

## 高考中的常见图像、图表题题型突破

山东省沂南第一中学 276300 赵宝存 薛娟

几年来,高考对图像与表格问题的考查力度越来越大,考查的内容主要包括两方面:元素化合物的性质和化学概念、原理和理论。本文以高考中主要的热点考点为例进行剖析,愿找到解题的方法与技巧。

### 一、铝、镁及沉淀图象

例1 将一定质量的Mg和Al的混合物投入250 mL、2.0 mol/L稀硫酸中,固体全部溶解并产生气体,待反应完全后,向所得溶

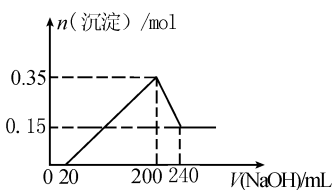


图1

液中加入NaOH溶液,生成沉淀的物质的量与加入NaOH溶液的体积关系如图1所示。则下列说法正确的是( )。

A. 当加入NaOH溶液的体积为20 mL时,溶液的pH等于7

B. 当加入NaOH溶液的体积为20 mL时,溶液中的溶质只有硫酸镁和硫酸铝

C. NaOH溶液浓度为5 mol/L

D. 生成的H<sub>2</sub>在标准状况下的体积为11.2 L

解析 从图像可以得出加入的NaOH溶液的作用:先将反应后过量的H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>中和,此时溶液中的溶质为MgSO<sub>4</sub>、Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>和Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,因为Mg<sup>2+</sup>、Al<sup>3+</sup>的水解从而使溶液呈酸性,故A、B项错误;当加入NaOH溶液的体积为200 mL时,此时溶质只有Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,根据元素守恒可得: $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4)$ ,  $c(\text{NaOH}) \times 0.2 \text{ L} = 2 \times 2.0 \text{ mol/L} \times 0.25 \text{ L}$ , 则  $c(\text{NaOH}) = 5 \text{ mol/L}$ , C项正确;从图象中可以得到:  $n(\text{Mg}) = n[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 0.15 \text{ mol}$ ,  $n(\text{Al}) = n[\text{Al}(\text{OH})_3] = (0.35 - 0.15) \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$ , 由镁和铝的量可以计算H<sub>2</sub>的总量,  $n(\text{H}_2) = 0.45 \text{ mol}$ ,  $V(\text{H}_2) = 0.45 \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 10.08 \text{ L}$ , D错误。答案: C。

方法技巧 解铝、镁及沉淀图象题时,要注意

三个图象特殊点:图中的起点、拐点、终点是反应的三个阶段点。本题从定性角度分析:NaOH的作用依次是中和过量的H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(至沉淀的起点位置)、沉淀金属离子(至沉淀曲线的拐点位置)、溶解Al(OH)<sub>3</sub>(至沉淀不再溶解的终点)。从定量角度逆向分析:溶解Al(OH)<sub>3</sub>与生成Al(OH)<sub>3</sub>所消耗的NaOH溶液体积之比为1:3。

### 二、根据数据确定化学式或化学反应

例2 将固体FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O放在一个可称量的容器中加热灼烧,固体质量随温度升高而变化,测得数据如下:

温度/°C	25	300	350	400	500	600	900
固体质量/g	1.000	0.800	0.800	0.400	0.444	0.444	0.430

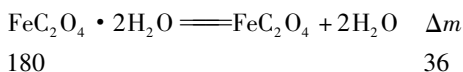
根据计算分析推理,完成下列填空:

(1) 写出25°C~300°C时固体发生变化的反应方程式\_\_\_\_;判断的理由是\_\_\_\_\_。

(2) 350°C~400°C发生变化得到的产物是\_\_\_\_,物质的量之比为\_\_\_\_\_。

(3) 写出600°C~900°C时发生变化的化学方程式\_\_\_\_\_。

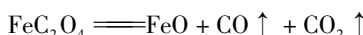
解析 (1) FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O在25°C~300°C失去的是部分或全部结晶水。若结晶水全部失去,则:



$$1.0 \qquad \qquad \qquad (1.0 - 0.8) = 0.20$$

加热减少的质量等于所含结晶水的质量,因此推测正确。

(2) 在350°C~400°C,剩余FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>分解,比较FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>与铁的氧化物的相对分子质量,只有FeO符合要求,化学方程式如下:

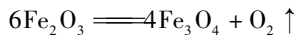


(3) 在400°C~500°C过程中,FeO在灼烧过程中质量增加,600°C~900°C过程中固体质量又减小,由此推测固体物质可能发生如下变化:6FeO~3Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(结合氧原子)~2Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(再失去氧

原子) 将表中的数据进行验证:

$2\text{FeO} \sim \text{Fe}_2\text{O}_3 \quad \Delta m(\text{增加})$   
 144                    16  
 0.400                 $(0.444 - 0.400) = 0.044$   
 $3\text{Fe}_2\text{O}_3 \sim 2\text{Fe}_3\text{O}_4 \quad \Delta m(\text{减少})$   
 480                    16  
 0.444                 $(0.444 - 0.430) = 0.010$

计算得知,推测正确。因此 500℃ 时产物为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 600℃ ~ 900℃ 时化学方程式为:



### 三、化学反应速率与化学平衡

例3 在容积不变的密闭容器中进行反应:  
 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ 。图2 各图表示当其他条件不变时,改变某一条件对上述反应的影响,其中分析正确的是( )。

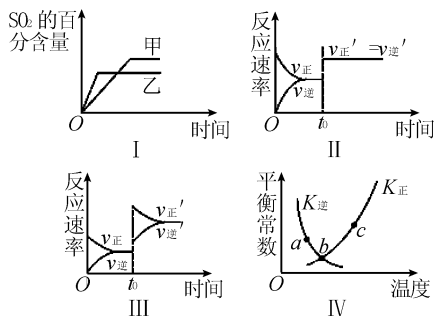


图2

- A. 图 I 表示温度对化学平衡的影响,且甲的温度较高
- B. 图 II 表示  $t_0$  时刻使用催化剂对反应速率的影响
- C. 图 III 表示  $t_0$  时刻增大  $\text{O}_2$  的浓度对反应速率的影响
- D. 图 IV 中 a、b、c 三点中只有 b 点已经达到化学平衡状态

解析 A 项,由“先拐先平”可知,乙先达到平衡状态,说明对应温度甲 < 乙, A 错误; B 项  $t_0$  时刻,正、逆反应速率同等倍数增大,且  $\text{SO}_2$  催化氧化是非等体积反应,则只能是催化剂影响, B 正确; C 项,增大  $\text{O}_2$  浓度,正反应速率增大,逆反应速率瞬间不变,应是连续的, C 错误; D 项,图中 b 点说明正、逆平衡常数相等, D 错误。答案: B。

解题技巧 (1) “先拐先平”: 在百分含量(或

转化率) 与时间的图像中,先出现拐点的线段先达到化学平衡状态,即化学反应速率快,表明曲线所对应的温度高或压强大。

(2) “定一议二”: 当图像中出现多个变量影响百分含量(或转化率)时,分别假设其中一个变量不变,研究其他变量与百分含量(或转化率)的关系,获得该反应的某些属性(如放热反应还是吸热反应、正反应气体体积是增大还是减小等)。

例4  $T^\circ\text{C}$  时,在 1 L 的密闭容器中充入 2 mol  $\text{CO}_2$  和 6 mol  $\text{H}_2$ ,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  $\text{H}_2$  和  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  的浓度随时间变化如下。

时间	$c(\text{H}_2)$ /min	$c(\text{CH}_3\text{OH})$ /mol · L <sup>-1</sup>	$v_{\text{正}}$ 和 $v_{\text{逆}}$ 比较
$t_0$	6	0	?
$t_1$	3	1	$v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$

下列说法不正确的是( )。

- A.  $t_0 \sim t_1$  时间内  $v(\text{H}_2) = (6 - 3) \div (t_1 - t_0) \text{ mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{min})^{-1}$
- B.  $t_1$  时,若升高温度或再充入  $\text{CO}_2$  气体,都可以提高  $\text{H}_2$  的转化率
- C.  $t_0$  时  $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$
- D.  $T^\circ\text{C}$  时,平衡常数  $K = 1/27$ ,  $\text{CO}_2$  与  $\text{H}_2$  的转化率相等

解析 A 项  $t_0 \sim t_1$  时间内  $v(\text{H}_2) = (6 - 3) / (t_1 - t_0) \text{ mol} / (\text{L} \cdot \text{min})$ , A 项正确; D 项  $t_1$  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 <sup>-1</sup> )				
转化	1	3	1	1
(mol · L <sup>-1</sup> )				
平衡	1	3	1	1
(mol · L <sup>-1</sup> )				

平衡常数  $K = 1/27$ ,  $\text{CO}_2$  与  $\text{H}_2$  的转化率为 50%, D 项正确; C 项  $t_0$  时,平衡向正方向移动,故  $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ , C 项正确;  $t_1$  时,处于平衡状态,升高温度,使平衡向逆方向移动,  $\text{H}_2$  的转化率减小, B 项错误。答案: B。

解题技巧 观察图表时,要注意两个特征点: 一是反应物或生成物的起始浓度和平衡浓度; 二

是两个特征点所对应的正、逆反应速率关系。根据浓度变化和时间的关系计算反应速率; 根据正、逆反应速率关系, 确定化学反应是否已达化学平衡状态。

#### 四、离子浓度大小的比较

例 5 常温下, 用  $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液滴定  $20.00 \text{ mL}$   $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液所得滴定曲线如图 3。下列说法正确的是 ( )。

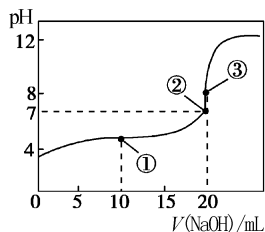


图 3

- A. 点 ① 所示溶液中:  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{H}^+)$
- B. 点 ② 所示溶液中:  $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$
- C. 点 ③ 所示溶液中:  $c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+)$
- D. 滴定过程中可能出现:  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-)$

解析 D 项, 向  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中逐滴滴加 NaOH 溶液, 当加入 NaOH 量很少时,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  大量剩余, 混合液为  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , 故 D 正确; A 项, 继续滴加至点 ① 时溶液中溶质为等物质的量的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , 电离程度大于水解程度, 则有  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) < c(\text{Na}^+)$ , 根据电荷守恒  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$ , 则  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{H}^+)$ , A 错误; B 项,  $\text{pH} = 7$ , 根据电荷守恒, 则有  $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ , 故 B 错误; C 项, 点 ③ 时  $n(\text{NaOH}) = n(\text{CH}_3\text{COOH})$ , 此时溶质为  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  水解使溶液显碱性, 正确顺序为  $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ , C 错误。答案: D。

方法技巧 解答时, 要注意图象上三个点对应的溶液组成: ①点, 等浓度的酸与盐混合; ②点, 溶液  $\text{pH} = 7$ ; ③点, 恰好中和反应 [ $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{NaOH})$ ]。①点,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离程度大于  $\text{CH}_3\text{COONa}$  的水解程度; 进行分析得离子浓度大小

关系为:  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ; ②点, 溶液满足电荷守恒:  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 因溶液  $\text{pH} = 7$ , 即  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 故满足  $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ; ③点, 恰好中和反应时, 溶质为  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  水解使溶液显碱性, 正确顺序为  $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ 。

#### 五、沉淀溶解平衡图象

例 6 某温度下,  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$  分别在溶液达到沉淀溶解平衡后, 改变溶液的  $\text{pH}$ , 金属阳离子浓度的变化如图 4 所示。根据图分析, 下列判断错误的是 ( )。

- A. a 点  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的溶度积大于 b 点的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的溶度积
- B. 加适量的  $\text{CH}_3\text{COONa}$  固体可使溶液由 a 点变为 b 点
- C.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  在 d 点代表的溶液中没有达到饱和
- D. b、d 两点代表的溶液中  $c(\text{H}^+)$  与  $c(\text{OH}^-)$  的乘积相等

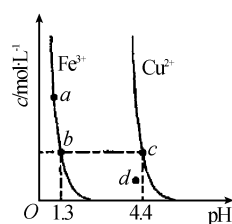


图 4

解析 A 项, 溶度积只与温度有关, a、b 都是在该温度下沉淀溶解平衡的平衡点, 故 a、b 两点  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的溶度积相等, A 项错误; 溶液中存在沉淀溶解平衡:  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^-$ , 加入  $\text{CH}_3\text{COONa}$  固体, 因为  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  水解产生  $\text{OH}^-$ , 使平衡逆向移动,  $c(\text{Fe}^{3+})$  减小, B 正确; 该图是沉淀溶解平衡曲线, 曲线下方的溶液是不饱和溶液, C 项正确;  $K_w$  只与温度有关, D 项正确。答案: A。

方法技巧 沉淀溶解平衡是化学平衡的一种, 化学平衡移动原理同样适用于沉淀溶解平衡。解答本题, 得出如下规律或结论或注意点:

(1) 图中实线上的任意一点都表示该温度下的沉淀溶解平衡点, 即饱和溶液状态, 根据曲线上所对应的各离子的浓度及  $K_{sp}$  的表达式, 可计算  $K_{sp}$ 。

(2) 图中实线上的点为对应温度下的溶液处于饱和状态, 实线以下的点表示溶液处于不饱和状态, 实线以上的点为过饱和状态, 会有沉淀的析出。

(收稿日期: 2011 - 07 - 15)