



# 化学平衡中等效平衡知识点考查例析

■陕西

张惠娟

化学高考题主要是以元素化合物知识为介质,考查考生对基本概念、基本理论的理解,此类题型是测试的热点.基本理论中有关化学平衡的计算题与判断题,在多年的高考题中都出现过,其中等效平衡的知识不易掌握.现就等效平衡的知识要点归类例析.

**知识要点:**在一定条件下(定温、定容或定温、定压),对同一可逆反应,只要起始时加入物质的物质的量不同,而达到化学平衡时,同种物质的百分含量相同,这样的平衡称为等效平衡.

**规律 1:**在恒温恒容条件下,对反应前后气体分子总数不同的可逆反应,只改变起始时加入物质的物质的量,如通过可逆反应的化学计量数比换算成同一半边的物质的物质的量与原平衡相同,则两平衡等效.常用“回归定值法”判断.

**例 1** 在一定温度下,某固定体积的密闭容器中,加入 2 mol A 和 1 mol B 发生反应  $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 3C(g) + D(g)$ , 达到平衡时, C 的浓度为  $w \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . 现维持温度不变,在该容器中,加入下列 4 种配比的起始物质进行上述可逆反应,达到平衡时, C 的浓度也为  $w \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的是( ).

- A. 4 mol A + 2 mol B
- B. 2 mol A + 1 mol B + 3 mol C + 1 mol D
- C. 3 mol C + 1 mol D + 1 mol B
- D. 3 mol C + 1 mol D

**解析:**根据等效平衡规律 1,经分析选项 D 的配比(3 mol C + 1 mol D)按反应计量数比换算成左边反应物的物质的量为 2 mol A 和 1 mol B,正好和原平衡的起始量(2 mol A 和 1 mol B)相同,则两平衡等效,所以正确答案为 D.

**规律 2:**在恒温恒容条件下,对于反应前后气体分子数不变的可逆反应,只要反应物(或生成物)的物质的量的比例与原平衡相同,则两平衡等效,且平衡产物的量与投料量成正比.

**例 2** 在一个固定容积的密闭容器中,保持一定温度,发生可逆反应  $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 3C(g)$ . 已知起始时加入 1 mol A 和 2 mol B,平衡时  $n(C)$  为  $a \text{ mol}$ , C 在平衡混合气体中的体积分数为  $d$ . 若在相同条件下,在同一容器中起始时加入 2 mol A 和 4 mol B,平衡时  $n(C) = \underline{\hspace{2cm}}$  mol, C 在平衡混合气体

中的体积分数为  $\underline{\hspace{2cm}}$ .

**解析:**此反应是前后气体分子数不变的可逆反应.根据等效平衡规律 2,恒温恒容下,新平衡起始加入反应物 A、B 的物质的量(2 mol A 和 4 mol B)比例与原条件(1 mol A 和 2 mol B)相同(均为 1:2),且为原条件的 2 倍,则两平衡等效.所以平衡时  $n(C) = 2a \text{ mol}$ ,物质 C 在平衡混合气体中的体积分数为  $d$ .

**例 3** 在等温等容条件下,有下列气体反应:  $2A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons C(g) + 3D(g)$ , 分别从两条途径建立平衡:

- I. A、B 的起始浓度均为  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .
- II. C、D 的起始浓度分别为  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

下列叙述正确的是( ).

- A. I、II 两途径最终达到平衡时,体系内混合气体的百分组成相同.
- B. I、II 两途径最终达到平衡时,体系内混合气体的百分组成不相同.
- C. 达到平衡时 I 途径的反应速率等于 II 途径的反应速率.
- D. 达到平衡后, I 途径混合气体密度为 II 途径的混合气体密度的  $\frac{1}{2}$ .

**解析:**根据等效平衡规律 2, I 途径 A、B 的起始浓度均为  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  与 C、D 的起始浓度分别为  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时达到的平衡等效.而 II 途径的起始浓度  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  C 和  $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  D 为 I 途径浓度的 2 倍,这可看成是两个相同的 I 途径在反应,则反应容器的体积必然是 I 途径的 2 倍,平衡时 I、II 两途径体系内混合气的百分组成相同,为满足等温等容条件,将 II 途径体积压缩至一半.因题给可逆反应的反应前后气体总体积不变,压强对该平衡没有影响,因此平衡不移动, I、II 两途径体系内混合气体的百分组成仍然相同.但 II 途径反应物起始浓度是 I 途径的 2 倍,所以 II 途径的反应速率大于 I 途径;平衡时 I 途径内混合气体的量是 II 途径的一半,所以 I 途径内混合气体的密度是 II 途径的  $\frac{1}{2}$ . 正确答案为 AD.

34

中学生  
数理化  
·  
高考版





# 化学平衡移动对反应物转化率影响的规律

■甘肃

张小波

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。

向移动

D. 降低温度,体积不变,  $F_2$  的转化率降低。

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。

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

## 一、温度、压强对反应物转化率的影响

**例1** 在某温度下,反应  $ClF(g) + F_2(g) \rightleftharpoons ClF_3(g)$ ;  $\Delta H < 0$  在密闭容器中达到平衡,下列说法正确的是( )。

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。

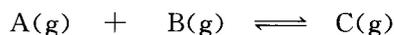
- A. 温度不变,缩小体积,  $ClF$  的转化率增大  
B. 温度不变,增大体积,  $ClF_3$  的产率提高  
C. 升高温度,增大体积,有利于平衡向正反应方

**例2** 一定温度下,在一定容的密闭容器中充入  $NO_2$ , 发生反应  $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ , 并达到平衡,此时  $NO_2$  的转化率为  $p\%$ , 再次充入一定量的  $NO_2$ , 其

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  $T^\circ C$ , 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  $V$  L. 保持恒温恒压,使可逆反应  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$  达到平衡时, C 的体积分数为 40%。

$x$  mol, 容器体积为  $y$  L.



起始物质的量:	2 mol	2 mol	0
转化物质的量:	$x$ mol	$x$ mol	$x$ mol
平衡物质的量:	$(2-x)$ mol	$(2-x)$ mol	$x$ mol

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

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

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)



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

35

中学生数理化·高考版

