

用图示分解法巧解一类化学平衡移动题

■ 辽宁 李伟

化学平衡问题是高考的重要考点,很多化学平衡题比较抽象,难以理解,考生在解题时无从下手.现介绍一种形象的解题方法,帮助同学们在理解的基础上提高解题能力.

例1 一定温度下,在1 L容积固定容器中加入2 mol N_2 、3 mol H_2 ,反应 $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$ 达到平衡时,生成 NH_3 的物质的量为 m mol. 相同温度下,此时再加入2 mol N_2 、3 mol H_2 ,反应再次达到平衡时,生成 NH_3 的物质的量为().

- A. 小于 m mol B. 等于 m mol
C. 等于 $2m$ mol D. 大于 $2m$ mol

解法示例:先将2 mol N_2 、3 mol H_2 放入1 L容积固定的容器中,在一定的温度下达到化学平衡状态,此时 NH_3 的物质的量为 m mol,如图1(a)所示.在相同的温度下,将4 mol N_2 、6 mol H_2 放入2 L容积固定容器中,在一定的温度下达到化学平衡状态,如图1(b)所示.而化学平衡的建立与途径无关,分两次投入4 mol N_2 、6 mol H_2 和一次投入4 mol N_2 、6 mol H_2 ,达到平衡时效果是一样的.图1(b)和图1(a)两容器对比,图1(b)容器体积是图1(a)容器体积的2倍,而初始投入的 N_2 和 H_2 的物质的量也是图1(a)容器的2倍,即图1(b)容器初始投入的 N_2 和 H_2 的浓度和图1(a)容器中的相同,也就是说图1(b)和图1(a)两容器达到化学平衡状态时,是各物质的浓度对应相等的等效平衡.此时图1(b)容器中 NH_3 的物质的量为 $2m$ mol.将已经达到化学平衡状态的图1(b)容器由2 L容积压缩为1 L容积,如图1(c)所示,则反应 $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$,加压时化学平衡向正反应方向移动,达到化学平衡状态时 NH_3 的物质的量大于 $2m$ mol,选D.

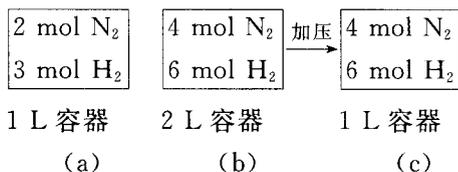


图1

例1的变形:一定温度下,在1 L容积固定容器甲中加入2 mol N_2 、3 mol H_2 ,反应 $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$ 达到平衡时生成 NH_3 的物质的量为 m mol. 相同温度下,在1 L容积固定容器乙中加入1 mol N_2 、1.5 mol H_2 ,反应达到平衡时,生成 NH_3 的物质的量为 n mol. 则 n 的大小关系说法正确的

- 是().
A. $n > 0.5m$ B. $n < 0.5m$
C. $m = n$ D. $n > m$

解析:先将2 mol N_2 、3 mol H_2 放入1 L容积固定的容器中,在一定的温度下达到化学平衡状态,此时 NH_3 的物质的量为 m mol,如图2(a)所示.在相同的温度下,将1 mol N_2 、1.5 mol H_2 放入0.5 L容积固定容器中,在一定的温度下达到化学平衡状态,如图2(b)所示.图2(b)和图2(a)两容器对比,图2(b)容器体积是图2(a)容器体积的 $\frac{1}{2}$,而初始投入的 N_2 和 H_2 的物质的量也是图2(a)容器的 $\frac{1}{2}$,即图2(b)容器初始投入的 N_2 和 H_2 的浓度和图2(a)容器中的相同,也就是说图2(b)和图2(a)两容器达到化学平衡状态时,是各物质的浓度对应相等的等效平衡.此时图2(b)容器中 NH_3 的物质的量为 $0.5m$ mol.将已经达到化学平衡状态的图2(b)容器由0.5 L容积扩大为1 L容积,如图2(c)所示,则反应 $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$,减压时化学平衡向逆反应方向移动,达到化学平衡状态时 NH_3 的物质的量小于 $0.5m$ mol,选B.

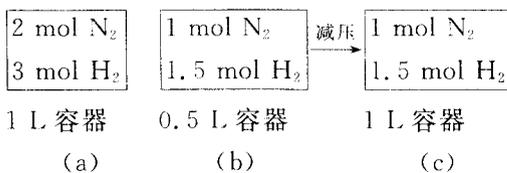


图2

例2 一定温度下,在1 L容积固定容器中加入2 mol HI,反应 $2HI(g)\rightleftharpoons I_2(g)+H_2(g)$ 达到平衡时,HI的物质的量浓度为 a mol \cdot L $^{-1}$. 相同温度下,此时再加入1.5 mol HI,反应再次达到平衡时,HI的物质的量浓度为 b mol \cdot L $^{-1}$. 则 a 和 b 的大小关系说法正确的是().

- A. $a > b$ B. $a < b$ C. $a = b$ D. 无法确定

解析:先将2 mol HI放入1 L容积固定的容器中,在一定的温度下达到化学平衡状态,此时HI的物质的量浓度为 a mol \cdot L $^{-1}$,如图3(a)所示.在相同的温度下,将3.5 mol HI放入1.75 L容积固定容器中,在一定的温度下达到化学平衡状态,如图3(b)所示.图3(b)和图3(a)两容器达到化学平衡状态时,是各物质的浓度对应相等的等效平衡.此时图3(b)容器中HI的物质的量浓度为 a mol \cdot L $^{-1}$.将已经达到化学平衡状态的图3(b)容





器由 1.75 L 容积压缩为 1 L 容积,如图 3(c)所示,则反应 $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, 因为化学方程式前后计量数的和相等,加压时化学平衡不发生移动,达到化学平衡状态时图 3(c)容器中 HI 的物质的量浓度仍然为 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故选 C.

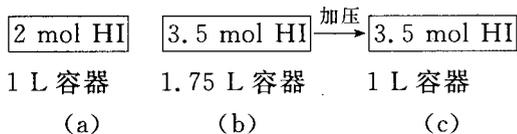


图 3

例 3 在恒温时,在 1 L 固定容积的容器内放入 1 mol NO_2 , 发生反应 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$, 达到平衡时,保持温度不变,再向容器内通入 0.5 mol $\text{NO}_2(\text{g})$, 重新达到平衡后,与第一次平衡时相比, NO_2 的体积分数().

- A. 不变 B. 增大 C. 减小 D. 无法判断

解析: 先将 1 mol NO_2 放入 1 L 容积固定的容器中,在一定的温度下达到化学平衡状态,此时 NO_2 的体积分数假设为 $a\%$, 如图 4(a)所示. 在相同的温度下,将 1.5 mol NO_2 放入 1.5 L 容积固定容器中,在一定的温度下达到化学平衡状态,如图 4(b)所示. 图 4(b)和图 4(a)两容器达到化学平衡状态时,是各物质的浓度对应相等的等效平衡. 此时图 4(b)容器中 NO_2 的体积分数也为 $a\%$. 将已经达到化学平衡状态的图 4(b)容器由 1.5 L 容积压缩为 1 L 容积,如图 4(c)所示,则反应 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 在加压时化学平衡向正反应方向移动,达到化学平衡状态时图 4(c)容器中 NO_2 的体积分数小于 $a\%$, 故选 C.

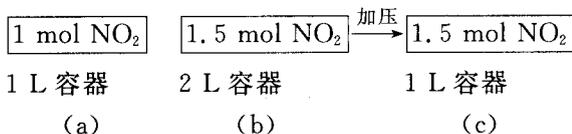


图 4

点评: 图示分解法所解的题,一般是在恒温、恒容条件下进行的可逆反应,两个以及两个以上反应物的反应达到平衡后,按第一次投入各反应物的量的比例再一次投入或减少各反应物的量(如 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$, 等比例地增加或减少 N_2 和 H_2 的量). 对于唯一反应物的可逆反应,分次投入或减少反应物的量也适用(如 $2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$, 改变 NH_3 的量).

解题过程一般分三个步骤,先建一个原容器,起始投料,达到平衡;接着再建一个改变容器体积,改变投料量的等压的等效平衡;最后对容器进行加压或减压处理,使其体积变为原来的体积. 通过分析加

压或减压时,平衡是否移动,以及向哪个方向移动,可以达到解题的目的.

跟踪练习

1. 某温度下,在固定容积的容器中,可逆反应 $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ 达到平衡,此时测得 $n(\text{A}) : n(\text{B}) : n(\text{C}) = 2 : 2 : 1$. 若保持温度不变,以 $n(\text{A}) : n(\text{B}) : n(\text{C}) = 2 : 2 : 1$ 的比例向该容器中再充入 A、B 和 C, 下列叙述正确的是().

- A. 刚充入时反应速率 $v_{\text{正}}$ 减少, $v_{\text{逆}}$ 增大
 B. 平衡不发生移动
 C. 平衡向逆反应方向移动
 D. 物质 C 的质量分数增大

2. 在一定条件下,向两个体积固定且相同的密闭容器中分别充入一定量的 $\text{PCl}_5(\text{g})$ 和 $\text{NO}_2(\text{g})$, 分别达到平衡($\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$, $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, 均为气态)后, PCl_5 和 NO_2 的转化率均为 $a\%$. 保持温度、容积不变,向两个容器中分别再充入 1 mol PCl_5 和 1 mol NO_2 , 又达到平衡时 PCl_5 和 NO_2 的转化率分别为 $b\%$ 和 $c\%$. 下列关系中正确的是().

- A. $b > a > c$ B. $c > a > b$
 C. $a > b > c$ D. $a = b = c$

3. 在一真空恒容容器中盛有 1 mol PCl_5 , 加热到 200°C 时发生反应 $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$, 反应达到平衡时, PCl_3 所占体积分数为 $m\%$, 若在同一容器、同一温度下,最初投入的是 2 mol PCl_3 , 反应达平衡后 PCl_3 所占体积分数为 $n\%$, 则 m 与 n 的关系正确的是().

- A. $m > n$ B. $m < n$ C. $m = n$ D. 无法比较

4. 一定温度下,将 4 mol PCl_3 和 2 mol Cl_2 充入容积不变的密闭容器中,在一定条件下发生反应 $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{PCl}_5$, 各物质均为气态. 反应达到平衡后, PCl_5 为 0.8 mol. 若此时再移走 2 mol PCl_3 和 1 mol Cl_2 , 相同温度下达到平衡, PCl_5 的物质的量为().

- A. 0.8 mol B. 0.4 mol
 C. $0.4 \text{ mol} < x < 0.8 \text{ mol}$ D. $< 0.4 \text{ mol}$

5. 在一容积为 2 L 的密闭容器中加入 1 mol A 和 3 mol B, 保持温度为 20°C , 在催化剂存在的条件下进行反应 $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{g})$, 达平衡后生成 0.5 mol C, 平衡混合气体中 C 的体积分数为 ω ; 20°C 时,若在同一容器中加入 2 mol A 和 6 mol B, 达平衡后, C 的物质的量为 _____ mol, 此时平衡混合气体中 C 的体积分数 _____ (填“增大”、“减少”或“不变”).

参考答案: 1. D 2. B 3. A 4. D 5. 1 不变

(责任编辑 谢启刚)

中学生数理化高考版

