

化学平衡移动与混合气体相对分子质量变化分析

张刚果

(山东滕州市第一中学 277500)

学生在学完化学平衡移动以后,有不少同学认为,如果化学平衡向气体体积减少的方向移动,混合气体的平均相对分子质量(\bar{M})就会增大,反之,就会减小,如果化学平衡两边气体体积相等,平均相对分子质量(\bar{M})就不会改变,这是有一定问题的.笔者根据教学经验,总结出一种有效的方法,来判断化学平衡移动时混合气体相对分子质量的变化.

所谓气体的平均相对分子质量(\bar{M})就是混合气体的总质量($m_{\text{总}}$)与混合气体的总物质的量($n_{\text{总}}$)的比值,即: $\bar{M} = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}}}$

1 仅气体参加的可逆反应

这类反应的特点是平衡移动前后,混合气体的总质量不变($m_{\text{总}}$),首先可根据平衡移动的方向判断混合气体的总物质的量($n_{\text{总}}$)的变化情况,来判断混合气体的平均相对分子质量(\bar{M})的变化.

1.1 $\bar{M} \uparrow = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}} \downarrow}$

1.2 $\bar{M} \downarrow = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}} \uparrow}$

1.3 $\bar{M}_{(\text{不变})} = \frac{m_{\text{总}}}{n_{\text{总}(\text{不变})}$

2 含固体或液体参加的可逆反应

该反应的特点是平衡移动前后,混合气体的总质量改变($m_{\text{总}}$),那么平衡移动后平均相对分子质量(\bar{M})可分为以下情况: $a \text{ A}(\text{S/L}) + b \text{ B}(\text{g}) \rightleftharpoons c \text{ C}(\text{g}) + d \text{ D}(\text{g})$

2.1 $b = c + d$

由于混合气体的总物质的量($n_{\text{总}}$)不变,如果化学平衡向正反应移动时,混合气体的总质量($m_{\text{总}}$)增大,则移动后混合气体相对分子质量(\bar{M})增大,反之,则减小.

2.2 $b > c + d$

如果化学平衡向正反应方向移动混合气体的总质量($m_{\text{总}}$)增大,而混合气体的总物质的量($n_{\text{总}}$)则减小,那么平衡移动后混合气体相对分子质量(\bar{M})一定增大,反之则一定减小.

2.3 $b < c + d$

这类可逆反应化学平衡移动时,混合气体总质量($m_{\text{总}}$)的变化趋势与混合气体总物质量($n_{\text{总}}$)的变化趋势相同,判断化学平衡移动后混合气体的相对分子质量变化趋势,必须根据原平衡混合气体相对分子质量($\bar{M}_{\text{原}}$)与气体改变的摩尔质量($\bar{M}_{\text{改}} = \frac{aM_A}{c+d-b}$)(气体变化的质量与变化的物质的量的比值)的大小来判断,平衡移动后的混合气体相对分子质量($\bar{M}_{\text{后}}$)必定在($\bar{M}_{\text{原}}$)与 $\bar{M}_{\text{改}}$ 之间.

万方数据

(1)当平衡向右移动时,即向气体体积增加的方向移动

①当 $\bar{M}_{\text{原}} = \bar{M}_{\text{改}}$ 时,混合气体平均相对分子质量(\bar{M})不变;

②当 $\bar{M}_{\text{原}} > \bar{M}_{\text{改}}$ 时,混合气体平均相对分子质量(\bar{M})减小;③当 $\bar{M}_{\text{原}} < \bar{M}_{\text{改}}$ 时,混合气体平均相对分子质量(\bar{M})增大.

(2)当平衡向右移动时,即向气体体积减少的方向移动

①当 $\bar{M}_{\text{原}} = \bar{M}_{\text{改}}$ 时,混合气体平均相对分子质量(\bar{M})不变;②当 $\bar{M}_{\text{原}} > \bar{M}_{\text{改}}$ 时,混合气体平均相对分子质量(\bar{M})增大;③当 $\bar{M}_{\text{原}} < \bar{M}_{\text{改}}$ 时,混合气体平均相对分子质量(\bar{M})减小.

最后一种情况比较复杂,我们举例比较说明.

[例 1] 可逆反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 达到平衡后,在其他条件不变的情况下扩大容器体积,试分析混合气体平均相对分子质量变化的趋势.

解法 1:

解析:平衡后扩大容器体积,反应必定向气体体积增大的方向移动,即向正反应方向移动.

设:移动前 C、H₂O、CO、H₂ 的物质的量分别为 a mol、b mol、c mol、d mol 移动后 H₂O 反应了 t mol,则有如下关系:

	C(s)	+ H ₂ O(g)	\rightleftharpoons	CO(g)	+ H ₂ (g)
原平衡	a	b		c	d
反应	t	t		t	t
新平衡	a-t	b-t		c+t	d+t
$\bar{M}_{\text{原}}$	$= \frac{18b+28c+2d}{b+c+d}$				

则 $18b+28c+2d = \bar{M}_{\text{原}}(b+c+d)$
 $\bar{M}_{\text{新}} = \frac{18(b-t)+28(c+t)+2(d+t)}{b-t+c+t+d+t}$
 $= \frac{18b+28c+2d+12t}{b+c+d+t}$
 $= \frac{\bar{M}_{\text{原}}(b+c+d)+12t}{b+c+d+t}$

$\bar{M}_{\text{新}} - \bar{M}_{\text{原}} = \frac{\bar{M}_{\text{原}}(b+c+d)+12t}{b+c+d+t} - \bar{M}_{\text{原}} = \frac{(12-\bar{M}_{\text{原}})t}{b+c+d+t}$

当 $12 - \bar{M}_{\text{原}} > 0$ 时,即 $\bar{M}_{\text{原}} < 12$, $\bar{M}_{\text{新}} - \bar{M}_{\text{原}} > 0$, \bar{M} 增大;

当 $12 - \bar{M}_{\text{原}} < 0$ 时,即 $\bar{M}_{\text{原}} > 12$, $\bar{M}_{\text{新}} - \bar{M}_{\text{原}} < 0$, \bar{M} 减少;

当 $12 - \bar{M}_{\text{原}} = 0$ 时,即 $\bar{M}_{\text{原}} = 12$, $\bar{M}_{\text{新}} - \bar{M}_{\text{原}} = 0$, \bar{M} 不变.

解法 2:

$\bar{M}_{\text{改}} = \frac{aM_A}{c+d-b} = \frac{12}{1+1-1} = 12$

当 $\bar{M}_{\text{原}} < 12$ 时, \bar{M} 增大;当 $\bar{M}_{\text{原}} > 12$ 时, \bar{M} 减小;当 $\bar{M}_{\text{原}} = 12$ 时, \bar{M} 不变.