

2015 年海峽兩岸教學觀摩研討會

李麗偵老師教學設計

| | | | |
|--|---|------|--------------|
| 教學主題 | 平衡常數的應用 | 教學年級 | 高二 |
| 設計者 | 李麗偵 | 教學者 | 李麗偵 |
| 教學目標 | 1. 使學生了解 K 值大小的意義，從例題中學習 K 值與平衡狀態的定量關係。 2. 反應商與 K 值大小關係的化學意義，由此預測反應進行的方向。 | | |
| 設計理念 | 以例題設計串連平衡常數的三種應用，幫助學生在一堂課中有效率的建立完整觀念。 | | |
| 教材來源 | 基礎化學(三)第三章 化學平衡(龍騰版) | | |
| 教學活動 | | | |
| 配合之教學目標 | 教學流程 | 教學資源 | 評量基準 |
| 1. 使學生了解 K 值大小的意義，從例題中學習 K 值與平衡狀態的定量關係。 2. 反應商與 K 值大小關係的化學意義，由此預測反應進行的方向。 | 一、講述 K 值大小的意義 二、實例演練(平衡濃度的計算) 三、講述如何預測反應達平衡的進行方向。 四、實例演練 | 課本 | 隨堂問答 回家作業 |
| 本節結束 | | | |

課名：平衡常數的應用

課文全文內容文字檔

3-2.3 平衡常數的意義

由平衡常數的大小，可幫助我們預測反應向右進行的程度，得知有多少反應物可以反應成生成物（圖 3-13）。

當 K 值相當大時，平衡較傾向於生成物方向，大部分的反應物將會反應成生成物。以一氧化碳在高溫時與氧氣的燃燒反應為例：

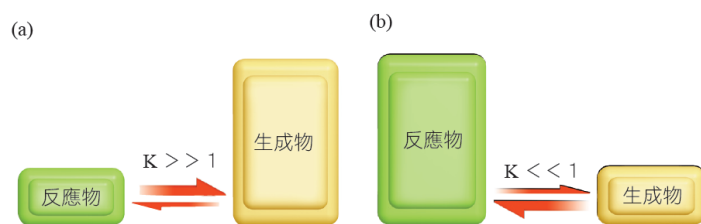


在 800K 時， $K_p = 7.1 \times 10^{27}$ ，達平衡時 CO 的分壓極小，故可視為完全反應（圖 3-14）。

若 K 值相當小，表示平衡較不利於生成物，大部分的反應物仍未反應，也可以說是逆反應的傾向較大。以氮氣與氧氣反應成一氧化氮為例：

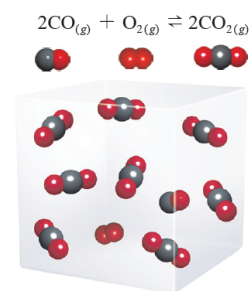


此反應在室溫下不進行，但即使在 1000K 的高溫，其反應的平衡常數 $K = 1 \times 10^{-30}$ ，表示其向右反應的傾向仍然非常小（圖 3-15）。

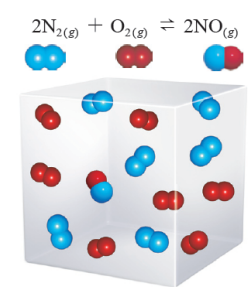


▲ 圖3-13 K 值的大小表示反應向右進行的程度

圖(a)當 K 相當大時，反應較傾向右方，多數的反應物已反應成生成物；圖(b)當 K 值相當小時，反應較不傾向右方（傾向左方），大部分的反應物沒反應掉，生成物較少。



▲ 圖3-14 K 值大反應傾向右邊。



▲ 圖3-15 K 值小反應傾向左邊。

想一想

若 K 值接近於 1，則反應的傾向為何？

雖然 K 值的大小表示反應傾向右進行的程度，卻不能表示反應達到平衡的速率快慢，有些反應雖然 K 值很大，但反應速率卻很慢，需要很長的時間才能達平衡。以氫氣與氧氣的反應為例：



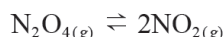
在 298K 時，其平衡常數相當大， $K_p = 5.0 \times 10^{42}$ 。表示系統若達平衡，幾可視為完全反應，但事實上氫氣在室溫之下氧化的反應速率非常慢，要達到平衡非常困難，幾乎可視為不反應。而遇有火苗時氫氣的燃燒卻相當迅速，且由於反應的 K_p 很大，可視為完全反應，燃燒瞬間產生的高熱，使氣體體積迅速膨脹，有時會引起爆炸。

而有些 K 值很小的反應，雖然向右的傾向很小，但卻可能在很短的時間內就達成平衡。

3-2.4 反應商與反應進行的方向

在反應達平衡前，反應式中各物種的濃度會持續變化，一旦平衡達成後，濃度就不再改變了。然而對於一個正在進行中的反應而言，在達平衡之前，某特定物種的濃度將會漸漸增加、減少或不變呢？這問題的答案可由比較**反應商** (reaction quotient, 簡記為 Q)，和平衡常數的大小關係得知。

以 N_2O_4 的分解反應為例：



其反應商的表示法為：

$$Q = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}, \text{ 或以分壓表示, 為 } Q = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}}$$

其反應商的表示法和平衡定律式幾乎完全相同，差別在於若將各相關物質平衡前的濃度代入式中，所得的反應商將隨著平衡前各物質濃度持續變化而變；當平衡達成後，各物質濃度不再變化，反應商為一定值，即為平衡常數（圖 3-16）。換句話說，平衡常數就是反應商在反應達平衡時的特定值。

經由比較反應當下的 Q 與 K 值的大小關係，就可知道反應進行的方向，如圖 3-17 所示。

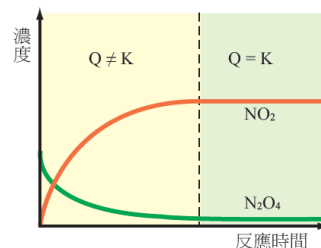
| 反應物與生成物的初始狀態 | Q 與 K 的關係 | 反應初始狀態與平衡狀態的比較 | 達平衡前的反應趨向 |
|---|---|------------------|---|
| (a)  | $Q = \frac{\text{生成物}}{\text{反應物}} < K$ | 反應物較多 生成物較少 | $\text{反應物} \rightleftharpoons \text{生成物}$ 反應趨向右邊 反應物變少，生成物變多 |
| (b)  | $Q = \frac{\text{生成物}}{\text{反應物}} = K$ | 反應物與生成物 為平衡狀態 | $\text{反應物} \rightleftharpoons \text{生成物}$ 反應已達平衡 反應物與生成物濃度不變 |
| (c)  | $Q = \frac{\text{生成物}}{\text{反應物}} > K$ | 反應物較少 生成物較多 | $\text{反應物} \rightleftharpoons \text{生成物}$ 反應趨向左邊 反應物變多，生成物變少 |

▲ 圖3-17 由 Q 和 K 的大小關係判斷反應進行的方向
圖(a) $Q < K$ ，反應向右進行；圖(b) $Q = K$ ，為平衡狀態；圖(c) $Q > K$ ，反應向左進行。

百寶箱

反應進行的方向

反應向右進行的意思是，正反應速率 $>$ 逆反應速率，故淨反應向右；反應向左進行是指逆反應速率 $>$ 正反應速率，淨反應向左。



▲ 圖3-16 平衡前，反應商隨時間經過而持續改變，直到平衡達成後，反應商即為平衡常數。

想一想

圖 3-16 所示，系統在達平衡的過程中， Q 值將漸漸變大或變小？