

## 透视化学平衡中的转化率

江苏省石庄高级中学 226531 蒋玉美

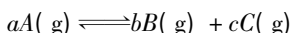
### 一、计算公式

转化率是指物质在反应中已转化的量与该物质总量的比值。所研究的对象为反应物,可求取某一物质在某一化学反应中的最大转化率,能够表示在一定的浓度、温度下所反应的限度。采用符号  $\alpha$  表示:

$$\text{转化率}(\alpha) = \frac{\text{反应物的转化浓度(或物质的量)}}{\text{反应物的起始浓度(或物质的量)}} \times 100\%$$

### 二、反应物的转化率与浓度变化的关系

#### 1、对于分解反应:



要视反应前后物质的计量数而定。

设开始时在  $V$  L 容器中盛有  $1 \text{ mol } A$ , 达到平衡时  $A$  的转化率为  $\alpha$ 。在同一温度同一容器中, 最初投入  $2 \text{ mol } A$  根据化学平衡原理 构造如图 1 所示途径:

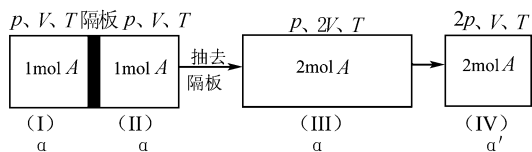
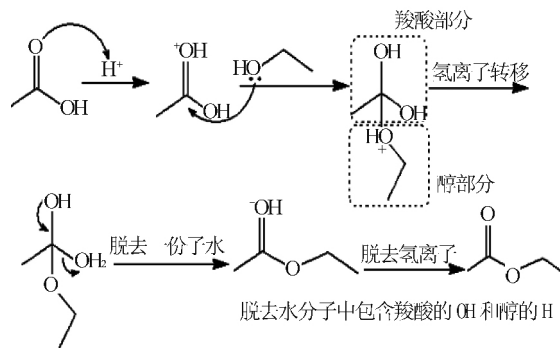


图 1



由上述机理可知,若将  $O-18$  放在乙酸分子中,在“氢离子转移”中  $O-18$  进入酯与进入水的机会是等同的,会导致酯和水两种产物中均有  $O-18$ ,故  $O-18$  只能放在乙醇分子中。

(收稿日期: 2014-12-08)

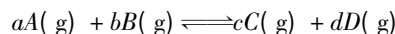
( I )、( II ) 具有完全相同的状态,当抽出隔板后,外界条件不变,所得状态( III )中  $A$  的转化率与( I )、( II ) 相同,仍为  $\alpha$ 。状态( IV )是( III ) 加压的结果,而增大压强,平衡将向气体体积缩小的方向移动。故有:

①若  $a = b + c$ , 增加  $A$  的浓度,  $A$  的转化率不变。

②若  $a > b + c$ , 增加  $A$  的浓度,  $A$  的转化率变大。

③若  $a < b + c$ , 增加  $A$  的浓度,  $A$  的转化率变小。

#### 2. 对于有多种物质参加的可逆反应:



(1) 增大  $A$  的浓度,  $B$  的转化率一定增大,而  $A$  的转化率反而减小;减小  $A$  的浓度,  $B$  的转化率一定减小,  $A$  的转化率则增大。

(2) 若同时等倍增大  $A$ 、 $B$  的浓度,则要视反应前后物质的计量数而定。

①若  $a + b = c + d$ , 增加  $A$ 、 $B$  的浓度,  $A$ 、 $B$  的转化率不变。

②若  $a + b > c + d$ , 增加  $A$ 、 $B$  的浓度,  $A$ 、 $B$  的转化率变大。

③若  $a + b < c + d$ , 增加  $A$ 、 $B$  的浓度,  $A$ 、 $B$  的转化率变小。

### 三、反应物的转化率与平衡移动的关系

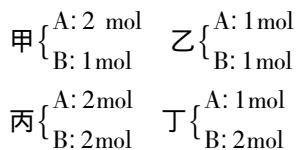
若改变一个条件后,反应物的转化率变化,则可能是改变了温度、压强或浓度;若转化率不发生变化,则可能是使用了催化剂或反应前后气体体积不变的反应改变了压强,也可能是反应前后气体体积不变的分解反应改变了反应物的浓度。

### 四、典例分析

#### 1. 转化率大小的比较

例 1 已知在四个封闭容器中,容积均相等,均进行相同的可逆反应,反应化学方程式为:





在同样温度下,建立平衡,下列哪一选项可正确表示 A 或 B 转化率的关系( )。

- A. A 的转化率从小到大顺序: 甲、乙、丙、丁  
 B. A 的转化率从小到大顺序: 甲、丙、乙、丁  
 C. B 的转化率从小到大顺序: 甲、丙、乙、丁  
 D. B 的转化率从小到大顺序: 丁、乙、丙、甲

解析 本题所给可逆反应为气体体积增大的反应。甲与乙相比,相当于甲在乙的基础上增加 A 的量,故 A 的转化率减小, B 的转化率增大。乙与丁相比,相当于丁在乙的基础上增加 B 的量,故 A 的转化率增大, B 的转化率减小。乙与丙相比,相当于丙在乙的基础上增加等量的 A 和 B,则相当于对原容器加压,不利于正向反应,故 A、B 的转化率都比乙低。因此 A 的转化率从小到大顺序: 甲、丙、乙、丁, B 的转化率从小到大顺序: 丁、丙、乙、甲。答案为 B。

2. 根据转化率的变化确定化学方程式

例 2 在一定条件下,按照不同的比例将物质 X 与物质 Y 放入到封闭容器中,其反应达到平衡后,对 X、Y 转化率  $\alpha$  进行测量,得到  $\alpha$  与起始时物质 X、物质 Y 的物质质量之比  $\frac{n(X)}{n(Y)}$  的关系如图 2 所示,下列正确表示 X 和 Y 反应的化学方程式为( )。

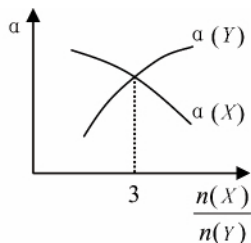


图 2

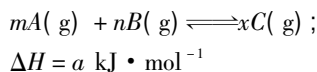
- A.  $2X + 3Y \rightleftharpoons Z$     B.  $3X + 2Y \rightleftharpoons Z$   
 C.  $X + 3Y \rightleftharpoons 2Z$     D.  $3X + Y \rightleftharpoons 2Z$

解析 当  $\frac{n(X)}{n(Y)} = 3$  时,  $\alpha(X) = \alpha(Y)$ , 而  $\alpha(X) = \frac{\Delta n(X)}{n(X)}$ ,  $\alpha(Y) = \frac{\Delta n(Y)}{n(Y)}$ , 故有  $\frac{\Delta n(X)}{n(X)} =$

$\frac{\Delta n(Y)}{n(Y)}$  所以  $\frac{\Delta n(X)}{\Delta n(Y)} = \frac{n(X)}{n(Y)}$ , 则 X 与 Y 的系数比为 3, 因此答案为 D。

3. 根据转化率的变化推断影响平衡移动的因素

例 3 现有可逆反应:



该反应在不同温度和压强 ( $p_1, p_2$ ) 条件下, 反应物 A 的转化率的变化情况如图 3 所示。下列判断正确的是( )。

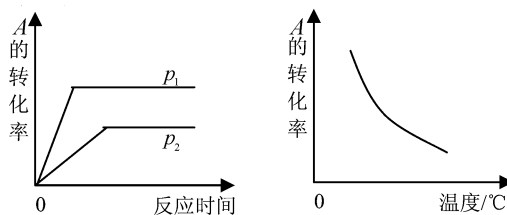


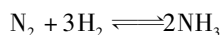
图 3

- A.  $a < 0, m + n < x$     B.  $a < 0, m + n > x$   
 C.  $a > 0, m + n < x$     D.  $a > 0, m + n > x$

解析 根据“先拐先平”原则可知第一个图中  $p_1 > p_2$ , 由图像知, 压强越大 A 的转化率越高, 则加压平衡向正反应方向移动, 故  $m + n > x$ ; 由第二个图知, 升高温度, A 的转化率下降, 故正反应为放热反应, 因此  $a < 0$ 。所以答案为 B。

4. 转化率的有关计算

例 4 在适宜条件下, 将 2 mol  $N_2$ 、8 mol  $H_2$  进行反应



当达到某一温度后, 处于平衡状态。此时对平衡混合气体中氢气的相对密度加以测量, 得到数值为 4.19。则  $N_2$  的转化率为多少?

解析 设  $N_2$  的转化率为  $\alpha$ 。

由题意得, 平衡时混合气体的平均相对分子质量为  $4.19 \times 2 = 8.38$

	$N_2$	+	$3H_2$	$\rightleftharpoons$	$2NH_3$
始/mol	2		8		0
变/mol	$2\alpha$		$6\alpha$		$2\alpha$
平/mol	$2 - 2\alpha$		$8 - 6\alpha$		$2\alpha$

则有:  $\frac{2 \times 28 + 8 \times 2}{2 - 2\alpha + 8 - 6\alpha + 2\alpha} = 8.38, \alpha = 0.352 = 35.2\%$