



# 化学平衡移动对反应物转化率影响的规律

■甘肃

化学平衡一直是高考的重点、热点内容之一,化学平衡移动对反应物转化率的影响是一个难点,考生在高考中得分较低,究其原因,这类问题本身对考生思维能力要求较高,要彻底搞清楚,往往要用到等效平衡的思想,所以难度很大。

笔者就此问题进行了全面而深入的研究,总结了一系列的规律,这样,一方面可以提高考生的思维品质,另一方面也可以提高考生的学业成绩,现总结如下。

## 一、温度、压强对反应物转化率的影响

**例1** 在某温度下,反应  $\text{ClF}(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{ClF}_3(\text{g})$ ;  $\Delta H < 0$  在密闭容器中达到平衡,下列说法正确的是( )。

- A. 温度不变,缩小体积,ClF 的转化率增大  
B. 温度不变,增大体积,ClF<sub>3</sub> 的产率提高  
C. 升高温度,增大体积,有利于平衡向正反应方

**规律3:** 在恒温恒压下,改变起始时加入物质的物质的量,只要按化学计量数换算成同一半边的物质的物质的量之比与原平衡相同,则达平衡后与原平衡等效。

**例4** 已知在常压和  $T^\circ\text{C}$ , 把 1 mol A 和 1 mol B 充入一带活塞的体积可变的容器中,活塞的一端与大气相通(如图1所示),此时密闭容器的体积为  $V\text{ L}$ 。保持恒温恒压,使可逆反应  $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g})$  达到平衡时,C 的体积分数为 40%。

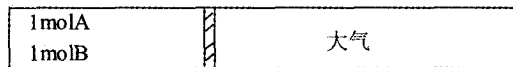


图1

试回答下列问题:欲使温度和压强在上述条件下恒定不变,在密闭容器内充入 2 mol A 和 2 mol B,则反应达到平衡时,密闭容器中 C 的体积分数为\_\_\_\_,容器的体积为\_\_\_\_。

**解析:** 根据等效平衡规律3,那么相同条件下 2 mol A 和 2 mol B 反应达平衡时与 1 mol A 和 1 mol B 反应达平衡时 C 的体积分数相同,为 40%。设 2 mol A 和 2 mol B 反应后,生成 C 的物质的量为

张小波

向移动

D. 降低温度,体积不变,F<sub>2</sub> 的转化率降低。

**解析:** 该反应为体积减小的放热反应,所以降温或加压均可以使化学平衡正向移动,反应物转化率增大。

**答案:** A

**规律1:** 化学反应达到平衡后,若改变温度或压强:导致平衡正向移动,则反应物的转化率增大;导致平衡逆向移动,则反应物的转化率减小;平衡不移动,则反应物的转化率不变。

## 二、再次充入物质对反应物转化率的影响

1. 充入反应物气体。

(1) 只有一种反应物参加的可逆反应。

**例2** 一定温度下,在一定容的密闭容器中充入 NO<sub>2</sub>, 发生反应  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ , 并达到平衡,此时 NO<sub>2</sub> 的转化率为  $p\%$ , 再次充入一定量的 NO<sub>2</sub>, 其  $x\text{ mol}$ , 容器体积为  $y\text{ L}$ 。

	$\text{A}(\text{g})$	+	$\text{B}(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{C}(\text{g})$
起始物质的量:	2 mol		2 mol		0
转化物质的量:	$x\text{ mol}$		$x\text{ mol}$		$x\text{ mol}$
平衡物质的量:	$(2-x)\text{ mol}$		$(2-x)\text{ mol}$		$x\text{ mol}$

$$\frac{x}{(2-x) + (2-x) + x} = 40\%$$

$$x = \frac{8}{7}$$

$$\text{平衡时气体总物质的量: } (2-x) + (2-x) + x = 4 - x = 4 - \left(\frac{8}{7}\right) = \frac{20}{7} (\text{mol}).$$

因恒温恒压下,气体的体积与物质的量成正比,则

$$\frac{y}{V} = \frac{\frac{20}{7}}{1+1}, y = \frac{10V}{7}$$

**答案:** 平衡时 C 的体积分数为 40%, 容器体积为  $\frac{10V}{7}\text{ L}$ 。

(责任编辑 谢启刚)

35

中学生数理化·高考版



转化率将( )。

- A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 无法确定

**解析:**假设该容器的体积可变,再充入一定量的  $\text{NO}_2$  后,容器体积会增大,建立的新平衡与旧平衡等效,则  $\text{NO}_2$  的转化率不变.当体积不变时,可认为在此基础上缩小容器的体积,即增大了体系的压强,平衡向正反应方向移动, $\text{NO}_2$  的转化率增大.

**答案:**A

(2)有两种或两种以上反应物参加的可逆反应.

**例3** 一定温度下,在一定容的密闭容器中充入  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$ ,发生反应  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  并达到平衡,  $\text{N}_2$  的转化率为  $c\%$ .向平衡混合物中再充入一定量的  $\text{N}_2$ ,达到新平衡后,  $\text{N}_2$  的转化率将( )。

- A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 无法确定

**解析:**恒温恒容下,充入  $\text{N}_2$ ,化学平衡正向移动,  $\text{N}_2$  的转化量增加,但其总量也增加,而且后者增加的程度大于前者,所以,  $\text{N}_2$  的转化率降低,当然,  $\text{H}_2$  的转化率增大.在合成氨工业中,就是通过增加廉价易得的  $\text{N}_2$  的浓度来提高昂贵难得的  $\text{H}_2$  的转化率.

**答案:**B

**规律2:**向平衡体系中加入反应物后对转化率的影响(原平衡都是从正反应方向建立).

(恒温恒容)反应物只有一种: $a\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons b\text{B}(\text{g}) + c\text{C}(\text{g})$

条件	特点	A的转化率
增加 A的量(相当于增压)	$a > b + c$	增大
	$a = b + c$	不变
	$a < b + c$	减小

(恒温恒容)反应物不止一种: $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons c\text{C}(\text{g}) + d\text{D}(\text{g})$

条件	特点	A的转化率	B的转化率
增加A的量	可逆反应	减小	增大
按原比例同时增加 A、B的物质的量(相 当于增压)	$a + b > c + d$	增大	增大
	$a + b = c + d$	不变	不变
	$a + b < c + d$	减小	减小

(恒温恒压)反应物只有一种: $a\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons b\text{B}(\text{g}) + c\text{C}(\text{g})$

条件	特点	A的转化率
增加 A的量(与原平衡等效)	$a > b + c$	不变
	$a = b + c$	
	$a < b + c$	

(恒温恒压)反应物不止一种: $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons c\text{C}(\text{g}) + d\text{D}(\text{g})$

条件	特点	A的转化率	B的转化率
按原比例同时增加 A、B的物质的量(与 原平衡等效)	$a + b > c + d$	不变	不变
	$a + b = c + d$		
	$a + b < c + d$		

当然,若不按原比例同时增加A、B的物质的量,在具体处理时,我们还是先按原比例同时增加A、B的物质的量进行判断,然后把少加的气体加上,再判断反应物转化率的变化.

2. 充入无关气体.

**例4**  $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}); \Delta H > 0$ ,当反应达到平衡时,下列措施能提高  $\text{COCl}_2$  转化率的是( )。

- ①升温 ②恒容通入惰性气体 ③增加CO的浓度 ④减压 ⑤加催化剂 ⑥恒压通入惰性气体

- A. ①②④ B. ①④⑥

- C. ②③⑥ D. ③⑤⑥

**解析:**该反应为体积增大的吸热反应,所以升温或减压均可以促使反应正向移动,反应物转化率增大;恒压通入惰性气体,容器的体积膨胀,相当于减压,平衡正向移动,反应物转化率增大;恒容通入惰性气体,各组分的浓度保持不变,故反应速率保持不变,平衡也不移动,反应物转化率不变;加入催化剂对平衡无影响,反应物转化率不变;增加CO的浓度,将导致平衡逆向移动,反应物转化率减小.

**答案:**B

**规律3:**(1)对于恒容容器,通入无关气体,由于容器的体积不变,故各组分的浓度保持不变,反应速率保持不变,平衡不移动,反应物转化率不变.

(2)对于恒压容器,通入无关气体,容器的体积膨胀,对于化学反应则相当于减压.若平衡正向移动,则反应物的转化率增大;若平衡逆向移动,则反应物的转化率减小;若平衡不移动,则反应物的转化率不变.

**练习**

1. 一定温度下,在一密闭容器中充入  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$ ,一定条件下发生反应  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ ,达到平衡后,此时  $\text{N}_2$  的转化率为  $a\%$ .缩小容器的容积,再次达到平衡时  $\text{N}_2$  的转化率将( )。

- A. 增大 B. 减小 C. 不变 D. 无法确定

2. 在一密闭容器中充入 1 mol  $\text{NO}_2$ ,建立如下平衡: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ ,此时  $\text{NO}_2$  的转化率为  $x\%$ ,在其他不变的情况下,再充入 1 mol  $\text{NO}_2$ ,待新平衡建立时测得  $\text{NO}_2$  的转化率为  $y\%$ ,则下列大小关系正确的是( )。

- A.  $x > y$  B.  $x = y$  C.  $x < y$  D. 不能确定

3. 在某一密闭容器中,反应  $3\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + 2\text{D}(\text{g}); \Delta H > 0$ ,已达平衡状态,改变该平衡的某个条件,可使A的转化率增大的是( )。

- A. 向容器中加入 1 mol B物质 B. 恒压充入 Ar  
C. 恒容充入 Ar D. 升高温度

**答案:**1. A 2. C 3. D

(责任编辑 谢启刚)

