更剧烈.

④ 钠与盐溶液反应: 钠与盐溶液反应, 一般分两步考虑: 先考虑 Na 与 H_2O 反应生成 NaOH 和 H_2 , 再考虑 NaOH 与盐是否发生复分解反应. 如 Na 与 CuSO_4 溶液反应, 其实质是: 第一步 Na 先与 H_2O 反应生成 NaOH 和 H_2 : $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$; 第二步 NaOH 与 CuSO_4 发生复分解反应: $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$. 其总化学方程式为: $2\text{Na} + \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$.

注意: Na 与 CuSO_4 溶液反应的实验现象跟钠与水反应的现象相似, 除产生上述“浮”、“熔”、“游”、“嘶”的现象外, 还有蓝色沉淀生成.

(4) 保存: 钠很容易跟空气中的氧气和水蒸气反应. 因此, 在实验室中通常将钠保存在煤油里或液态石蜡中, 将钠与氧气和水隔绝.

(5) 工业制法: 工业上, 用电解熔融氯化钠的方法制备钠:



(6) 焰色反应: 钠的焰色反应呈黄色. 可用焰色反应检验钠和钠的化合物.

(7) 存在: 由于单质钠的化学性质非常活泼, 所以钠在自然界里只以化合态形式存在.

2. 钠的重要化合物

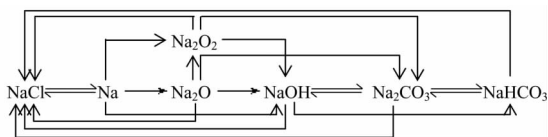
(1) 氧化钠与过氧化钠的性质比较

| 类别 | 氧化钠 | 过氧化钠 |
|--------------------|---|---|
| 热稳定性 | 不稳定 ($2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{O}_2$) | 稳定 |
| 与水反应 | $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ | $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ |
| 与 CO_2 反应 | $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$ | $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ |
| 与 SO_2 反应 | $\text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_3$ | $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$ |
| 与盐酸反应 | $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ | $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{HCl} = 4\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ |
| 与硫酸反应 | $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ |
| 氧化还原性 | 具有还原性 | 具有强氧化性 |
| 漂白性 | 无 | 有 |

(2) 碳酸钠与碳酸氢钠的比较

| 类别 | 碳酸钠 | 碳酸氢钠 |
|---------------------------------|---|---|
| 溶液的酸碱性 | 均呈碱性; 但相同物质的量浓度的溶液, Na_2CO_3 溶液的碱性比 NaHCO_3 溶液的碱性强 | |
| 热稳定性 | 稳定 | 不稳定, 受热易分解 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ |
| 与盐酸反应 | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ 或 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ | $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (NaHCO_3 比 Na_2CO_3 要剧烈的多) |
| 与澄清石灰水反应 | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ | $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{NaOH} + \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ |
| 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应 | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ | $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{NaHCO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{NaOH} + \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ |
| 与 NaOH 反应 | 不反应 | $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |
| 与 CO_2 反应 | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ | 不反应 |
| 与钙盐或钡盐溶液反应 | $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ 或 $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow$ | 不反应 |
| 生成条件 | NaOH 与 CO_2 反应, 当 $n(\text{NaOH}) : n(\text{CO}_2) = 2 : 1$ 时, 恰好完全反应生成 Na_2CO_3 | NaOH 与 CO_2 反应, 当 $n(\text{NaOH}) : n(\text{CO}_2) = 1 : 1$ 时, 恰好完全反应生成 NaHCO_3 |
| 相互转化 | ① $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$; ② $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; ③ $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | |
| 鉴别方法 | ① 固体用加热法; ② 溶液用盐酸互滴法; ③ 溶液用加钙盐或钡盐溶液法; ④ 等浓度测 pH 法 | |

3. 钠及其重要化合物的相互转化关系



二、高考题例析

1. 考查钠的性质

例 1 (2002 年上海春季综合卷) 在烧杯中加入水和苯(密度: 0.88 g/cm^3) 各 50 mL. 将一小粒金属钠(密度: 0.97 g/cm^3) 投入烧杯中. 观察到的现象可能是().

- A. 钠在水层中反应并四处游动
- B. 钠停留在苯层中不发生反应
- C. 钠在苯的液面上反应并四处游动
- D. 钠在苯与水的界面处反应并可能作上下跳动

解析 因钠的密度介于苯和水之间, 钠能与水反应放出氢气, 而钠不能与苯反应, 则钠在苯与水的界面处反应并可能作上下跳动.

故答案为 D.

2. 考查 Na_2O_2 的性质

例 2 (2004 年全国理综卷 II) 取 $a \text{ g}$ 某物质在

氧气中完全燃烧,将其产物跟足量的过氧化钠固体完全反应,反应后固体的质量恰好也增加了 a g. 下列物质中不能满足上述结果的是().

- A. H_2 B. CO C. $C_6H_{12}O_6$ D. $C_{12}H_{22}O_{11}$

解析 因 Na_2O_2 能够与 H_2O 和 CO_2 反应,将反应 $2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2H_2O$ 和 $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$ 叠加得 $Na_2O_2 + H_2 = 2NaOH \cdots \cdots$

①; 将反应 $2CO + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2$ 和 $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2$ 叠加得 $Na_2O_2 + CO = Na_2CO_3 \cdots \cdots$ ②; 由反应①和②可知 a g H_2 或 CO 或 $(CO)_x \cdot (H_2)_y$ 在 O_2 中完全燃烧,将其产物跟足量的过氧化钠固体完全反应,反应后固体的质量恰好增加了 a g. 将 $C_6H_{12}O_6$ 变形为 $(CO)_6 \cdot (H_2)_6$, 而 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 不能变形为 $(CO)_x \cdot (H_2)_y$ 的形式,则 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 不能满足上述结果. 故答案为 D.

3. 考查 $NaHCO_3$ 的性质

例3 (2005年上海化学卷)欲使 0.1 mol/L 的 $NaHCO_3$ 溶液中 $c(H^+)$ 、 $c(CO_3^{2-})$ 、 $c(HCO_3^-)$ 都减少,其方法是().

- A. 通入二氧化碳气体 B. 加入氢氧化钠固体
C. 通入氯化氢气体 D. 加入饱和石灰水溶液

解析 因 CO_2 与 $NaHCO_3$ 不反应,通入二氧化碳气体三种离子的浓度都不会减小; 因 $NaOH$ 与 $NaHCO_3$ 反应的离子方程式为 $HCO_3^- + OH^- = CO_3^{2-} + H_2O$, 加入氢氧化钠固体使 $c(H^+)$ 和 $c(HCO_3^-)$ 减小,而使 $c(CO_3^{2-})$ 增大; 因 HCl 与 $NaHCO_3$ 反应的离子方程式为 $HCO_3^- + H^+ = CO_2 \uparrow + H_2O$, 通入氯化氢气体使 $c(H^+)$ 增大,而使 $c(CO_3^{2-})$ 和 $c(HCO_3^-)$ 减小; 因 $Ca(OH)_2$ 与 $NaHCO_3$ 反应的离子方程式为 $HCO_3^- + OH^- + Ca^{2+} = CaCO_3 \downarrow + H_2O$, 加入饱和石灰水溶液使 $c(H^+)$ 、 $c(CO_3^{2-})$ 、 $c(HCO_3^-)$ 都减少; 则只有 D 符合题意. 故答案为 D.

4. 考查 Na_2CO_3 与 $NaHCO_3$ 的性质

例4 (2009年全国理综卷II)下列叙述中正确的是().

A. 向含有 $CaCO_3$ 沉淀的水中通入 CO_2 至沉淀恰好溶解,再向溶液中加入 $NaHCO_3$ 饱和溶液,又有 $CaCO_3$ 沉淀生成

B. 向 Na_2CO_3 溶液中逐滴加入等物质的量的稀盐酸,生成的 CO_2 与原 Na_2CO_3 的物质的量之比为 $1 : 2$

C. 等质量的 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 分别与足量盐酸反应,在同温同压下,生成的 CO_2 体积相同

D. 向 Na_2CO_3 饱和溶液中通入 CO_2 , 有结晶析出

解析 向含有 $CaCO_3$ 沉淀的水中通入 CO_2 至沉淀恰好溶解得到 $Ca(HCO_3)_2$ 溶液,由于 $Ca(HCO_3)_2$ 能完全电离成 Ca^{2+} 和 HCO_3^- , 则再向溶液中加入 $NaHCO_3$ 饱和溶液不会有 $CaCO_3$ 沉淀生成; 向 Na_2CO_3 溶液中逐滴加入等物质的量的稀盐酸,其反应为 $Na_2CO_3 + HCl = NaCl + NaHCO_3$, 则不会有 CO_2 生成; 由反应 $NaHCO_3 + HCl = NaCl + CO_2 \uparrow + H_2O$ 和 $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2 \uparrow + H_2O$ 可知,等质量的 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 分别与足量盐酸反应,在同温同压下生成的 CO_2 体积不相同; 向 Na_2CO_3 饱和溶液中通入 CO_2 生成 $NaHCO_3$ ($Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2NaHCO_3$), 由于 $NaHCO_3$ 的溶解度比 Na_2CO_3 小,且由于溶剂水量的减少,则有结晶 ($NaHCO_3$) 析出. 故答案为 D.

5. 考查 $NaHCO_3$ 与 Na_2O_2 的性质

例5 (2008年北京理综卷II) 1 mol 过氧化钠与 2 mol 碳酸氢钠固体混合后,在密闭容器中加热充分反应,排出气体物质后冷却,残留的固体物质是().

- A. Na_2CO_3 B. Na_2O_2 Na_2CO_3
C. $NaOH$ Na_2CO_3 D. Na_2O_2 $NaOH$ Na_2CO_3

解析 由反应 $2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$ 、 $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$ 、 $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2 \uparrow$ 和 $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$ 可知, 2 mol $NaHCO_3$ 受热分解可生成 1 mol Na_2CO_3 、 1 mol CO_2 和 1 mol H_2O . 若 1 mol H_2O 与 1 mol Na_2O_2 反应可生成 2 mol $NaOH$, 2 mol $NaOH$ 又恰好与 1 mol CO_2 反应生成 1 mol Na_2CO_3 ; 若 1 mol CO_2 直接与 1 mol Na_2O_2 反应也生成 1 mol Na_2CO_3 ; 从而可知,残留的固体物质是 Na_2CO_3 . 故答案为 A.

6. 考查有关钠及其化合物的计算

(1) 考查 Na 与水反应的计算

例6 (2009年上海化学卷) 9.2 g 金属钠投入到足量的重水中,则产生的气体中含有().

- A. 0.2 mol 中子 B. 0.4 mol 电子
C. 0.2 mol 质子 D. 0.4 mol 分子

解析 由反应 $2Na + 2D_2O = 2NaOD + D_2 \uparrow$ 可知, 9.2 g (即 0.4 mol) 金属钠与足量的重水反应生成 0.2 mol 气体 (D_2), 其中含有 0.4 mol 中子、 0.4 mol 电子、 0.4 mol 质子、 0.2 mol 分子. 故答案为 B.

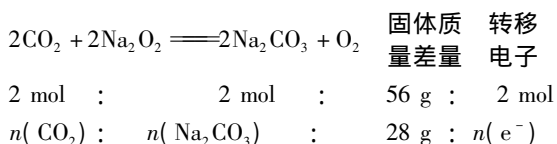
(2) 考查 Na_2O_2 与 CO_2 反应的计算

例7 (2011年上海化学卷) 过氧化钠可作为氧气的来源. 常温常压下二氧化碳和过氧化钠反应

后 若固体质量增加了 28 g ,反应中有关物质的物理量正确的是(N_A 表示阿伏加德罗常数) () .

| | 二氧化碳 | 碳酸钠 | 转移的电子 |
|---|--------|-------|--------|
| A | 1 mol | | N_A |
| B | 22.4 L | 1 mol | |
| C | | 106 g | 1 mol |
| D | | 106 g | $2N_A$ |

解析 设参加反应的二氧化碳的物质的量为 $n(\text{CO}_2)$,生成碳酸钠的物质的量为 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$,转移电子的物质的量为 $n(e^-)$.则



2 mol : 56 g = $n(\text{CO}_2)$: 28 g ,解得 $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol}$,但在常温常压下二氧化碳的体积不是 22.4 L ;

2 mol : 56 g = $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$: 28 g ,解得 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1 \text{ mol}$,则生成碳酸钠的质量 $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1 \text{ mol} \times 106 \text{ g/mol} = 106 \text{ g}$; 56 g : 2 mol = 28 g : $n(e^-)$,解得 $n(e^-) = 1 \text{ mol}$,则转移的电子数为 N_A . 从而可知 A、C 符合题意 ,故答案为 A、C.

(3) 考查 Na_2CO_3 与 HCl 反应的计算

例 8 (2011 年上海化学卷) 120 mL 含有 0.20 mol 碳酸钠的溶液和 200 mL 盐酸 ,不管将前者滴加入后者 ,还是将后者滴加入前者 ,都有气体产生 ,但最终生成的气体体积不同 ,则盐酸的浓度合理的是() .

- A. 2.0 mol/L
- B. 1.5 mol/L
- C. 0.18 mol/L
- D. 0.24 mol/L

解析 假设碳酸钠恰好与盐酸反应生成碳酸氢钠 ,由反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ 可得 , 1 mol : 1 mol = 0.20 mol : $c(\text{HCl}) \times 0.2 \text{ L}$,解得 $c(\text{HCl}) = 1.0 \text{ mol/L}$;假设碳酸钠恰好与盐酸反应生成二氧化碳 ,由反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}$ 可得 ,1 mol : 2 mol = 0.20 mol : $c(\text{HCl}) \times 0.2 \text{ L}$,解得 $c(\text{HCl}) = 2.0 \text{ mol/L}$;由于最终生成的气体体积不同 ,可认为这两个反应同时存在 ,则盐酸的物质的量浓度 $c(\text{HCl})$ 介于二者之间.

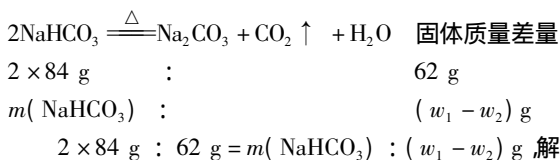
故答案为 B.

(4) 考查 NaHCO_3 受热分解的计算

例 9 (2009 年全国理综卷 I) 为了检验某含有 NaHCO_3 杂质的 Na_2CO_3 样品的纯度 ,现将 $w_1 \text{ g}$ 样品加热 ,其质量变为 $w_2 \text{ g}$,则该样品的纯度(质量分数)是() .

- A. $\frac{84w_2 - 53w_1}{31w_1}$
- B. $\frac{84(w_1 - w_2)}{31w_1}$
- C. $\frac{73w_2 - 42w_1}{31w_1}$
- D. $\frac{115w_2 - 84w_1}{31w_1}$

解析 设该样品中 NaHCO_3 的质量为 $m(\text{NaHCO}_3)$.则

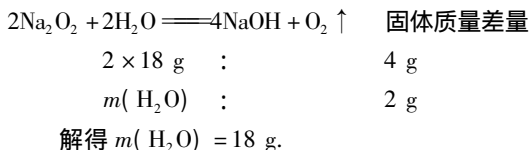


得 $m(\text{NaHCO}_3) = \frac{84(w_1 - w_2)}{31w_1} \text{ g}$; 则 $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = w_1 \text{ g} - \frac{84(w_1 - w_2)}{31} \text{ g} = \frac{84w_2 - 53w_1}{31} \text{ g}$,从而得该样品的纯度为 $\frac{84w_2 - 53w_1}{31w_1}$. 故答案为 A.

(5) 考查 Na_2O_2 与水反应的计算

例 10 (2002 年广东河南广西化学卷) 在一定条件下 ,使 H_2 和 O_2 的混合气体 26 g 充分发生反应 .所得产物在适当温度下跟足量的固体 Na_2O_2 反应 ,使固体增重 2 g .求原混合气体中 O_2 和 H_2 的质量.

解析 设生成 H_2O 的质量为 $m(\text{H}_2\text{O})$.则



由反应 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ 可知 ,18 g H_2O 是由 2 g H_2 和 16 g O_2 反应生成的 ,过量未参加反应的气体质量为 $26 \text{ g} - 18 \text{ g} = 8 \text{ g}$.若 O_2 过量 ,则混合气体中 $m(\text{O}_2) = 8 \text{ g} + 16 \text{ g} = 24 \text{ g}$, $m(\text{H}_2) = 2 \text{ g}$;若 H_2 过量 ,则混合气体中 $m(\text{O}_2) = 16 \text{ g}$, $m(\text{H}_2) = 2 \text{ g} + 8 \text{ g} = 10 \text{ g}$.

答 :略.

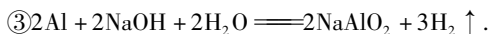
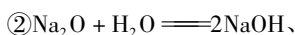
(6) 考查有关 Na 和 Na_2O 与水反应的计算

例 11 (2007 年江苏化学卷) 在隔绝空气的条件下 ,某同学将一块部分被氧化的钠块用一张已除氧化膜、并用针刺一些小孔的铝箔包好 ,然后放入盛满水且倒置于水槽中的容器内 .待钠块反应完全后 ,在容器中仅收集到 1.12 L 氢气(标准状况) ,此时测得铝箔质量比反应前减少了 0.27 g ,水槽和容器内溶液的总体积为 2.0 L ,溶液中 NaOH 的浓度为 0.050 mol/L (忽略溶液中离子的水解和溶解的氢气的量) .

(1) 写出该实验中发生反应的化学方程式。

(2) 试通过计算确定该钠块中钠元素的质量分数。

解析 (1) 因该实验中发生的反应有 Na 与水的反应、Na₂O 与水的反应和 Al 与 NaOH 溶液的反应, 则其化学方程式分别为:



(2) 由题意知, $n(\text{Al}) = 0.27 \text{ g} \div 27 \text{ g/mol} = 0.010 \text{ mol}$ $n(\text{H}_2) = 1.12 \text{ L} \div 22.4 \text{ L/mol} = 0.050 \text{ mol}$, $n(\text{NaOH}) = 0.050 \text{ mol/L} \times 2.0 \text{ L} = 0.10 \text{ mol}$ 。

由反应③可知, 0.010 mol Al 消耗 0.010 mol NaOH, 生成 0.015 mol H₂。从而可知, Na 生成 H₂ 的物质的量为 0.050 mol - 0.015 mol = 0.035 mol; 则由反应①可知, Na 的物质的量为 2 × 0.035 mol = 0.070 mol。

所以溶液中 Na⁺ 的总物质的量(即原金属钠的总物质的量)为 $n(\text{Na}^+) = 0.10 \text{ mol} + 0.010 \text{ mol} = 0.11 \text{ mol}$; 从而得 $n(\text{Na}_2\text{O}) = 1/2 \times (0.11 \text{ mol} - 0.070 \text{ mol}) = 0.020 \text{ mol}$ 。故 $\omega(\text{Na}) = \frac{0.11 \text{ mol} \times 23 \text{ g/mol}}{0.070 \text{ mol} \times 23 \text{ g/mol} + 0.020 \text{ mol} \times 62 \text{ g/mol}} \times 100\% = 89\%$ 。

答: 略。

(7) 考查有关碳酸钠和碳酸氢钠的综合计算

例 12 (2013 年上海化学卷) 碳酸氢钠俗称“小苏打”, 是氨碱法和联合制碱法制纯碱的中间产物, 可用作膨松剂、制酸剂、灭火剂等。工业上用纯碱溶液碳酸化制取碳酸氢钠。

(1) 某碳酸氢钠样品中含有少量氯化钠。称取该样品, 用 0.1000 mol/L 盐酸滴定, 耗用盐酸 20.00 mL。若改用 0.05618 mol/L 硫酸滴定, 需用硫酸 _____ mL(保留两位小数)。

(2) 某溶液组成如表 1:

表 1

| 化合物 | Na ₂ CO ₃ | NaHCO ₃ | NaCl |
|--------|---------------------------------|--------------------|------|
| 质量(kg) | 814.8 | 400.3 | 97.3 |

问该溶液通入二氧化碳, 析出碳酸氢钠晶体。取出晶体后溶液组成如表 2:

表 2

| 化合物 | Na ₂ CO ₃ | NaHCO ₃ | NaCl |
|--------|---------------------------------|--------------------|------|
| 质量(kg) | 137.7 | 428.8 | 97.3 |

计算析出的碳酸氢钠晶体的质量(保留 1 位小数)。

(3) 将组成如表 2 的溶液加热, 使碳酸氢钠部分分解, 溶液中 NaHCO₃ 的质量由 428.8 kg 降为 400.3 kg, 补加适量碳酸钠, 使溶液组成回到表 1 状态。计算补加的碳酸钠质量(保留 1 位小数)。

(4) 某种由碳酸钠和碳酸氢钠组成的晶体 452 kg 溶于水, 然后通入二氧化碳, 吸收二氧化碳 44.8 × 10³ L(标准状况), 获得纯的碳酸氢钠溶液, 测得溶液中含碳酸氢钠 504 kg。通过计算确定该晶体的化学式。

解析 (1) 设需用硫酸的体积为 V(硫酸)。由关系式“2NaHCO₃ ~ 2HCl ~ H₂SO₄”得, 2 mol : 1 mol = 0.1000 mol/L × 20.00 × 10⁻³ L : 0.05618 mol/L × V(硫酸) 解得 V(硫酸) = 17.80 × 10⁻³ L = 17.80 mL。

(2) 由题意可知, 参加反应的 Na₂CO₃ 的质量为 (814.8 kg - 137.7 kg) = 677.1 kg; 再由反应 Na₂CO₃ + CO₂ + H₂O = 2NaHCO₃ 可知, 生成 NaHCO₃ 的质量为 (677.1 kg × 168 kg ÷ 106 kg) = 1073.1 kg; 则析出的碳酸氢钠晶体的质量为 (1073.1 kg + 400.3 kg) - 428.8 kg = 1044.6 kg。

(3) 由题意可知, 参加反应的 NaHCO₃ 的质量为 (428.8 kg - 400.3 kg) = 28.5 kg; 再由反应 2NaHCO₃ $\xrightarrow{\Delta}$ Na₂CO₃ + CO₂ ↑ + H₂O 可知, 生成 Na₂CO₃ 的质量为 (28.5 kg × 106 kg ÷ 168 kg) = 18.0 kg; 则补加的碳酸钠质量为 (814.8 kg - 137.7 kg - 18.0 kg) = 659.1 kg。

(4) 设该晶体的化学式为 xNaHCO₃ · yNa₂CO₃ · zH₂O。因参加反应的二氧化碳的物质的量为 $n(\text{CO}_2) = (44.8 \times 10^3 \text{ L} \div 22.4 \text{ L/mol}) = 2 \times 10^3 \text{ mol}$, 则由反应 Na₂CO₃ + CO₂ + H₂O = 2NaHCO₃ 可知, 参加反应(即 452 kg 晶体中)的 Na₂CO₃ 的物质的量为 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{CO}_2) = 2 \times 10^3 \text{ mol} = 2 \times 10^3 \text{ mol}$, 生成 NaHCO₃ 的物质的量为 $n(\text{NaHCO}_3) = 2n(\text{CO}_2) = 2 \times 2 \times 10^3 \text{ mol} = 4 \times 10^3 \text{ mol}$; 则 452 kg 晶体中 NaHCO₃ 的物质的量为 $(504 \times 10^3 \text{ g} - 4 \times 10^3 \text{ mol} \times 84 \text{ g/mol}) \div 84 \text{ g/mol} = 2 \times 10^3 \text{ mol}$ 452 kg 晶体中 H₂O 的物质的量为 $(452 \times 10^3 \text{ g} - 2 \times 10^3 \text{ mol} \times 106 \text{ g/mol} - 2 \times 10^3 \text{ mol} \times 84 \text{ g/mol}) \div 18 \text{ g/mol} = 4 \times 10^3 \text{ mol}$; 从而得 x : y : z = 2 × 10³ mol : 2 × 10³ mol : 4 × 10³ mol = 1 : 1 : 2, 即该晶体的化学式为 NaHCO₃ · Na₂CO₃ · 2H₂O。

故答案为:

(1) 17.80 mL; (2) 1044.6 kg;

(3) 659.1 kg; (4) NaHCO₃ · Na₂CO₃ · 2H₂O。

(收稿日期: 2013 - 09 - 03)