

等效平衡模型的构建及应用

江苏省海门市证大中学 226100 张丽华

一、等效平衡模型的构建

等效平衡问题是采用等效平衡思想进行的问题分析,可以说等效平衡是一种解题的思想方法,利用等效平衡进行分析计算需要结合对应的等效模型,与判断等效平衡的分类相对应,可将等效平衡分为三种等效模型,即等效平衡的变量模型(恒温恒压)、等系数气态反应的变压模式(恒温恒容,系数不变)、等效平衡的全等模型(恒温恒容,系数改变)。

1. 等效平衡的变量模型

在恒温恒压的条件下,对于同一气体可逆反应,在多个不同体积下建立了化学平衡,如果经过相应的等效转化,可将其转化为同一组分并且物质的量比值相等时,则上述的多个平衡均属于等效平衡,也就是等效平衡的变量模型。利用该等效模型时,需要将不同平衡状态的物质转化为同组分物质,对比物质的比值,对模型进行确立,一

► 题时若审题不慎,忽视盐类的水解,就会导致错误。

六、利用溶液的浓度设错

例6 阿伏加德罗常数的值为 N_A 。下列说法正确的是()。

- A. pH=1 的 H_3PO_4 溶液中,含有 $0.1N_A$ 个 H^+
- B. 1 mol/L 氯化铜溶液中的 Cu^{2+} 数小于 N_A
- C. 常温常压下,0.1 mol/L 的硝酸铵溶液中氮原子数目为 $0.2N_A$
- D. 0.3 mol/L $Al(NO_3)_3$ 溶液中含 Al^{3+} 数小于 $0.3N_A$

命题者常根据溶液的浓度设置错误选项,由公式“溶质的物质的量 = 物质的量浓度 × 溶液体积”可知,若题目只给出物质的量浓度,而没有给出溶液体积,则不能计算有关粒子的数目。

七、利用粒子数设错

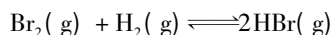
例7 阿伏加德罗常数的值为 N_A 。下列说法正确的是()。

- A. 1 mol $-CH_3$ 中所含的电子总数为 $10N_A$

般可以将新的平衡状态看成是两个平衡状态的叠加。

2. 等系数气态反应的变压模型

在恒温恒容的条件下,对于同一可逆反应,并且反应前后的体积不变,在多个不同压强下分别建立了化学平衡,如果起始加入物质的物质的量成比例,则这种达到的平衡模型就为等系数气态反应的变压模型。利用该种模型可以分析恒定温度下密闭容器中发生的反应:



由于反应前后方程式的系数相等,可以理解为压强的变化不会对平衡移动造成影响。

3. 等效平衡的全等模型

同样是恒温恒容的条件下,对于同一可逆反应,起始加入量不同,不需要考虑反应开始的方向,只要加入的物质可以按照化学方程式的计量数比进行物质的同等转换,建立的平衡模型就是等效平衡的全

- B. 1 mol ^{18}O 中含有的中子数为 $9N_A$

C. 室温时,1.0 L pH=13 的 $Ba(OH)_2$ 溶液中含有 OH^- 的数目为 $0.2N_A$

D. 78 g 过氧化钠固体中所含阴、阳离子总数为 $4N_A$

命题者常利用粒子数设错,认真审题、弄清有关物质中的粒子数(如质子数、中子数、电子数、原子数、离子数)是解题的关键。

八、利用化学键数设错

例8 阿伏加德罗常数的值为 N_A 。下列说法正确的是()。

- A. 1 mol 环己烷中含有的共价键数为 $12N_A$
- B. 1 mol 甲烷或白磷(P_4) 分子中所含共价键数均为 $4N_A$
- C. 标准状况下,2.24 L NH_3 中含有共价键的数目为 N_A
- D. 4.6 g 乙醇含有共价键的数目为 $0.9N_A$

命题者常利用化学键数设置选项,认真审题、弄清物质分子中含有的共价键数目是解题的关键。

(收稿日期:2018-03-25)

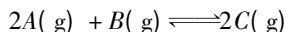
等模型 即平衡的状态完全相同。该种情形不需要考虑反应的方向 以及物质初始的加入情形。

基于上述三大模型可以对可逆反应进行平衡分析、计算。需要注意的是解题时需从两方面来判断平衡的具体模型:一是具体的反应条件,考虑温度、容积和压强情况;二是可逆反应的特点,分析反应前后化学方程式的计量数是否相等。

二、等效平衡模型的应用

1. 利用等效平衡的原理可以确定化学平衡的移动方向

例 1 某温度不变的条件下,在一容积可变的容器内发生如下反应:



当反应达到平衡状态时,物质 A、B、C 的物质的量分别为 4 mol、2 mol、4 mol。现保持容器内的温度和压强不变,对平衡状态的三种物质作出下列选项的调整,可以造成平衡正向移动的是()。

- A. 物质的量全部减少一半
- B. 物质的量全部增加一倍
- C. 物质的量全部增加 1 mol
- D. 物质的量全部减少 1 mol

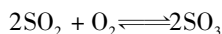
解析 上述反应条件为恒温恒压,可利用等效平衡的变量模型来分析,转化后同组物质对应成比例即可。对于选项 A 和 B,由于改变后物质的量与原平衡比例相一致,因此还是等效平衡状态,平衡不发生移动。对于选项 C,可以分两步进行,第一步设想 A、B、C 物质的量分别增加 1 mol、0.5 mol、1 mol,此时对应成比例,不发生移动,第二步再将 B 增加 0.5 mol,则平衡向正方向移动。对于选项 D,也可以分两步进行,第一步设想 A、B、C 物质的量分别减少 1 mol、0.5 mol、1 mol,此时对应成比例,平衡不发生移动,第二步再将 B 减少 0.5 mol,则平衡向逆方向移动。因此正确答案为 C。

2. 利用等效平衡的原理可以对反应物的转化率或物质含量进行比较

例 2 现有两个体积相同的容器甲和乙,分别充有等物质的量的 SO₂ 和 O₂,在同等条件下发生反应且都达到了平衡状态。如果在反应过程中温度都不发生改变,如果甲保持体积不变,乙保持压强不变,设甲容器中 SO₂ 的转化率为 p%,则乙容器中 SO₂ 的转化率与甲容器相比应为()。

- A. 等于 p%
- B. 大于 p%
- C. 小于 p%
- D. 无法确定

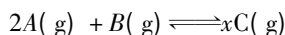
解析 SO₂ 和 O₂ 会发生如下反应:



计量数正向是减小的过程。甲和乙的外界条件分别为恒温恒容、恒温恒压,如果使乙容器反应过程中也保持体积不变,则两个容器将形成等效平衡,压强均会减小,为确保乙容器的压强不发生改变,则需要在甲的基础上增大压强,增大压强可逆反应向气体分子数减小的一端移动,因此平衡正向移动,则 SO₂ 的转化率增大,必然大于 p%, 正确答案为 B。

3. 利用等效平衡的原理可以确立可逆反应化学方程式中物质的计量数

例 3 在一容积恒定的容器内会发生如下反应:



现充入 2 mol 的 A 和 1 mol 的 B,达到平衡后, C 的体积分数为 w%。如果保持容器的容积和温度不发生变化, A、B、C 的物质的量分别按照 0.6 mol、0.3 mol、1.4 mol 充入,达到平衡后 C 的体积分数依然为 w%,则化学方程式中物质 C 的计量数为()。

- A. 只能为 2
- B. 只能为 3
- C. 可能是 2,也可能是 3
- D. 无法确定

解析 需要分两种情形来加以讨论,①如果两个平衡均为恒温恒容条件下的等效平衡,则平衡为等效平衡的全等模型,需要平衡后转化的物质组分的物质的量完全相等,则有 $0.6 + (2 \times \frac{1.4}{x}) = 2$,解得 $x = 2$;②若为恒温条件下,可先假设 $x = 3$,则反应前后化学计量数相等,则只需要将两个平衡进行起始转化,物质的量对应比一致即可,即利用等计量数气态反应的变压模型分析。由于 $(0.6 + 1.4 \times \frac{2}{3}) / (0.3 + 1.4 \times \frac{1}{3}) \approx 2/1$,则假设成立。综上所述, x 可能是 2,也可能是 3, 正确答案为 C。

总之,等效平衡作为化学平衡的重要问题,其中的等效思想对于整个化学学习都具有一定的意义。对于该部分的教学需要从等效平衡的含义入手,深入解读概念;系统归纳等效平衡类型,让学生对平衡特征产生深刻的认识;具体分析等效平衡的三大模型,让学生掌握模型的解题策略;最后应用等效平衡的原理,开展实战解题。(收稿日期:2018-03-25)