

化學 基礎講義

影響平衡的因素

信望愛文教基金會 · 化學種子教師團隊

7-4 影響平衡的因素—勒沙特列原理

7-4.1 簡介

1. 平衡的改變

對於一個以平衡的系統加入干擾因素(改變濃度、溫度或壓力)，造成正逆反應速率不相等，淨反應可能向右或向左。

平衡向右移動: 正反應速率 > 逆反應速率

平衡向左移動: 正反應速率 < 逆反應速率

2. 勒沙特列原理

法國科學家勒沙特列針對影響平衡的因素提出一規律性:

對一平衡系統添加一個影響平衡的因素，則平衡會向減少此一因素的方向移動，達新的平衡。平衡往消耗增加的物種或補充減少的物種的方向移動。

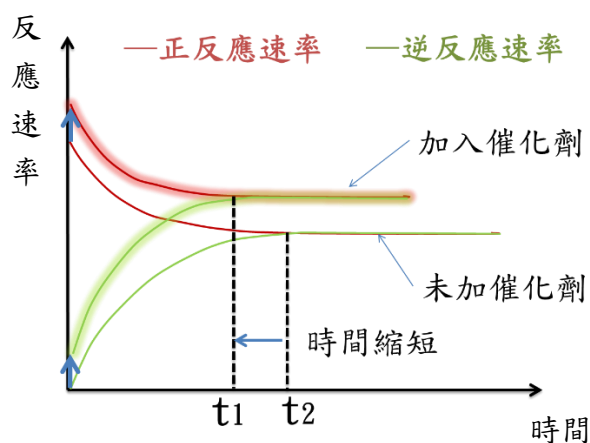
3. 影響平衡的因素

濃度、溫度、壓力

濃度、溫度、壓力的變化會影響平衡時各物質的量，其中僅溫度的變化會改變平衡常數值。

4. 加入催化劑可縮短達平衡的時間，但不能改變反應平衡的狀態，也就是系統的巨觀性質不受催化劑存在的影響。催化劑改變反應速率、速率常數，但對正逆反應為等量催化，所以不改變 K 值。

如下圖: 若未加入催化劑，系統於時間 t_2 達平衡，若加了催化劑，系統達平衡的時間提前至 t_1 。



7-4.2 濃度對平衡狀態的影響(K 不變)

1. 定溫下，一個平衡戲中的每一物種有了濃度變化，則粒子碰撞頻率亦會產生變化，導致反應速率改變而影響了平衡狀態。
2. 濃度改變對反應方向的影響
 - a. 增加反應物濃度、減少生成物濃度，平衡向右。
 - b. 增加生成物濃度、減少反應物濃度，平衡向左。
3. 改變濃度的方法
 - a. 改變反應物或生成物的莫耳數
 - I. 於系統中添加反應物或生成物
 - II. 於平衡系中加入會與反應物或生成物作用的物質。
 - b. 改變系統體積
對溶液而言，增減溶劑可改變平衡；對氣體而言，增減反應系統體積，可以改變平衡，但改變氣體的體積就是改變氣體的壓力，將於後段討論。

7-4.3 壓力對平衡狀態的影響(K 不變)

1. 含有氣體的平衡系中，改變氣體的分壓會造成平衡移動及產率的變化。
 - a. 壓力增加，平衡向方程式氣體係數和較小的一方移動，以減少系統的總分子數，緩和所增加的壓力。
 - b. 壓力減少，平衡向方程式氣體係數和較大的一方移動，以增加系統的總分子數，補充壓力的減少。
 - c. 一平衡方程式中若 $\Delta n \neq 0$ ，則壓力的改變會導致平衡的移動；若 $\Delta n = 0$ ，則壓力的變化並不會導致平衡的移動。
2. 改變壓力的方法
 - a. 定容下，增減反應物或生成物的莫耳數，即可改變各成分的分壓。
 - b. 改變系統的體積
 - c. 加入惰性氣體的影響
 - I. 定容下，增加惰性氣體：只是增加總壓，但各成分的分壓不變，所以不改變平衡。
 - II. 定壓下(總壓不變)，添加惰性氣體：為維持定壓，當氣體莫耳數增加時容器體積亦增加。如此一來，原平衡時的反應物與生成物的分壓因體積增加而降低分壓，所以平衡移動。

7-4.4 溫度對平衡狀態的影響(改變 K)

1. 化學反應涉及能量變化，可如下表示：

吸熱反應： $A + \text{熱} \rightarrow P$

放熱反應： $A \rightarrow P + \text{熱}$

2. 溫度改變時，對平衡系統的改變如下

a. 升高溫度利於吸熱反應(方向)

I. $A + \text{熱} \rightarrow P$ ，升高溫度使系統的熱能增加，欲抵銷此一變化，平衡向右移動

II. 升高溫度使分子的動能增加，超過低限能的分子數目變多，有效碰撞頻率增加，正逆反應速率均增加，但活化能較高的正反應速率增加的幅度，大於活化能較低的逆反應增加的幅度(亦即兩者均增加)，所以反應向吸熱的方向進行。

b. 降低溫度利於放熱反應(方向)

I. $A \rightarrow P + \text{熱}$ ，降低溫度使系統的熱能減少，欲抵銷此一變化，平衡向右移動

II. 而且降低溫度使分子動能減少，超過低限能的分子數變少，有效碰撞頻率減少，正逆反應速率均減少。

例如： $N_2O_4 + 58\text{kJ} \rightleftharpoons 2NO_2$ 的平衡

升高溫度平衡向右，顏色加深；降低溫度平衡向左，顏色變淡。

3. 改變溫度對平衡常數的影響

改變溫度不只會影響平衡狀態，亦會影響 K 值。

a. 吸熱反應：溫度越高，K 值越大。

b. 放熱反應：溫度越高，K 值越小。