



# 水的介紹



# 課程大綱

★ 水的性質

★ 水的淨化

★ 硬水的軟化

★ 水的純化



# 水的重要性

- ★ 對所有生物而言，水是維持生命非常重要的物質。
- ★ 水具有調節氣候的功能。
- ★ 水具有調節動物體溫的功能。
- ★ 水是優良溶液，可溶解地表許多物質。
- ★ 水中溶有微量空氣，使水中生物可以呼吸而得以生存。



# 水的循環

地面水與海水受熱蒸發為水蒸氣，  
水蒸氣凝結成雲，雲遇冷聚集成水降  
落到地面與大海中。

地面水與海水會慢慢滲入地下，  
地下水經抽取使用後，又排放到溪流、  
湖泊、河川中而成為地面水，之後再流  
到大海。如此循環不息，使自然水的分  
佈能保持在一定的比例。



# 水的物理性質(一)

分子量	18.015	解離常數 (mol/L) <sup>2</sup>	$1.0 \times 10^{-14}$
凝固點	0°C	汽化熱	539 cal/g
沸點	100°C	凝固熱	80 cal/g
最大密度 (4°C)	1 g/ml	比熱	1 cal/g-°C

## 水的物理性質(二)

- ★ 在常溫常壓下(25°C、1atm下)，是無色無臭無味的透明液體。
- ★ 在4°C時，具有最大的密度、最小的體積。(密度為1g/cm<sup>3</sup>)
- ★ 在1atm下，沸點為100°C、凝固點為0°C。
- ★ 水具有高汽化熱和高比熱；凝固熱也高。因此性質使水能調節地表和人體的溫度，使溫度不致太高或太低。



# 水的物理性質(三)

## ★ 水的沸點

- ❖ 沸點的意義：沸點是液體在開口的容器中加熱，獲得足夠能量，開始沸騰。
- ❖ 沸騰：液體各部分產生汽化的現象。
- ❖ 微觀說明：液面下氣泡內的蒸汽分子壓力小於大氣壓力時，氣泡將被縮小，反之若氣泡壓力大於大氣壓力則氣泡膨脹，上升液面而破裂。



# 水的物理性質(四)

## ★ 水的沸點(續)

- ❖ 正常沸點：一大氣壓下所測得的沸點。
- ❖ 沸點與壓力的關係：壓力大，沸點高；  
壓力小，沸點低。
- ❖ 高山大氣壓力小，沸點低，煮飯不易熟。



# 水的物理性質(五)

## ★沸點與壓力關係的應用

- ❖ 高壓鍋：利用壓力大，沸點高，溫度高反應速率快，較易煮熟食物。
- ❖ 製造奶粉時，利用真空蒸發器，降低沸點，可加快蒸發，使乳汁中的營養素不會因高溫而破壞。



# 水的物理性質(六)

★ 水為極性分子。

★ 水的密度

❖  $4^{\circ}\text{C}$  時的密度最大。固定質量的水自  $0^{\circ}\text{C}$  加熱至  $4^{\circ}\text{C}$  時，體積會縮小。由  $4^{\circ}\text{C}$  加熱至  $100^{\circ}\text{C}$  時，體積會膨脹。

❖ 冰中，水分子以氫鍵結合成一個空架的結構，使冰的密度小於水。

❖ 冰融化時，部分空架結構崩潰，導致體積縮小，密度變大。

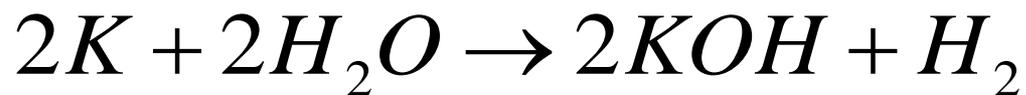
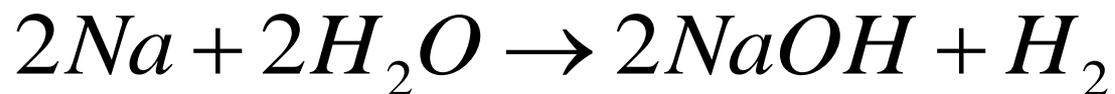


# 水的化學性質(一)

- ★ 分子式為 $\text{H}_2\text{O}$ ，每一個水分子含有一個氧原子及兩個氫原子。
- ★ 很安定，無助燃性、亦無可燃性。
- ★ 常溫下，每公升水只有 $10^{-7}$  莫耳會解離成 $[\text{H}^+]$ 及 $[\text{OH}^-]$ 。
- ★ 是非常好的溶劑，可溶解很多物質。

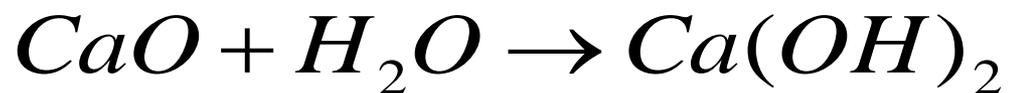
# 水的化學性質(二)

水與活潑金屬的反應---產生氫氣



# 水的化學性質(三)

## 水與金屬氧化物的反應---產生鹼



# 水的化學性質(四)

水與非金屬氧化物的反應---產生酸



# 水的化學性質(五)

## 水與鹽類晶體的關係

- ★ 有些鹽類晶體中含有一定量的水，稱為結晶水。
- ★ 結晶水會使得某些晶體顏色發生變化，與晶體原來不含水時顏色不同。

五水硫酸銅	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	變色
十水硫酸鈉	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	不變色
七水硫酸亞鐵	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	不變色

- ★ 用加熱法即可除去結晶水。
- ★ 此類鹽類晶體可做為乾燥劑。

# 何謂自然水

- ★ 存在於自然界、未經處理過的水，稱為自然水。例如雨水、海水、河水、湖水、泉水、井水等。
- ★ 自然水中以雨水最接近純水。
- ★ 自然水常含有一些不適於人類使用的物質，使用之前，必須經過適當的處理。

# 自然水的種類

★ 地面水

★ 地下水

★ 海水

★ 氣象水



# 地面水



★ 定義：係指流動或停留於地面上之水

# 地下水

- ★ 地下水是儲存在可透水岩石層，稱為地下水層，它由降雨和地面水滲入到地下水位來補注，地下水位下的土壤岩層呈現完全飽和狀態，地下水儲存在小砂石和礫石的孔隙之中，水是慢慢的滲透入地面下，所以地下水有好的品質和富含化學物質，這是地下水在自然界的特性。地下水也許只存在地下水層幾天，也許幾千年，但最後都會溢出到地面。

# 水的淨化

## ★ 清除懸浮物質

❖ 沈降法

❖ 凝聚法

## ★ 曝氣、除臭

❖ 曝氣法

❖ 除臭法

## ★ 消毒

❖ 滅菌法



# 沈 降 法

- ★ 將帶有泥漿的水靜置，使顆粒較大的污染物沈澱，而使水澄清。
- ★ 因沈澱物往下沈澱，故沈降池的水從上層流過。

# 凝 聚 法

- ★ 若淤泥粒子過小，無法靠沈降作用除去，可採用凝聚法。
- ★ 需加入凝聚劑，產生膠體溶液，吸附懸浮物質。
- ★ 常用凝聚劑為鋁鹽，如明礬或硫酸鋁。
- ★ 明礬中鋁離子和水反應，生成的氫氧化鋁可吸附懸浮粒子而沈降。
- ★ 沈澱池的水通過下層的係砂濾池過濾。

# 曝氣法

- ★曝氣法是使原水與空氣氣泡充分接觸，以增加水中的含氧量，加速水中有機物的分解。
- ★可除去部分帶臭味的有機物。
- ★可用噴泉或增大處理池與空氣的接觸面積，增加曝氣的機會。

# 除 臭 法

- ★ 除臭是將水通過裝有活性炭的過濾床。
- ★ 活性炭具有很大的比表面積，可以吸附以有機物為主的雜質，達到去除臭味的目的。
- ★ 活性炭裝在過濾池下的細砂濾池中的一層，當過濾沈澱物時，順便除臭。

# 滅菌法

- ★最常用的消毒劑是氯氣，目前臭氣是一種普通採用的消毒劑。
- ★氯能抑制細菌代謝的活性，而殺死細菌。
- ★臭氣比氯氣有效，能殺死更多細菌和病毒，而且較無化學物質及氣體殘留的問題。

# 何謂硬水

- 水中大多含有鈣離子、鎂離子。
- 若含量超過 100 ppm 時，稱為硬水。



# 硬水的種類

★ 暫時硬水

★ 永久硬水



# 暫時硬水

- ★ 水中含有可溶性鈣和鎂的碳酸氫根離子( $\text{HCO}_3^-$ )的水，稱為暫時硬水。
- ★ 含有碳酸氫鈣( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ )或碳酸氫鎂( $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ )的水。

# 永久硬水

- ★ 含有鈣、鎂離子的硫酸根( $\text{SO}_4^-$ )或氯離子( $\text{Cl}^-$ )的水，稱為永久硬水。
- ★ 含有硫酸鈣( $\text{CaSO}_4$ )、硫酸鎂( $\text{MgSO}_4$ )、氯化鈣( $\text{CaCl}_2$ )或氯化鎂( $\text{MgCl}_2$ )的水。

# 硬水的缺點

- ★ 硬水會使清潔劑難起泡沫，因而增加清潔劑的用量。
- ★ 飲用硬水會導致結石或其他疾病。
- ★ 硬水受熱會產生鈣鹽及鎂鹽的沉澱，沉積在鍋底(稱為鍋垢)，因而造成能量的損耗，甚至會引起鍋爐破裂。

# 暫時硬水的害處

- ★肥皂主要成分為硬脂酸鈉 ( $\text{NaC}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}$ )，而硬水中的鈣鎂離子會和肥皂脂肪酸作用，產生鈣肥皂或鎂肥皂的沈澱，而失去肥皂的去污功能。



# 永久硬水的害處

- ★ 在鍋爐中加熱時，可能產生碳酸鈣、碳酸鎂或硫酸鈣的沈澱。
- ★ 這些沈澱物會沈積形成一層堅固的鍋垢，減低熱傳導的效率，妨礙水在管路中流動，嚴重時還會導致鍋爐爆炸。

# 硬水的軟化

去除硬水中鈣離子或鎂離子的程序  
就稱為硬水的軟化。



# 硬水的軟化法

★ 煮沸法

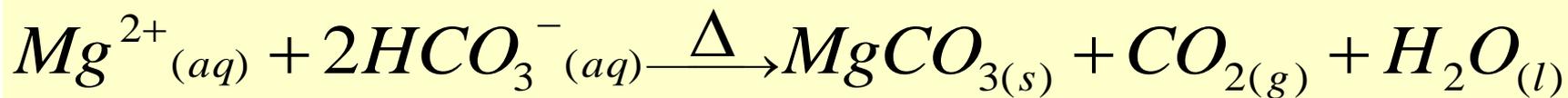
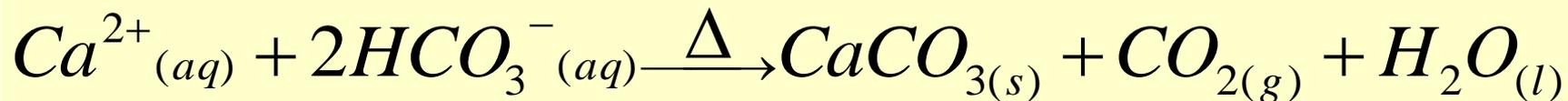
★ 蘇打法

★ 離子交換法



# 煮沸法

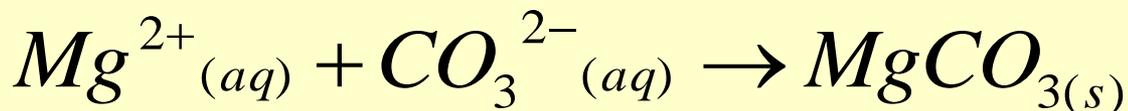
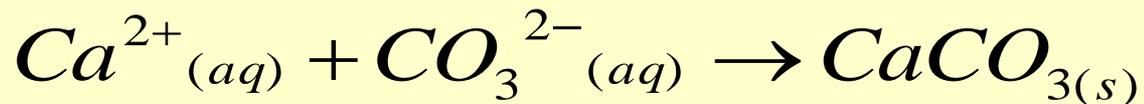
- ★ 只適用於暫時硬水
- ★ 當暫時硬水受熱或煮沸時，會發生下列反應：



再去除CaCO<sub>3</sub>、MgCO<sub>3</sub>沉澱，即可得到軟水。

# 蘇打法

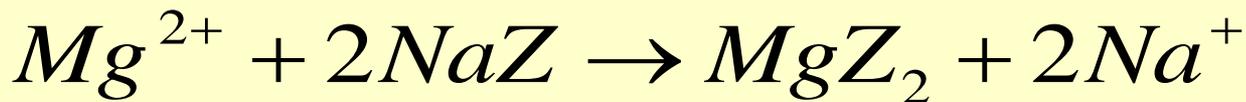
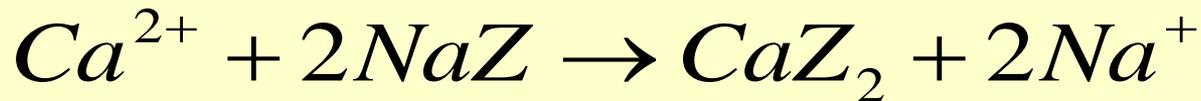
- ★適用於暫時硬水與永久硬水
- ★加碳酸鈉於硬水中，產生難溶的碳酸鈣與碳酸鎂沈澱，過濾後即可除去鈣鎂離子而軟化。
- ★缺點：此法得到的軟水具有較強的鹼性，並不適合工業上和家庭使用。



# 離子交換法（加視訊）



- ★ 適用於暫時硬水與永久硬水
- ★ 讓硬水通過裝有陽離子交換樹脂的管柱，除去鈣鎂離子而軟化。
- ★ 下列式中的NaZ代表陽離子交換樹脂，Z代表的陰離子。



# 離子交換法 (加視訊)

- ★ 天然陽離子交換劑：泡沸石( $\text{NaAlSiO}_4$ )
- ★ 泡沸石的再生是以濃食鹽水沖洗，使其具有原有的狀態。
- ★ 人工合成有機樹脂：磺酸化聚苯乙烯的鈉鹽( $\text{RSO}_3\text{Na}$ )

