

# “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  $0.97 \text{ g/cm}^3$ , 比水的密度小, 比煤油的密度大. 钠的熔点是  $97.81^\circ\text{C}$ , 沸点是  $882.9^\circ\text{C}$ .

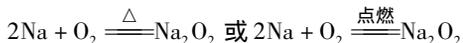
(3) 化学性质: 钠原子最外电子层上只有 1 个电子, 在化学反应中该电子很容易失去. 因此, 钠的化学性质非常活泼, 具有很强的还原性.

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  $\text{Na}_2\text{O}_2$  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  $\text{Na}_2\text{O}$ ) → 变成白色固体( $\text{Na}_2\text{O}$  与空气中的水作用生成  $\text{NaOH}$ ) → 表面形成溶液( $\text{NaOH}$  吸水潮解) → 结块( $\text{NaOH}$  吸收空气中的  $\text{CO}_2$  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  $\text{Na}$  与  $\text{H}_2\text{O}$  电离出的  $\text{H}^+$  反应, 即  $\text{Na}$  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”), 立刻熔化成一个小闪亮的小球(“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( $\text{NaOH}$ )和气体( $\text{H}_2$ ).

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  $\text{H}^+$  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  $\text{Na}$  与稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应的化学方程式为:



注意:  $\text{Na}$  与稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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  $\text{Na}$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{NaOH}$  和  $\text{H}_2$ , 再考虑  $\text{NaOH}$  与盐是否发生复分解反应. 如  $\text{Na}$  与  $\text{CuSO}_4$  溶液反应, 其实质是: 第一步  $\text{Na}$  先与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $\text{NaOH}$  和  $\text{H}_2$ :  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ ; 第二步  $\text{NaOH}$  与  $\text{CuSO}_4$  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:  $\text{Na}$  与  $\text{CuSO}_4$  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

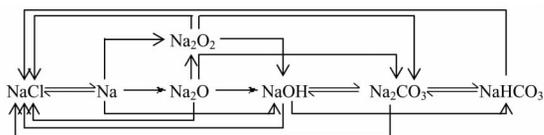
(1) 氧化钠与过氧化钠的性质比较

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 $\text{CO}_2$ 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 $\text{SO}_2$ 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, $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液的碱性比 $\text{NaHCO}_3$ 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 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$	$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ( $\text{NaHCO}_3$ 比 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 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 $\text{NaOH}$ 反应	不反应	$\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
与 $\text{CO}_2$ 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	$\text{NaOH}$ 与 $\text{CO}_2$ 反应, 当 $n(\text{NaOH}) : n(\text{CO}_2) = 2 : 1$ 时, 恰好完全反应生成 $\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NaOH}$ 与 $\text{CO}_2$ 反应, 当 $n(\text{NaOH}) : n(\text{CO}_2) = 1 : 1$ 时, 恰好完全反应生成 $\text{NaHCO}_3$
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:  $0.88 \text{ g/cm}^3$ ) 各 50 mL. 将一小粒金属钠(密度:  $0.97 \text{ g/cm}^3$ ) 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  $\text{Na}_2\text{O}_2$  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.

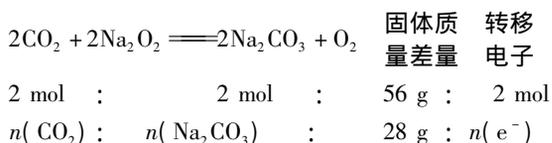
(2) 考查  $Na_2O_2$  与  $CO_2$  反应的计算

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



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 ;

$2 \text{ mol} : 56 \text{ g} = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : 28 \text{ g}$  ,解得  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1 \text{ mol}$  ,则生成碳酸钠的质量  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1 \text{ mol} \times 106 \text{ g/mol} = 106 \text{ g}$  ;  $56 \text{ g} : 2 \text{ mol} = 28 \text{ g} : n(e^-)$  ,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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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 ,  $1 \text{ mol} : 1 \text{ mol} = 0.20 \text{ mol} : c(\text{HCl}) \times 0.2 \text{ L}$  ,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 ,  $1 \text{ mol} : 2 \text{ mol} = 0.20 \text{ mol} : c(\text{HCl}) \times 0.2 \text{ L}$  ,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.

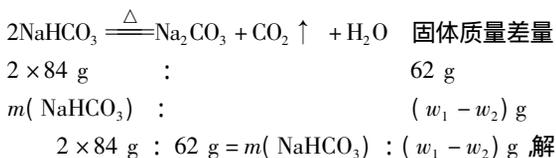
故答案为 B.

(4) 考查  $\text{NaHCO}_3$  受热分解的计算

例 9 (2009 年全国理综卷 I) 为了检验某含有  $\text{NaHCO}_3$  杂质的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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  $\text{NaHCO}_3$  的质量为  $m(\text{NaHCO}_3)$  .则

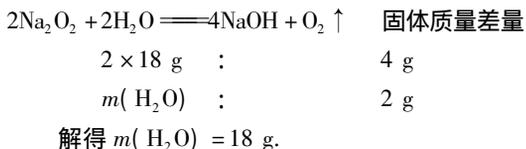


$(w_1 - w_2) \text{ g}$  ,解得  $m(\text{NaHCO}_3) = \frac{84(w_1 - w_2)}{31w_1} \text{ g}$  ;则  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = w_1 \text{ g} - \frac{84(w_1 - w_2)}{31} \text{ g} = \frac{84w_2 - 53w_1}{31} \text{ g}$  ,从而得该样品的纯度为  $\frac{84w_2 - 53w_1}{31w_1}$  .故答案为 A.

(5) 考查  $\text{Na}_2\text{O}_2$  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  $\text{H}_2$  和  $\text{O}_2$  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  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应 ,使固体增重 2 g .求原混合气体中  $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2$  的质量.

解析 设生成  $\text{H}_2\text{O}$  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  $\text{H}_2\text{O}$  是由 2 g  $\text{H}_2$  和 16 g  $\text{O}_2$  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  $\text{O}_2$  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  $\text{H}_2$  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.

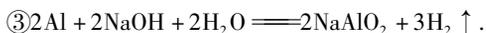
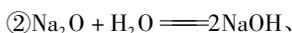
(6) 考查有关 Na 和  $\text{Na}_2\text{O}$  与水反应的计算

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、Na<sub>2</sub>O 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 H<sub>2</sub>。从而可知, Na 生成 H<sub>2</sub> 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<sup>+</sup> 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 <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	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 <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	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 NaHCO<sub>3</sub> 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 × 10<sup>3</sup> 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“2NaHCO<sub>3</sub> ~ 2HCl ~ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>”得, 2 mol : 1 mol = 0.1000 mol/L × 20.00 × 10<sup>-3</sup> L : 0.05618 mol/L × V(硫酸) 解得 V(硫酸) = 17.80 × 10<sup>-3</sup> L = 17.80 mL。

(2) 由题意可知, 参加反应的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 的质量为 (814.8 kg - 137.7 kg) = 677.1 kg; 再由反应 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O = 2NaHCO<sub>3</sub> 可知, 生成 NaHCO<sub>3</sub> 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 NaHCO<sub>3</sub> 的质量为 (428.8 kg - 400.3 kg) = 28.5 kg; 再由反应 2NaHCO<sub>3</sub>  $\xrightarrow{\Delta}$  Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> ↑ + H<sub>2</sub>O 可知, 生成 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 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 xNaHCO<sub>3</sub> · yNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · zH<sub>2</sub>O。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 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O = 2NaHCO<sub>3</sub> 可知, 参加反应(即 452 kg 晶体中)的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 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 NaHCO<sub>3</sub> 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 NaHCO<sub>3</sub> 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 H<sub>2</sub>O 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 × 10<sup>3</sup> mol : 2 × 10<sup>3</sup> mol : 4 × 10<sup>3</sup> mol = 1 : 1 : 2, 即该晶体的化学式为 NaHCO<sub>3</sub> · Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · 2H<sub>2</sub>O。

故答案为:

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

(3) 659.1 kg; (4) NaHCO<sub>3</sub> · Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · 2H<sub>2</sub>O。

(收稿日期: 2013 - 09 - 03)