

等效平衡知识及应用

江西省高安中学 330800 程爱李

一、等效平衡的含义

对于同一可逆反应,在一定条件(恒温恒容或恒温恒压)下,以不同投料方式(即从正反应、逆反应或从正、逆反应同时开始)进行反应,只要达到平衡时各组分在混合物中的百分数(体积分数、物质的量分数或质量分数)相等,这样的化学平衡互称为等效平衡。

二、等效平衡的类型

1. 对于恒温、恒容条件下气体体积发生变化的反应

如果按化学方程式的化学计量关系转化为化学方程式同一半边的物质,其物质的量与对应组分的起始加入量相同,则建立的化学平衡状态是等效的。

2. 恒温恒容时,对于反应前后气体分子数不变的可逆反应

不同的投料方式如果根据化学方程式中计量数之比换算到同一边时,只要反应物(或生成物)中各组分的物质的量的比值相同,即互为等效平衡。

3. 对于恒温、恒压条件下的可逆反应

如果根据化学方程式中计量数之比换算到同一边时,只要反应物(或生成物)中各组分的物质的量的比值相同,即为等效平衡。此时计算的关键是换算到同一边后只需比值相同即可,对反应特点并没有要求。

备注:两种情况下所达到的等效平衡及其等效程度的区别:1. 中所达到的等效平衡状态,反应混合物中各组分的物质的量、物质的量浓度、物质的量分数(或气体的体积分数)均相同,类似于几何学上的全等图形。2、3. 中所达到的等效平衡状态,反应混合物中各组分的百分含量相同,各成分的物质的量与原平衡成比例,类似于几何学上的相似图形。

三、等效平衡原理的应用

1. 判断同一可逆反应在相同的反应条件下是否为相同的平衡状态。

2. 求要达到等效平衡,两种不同状态下起始量之间的关系。

3. 求属于等效平衡状态下的反应方程式中各物质的化学计量数。

例 1 将 3 mol A 和 1 mol B 混合于一体积可变的密闭容器 P 中,以此时的温度、压强和体积作为起始条件,发生如下反应:



达到平衡时 C 的浓度为 $\omega \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。回答(1) ~ (5) 小题:

(1) 保持温度和压强不变,按下列四种配比充入容器 P 中有关物质,平衡后 C 的浓度仍为 $\omega \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的是()。

- A. 6 mol A + 2 mol B
B. 3 mol A + 1 mol B + 2 mol C
C. 2 mol C + 1 mol B + 1 mol D
D. 1 mol C + 2 mol D

(2) 保持原起始温度和体积不变,再使平衡后 C 的浓度仍为 $\omega \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,应按下列哪种配比向容器 Q 中充入有关物质()。

- A. 3 mol A + 1 mol B
B. 4 mol C + 2 mol D
C. 1.5 mol A + 0.5 mol B + 1 mol C + 0.5 mol D
D. 无法判断

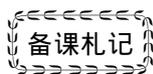
(3) 保持原起始温度和体积不变,若仍按 3 mol A 和 1 mol B 配比在容器 Q 中发生反应,则平衡时 C 的浓度和 $\omega \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的关系是()。

- A. 大于 ω B. 小于 ω
C. 等于 ω D. 无法比较

(4) 将 2 mol C 和 2 mol D 按起始温度和压强充入容器 Q 中,保持温度和体积不变,平衡时 C 的浓度为 $v \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 v 和 ω 的关系是()。

- A. $v > \omega$ B. $v < \omega$
C. $v = \omega$ D. 无法比较

(5) 维持原起始温度和体积不变,按下列 ▶



从微观视角看“物质的量”

浙江省桐乡市高级中学 314500 谢曙初

笔者通过几届高一学生的教学实践证明,从微观角度解释物质的量及相关概念,将物质的量及相关概念与学生已有的微粒知识相联系,循序渐进,从而使学生深刻地掌握“物质的量”的内涵。

一、物质的量与摩尔

“物理量”是用来计量可计量事物的量,而物质的量其内涵是用“摩尔”做单位来计量微粒数量的物理量。物质的量的计量对象只能为微观粒子,如原子、质子等,不能为宏观物质。“摩尔”是人为制定的、以阿伏加德罗常数个微粒的集体为单位来计量微粒数量的。摩尔是计量单位而不是计数单位。物质的量虽表示微观粒子的数目,但

不是表示微观粒子个数的多少,而是微观粒子集合体的多少。

通俗地讲,我们把微粒的个数放大阿伏加德罗常数倍,就成了 1 mol 的微粒,也就是说我们把阿伏加德罗常数个微粒当成一个集体,定义为 1 mol 微粒。我们可以想象一下,你的眼前有很多很多的微粒,这些微粒的大小和形状都相同,个数是阿伏加德罗常数个,即约为 6.02×10^{23} 个。这堆微粒就是 1 mol 的微粒。好比是我们把 12 个物体放在一起,就说成是 1 打物体。火柴厂以“根”为单位不合适,而用“盒”,1 盒 = 60 根;啤酒厂以“瓶”为单位不方便,而用“箱”,1 箱 = 24 瓶等。

► 哪种配比充入容器 Q 可使平衡时 C 的浓度为 $v \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ()。

- A. 1 mol C + 0.5 mol D
 B. 3 mol A + 2 mol B
 C. 3 mol A + 1 mol B + 1 mol D
 D. 以上均不能满足条件

解析 (1) 在恒温恒压下,只要 $n(A) : n(B) = 3 : 1$ 或 $n(C) : n(D) = 2 : 1$,达到的平衡就为等效平衡,答案为 A。(2) 现在容器 Q 体积不变,条件不同了,与(1)不属于等效平衡,无法判断,答案为 D。(3) 随反应的进行,容器中压强减小,相当于对(1)的平衡减压,平衡向逆反应方向移动, C 的浓度降低,答案为 B。(4) 温度、体积不变时,投入 2 mol C 和 1 mol D 与投入 3 mol A 和 1 mol B 相当,属等效平衡。再加 1 mol D 时平衡将向左移动 $v < \omega$,答案为 B。(5) 恒温恒容下 $n(A) = 3 \text{ mol}$ 和 $n(B) = 1 \text{ mol}$ 时与 $n(C) = 2 \text{ mol}$ 和 $n(D) = 1 \text{ mol}$ 时建立的平衡为等效平衡。答案为 C。

答案: (1) A (2) D (3) B (4) B (5) C

例 2 在相同温度和压强下,对反应



进行甲、乙、丙、丁四组实验,实验起始时放入容器

内各组分的物质的量见下表:

	CO_2	H_2	CO	H_2O
甲	$a \text{ mol}$	$a \text{ mol}$	0 mol	0 mol
乙	$2a \text{ mol}$	$a \text{ mol}$	0 mol	0 mol
丙	0 mol	0 mol	$a \text{ mol}$	$a \text{ mol}$
丁	$a \text{ mol}$	0 mol	$a \text{ mol}$	$a \text{ mol}$

上述四种情况达到平衡后, $n(\text{CO})$ 的大小顺序是()。

- A. 乙 = 丁 > 丙 = 甲 B. 乙 > 丁 > 甲 > 丙
 C. 丁 > 乙 > 丙 = 甲 D. 丁 > 丙 > 乙 > 甲

解析 本题主要考查外界条件对化学平衡的影响及等效平衡问题。解题时应注意该反应前后气体体积不变,同时要明确等效平衡的条件。把丙中 $a \text{ mol CO}$ 和 $a \text{ mol H}_2\text{O}$ 按化学计量数转成 CO_2 和 H_2 也分别为 $a \text{ mol}$,则甲与丙是等量等效,则达平衡时 $n(\text{CO})$ 应相等;把丁中 $a \text{ mol CO}$ 和 $a \text{ mol H}_2\text{O}$ 按化学计量数转成 CO_2 和 H_2 ,则起始时丁中 CO_2 为 $2a \text{ mol}$, H_2 为 $a \text{ mol}$,则与乙等量等效,到达平衡时 $n(\text{CO})$ 相等。乙与甲相比相当于在甲的平衡中又加入了 $a \text{ mol}$ 的 CO_2 ,导致平衡右移,则平衡时 $n(\text{CO})_{\text{乙}} > n(\text{CO})_{\text{甲}}$ 故选 A。答案: A

(收稿日期: 2014-010-10)