

高考试题中粒子浓度比较题的解题与复习策略

江苏省苏州新区第一中学 215000 黄波

高考化学试题中关于电解质在溶液中的行为的考查历来是热点考点,或者可以说是必考的考点。观察 2014 年与 2015 年的江苏高考化学试题中关于溶液中粒子浓度比较的考查,考查的方式发生了变化。过去对溶液中的粒子的考查一般重点是放在了对溶液中粒子三大守恒的考查,即考查考生对溶液中的物料守恒(也即原子数目守恒)、电荷守恒以及质子守恒的理解和应用。但 2015 年对溶液中粒子的考查,不仅考查了溶液粒子浓度的三大守恒,同时还对溶液的形成,也即对动态的过程进行了考查,这也就明显增大了考题的难度。下面就来欣赏一下 2015 年江苏高考第 14 题溶液中粒子浓度比较知识考题的解题策略和过程,并由此去感悟在高考复习中的复习策略。

一、2015 年江苏高考化学第 14 题真题解析

(2015 年江苏高考化学第 14 题) 室温下,向下列溶液中通入相应的气体至溶液 pH = 7(通入气体对溶液体积的影响可忽略),溶液中部分微粒的物质的量浓度关系正确的是()。

A. 向 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶液中通入 CO_2 :

$$c(\text{NH}_4^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$$

B. 向 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHSO}_3$ 溶液中通入 NH_3 :

$$c(\text{Na}^+) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{SO}_3^{2-})$$

C. $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液通入 SO_2 :

$$c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$$

D. $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液中通入 HCl :

$$c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{Cl}^-)$$

解析 A 选项中向 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶液中通入 CO_2 时,两者不反应,所以溶液中存在的主要变化是 CO_2 与 H_2O 反应生成 H_2CO_3 , H_2CO_3 发生电离生成 H^+ 和 HCO_3^- ,即溶液中的离子种类不发生改变,存在的是 NH_4^+ 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、

OH^- 和 H^+ ,由溶液中的离子电荷守恒式可以得到 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-)$,由于通入 CO_2 后的溶液呈中性,即可得 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$,所以得到 $c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-)$,A 不正确;B 选项中是向 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHSO}_3$ 溶液中通入 NH_3 ,则发生反应: $2\text{NaHSO}_3 + 2\text{NH}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$,即根据溶液中的离子电荷守恒可得 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$,又通入氨气后的溶液呈中性,也即可以得到: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{Na}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$,又根据原溶液是 NaHSO_3 溶液,根据原子数目守恒(也即物料守恒)可得: $c(\text{Na}^+) = c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)$,代入到前式,即可以得到: $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{SO}_3^{2-}) - c(\text{H}_2\text{SO}_3)$,即可得 $c(\text{NH}_4^+) < c(\text{SO}_3^{2-})$,即通入氨气后的中性溶液中离子浓度关系为: $c(\text{Na}^+) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{NH}_4^+)$,B 不正确;C 选项中向 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液通入 SO_2 ,发生反应为: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3$,所得的溶液中存在的粒子的种类没有发生改变,分别为: Na^+ 、 H^+ 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、 OH^- 、 H_2SO_3 ,从而可以写出其离子电荷守恒式: $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$,但由于溶液中存在两种溶质应为混合物,所以其物料守恒式应将两种溶质的物料守恒式分开写然后加和,从而可以得到其溶液总的物料守恒式:即 Na_2SO_3 的物料守恒式: $c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$, NaHSO_3 的物料守恒式: $c(\text{Na}^+) = c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)$,从而可得总的物料守恒式为: $2c(\text{Na}^+) = 3[c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3)]$,从而可以得到 C 选项不正确(本题中四个选项以 C 选项最难得到正确的物料守恒式,但是还可以通过观察题给答案的守恒式,正好是 Na_2SO_3 的物料守恒

式,而 Na_2SO_3 是强碱弱酸盐, Na_2SO_3 溶液呈碱性,所以一定会通入 SO_2 ,一定会生成 NaHSO_3 ,所以该守恒式不正确,也即得到 C 选项不正确); D 选项中向 $0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CH_3COONa 溶液中通入 HCl ,发生的反应是: $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCl} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$,但由于生成的醋酸是酸,所以一定会有醋酸钠剩余,即所得的溶液中的溶质有 CH_3COONa 、 CH_3COOH 和 NaCl ,写出其溶液中的电荷守恒式: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$,又溶液呈中性,即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$,所以可得 $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{Cl}^-)$,又根据原醋酸钠溶液的物料守恒式: $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$,由两式的比较可以得到 $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{Cl}^-)$,从而得到: $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{Cl}^-)$,D 选项正确。

二、溶液中粒子浓度比较的复习策略

由以上 2015 年的真题赏析,再结合去年乃至前年的高考试题中粒子浓度题的比较,可以发现,对溶液中粒子浓度的考查方式也在变化,增加了溶液的动态形成过程。但如果对粒子浓度的比较基础很牢固,就不会被题中增加的动态过程所迷惑,将题中每一个选项分为两个过程或是两个“支题”来看,即看作为:

(1) 溶液中发生的反应或是变化;

(2) 变化后所得的溶液是什么,溶液中存在着哪些粒子,粒子有什么样的守恒关系。

这样分解成“支题”后,相互就不干扰,应用基础知识,也就是三大守恒式即可将所有问题迎刃而解。

因而在复习中要做到的是:

(1) 熟悉中学化学中的基本反应,如本题中存在的正盐与本身的酸反应生成酸式盐;酸式盐与碱反应生成正盐;弱酸盐与强酸反应生成弱酸和强酸盐;这些都是中学化学中常见的化学反应类型,需要熟记,它是解题的基础,如本题中 D 选项中的醋酸钠与盐酸反应,如果不知道,可能本题的解决就会非常麻烦;

(2) 对静态溶液中粒子的分析,不管得到的是单一溶质的溶液,还是多溶质的混合溶液,首先要冷静对每一溶质在溶液中的电离或水解熟悉,

然后再看这些溶质如果是通过化学反应而生成的,则找出在反应过程中哪些是变化的,哪些是不变化的,其中变化的又是发生了什么样的变化等。如本题中 B 选项中,由于是向亚硫酸氢钠溶液中通入氨气,所以并没有改变原溶液中的钠原子与硫原子之间的关系,从而也就可以得到所得溶液中的钠原子与硫原子间的守恒关系,与原溶液中的守恒关系是相同的,从而找到了解题的突破口;

(3) 正确理清溶液中存在着哪些阴离子、阳离子和分子,由离子写出离子的电荷守恒式,由物质中的原子间的关系写出物料守恒式,这里不仅是要能正确写出守恒式,同时还要能正确列出溶液中存在的所有的粒子;

(4) “题海”战术不能替代以上的基础知识的复习,因为题它只是针对某一个知识点,某一个思维的角度来进行命题,不可能将所有的知识点都涵盖,因此要重视多看基础知识,少做但要精做适当的试题。现在网络很发达,网上随便就可以找到 N 个试题,有些教师不管三七二十一,全部拿来让学生做,这样的效果是很差的,效率也是特别的低,所以教师要进行精选,要能对试题进行一定的改编,给学生一些适当的变式训练,注意不是“题海”而是变式,通过一个载体变化成为不同的角度进行思维,不同的方法进行解题等。比如,写盐酸中的电荷守恒式、氨水中的电荷守恒式,学生觉得很简单,那么写盐酸与氨水混合后的电荷守恒式,可能就有点难度了,然后再变为盐酸与氨水混合后附加条件的电荷守恒式或是粒子间的关系,那么问题就不会是那么的简单,这样经过变式训练,即训练了学生对基本守恒式的书写,也训练了学生的思维,同时也提高了学生对问题的分析能力和问题的解决能力。

总之,溶液中的粒子浓度的比较问题是每年高考化学试题中的必考试题,在复习中不仅是要重视学生基础知识的复习,同时要重视学生对溶液中粒子特别是多溶质溶液、附加条件的溶液等中的粒子进行分析;不仅是对原有考题解题方法的继承,同时也要学会对考题的改编,让学生在变式训练中提高,不能通过“题海”让学生在原点踏步。

(收稿日期:2015-04-10)