

高考重点与热点突破——化学平衡

山东省沂南县第一中学 276300 吴超

高考对化学平衡部分的考查主要包括以下几个方面的内容:化学平衡状态的判断、化学平衡移动原理、平衡常数的影响因素及计算、化学平衡常数的应用。本文例析此类试题的重点分析与突破。

一、化学平衡状态的判断

化学平衡状态是在一定条件下,该可逆反应达到最大反应限度。化学平衡状态的判断主要从以下两个方面进行:

一是动态标志:

(1) 用同种物质表示时,同一物质的生成速率等于消耗速率;

(2) 用不同物质表示时:须表明“异向”,两种物质的速率之比等于化学方程式中物质的化学计量数之比。

二是静态标志:

- (1) 物质的质量、物质的量或浓度;
- (2) 物质的百分含量(质量分数、体积分数);
- (3) 温度、压强(反应前后气体体积不等的反应)或颜色(某组分有颜色)都不再改变。

例 1 在一定温度下的某容积可变的密闭容

►的百分含量,即应将本题中样品质量乘 20%。同样将样品质量乘纯度后再求所得才为硫酸铵的氮百分含量。从而加深对元素百分含量的认识。同样,计算题中常有体积、质量有关概念的应用,目的是使学生理解化学计算类型中各因子的单体应该用什么单位表示。

三、讨论题构题思路和方法

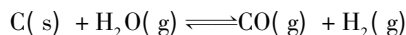
对计算题中某些因子,用分析讨论的方法排除不合理的因子,或者分析已知因子的影响因素。初中化学计算中常见的讨论题有:过量物计算、混合物中含有哪种物质的计算。

例 6 把 6.5 g 锌和某金属混合物投入足量盐酸中,得到氢气质量小于 0.2 g,讨论混入的金属可能是下列金属的哪一种()。

- A. 镁 B. 铝 C. 铁 D. 铜

解析 可能混入的金属中,铜不与盐酸反应,

器中,建立下列化学平衡:



不能确定上述可逆反应在一定条件下已达到化学平衡状态的是()。

- A. 体系的压强不再发生变化
- B. 体系中各气体物质的浓度不再发生变化
- C. 生成 n mol CO 的同时生成 n mol H_2
- D. 1 mol H-H 键断裂的同时断裂 2 mol H-O 键

解析 A 项,因为该反应是一个反应前后气体的体积不同的反应,故体系的压强不再发生变化,可作为达到化学平衡状态的标志;B 项,浓度不变作为一个判断化学平衡状态的静态标志;C 项,反应无论达到平衡,还是未达到平衡,生成 n mol CO 的同时都会生成 n mol H_2 ,C 项不能作为判断化学平衡状态的标志;D 项,符合动态标志中的(2)正确。

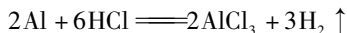
答案: C。

点评 作为化学平衡状态的标志,要注意一个“方法”,若原来某个物理量是“恒量”,后来还是“恒量”,则此物理量不能作为判断化学平衡状

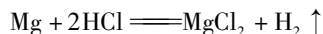
其他金属均与盐酸反应,



$$5.6 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 0.2 \text{ g}$$



$$1.8 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 0.2 \text{ g}$$



$$2.4 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 0.2 \text{ g}$$

依据化学方程式可以确定,如果锌中混入上述三种金属与足量盐酸反应得到的氢气质量一定大于 0.2 g。由此确定锌中混入的金属为铜。

总之,化学计算题构题应注意以下几点:

- (1) 应该有充分求出答案的已知条件;
- (2) 不能违反化学原理;
- (3) 各因子要符合客观实际;
- (4) 要以解题者知识以及教学要求为根本。

(收稿日期:2015-01-23)

态的依据(如反应前后气体体积不变的反应,压强不变;或反应体系中全是气体,密度不变)。若原来某个物理量是“变量”,后来成了“恒量”,则属于化学平衡状态的标志。另外,对于反应体系组成全部是气体,且反应前后气体体积相等的反应,气体的平均相对分子质量不变也不能作为化学平衡状态的标志。

二、化学平衡移动原理

勒夏特列原理即化学平衡移动原理的内容表述为:如果改变影响化学平衡的条件之一(如温度、压强或浓度),平衡就会向着能够减弱这种改变的方向移动。平衡移动的结果是减弱而不是抵消,如在一个密封容器内初始压强为 p_1 ,针对可逆反应 $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons rC(g) + qD(g)$,压缩容器体积至原来的一半,此时压强为 p_2 ,则 $p_1 < p_2 < 2p_1$ 。

例 2 在一体积可变的密闭容器中,加入一定量的 X 、 Y ,发生反应 $mX(g) \rightleftharpoons nY(g)$; $\Delta H = Q \text{ kJ/mol}$ 。反应达到平衡时, Y 的物质的量浓度与温度、气体体积的关系如表 1 所示:

表 1

$c(Y) / \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	容器体积/L		
	1	2	4
温度/ $^{\circ}\text{C}$			
100	1.00	0.75	0.53
200	1.20	0.90	0.63
300	1.30	1.00	0.70

下列说法正确的是()。

- A. $m > n$ B. $Q < 0$
 C. 温度不变,压强增大, Y 的质量分数减小
 D. 体积不变,温度升高,平衡向逆反应方向移动

解析 温度不变时(100°C 条件下),体积是 1 L 时, Y 的物质的量浓度为 1.0 mol/L ,体积为 2 L 时,假设平衡不移动, Y 的物质的量浓度应为 0.5 mol/L ,现为 0.75 mol/L ,说明减压平衡向生成 Y 的方向进行,故 $m < n$,A 项错误,C 项正确;体积不变时,温度越高, Y 的物质的量浓度越大,说明升高温度,平衡向生成 Y 的方向移动,则该反应为吸热反应,即 $Q > 0$,B、D 项错误。

答案:C。

点评 引起化学平衡移动的根本原因是改变

外界条件引起了正逆反应速率的大小关系发生了变化。假若改变外界条件,正逆反应速率仍相等,则平衡不会发生移动。

因此要注意以下三种特殊情况:

(1) 增加或减少固体或液体的量,化学平衡不移动;

(2) 对于化学方程式两边气体的化学计量数之和相等的反应,改变压强对化学平衡无影响。

(3) 我们把化学反应体系中与各反应成分均不起反应的气体统称为“惰性气体”。

①恒温恒容时:充入“惰性气体”,体系总压强增大,但因为各反应成分的浓度不变,化学反应速率不变,化学平衡不发生移动。

②恒温恒压时:充入“惰性气体”,容器容积增大,各反应成分浓度降低,反应速率减小,平衡向着气体物质的量增大的方向移动。

三、化学平衡常数的影响因素与计算

影响化学平衡常数的因素及其计算是高频考点之一,特别是计算,往往与物质的转化率的计算结合。

例 3 只改变一个影响因素,平衡常数 K 与化学平衡移动的关系叙述错误的是()。

- A. K 值不变,平衡可能移动
 B. K 值变化,平衡一定移动
 C. 平衡移动, K 值可能不变
 D. 平衡移动, K 值一定变化

解析 A 项 K 值代表化学平衡常数,平衡常数只与温度有关系, K 值不变,只能说明温度不改变,但是其他条件也可能发生改变,平衡也可能发生移动,A 正确;B 项 K 值变化,说明反应的温度一定发生了变化,因此平衡一定移动,B 正确;C 项,平衡移动,温度可能不变,因此 K 值可能不变,C 正确;D 项,平衡移动,温度可能不变,因此 K 值不一定变化,D 错误。

答案:D。

点评 K 是温度的函数,因此,只受温度影响。升高温度,化学平衡向吸热反应方向移动。降低温度,化学平衡向放热反应方向移动。引起平衡移动的因素很多,诸如浓度或压强,但不会影响化学平衡常数。

例 4 在 25°C 时,密闭容器中 X 、 Y 、 Z 三种气体的初始浓度和平衡浓度如表 2:

表 2

物质	X	Y	Z
初始浓度/mol · L ⁻¹	0.1	0.2	0
平衡浓度/mol · L ⁻¹	0.05	0.05	0.1

下列说法错误的是()。

- A. 反应达到平衡时 X 的转化率为 50%
- B. 反应可表示为 $X + 3Y \rightleftharpoons 2Z$, 其平衡常数为 1600
- C. 增大浓度使平衡向生成 Z 的方向移动, 平衡常数增大
- D. 改变温度可以改变此反应的平衡常数

解析 A 项, X 的转化率 = $[(0.1 - 0.05) \text{ mol/L}] / 0.1 \text{ mol/L} \times 100\% = 50\%$, A 项正确; 根据表中数据 $(0.1 - 0.05) : (0.2 - 0.05) : (0.1 - 0) = 1 : 3 : 2$, 可推导出反应式为 $X + 3Y \rightleftharpoons 2Z$, 将表格的数据代入平衡常数公式进行计算, 可知 B 项正确。C 项, 平衡常数只受温度影响, 与浓度或压强无关, C 项错误。答案: C。

点评 计算化学平衡常数须注意如下几点:

(1) 不要把反应体系中纯液体、固体写入平衡常数表达式中, 如 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的平衡常数为 $K = c(\text{CO}_2)$ 。

(2) 同一化学反应, 化学方程式的写法不同, 其平衡常数表达式及数值也会不同。

(3) 化学平衡常数的大小反映了化学反应进行的程度。K 值越大, 它的正向反应进行的程度越大, K 值越小, 该反应进行的程度越小。

四、化学平衡常数的应用

化学平衡常数的应用主要是通过它与浓度商 Q_c 的大小比较, 判断化学反应是否处于化学平衡状态、化学反应进行的方向及正逆反应速率的大小。

例 5 T °C 时, 在 1 L 的密闭容器中充入 2 mol CO₂ 和 6 mol H₂, 一定条件下发生反应: $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\Delta H = -49.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 测得 H₂ 和 CH₃OH(g) 的浓度随时间变化如表 3 所示。

表 3

时间 /min	c(H ₂) /mol · L ⁻¹	c(CH ₃ OH) /mol · L ⁻¹	v _正 和 v _逆 比较
t ₁	4.5	0.5	?
t ₂	3	1	v _正 = v _逆

下列说法不正确的是()。

- A. t₁ ~ t₂ 时间内 $v(\text{H}_2) = (4.5 - 3) / (t_2 - t_1) \cdot \text{mol}(\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$
- B. t₂ 时, 若升高温度或再充入 CO₂ 气体, 都可以提高 H₂ 的转化率
- C. t₁ 时 $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$
- D. T °C 时, 平衡常数 $K = 1/27$, CO₂ 与 H₂ 的转化率相等

解析 A 项, 根据化学反应速率的公式, 在 t₁ ~ t₂ 时间内 $v(\text{H}_2) = (4.5 - 3) / (t_2 - t_1) \text{ mol}(\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$, A 项正确; D 项, t₂ 时 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$, 反应达到平衡状态, 由“三段式”解题得:

	$\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$			
起始:	2	6	0	0
(mol · L ⁻¹)				
转化:	1	3	1	1
(mol · L ⁻¹)				
平衡:	1	3	1	1
(mol · L ⁻¹)				

平衡常数 $K = \frac{1}{27}$, CO₂ 与 H₂ 的转化率为 50%, D 项正确; C 项, t₁ 时, 可计算此时的浓度商 $Q_c = 1/546.75$, $Q_c < K$, 故平衡向正方向移动, $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$, C 项正确; t₂ 时, 处于平衡状态, 升高温度, 使平衡向逆方向移动, H₂ 的转化率减小, B 项错误。答案: B。

点评 1. 对于可逆反应: $m\text{A}(\text{g}) + n\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{g}) + q\text{D}(\text{g})$, 该反应的浓度商: $Q_c = \frac{c^p(\text{C})c^q(\text{D})}{c^m(\text{A})c^n(\text{B})}$ 。要注意化学平衡常数 (K) 与浓度商 (Q_c) 的表达式相同, 但在表达式中各物质的浓度不一定相同, K 值中各物质的浓度必须是平衡状态下的物质浓度, 而 Q_c 值中是在任意时刻的物质浓度。

2. 通过 Q_c 与 K 大小比较, 判断化学反应进行的方向:

- (1) $Q_c < K$, 未达到平衡, 反应向正反应进行; $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ 。
- (2) $Q_c = K$, 处于平衡状态; $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ 。
- (3) $Q_c > K$, 未达到平衡, 反应向逆向进行; $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$ 。

(收稿日期: 2015 - 01 - 15)