

【一化基础大合集】【选必一 化学平衡】【一化辞典】2 化学平衡常数（重要）

化学平衡体系中反应物浓度与生成物浓度的关系

457.6°C时反应体系  $\text{I}_{2(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(\text{g})}$  中各物质的浓度

序号	起始时浓度mol/L			平衡时浓度mol/L			平衡时 $\frac{c(\text{HI})^2}{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{I}_2)}$
	$c_0(\text{H}_2)$	$c_0(\text{I}_2)$	$c_0(\text{HI})$	$c(\text{H}_2)$	$c(\text{I}_2)$	$c(\text{HI})$	
1	0.01197	0.006944	0	0.005617	0.0005936	0.01270	48.37
2	0.01228	0.009964	0	0.003841	0.00125	0.01687	48.62
3	0.01201	0.008403	0.0	0.004580	0.0009733	0.01486	49.54
4	0	0	0.01520	0.001696	0.001696	0.01181	48.49
5	0	0	0.01287	0.001433	0.001433	0.01000	48.70
6	0	0	0.03777	0.004213	0.004213	0.02934	48.50
平均值 $\frac{c(\text{HI})^2}{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{I}_2)}$							48.70

结论1:  $\frac{c^2(\text{HI})}{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{I}_2)}$  为常数

结论2: 常数与反应物的起始浓度大小无关;  
与正向建立还是逆向建立平衡无关。

425.6°C时反应体系  $\text{I}_{2(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(\text{g})}$  中各物质的浓度

序号	起始时浓度mol/L			平衡时浓度mol/L			平衡时 $\frac{c(\text{HI})^2}{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{I}_2)}$
	$c_0(\text{H}_2)$	$c_0(\text{I}_2)$	$c_0(\text{HI})$	$c(\text{H}_2)$	$c(\text{I}_2)$	$c(\text{HI})$	
1	0.01067	0.01196	0	0.001831	0.003129	0.01767	54.5
2	0.01135	0.00904	0	0.00356	0.00125	0.01559	54.6
3	0.01134	0.00751	0	0.004565	0.000738	0.01354	54.45
4	0	0	0.01069	0.001141	0.001141	0.008410	54.33
平均值 $\frac{c(\text{HI})^2}{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{I}_2)}$							54.47

结论1:  $\frac{c^2(\text{HI})}{c(\text{H}_2) \cdot c(\text{I}_2)}$  为常数

结论2: 常数与反应物的起始浓度大小无关;  
与正向建立还是逆向建立平衡无关。

结论3: 温度改变, 该常数也会改变

## 化学平衡常数

1. 概念：在一定温度下，当一个可逆反应达到化学平衡时，生成物浓度幂之积与反应物浓度幂之积的比值是一个常数，用符号  $K$  表示。
2. 表达式：对于反应  $m\text{A}_{(\text{g})} + n\text{B}_{(\text{g})} \rightleftharpoons p\text{C}_{(\text{g})} + q\text{D}_{(\text{g})}$ ，在一定温度下达到平衡

$$\text{平衡常数: } K = \frac{c^p(\text{C}) \cdot c^q(\text{D})}{c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})}$$

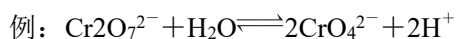
其中  $c$  为各组分的平衡浓度，温度一定， $K$  为定值

## 使用化学平衡常数注意事项

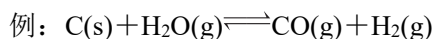
1. 对于有纯固体或纯液体参与的反应，纯固体或纯液体不列入平衡常数的表达式中
2. 化学平衡常数是指某一具体反应的平衡常数。
  - (1) 若反应方向改变，则平衡常数改变。
  - (2) 若化学方程式中各物质的化学计量数等倍扩大或缩小，尽管是同一反应，平衡常数也会改变。系数变为原来的几倍，平衡常数变为原来的几次方。
  - (3) 平衡常数表达式中的  $c(\text{A})$ 、 $c(\text{B})$ 、 $c(\text{C})$ 、 $c(\text{D})$  是指平衡时各物质的物质的量浓度，不可使用物质的量数据，且不可使用任意时刻的物质的量浓度数据。

有水参加或生成的反应的平衡常数表达式的书写

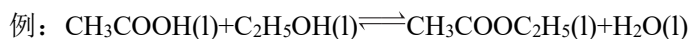
1. 稀薄水溶液中的反应，如有水参加或生成，水的浓度不必写入平衡常数表达式中。



2. 水为气态 [ $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ ] 时需写入平衡常数表达式中。



3. 在非水溶液中进行的反应，若有水参加或生成，则水的浓度应出现在平衡常数表达式中。



## 化学平衡常数的意义

1. 化学平衡常数是指一定温度下一个反应本身固有的内在性质的定量表现，是表示可逆反应进行程度（限度）的一个特征值。
2.  $K$  越大，说明平衡体系中生成物所占的比例越大，正反应进行的程度越大，即该反应进行得越完全，平衡时反应物的转化率越大； $K$  越小，该反应进行得越不完全，平衡时反应物的转化率越小。
3. 一般来说，如果一个反应的平衡常数数值大于  $10^5$ ，通常认为该反应可以进行得较完全；相反，如果一个反应的平衡常数数值小于  $10^{-5}$ ，则认为这个反应很难进行。

## 化学平衡常数可以判断平衡移动的方向

对于一般的可逆反应  $m\text{A}_{(\text{g})} + n\text{B}_{(\text{g})} \rightleftharpoons p\text{C}_{(\text{g})} + q\text{D}_{(\text{g})}$

在任意状态时，生成物与反应物的浓度幂之积的比值成为**浓度商**，用  $Q$  表示：

$$Q = \frac{c^p(\text{C}) \cdot c^q(\text{D})}{c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})} \begin{cases} Q < K, \text{ 反应向正反应方向进行} \\ Q = K, \text{ 反应处于平衡状态} \\ Q > K, \text{ 反应向逆反应方向进行} \end{cases}$$

用任意状态的浓度幂之积的比值  $Q$  与  $K$  比较，可判断可逆反应是否达到平衡状态和反应进行的方向。

## 化学平衡转化率

用平衡常数标示反应限度有时不够直观，因此实际应用中常用**平衡转化率** ( $\alpha$ ) 来表示一定条件下的反应限度

$$\begin{aligned} \text{某反应物的平衡转化率}(\alpha) &= \frac{\text{该反应物平衡时已转化的量}}{\text{该反应物的起始总量}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{该反应物的起始浓度} - \text{该反应物的平衡浓度}}{\text{该反应物的起始浓度}} \times 100\% \end{aligned}$$

## 化学平衡常数的例题

已知可逆反应： $\text{M}_{(\text{g})} + \text{N}_{(\text{g})} \rightleftharpoons \text{P}_{(\text{g})} + \text{Q}_{(\text{g})} \quad \Delta H > 0$ ，请回答下列问题：

(1) 在某温度下，反应物的起始浓度分别为  $c(\text{M}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c(\text{N}) = 2.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；

达到平衡后，M 的转化率为 60%，此时 N 的转化率为\_\_\_\_\_；

(2) 若反应温度不变，反应物的起始浓度分别为  $c(\text{M}) = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c(\text{N}) = a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ；

达到平衡后， $c(\text{P}) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $a = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

(3) 若反应温度不变，反应物的起始浓度为  $c(\text{M}) = c(\text{N}) = b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，

达到平衡后，M 的转化率为\_\_\_\_\_。