

# 化学平衡常数及其常见考查方式

广东省梅县东山中学 514000 魏清远

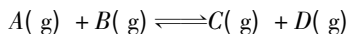
化学平衡常数是表征反应限度的一个确定的定量关系,从定量的角度解决了平衡的移动问题,为判断化学平衡的移动方向带来了科学的依据。常见的化学平衡常数包括浓度平衡常数、压强平衡常数、电离平衡常数、难溶电解质的溶解平衡常数、盐类的水解平衡常数等。化学平衡常数的考查是对化学平衡理解和对计算能力的双重考查,关于化学平衡常数的考查灵活多变,历年来,全国各地的高考中,化学平衡常数及相关计算都是其中的重要题型。

## 一、对化学平衡常数概念考查

化学平衡常数是表征反应限度的一个确定的定量关系,不随浓度或压强的改变而改变,只随着温度的改变而改变。利用化学平衡常数的这一重要特征,可根据反应的浓度商与平衡常数的相对大小判断化学平衡移动的方向、根据平衡常数受温度的影响情况分析反应的能量变化情况。

### 1. 化学平衡常数概念考查

例1 (2012年海南,15(1))已知



反应的平衡常数和温度的关系如表1:

表1

温度/°C	700	900	830	1000	1200
平衡常数	1.7	1.1	1.0	0.6	0.4

回答下列问题:

(1) 该反应的平衡常数表达式  $K = \frac{c(C) \cdot c(D)}{c(A) \cdot c(B)}$ ,  $\Delta H$  \_\_\_\_\_ 0(填“<”、“>”或“=”)。

解析 根据化学平衡常数的概念,由化学方程式可知,该反应平衡常数表达式为:

$$K = \frac{c(C) \cdot c(D)}{c(A) \cdot c(B)}$$
; 升高温度,平衡常数减小,

说明反应随温度升高,生成物浓度减小、反应物浓度增大,即化学平衡向左移动,故正反应为放热反应  $\Delta H < 0$ 。

答案:  $K = \frac{c(C) \cdot c(D)}{c(A) \cdot c(B)}$ ; <。

## 2. 应用化学平衡常数判断反应进行方向

例2 在体积为1L的密闭容器中,进行如下化学反应:



若某温度下,平衡浓度符合下列关系:

$$c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2) = c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})$$

在此温度下,若该容器中含有1mol  $\text{CO}_2$ 、1.2mol  $\text{H}_2$ 、0.75mol  $\text{CO}$ 、1.5mol  $\text{H}_2\text{O}$ ,则此时反应所处的状态为\_\_\_\_\_。

(填“向正反应方向进行中”、“向逆反应方向进行中”或“平衡状态”)。

解析 由题意可知,该反应的平衡常数为  $K = \frac{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)} = 1$ ,此时,反应的浓度商

$$Q_c = \frac{c(\text{CO}) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)} = \frac{0.75 \times 1.5}{1 \times 1.2} \approx 0.94 < K$$
,可知

相较于平衡状态,此时生成物浓度偏小,反应物浓度偏大,故反应向正反应方向进行。

答案: 向正反应方向进行中。

## 二、化学平衡常数常见计算考查

化学平衡常数的另一重要考查方式是利用平衡常数进行与化学平衡相关的计算,且方式灵活多变。

### 1. 计算化学平衡常数

例3 苯乙烯( $\text{C}_8\text{H}_{10}$ )可生产塑料单体苯乙烯( $\text{C}_8\text{H}_8$ ),其反应原理是  $\text{C}_8\text{H}_{10}(g) \rightleftharpoons \text{C}_8\text{H}_8(g) + \text{H}_2(g)$ 。某温度下,将0.40mol 苯乙烯,充入2L真空密闭容器中发生反应,测定不同时间该容器内物质的量,得到数据如表2,该温度下,该反应的化学平衡常数是\_\_\_\_\_。

表2

时间/min	0	10	20	30	40
$n(\text{C}_8\text{H}_{10})/\text{mol}$	0.40	0.30	0.26	$n_2$	$n_3$
$n(\text{C}_8\text{H}_8)/\text{mol}$	0.00	0.10	$n_1$	0.16	0.16

解析 由表中30min后  $n(\text{C}_8\text{H}_8) = 0.16\text{mol}$  不变可知,反应在30min后达到平衡,则列出三

段式,求出平衡时各物质浓度,代入平衡常数表达式即可求算:

	$C_8H_{10}(g)$	$\rightleftharpoons$	$C_8H_8(g)$	+	$H_2(g)$
$c$ (初)	0.20 mol/L		0		0
$c$ (变)	0.08 mol/L		0.08 mol/L		0.08 mol/L
$c$ (末)	0.12 mol/L		0.08 mol/L		0.08 mol/L

$$K = \frac{c(C_8H_8) \cdot c(H_2)}{c(C_8H_{10})}$$

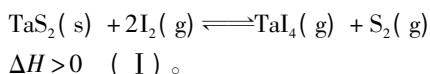
$$= \frac{0.08 \text{ mol/L} \times 0.08 \text{ mol/L}}{0.12 \text{ mol/L}}$$

$$= 0.053 \text{ mol/L}$$

答案: 0.053。

2. 应用化学平衡常数求算物质的量、浓度、转化率等

例 4 (2013 年山东理综 29(1)) 利用“化学蒸气转移法”制备  $TaS_2$  晶体,发生如下反应:



反应 (I) 的平衡常数表达式  $K = \underline{\hspace{2cm}}$ ,若  $K = 1$ ,向某恒容容器中加入 1 mol  $I_2(g)$  和足量  $TaS_2(s)$ ,  $I_2(g)$  的平衡转化率为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

解析 由化学方程式可知,平衡常数表达式  $K = \frac{c(TaI_4) \cdot c(S_2)}{c^2(I_2)}$ ; 设  $I_2(g)$  的转化的物质的量为  $x$ ,容器体积为  $V$ 。

代入三段式,可得:

	$TaS_2(s)$	+	$2I_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$TaI_4(g)$	+	$S_2(g)$
$n$ (初)			1 mol		0		0
$n$ (变)			$x$		$0.5x$		$0.5x$
$n$ (末)			$1-x$		$0.5x$		$0.5x$

$$K = \frac{c(TaI_4) \cdot c(S_2)}{c^2(I_2)} = \frac{\frac{0.5x}{V} \times \frac{0.5x}{V}}{\left(\frac{1-x}{V}\right)^2} = 1,$$

解得  $x = 0.667 \text{ mol}$ , 则  $I_2(g)$  的平衡转化率为  $\frac{0.667 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times 100\% = 66.7\%$ 。

答案:  $K = \frac{c(TaI_4) \cdot c(S_2)}{c^2(I_2)}$ ; 66.7%。

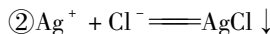
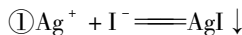
3. 应用溶解平衡常数  $K_{sp}$  计算离子浓度、pH

例 5 (2015 年全国卷 I · 28(2)) 上述浓缩液中含有  $I^-$ 、 $Cl^-$  等离子,取一定量的浓缩液,向

其中滴加  $AgNO_3$  溶液,当  $AgCl$  开始沉淀时,溶液中  $\frac{c(I^-)}{c(Cl^-)}$  为:  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

已知  $K_{sp}(AgCl) = 1.8 \times 10^{-10}$ ,  $K_{sp}(AgI) = 8.5 \times 10^{-17}$ 。

解析 由题意可知,存在以下沉淀溶解平衡:



$$\frac{c(I^-)}{c(Cl^-)} = \frac{c(Ag^+) \cdot c(I^-)}{c(Ag^+) \cdot c(Cl^-)} = \frac{K_{sp}(AgI)}{K_{sp}(AgCl)} = \frac{8.5 \times 10^{-17}}{1.8 \times 10^{-10}} = 4.7 \times 10^{-7}。$$

答案:  $2.7 \times 10^{-8}$ 。

例 6 (2015 年全国卷 II · 26(4)) 用废电池的锌皮制作七水合硫酸锌,需去除少量杂质铁,其方法是:加入稀硫酸和双氧水,溶解,铁变为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ,加碱调节 pH 为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ,铁刚好完全沉淀(离子浓度小于  $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  时,即可认为该离子沉淀完全)。继续加碱调节 pH 为  $\underline{\hspace{2cm}}$ ,锌开始沉淀(假定  $Zn^{2+}$  浓度为  $0.1 \text{ mol/L}$ )。

有关数据列于表 3。

表 3

化合物	$Zn(OH)_2$	$Fe(OH)_2$	$Fe(OH)_3$
$K_{sp}$	$10^{-17}$	$10^{-17}$	$10^{-39}$
近似值			

解析 双氧水为强氧化剂,可将  $Fe^{2+}$  转化为  $Fe^{3+}$ ; 完全沉淀时  $c(Fe^{3+}) \leq 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ , 代入  $K_{sp}[Fe(OH)_3] = c(Fe^{3+}) \cdot c^3(OH^-) = 10^{-39}$  计算可得  $c(OH^-) = 10^{-11.3}$ , 则  $pH = 2.7$ ; 同理,将  $c(Zn^{2+}) = 0.1 \text{ mol/L}$  代入  $K_{sp}[Zn(OH)_2] = c(Zn^{2+}) \cdot c^2(OH^-) = 10^{-17}$ , 计算可得  $c(OH^-) = 10^{-8}$ , 则  $pH = 6$ 。

答案:  $Fe^{3+}$ ; 2.7; 6

仔细分析近年高考试题可以发现,对化学平衡常数及其相关计算的考查方式灵活多变,是化学平衡部分的重点、难点,是高考的重要考点之一。考生在面对化学平衡常数考查时,要做到熟练掌握化学平衡常数的概念并融会贯通,同时加强计算能力,则易把这个考点由难点转化为得分点。