

## 第二章 水和氢

### 水的物理性质

特征	纯净水无色、无味透明
压强	压强 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$
熔点、沸点	熔点为 $0^\circ\text{C}$ ，沸点为 $100^\circ\text{C}$
比热	$4.1868 \times 10^3 \text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ (比热大：难热难冷) 沿海地区形成海风陆风
密度	在 $4^\circ\text{C}$ 最大，密度比水小，冰能浮在水面上
溶解度	是良好的溶剂，能溶解很多物质，是生物体内新陈代谢的最优良介质
催化功能	是个催化剂，使反应迅速进行

### 水的化学性质

- 由氢元素和氧元素组成
- 稳定性佳，但也能表现出化学反应

与金属反应	<p>钾 K 钠 Na 钙 Ca 镁 Mg 铝 Al 锌 Zn 铁 Fe 锡 Sn 铅 Pb 铜 Cu 汞 Hg 银 Ag 铂 Pt 金 Au</p> <p>与冷水起反应  <math>2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2</math></p> <p>与沸水或水蒸气其反应 (高温)  <math>3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2</math></p> <p>与水或水蒸气都不起反应</p>
与非金属反应	<p>I..高温水蒸气能与不活泼非金属起反应  <math>\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2</math>          水蒸气通过炽热的碳，形成水煤气 (<math>\text{CO} + \text{H}_2</math>)</p> <p>II.能与活泼非金属单质反应生成酸  <math>2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2</math>          (氢氟酸)</p>

	$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$ (盐酸) (次氯酸)	
与氧化物反应	碱性氧化物	与水反应生成碱 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$ 不能与水直接起反应的包括： 氧化铜 (II)、氧化铁 (III) 等
	酸性氧化物 (也称酸酐 acid anhydride)	与水反应生成酸 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ 特殊情况： 二氧化氮和水反应生成硝酸和亚硝酸 $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{NO}$ 不能与水直接起反应的包括： 二氧化硅
与金属碳化物反应	碳化钙 (电石) 反应生成氢氧化物和碳氢化合物 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$ (碳化钙) (乙炔)	
与盐反应	生成结晶水(water of crystallization)的晶体 $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 无水硫酸铜 (II) 五水合硫酸铜 (II) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 碳酸钠 十水和碳酸钠 $\text{ZnSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 硫酸锌 七水合硫酸锌 产生水解反应(hydrolysis),可逆反应如氯化铝晶体在水中水解 $\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Al(OH)}_3 + 3\text{HCl}$	

## 氢气

- 纯净的氢气在空气中燃烧, 能发出淡蓝色的火焰
- 在烧杯壁上有液珠的生成, 使无水硫酸铜 (II) 变蓝色



	以水煤气制取氢气的方法，将一氧化碳转化为二氧化碳，再加压使得二氧化碳溶于会，得氢气
电解	可得纯度高达 99.5-99.8%，减少杂质如一氧化碳、二氧化碳、氧气和氮气等
石油热裂过程	取得氢气

### 氢的性质

特征	无色、无味、无臭、无毒						
密度	最轻						
溶解度	难溶于水（可用排水集气法收集）						
状态	压强 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ ，温度 $-252.7^\circ\text{C}$ 时，可变成无色的液体，温度 $-259^\circ\text{C}$ 时，可变成白色固体						
化学反应	<p>常温下不活泼，需加热、光照、催化作用下发生化学反应</p> <table border="1"> <tr> <td>与非金属的反应</td> <td>           I. 与氧气生成水  <math>2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}</math>            氢气的纯度：聆听爆鸣声（尖锐表示氢气不纯，响声很小表示纯净）            不纯意思是混有空气或氧气，点然后容易导致爆炸            II. 与氯生成氯化氢  <math>\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}</math>            III. 与硫的蒸汽，生成硫化氢  <math>\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}</math>            IV. 与氮生成氨气  <math>3\text{H}_2 + \text{N}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3</math> </td> </tr> <tr> <td>与金属反应</td> <td>           在高温下与活泼金属化合，成白色固体，沸点、熔点高，在熔融状态能到点，与水作用能释放氢气  <math>2\text{Li} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{LiH}</math>  <math>2\text{Na} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NaH}</math>  <math>\text{Ca} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2</math> </td> </tr> <tr> <td>与金属氧化物反应</td> <td>           在高温下，能与某些金属氧化物的氧气反应，夺取氧，还原金属  <math>\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}</math>            (黑色)            (红褐色)  <math>\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2 \rightarrow 4\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}</math> </td> </tr> </table>	与非金属的反应	I. 与氧气生成水 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 氢气的纯度：聆听爆鸣声（尖锐表示氢气不纯，响声很小表示纯净） 不纯意思是混有空气或氧气，点然后容易导致爆炸 II. 与氯生成氯化氢 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ III. 与硫的蒸汽，生成硫化氢 $\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$ IV. 与氮生成氨气 $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$	与金属反应	在高温下与活泼金属化合，成白色固体，沸点、熔点高，在熔融状态能到点，与水作用能释放氢气 $2\text{Li} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{LiH}$ $2\text{Na} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NaH}$ $\text{Ca} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2$	与金属氧化物反应	在高温下，能与某些金属氧化物的氧气反应，夺取氧，还原金属 $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ (黑色)            (红褐色) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2 \rightarrow 4\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$
与非金属的反应	I. 与氧气生成水 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 氢气的纯度：聆听爆鸣声（尖锐表示氢气不纯，响声很小表示纯净） 不纯意思是混有空气或氧气，点然后容易导致爆炸 II. 与氯生成氯化氢 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ III. 与硫的蒸汽，生成硫化氢 $\text{S} + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{S}$ IV. 与氮生成氨气 $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$						
与金属反应	在高温下与活泼金属化合，成白色固体，沸点、熔点高，在熔融状态能到点，与水作用能释放氢气 $2\text{Li} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{LiH}$ $2\text{Na} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NaH}$ $\text{Ca} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CaH}_2$						
与金属氧化物反应	在高温下，能与某些金属氧化物的氧气反应，夺取氧，还原金属 $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ (黑色)            (红褐色) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2 \rightarrow 4\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$						

### 氢的用途

- 制造氨气，形成硫酸铵、尿素、硝酸铵等化肥和硝酸
- 与氯气燃烧合成盐酸
- 氢气与氧气混合燃烧产生的高温氢氧焰(oxyhydrogen flame)可切割和焊接金属
- 还原金属
- 做火箭高能燃料
- 氢气可使液态油变成固态油，制成人造奶油
- 在温度、压强和催化剂作用下，与一氧化碳反应成有机化合物如甲醇(methanol)，有机化工原料



SJUEC.COM