

# 立足高考考点 着眼化学平衡

江苏省如皋市搬经中学

226561 仲春芹

化学平衡是高中化学学习的重要组成部分,是以后学习电离平衡的基础。准确掌握可逆反应中各物质在反应过程中的变化量,是解答化学平衡计算题的关键。本文利用三段式法对化学平衡计算的四个方面的问题进行分析,帮助学生更好地学习和理解化学平衡。

## 一、反应速率的计算

化学反应进行的快慢程度可以用化学反应速率来表示。在高考中,命题人多以计算题的形式来考查学生对反应速率理解和掌握。求解这类题目时,学生可以根据已知的化学方程式,列出三段式,即可求出反应速率。

例1 在一定温度下,将1 mol N<sub>2</sub>和3 mol H<sub>2</sub>通入一个体积为2 L的事先加入催化剂的真空密闭容器中,反应3 min时,测得容器中的压强是起始时的0.9倍,求在这段时间内H<sub>2</sub>的反应速率是多少?

分析 先分析题目信息,需要求H<sub>2</sub>的反应速率,可以发现反应起始时各反应物的物质的量及反应一段时间后容器的压强变化情况是已知的。学生在解答本题时,首先应写出化学反应方程式,然后列

► +2H<sup>+</sup> ⇌ 2Fe<sup>3+</sup> + 2H<sub>2</sub>O Fe<sup>3+</sup>催化H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>分解产生O<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>分解反应放热,促进Fe<sup>3+</sup>的水解平衡正向移动

解析 (1)亚铁离子具有还原性,能被空气中的氧气氧化,所以在配制的FeCl<sub>2</sub>溶液中加入少量铁屑的目的是防止Fe<sup>2+</sup>被氧化。(2)Cl<sub>2</sub>可将Fe<sup>2+</sup>氧化成铁离子,自身得电子生成氯离子,反应的离子方程式为2Fe<sup>2+</sup> + Cl<sub>2</sub> = 2Fe<sup>3+</sup> + 2Cl<sup>-</sup>。(3)防止Fe<sup>2+</sup>被空气中的氧气氧化,产生干扰,所以煤油的作用是隔绝空气。(4)根据Fe<sup>2+</sup>的检验方法,向溶液中加入1滴K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]溶液,生成蓝色沉淀,一定含有亚铁离子;则实验②检验的离子是Fe<sup>2+</sup>;碘易溶于CCl<sub>4</sub>,在CCl<sub>4</sub>中呈紫色,Fe<sup>3+</sup>遇KSCN溶液显血红色,实验①和③说明,在I<sup>-</sup>过量的情况下,溶液中仍然含有Fe<sup>3+</sup>,由此可以说明该氧化还原反应为可逆反应。(5)H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

出三段式,最后根据公式即可求出反应速率。

解 
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$$

起始物质的量	1	3	0
反应物质的量	$x$	$3x$	$2x$
3 min 物质的量	$1-x$	$3-3x$	$2x$

根据题意,容器中的压强是起始时的0.9倍,即 $\frac{4-2x}{4} = 0.9$ ,解得 $x = 0.2 \text{ mol}$ ,根据公式 $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$

$$\text{求得 } v(\text{H}_2) = \frac{3 \times 0.2 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 3 \text{ min}} = 0.1 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$$

评注 本题是关于反应速率的计算的题型。学生在解题过程中,应认真分析题目中的已知条件,正确列出三段式,求出反应速率,同时应注意避免因计算失误而丢分。

## 二、化学平衡常数的计算

衡量化学反应进行的程度可以用化学平衡常数来表示,K值越大,化学反应进行的程度就越大。一般解题过程为,写出有关的化学方程式,列出三段式,求出平衡常数。对于一般的可逆反应: $m\text{A} + n\text{B} \rightleftharpoons p\text{C} + q\text{D}$  其公式为: $K = \frac{c(\text{C})^p \times c(\text{D})^q}{c(\text{A})^m \times c(\text{B})^n}$ 。

溶液中加入几滴酸化的FeCl<sub>3</sub>溶液,溶液变成棕黄色,发生反应的离子方程式为H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 2Fe<sup>2+</sup> + 2H<sup>+</sup> = 2Fe<sup>3+</sup> + 2H<sub>2</sub>O,Fe<sup>3+</sup>的溶液呈棕黄色;一段时间后,溶液中有气泡出现,并放热。随后有红褐色沉淀生成,产生气泡的原因是双氧水分解放出氧气,而反应放热,促进了Fe<sup>3+</sup>水解平衡正向移动。

探究 这道题考查了铁离子和亚铁离子的性质,离子的检验,盐类的水解等知识,综合性较强,难度相对较大。

综合以上几道试题,可以发现,高考对于铁及其化合物的考查,主要以其基本性质为主来展开,考生要熟练掌握其所对应的化合物,所对应的化学反应过程中的现象,只有这样才能够的高考中取胜。

(收稿日期:2017-04-18)

例2 已知反应:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  在 698 K 时 将 0.10 mol  $\text{H}_2(\text{g})$  和 0.10 mol  $\text{I}_2(\text{g})$  加入到体积为 10 L 的真空容器中,反应一段时间当达到化学平衡后  $c(\text{I}_2) = 0.0021 \text{ mol/L}$  求各气体在平衡系统内的分压及 698K 时的标准平衡常数。

分析 对题目进行分析,可以知道各反应初始摩尔量,通过三段式,得到平衡时各物质的摩尔量,求出系统的总压及各种物质的分压,最后通过化学平衡常数公式即可求得 698 K 时的标准平衡常数。

解  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$   
 起始物质的量 0.10 0.10 0  
 平衡物质的量 0.021 0.021  $2 \times (0.1 - 0.021)$

$$p_{\text{总}} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.2 \times 8.314 \times 698}{10} = 116.1 \text{ (kPa)}$$

$$p_{\text{HI}} = \frac{0.158}{0.2} \times 116.1 = 91.72 \text{ (kPa)}$$

$$p_{\text{H}_2} = p_{\text{I}_2} = \frac{0.021}{0.2} \times 116.1 = 12.19 \text{ (kPa)}$$

$$K^{\ominus} = \frac{(p_{\text{HI}}/p^{\ominus})^2}{(p_{\text{H}_2}/p^{\ominus})(p_{\text{I}_2}/p^{\ominus})} = \frac{91.72^2}{12.19^2} = 56.61$$

评注 本题为求标准平衡常数典型例题。根据题中已知条件,通过可逆的化学反应方程式列出三段式,得出各种物质的量的变化情况,带入标准平衡常数公式求得  $K^{\ominus}$ 。

### 三、转化率的计算

对于可逆反应,化学反应限度可以用平衡转化率来表示,解答这类题的方法是,应根据化学反应方程式,列出三段式,进而求出转化率。对于可逆反应:  $m\text{A} + n\text{B} \rightleftharpoons p\text{C} + q\text{D}$ ,反应物 A 的平衡转化率可表示为:  $\alpha_A \% = \frac{c_{A_0} - c_{A_e}}{c_{A_0}} \times 100\%$

例3 等物质的量 A 和 B 在密闭容器内可发生如下反应:  $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ ; 若反应一段时间后达到平衡时,容器内 C 的物质的量与 A 和 B 的物质的量的和相等,求此时 A 的转化率为多少?

分析 本题主要考查转化率计算的问题,以及对转化率计算公式的应用。学生遇到这类问题时,应该认真审题,准确理解各物质之间的量的关系,列出三段式,将各物质的摩尔量代入转化率计算公式中,即可求得答案。

解 设 A 和 B 起始时物质的量均为 n, A 在平衡时的物质的量为 x,则有

	$\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$		
起始物质的量	n	n	0
转化物质的量	x	2x	2x
平衡物质的量	n - x	n - 2x	2x

即  $(n - x) + (n - 2x) = 2x$ , 得  $x = \frac{2}{5}n$ , 则 A

的转化率为  $\frac{x}{n} \times 100\% = \frac{\frac{2}{5}n}{n} \times 100\% = 40\%$

评注 本题为求物质转化率的计算题。通过三段式法求得反应物 A 的变化的物质的量,通过公式,进而求得 A 的转化率。

### 四、通过计算判断平衡状态

判断某化学反应是否达到平衡状态的标志:一是正反应和逆反应的速率是否相等,二是混合物中各物质的浓度不再变化。而且化学平衡态只与各物质的初始浓度,系统的温度,以及压强有关。与反应状态无关。

例4 在一个固定体积的容器内加 2 mol 的  $\text{SO}_2$  和 2 mol  $\text{SO}_3$ ,体系温度为  $t^{\circ}\text{C}$ ,发生反应为:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ ,当反应达到平衡时,  $\text{SO}_3$  的物质的量为 W mol。在保持温度相同的情况下,按照下列浓度加入容器中,当反应达到平衡时,  $\text{SO}_3$  的量是否大于 W mol。

- A. 2 mol  $\text{SO}_2$  和 1 mol  $\text{O}_2$
- B. 4 mol  $\text{SO}_2$  和 1 mol  $\text{O}_2$
- C. 2 mol  $\text{SO}_2$ 、1 mol  $\text{O}_2$  和 2 mol  $\text{SO}_3$
- D. 2 mol  $\text{SO}_3$

分析 化学反应达到平衡时的状态,只和体系的温度、压强以及初始加入的各反应物的物质的量有关。由于题目中温度相同,且在同一容器内加入反应物,保证体积不变即压强不变。

解 题目中的 2 mol  $\text{SO}_2$  与 2 mol  $\text{SO}_3$ ,等效于 4 mol  $\text{SO}_2$  和 1 mol  $\text{O}_2$ ,平衡时  $\text{SO}_3$  为 W mol, C 选项中相当于加入 4 mol  $\text{SO}_2$  和 2 mol  $\text{O}_2$ ,可以理解为先加入 4 mol  $\text{SO}_2$  和 1 mol  $\text{O}_2$ ,当反应达到平衡后,又加入 1 mol  $\text{O}_2$ ,因此反应向右移动,因此最终  $\text{SO}_3$  的量大于 W mol。

评注 判断化学平衡状态,是化学平衡的主要考察知识点,本类题型是高中化学学习的重点,也是高考的主要考点。学生在解决此类题目时 ▶

# 例谈氯及其化合物的学习与考查

河北省唐山市开滦第二中学 063000 郑彦东

氯元素及其化合物是高中化学教学的重点内容,同时也是高考考查的重点内容。查阅近年来全国各地高考试卷,可以发现氯及其化合物在每套试卷中出现的概率为百分之百。本文结合 2016 年高考中出现的关于氯及其化合物的试题进行解读,以供复习之用。

## 一、基本概念

氯是一种非金属元素,属于卤族元素之一。原子序数为 17,相对原子质量为 35.45,常见的化合价为 -1、+1、+3、+5、+7。氯气在常温下为黄绿色气体,有强烈刺激性气味。氯原子的最外电子层有 7 个电子,在化学反应中容易结合一个电子,使最外电子层达到 8 个电子的稳定状态,因此氯气具有强氧化性,能与大多数金属和非金属发生化合反应。氯气遇水歧化为盐酸和次氯酸,次氯酸不稳定易分解放出游离氧,所以氯气具有漂白性(比  $\text{SO}_2$  强且加热不恢复原色)。氯气也能和很多有机物发生加成或取代反应,在生活中有广泛应用。

## 二、考试要求

在《高考大纲(化学)》中要求了解氯及其化合物的主要性质及应用,了解  $\text{Cl}^-$  等常见离子的检验方法。

## 三、真题解读

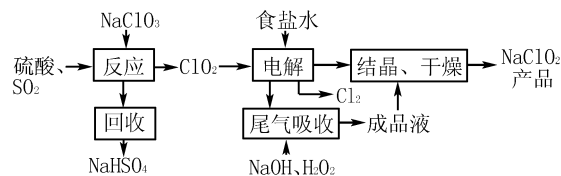
例 1 (2016 年新课标 I 理综,题 28)  $\text{NaClO}_2$  是一种重要的杀菌消毒剂,也常用来漂白织物等,其一种生产工艺如下:

回答下列问题: (1)  $\text{NaClO}_2$  中 Cl 的化合价为\_\_\_\_\_。(2) 写出“反应”步骤中生成  $\text{ClO}_2$  的化学方

►先观察压强和温度是否相等,再观察初始加入的反应物的物质的量。当判断各物的物质的量时,需用极值转换法,将初始加入的物质完全转换到化学反应方程式的一边,观察转换后的物质的量和题目中给定的物质的量的关系。

综上所述,化学平衡相关计算题是高中化学学习的新重点,也是历年高考的必考知识点。本文主

程式\_\_\_\_\_。(3) “电解”所用食盐水由粗盐水精制而成,精制时,为除去  $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{Ca}^{2+}$ ,要加入的试剂分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。“电解”中阴极反应的主要产物是\_\_\_\_\_。(4) “尾气吸收”是吸收“电解”过程排出的少量  $\text{ClO}_2$ 。此吸收反应中,氧化剂与还原剂的物质的量之比为\_\_\_\_\_,该反应中氧化产物是\_\_\_\_\_。(5) “有效氯含量”可用来衡量含氯消毒剂的消毒能力,其定义是:每克含氯消毒剂的氧化能力相当于多少克  $\text{Cl}_2$  的氧化能力。 $\text{NaClO}_2$  的有效氯含量为\_\_\_\_\_。(计算结果保留两位小数)



答案: (1) +3 价; (2)  $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{NaHSO}_4 + 2\text{ClO}_2 \uparrow$ ; (3)  $\text{NaOH}$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;  $\text{H}_2$ ; (4) 2:1; 氧化产物为  $\text{O}_2$ ; (5) 1.57 g。

解析 (1) 在  $\text{NaClO}_2$  中 Na 为 +1 价, O 为 -2 价, 根据正负化合价的代数和为 0, 可得 Cl 的化合价为 +3 价。(2)  $\text{NaClO}_3$  和  $\text{SO}_2$  在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  酸化条件下生成  $\text{ClO}_2$ , 其中  $\text{NaClO}_3$  是氧化剂, 还原产物为  $\text{NaCl}$ , 根据电子守恒和原子守恒, 此反应的化学方程式为  $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{NaHSO}_4 + 2\text{ClO}_2 \uparrow$ 。(3) 食盐溶液中混有  $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{Ca}^{2+}$ , 可以利用过量  $\text{NaOH}$  除去  $\text{Mg}^{2+}$ , 利用过量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液除去  $\text{Ca}^{2+}$ , 电解  $\text{NaCl}$  溶液时, 阴极  $\text{H}^+$  得电子发生还原反应生成  $\text{H}_2$ ;(4) 根据图

要从反应速率, 化学平衡常数, 转化率, 以及通过计算判断化学反应的平衡状态四个方面对化学平衡的计算考点做了具体分析, 学生在平时的学习中用三段式法解化学平衡计算题时要做到认真思考, 做到熟练应用。

(收稿日期: 2017-03-15)