

化學 基礎講義

理想氣體方程式 I

信望愛文教基金會 · 化學種子教師團隊

5-1 理想氣體方程式 I (觀念篇)

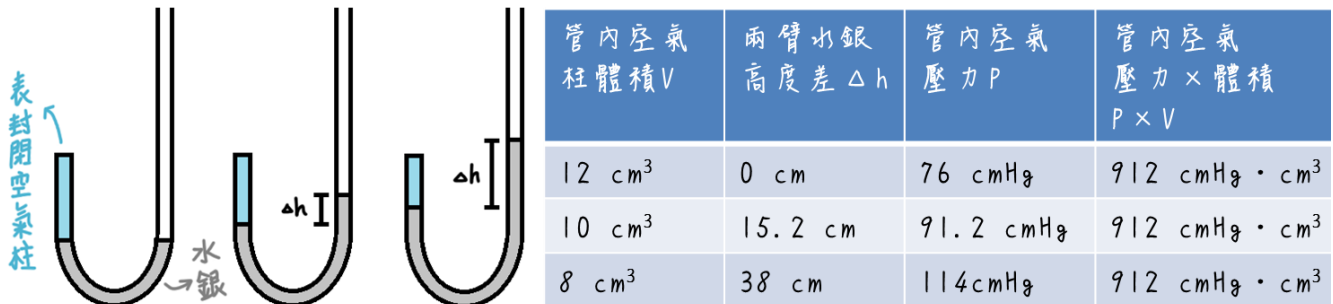
理想氣體方程式可用於描述氣體的狀態，此程式並非一人的發現，而是由多位科學家、發現氣體不同的特性而成，有以下幾個定律：

1. 波以耳定律
2. 查理-給呂薩克定律
3. 給呂薩克定律
4. 波以耳-查理定律
5. 亞佛加厥定律

$$PV = nRT$$

(一) 波以耳定律

- 1662 年，英國科學家波以耳利用 J 型管加入不同量之水銀，隨著水銀量的增加，J 型管內封閉的氣體體積愈小、兩臂水銀的高度差 Δh 也愈大，由此實驗推出壓力與體積乘積 $P \times V$ 為定值，為波以耳定律。

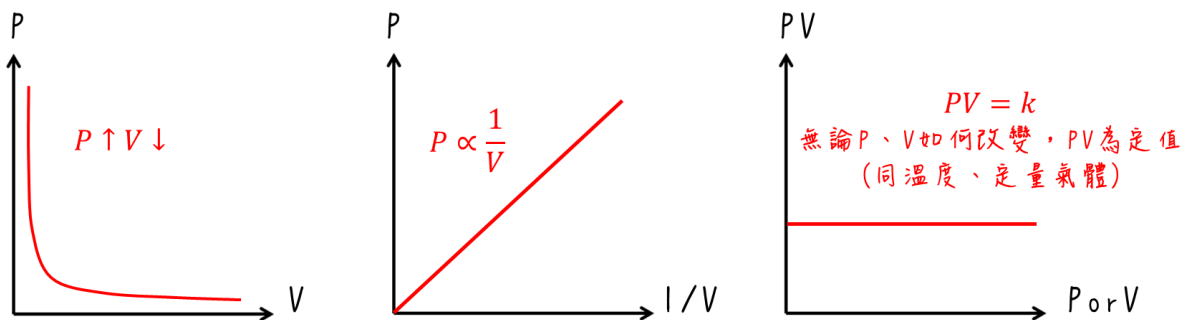


→ 國中複習：管內空氣壓力 $P = d(\text{水銀密度}) \times \Delta h(\text{水銀高度差})$

- 定溫下，定量氣體**壓力**與**體積**的乘積為定值，即定量氣體**壓力**與**體積**成反比 ($P \propto \frac{1}{V}$)。

$$P \times V = k \text{ or } P_1 V_1 = P_2 V_2 \text{ or } \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

- 函數圖



- 氣體壓力的單位

1 atm (大氣壓)

= 76 cmHg (公分汞柱) = 760 mmHg (毫米汞柱)

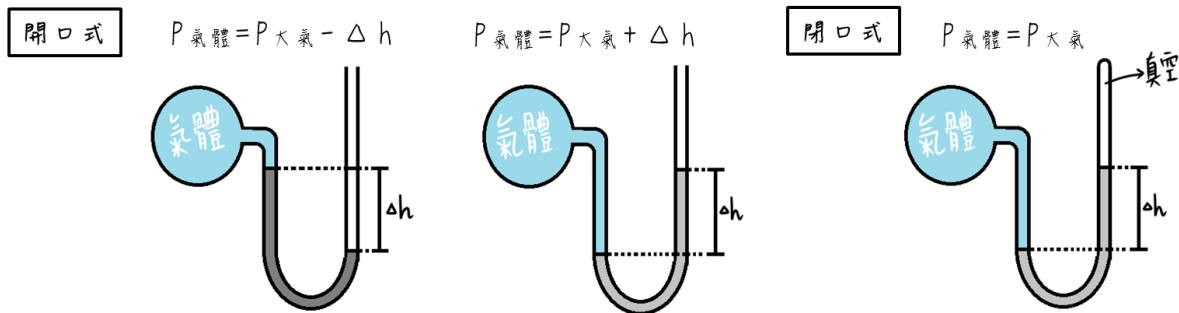
= 1033.6 gw/cm²

= 1.01325 $\times 10^5$ Pa (帕) = 1013.25 hPa (百帕)

= 1013.25 mbar (毫巴) = 1.01325 bar (巴)

→ 壓力 SI 制單位為帕斯卡 (Pascal)，簡寫為帕 (Pa)，1 Pa = 1 N/m²

- 補充：壓力計種類



→ 以上壓力單位為 cmHg 或 mmHg

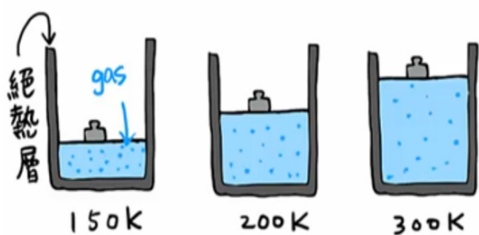
(二) 查理定律 (查理-給呂薩克定律)

1. 絕對溫度：

- 1848 年，克耳文提出新的溫標，為絕對溫標，以 K 為單位，為 SI 制基本單位之一。
- 溫度換算：
絕對零度 = 0 K = -273.15 °C
絕對溫度 (T) = 攝氏溫度 (t) + 273.15
e.g. 25°C = 298.15 K ; 27°C = 300.15 K (常用可記)
- 絕對零度 (0 K)：熱力學最低溫度，為“理論”的下限值，此溫度時粒子動能達到量子力學最低點，氣體分子活動範圍為零 (體積為零) 並停止運動 (動能為零)。

2. 查理定律：

- 1802 年由法國科學家給呂薩克發布，他參考了雅克·查理的研究，故後來多稱為查理定律。他測量定壓下，定量氣體體積和溫度的關係，隨著溫度的提升，氣體體積也會變大。(就是常聽到的“熱脹冷縮”)

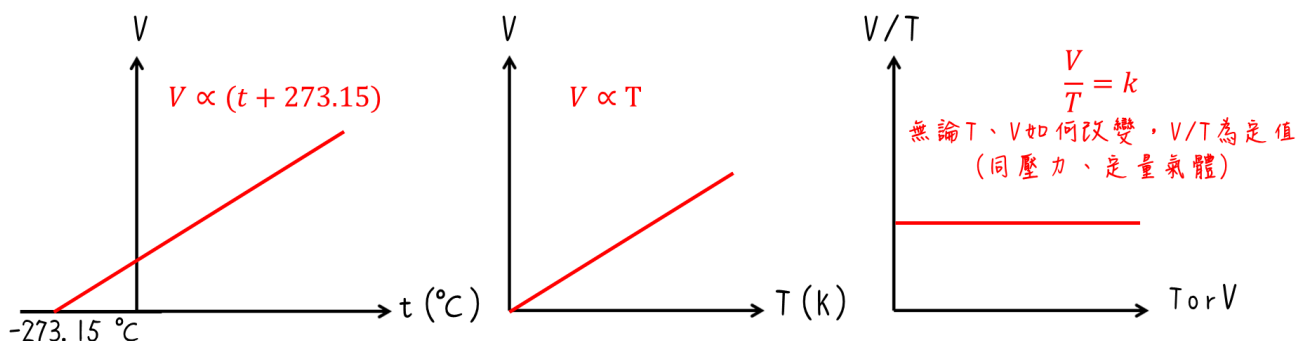


絕對溫度 T	體積 V	體積/溫度 V/T
150 K	12.3 L	0.082 L/K
200 K	16.4 L	0.082 L/K
300 K	24.6 L	0.082 L/K

- 定壓下，定量氣體**絕對溫度**與**體積**成正比 ($T \propto V$)。

$$\frac{V}{T} = k \quad \text{or} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{or} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

- 函數

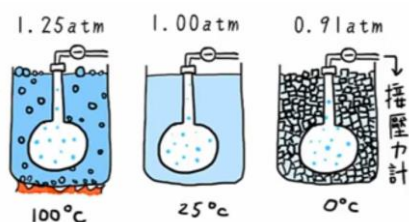


- 定壓、定量氣體每升 or 降 1°C ，其體積增 or 減量為 0°C 時體積的 $1/273.15$ 倍。

$$\frac{V_t}{V_0} = \frac{273.15 + t}{273.15} = 1 + \frac{t}{273.15} \leftarrow \text{增減量}$$

(三) 給呂薩克定律

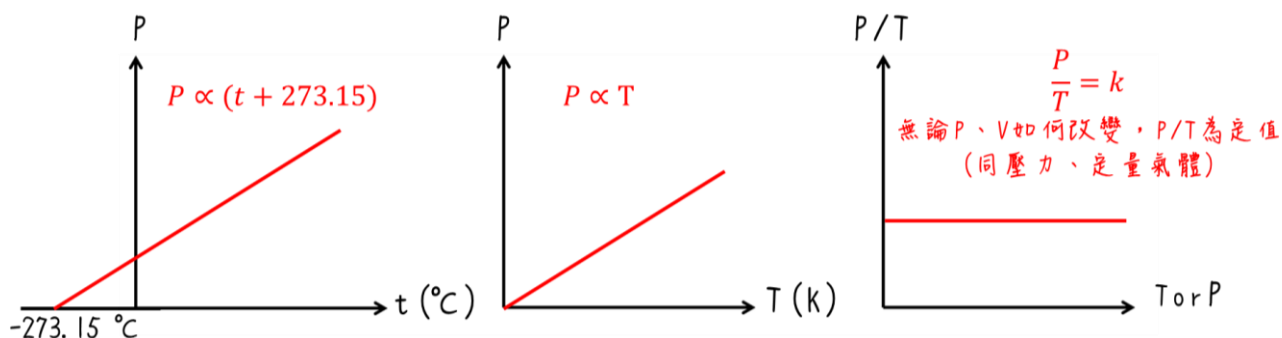
- 1802 年，法國科學家給呂薩克研究氣體溫度與壓力的關係，而發現一個與查理定律非常相似的定律，他測量定體積下，定量氣體壓力和溫度的關係，隨著溫度的提升，氣體壓力也會變大。



- 定容下，定量氣體絕對溫度與壓力成正比 ($T \propto P$)。

$$\frac{P}{T} = k \quad \text{or} \quad \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad \text{or} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

- 函數圖



- 定容、定量氣體每升 or 降 1°C ，其壓力增 or 減量為 0°C 時壓力的 $1/273.15$ 倍。

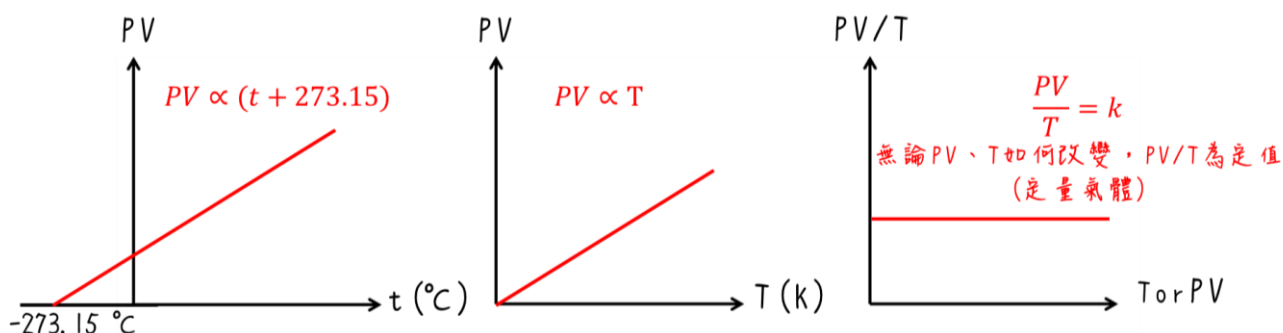
$$\frac{P_t}{P_0} = \frac{273.15 + t}{273.15} = 1 + \frac{t}{273.15} \leftarrow \text{增減量}$$

(四) 波以耳-查理定律 (波查定律)

- 定量氣體，其壓力與體積的乘積和絕對溫度成正比 ($PV \propto T$)。

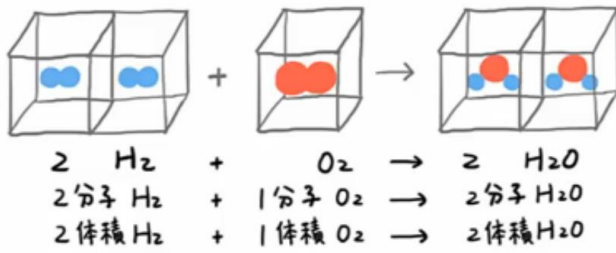
$$\frac{PV}{T} = k \quad \text{or} \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_1}{T_2} \quad \text{or} \quad \frac{P_1 V_1}{P_2 V_1} = \frac{T_1}{T_2}$$

- 函數圖



(五) 亞佛加厥定律

- 1811 年，義大利科學家亞佛加厥提出的假說，後來經大量實驗證實為定律，其內容為：在同溫、壓下，等體積的氣體都含有相同的分子數。



- 定溫壓下，氣體體積與莫耳數成正比 ($V \propto n$)。

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \quad \text{or} \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

- 函數圖

