

# 探讨“溶液中离子浓度大小的比较”的问题

◎ 何慧丽

**摘要:**溶液中离子浓度大小的比较问题涉及弱电解质的电离平衡(包括水的电离)、盐类的水解和三大守恒(包括电荷守恒、物料守恒、质子守恒)三方面知识,是高考的热点之一。因此,针对新课当复习课上、学生基础知识不扎实等教学中存在的不尽如人意之处,笔者进行了深入的研究。本文则以2010年高考江苏卷中第12题为主线,讨论了几种在不同类型的溶液中离子浓度大小比较的问题。

**关键词:**电解质溶液;离子浓度大小;三大守恒

中图分类号:G6338 文献标识码:A 文章编号:1992-7711(2015)09-0124

## 一、理论依据

### 1. 离子浓度大小比较(熟悉两大理论,构建思维基点)

关于离子浓度的大小比较这类题目考查的是学生对电离平衡、水解平衡知识的应用能力。高考中的考口内容包括溶质单一型和混合型两种,类型包括等式关系正误判断和不等式关系正误判断两类。

(1)电离平衡:对于电离平衡这个知识点,笔者需要说明的是,弱电解质的电离程度都是微弱的。同时,学生在做题时还要考虑水的电离。多元弱酸的电离是分步进行的,其主要是第一级电离。

(2)水解平衡:盐的电离是强烈的,水解是微弱。学生在做题时不仅要分析离子的来源和主次,同时,还要考虑水的电离。多元弱酸盐的水解是分步进行的,而且第一步是最主要的。

### 2. 三大守恒(把握三种守恒,明确等量关系)

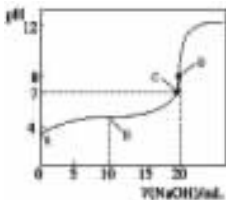
(1)电荷守恒:溶液都是呈电中性的,即阳离子所带正电荷总数等于阴离子所带负电荷总数。学生在解题时要形成这样的解题思路,即首先把所有的平衡关系全都写出来;然后找出所有的阴、阳离子;最后再写出等式。当然,学生在解题时还要注意,离子所带的电荷数就是离子浓度前的系数。

(2)物料守恒:由于溶液中某些离子能够水解,所以离子会变成其他离子或分子,也就是说离子的种类会有所增多。但是,学生也要知道,某种特定元素原子的总数是不变。此外,学生需要注意的是元素前面的比例关系。

(3)质子守恒:盐溶液中水电离出的 $H^+$ 与 $OH^-$ 浓度相等。实际上,质子守恒的关系式也可以由电荷守恒关系式与物料守恒关系式推导得到。

## 二、教学过程

**例题:**常温下,用 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH 溶液滴定  $20\text{mL } 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液所得滴定曲线如图。



问题 1. 图中 A、B、C、D 点对应溶液中的溶质分别是什么?

**答案:**A 溶质是  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; D 溶质是  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ; B 和 C 溶质均是  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COOK}$

**解析:**做此题时,学生要先理清溶液的成分,搞清楚此溶液是单一溶液还是混合溶液。

问题 2. A 点对应溶液中存在哪些微粒? 其离子浓度大小关系如何?

**答案:** $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ , 微粒包括  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{OH}^-$ ; 离子浓度大小关系:  $c(\text{H}^+) < c(\text{CH}_3\text{COO}^-) < c(\text{OH}^-)$

**解析:**此题中, A 点属于是单一溶液中的弱酸溶液,教师要教会学生如何判断弱电解质溶液中的离子浓度的大小。

问题 3. D 点对应溶液中的离子浓度的大小关系?  $c(\text{Na}^+) = ?$   $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = ?$  其微粒间的等量关系是什么?

**答案:** $\text{CH}_3\text{COONa} = \text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$

离子浓度大小关系:  $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

$c(\text{Na}^+) = 0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

等量关系: 电荷守恒:  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$

物料守恒:  $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$

质子守恒:  $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$

**分析:**此题中 D 点属于是单一溶液中的可水解的盐溶液,教师要教会学生如何判断可水解的盐溶液的离子浓度的大小。同时,由于溶液都是呈电中性的,因此,教师要向学生讲清楚“阳离子所带正电荷总数等于阴离子所带负电荷总数”这个知识点,即电荷守恒;由  $c(\text{Na}^+) = 0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 给学生引出“某种特定元素原子的总数不变”这个知识点,即物料守恒;由“溶液为什么显碱性?”“溶液中的  $H^+$  去哪里了?”这两个问题,引出质子守恒。

问题 4. C 点对应溶液中的离子浓度大小关系正确的是( )

- A.  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+)$       B.  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) < c(\text{Na}^+)$   
C.  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = c(\text{Na}^+)$       D. 无法确定

**答案:**此题中, C 点属于  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  混合型溶液,常温下  $\text{pH} = 7$ , 由电荷守恒:  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)$ , 可以得出  $c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$

**分析:**由于 B、C、D 三点的电荷守恒都是一样的,所以,教师在教学中应该各有侧重点。对于 D 点的教学,教师要侧重教会学生三大守恒。而 C 点常温下  $\text{pH} = 7$ ,  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 因此,教师在教学中 C 点时,应侧重教会学生电荷守恒的运用。

问题 5. 分析 B 点对应溶液中的离子浓度关系:

1.  $c(\text{Na}^+) = ?$   $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = ?$   
2. 比较大小  $c(\text{OH}^-)$  \_\_\_  $c(\text{H}^+)$ ;  $c(\text{CH}_3\text{COOH})$  \_\_\_  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$

**答案:**B 点同样属于  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  混合型溶液,并且是  $\text{CH}_3\text{COOH}:\text{CH}_3\text{COONa} = 1:1$  的混合液。所以, 1.  $c(\text{Na}^+) = 0.0333\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.0667\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ; 2.  $c(\text{OH}^-) < c(\text{H}^+)$ ,  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) < c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$

**分析:**由于 B 点是  $\text{CH}_3\text{COOH}:\text{CH}_3\text{COONa} = 1:1$  的混合液,因此,教师在教学中,要将侧重点放在物料守恒及  $c(\text{CH}_3\text{COOH})$  和  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$  微粒浓度大小比较的问题上,教会学生如何分析微粒的来源和主次。通过以上步步深入的探讨,学生就基本上掌握了离子浓度大小的比较和三大守恒。

**【即时巩固】**请写出  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中各离子浓度大小关系及等量关系?

**【巩固练习】** $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中存在多种微粒,各微粒(下转第 126 页)

的条件极值问题,即求  $y=a+b\sin x, -1 \leq x \leq 1$ , 其中  $x=\sin x$ , 这里约束条件是由正弦函数的值域暗中给出的。

解:(1)当  $b>0$  时,  $y_{\text{最大}}=a+b, y_{\text{最小}}=a-b$ ;

(2)当  $b<0$  时,  $y_{\text{最大}}=a-b, y_{\text{最小}}=a+b$ ;

说明:因为该题的函数式中出现了参数,学生须对  $b$  做分类讨论,即分大于零与小于零两种情况,然后再对正弦函数取值求出最值。

七、可化为二次函数  $y=ax^2+bx+c(a \neq 0)$  且  $c \leq x \leq d$  的条件极值的三角函数式的最值求法

对于函数表达式中只含有正弦函数或余弦函数的题目,当它们的次数都是 1 时,学生可以利用它们的有界性解答。当它们次数是 2 时,一般就需要学生通过配方或换元将给定的函数化归为二次函数来处理。

例 6. 求函数  $y=2\sin^2 x+8\sin x-5$  最值

分析:因为  $y=2\sin^2 x+8\sin x-5=2(\sin x+2)^2-13, |\sin x| \leq 1$  因此,求  $y$  的最值,实质上是求以  $\sin x$  为自变量的二次函数。学生可以用配方法或数形结合的思想考虑求解。

即,当设  $\sin x=X$  时,变为  $y=2(X+2)^2-13$  在约束条件  $-1 \leq X \leq 1$  的条件极值。

解:因为  $y=2(\sin x+2)^2-13, |\sin x| \leq 1$ ,

当  $\sin x=1$  时,  $y_{\text{最大}}=2 \times 3^2-13=5$ ,

当  $\sin x=-1$  时,  $y_{\text{最小}}=2 \times 1^2-13=-11$ 。

说明:此题是运用导出二次函数最值公式的方法,将所求三角函数的最值问题转化为二次函数条件最值去解决,即将函数  $y=2\sin^2 x+8\sin x-5$  看作是以  $\sin x$  为自变量的二次函数,其定义域应为  $[-1, 1]$ ,亦即求二次函数  $y=2x^2+8x-5$  在  $-1 \leq X \leq 1$  的约束条件下的条件最值。而一般二次函数  $y=ax^2+bx+c(a \neq 0)$  的定义域是  $-\infty < x < +\infty$ , 所以,求此类函数最值时,学生不能直接套用如下公式:

若  $a>0$ , 当  $x=-\frac{b}{2a}$  时,  $y_{\text{最小}}=\frac{4ac-b^2}{4a}$ ;

若  $a<0$ , 当  $x=\frac{b}{2a}$  时,  $y_{\text{最大}}=\frac{4ac-b^2}{4a}$ 。

八、换元法( $\sin x \pm \cos x, \sin x \cos x$  同时出现换元型)

例 7. 函数  $y=\sin x \pm \cos x + \sin x \cos x$  的最大值是 \_\_\_\_\_。

分析:如果在同一个代数式中同时出现同角的正余弦函数的和与正余弦函数的积,常用换元法来解决问题,这种方法可简化

计算过程。

解:设  $\sin x \pm \cos x=t$ , 则  $t=\sin x \pm \cos x=\sqrt{2} \sin(x+\frac{\pi}{4}), \therefore -\sqrt{2} \leq t \leq \sqrt{2}$ 。  $\sin x \cos x=\frac{t^2-1}{2}$  函数  $y=\sin x+\cos x+\sin x \cos x$  可化为  $y=$

$\frac{t^2-1}{2}+t=\frac{(t+1)^2}{2}-1, \therefore t=\sqrt{2}$  时, 函数最大值是  $\frac{1}{2}+\sqrt{2}$ 。

说明:题目中出现  $\sin x+\cos x$  与  $\sin x \cos x$  时,常用变形是“设和求积巧代换”,即设  $\sin x+\cos x=t$  则  $\sin x \cos x=\frac{t^2-1}{2}$ 。要特别注意换元后的取值范围。

九、对有约束条件的三角函数的最值求法

例 8. 设  $\alpha, \beta$  皆为锐角,  $\alpha+\beta=\theta$ , 求函数  $y=\sin \alpha+\sin \beta$  之最大值。

分析:因为  $0<\alpha<\frac{\pi}{2}, 0<\beta<\frac{\pi}{2}, \therefore 0<\alpha+\beta<\pi$ , 故  $0<\theta<\pi$ 。且  $-\frac{\pi}{2}<\alpha-\beta<\frac{\pi}{2}$ 。

又  $y=\sin \alpha+\sin \beta=2 \sin \frac{\alpha+\beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha-\beta}{2}=2 \sin \frac{\theta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha-\beta}{2}$

$\therefore$  当  $\frac{\alpha-\beta}{2}=0$  即  $\alpha=\beta$  时,  $y_{\text{最大}}=2 \sin \frac{\theta}{2}$

十、总结

以上笔者主要探讨了八种方法来求解三角函数的最值。由于三角函数最值问题形式的多样性,学生在求解此类问题时,不仅要灵活运用三角变换的方法和技巧,还要充分注意对代数知识和方法的应用,以此提高自己解决此类问题的能力。同时,由以上几种形式教师也可归纳得出求解三角函数最值问题的基本方法:一是运用正弦、余弦函数的有界性来求解;二是利用二次函数闭区间求最大、最小值的方法来求解。此外,教师还可以教学生利用重要的不等式公式和数形结合的方法来解决此类问题。具体为:1. 求三角函数最值的方法有配方法、化为一个角的三角函数、数形结合法、换元法、基本不等式法等等。2. 由于三角函数的最值都是在给定区间上取得的,因而教师要提醒学生特别要注意题设中所给出的区间。3. 求三角函数的最值时,一般要进行一些三角变换以及代数换元,因此,教师要告诉学生需注意函数有意义的条件和弦函数的有界性。4. 教师要告诉学生对于含参数函数的最值,解题时要注意参数的作用和影响。

(作者单位:山西省大同一中 037000)

(上接第 123 页)间却是很有限制的。因此,要提高语文教学质量,就必须选准“读”的内容。只有选准了“读”的内容,才能让学生在有限的学习时间里品词析句、体味情境,在读中理解,在读中感悟,在读中培养语感,在读中陶冶情操。引导,给予浓墨重彩的强化,并通过引导学生多读、细读,体会它的妙处。

综上所述,在小学语文阅读教学中,读是悟的基础,悟是读的深入,练是读和悟的融会贯通,是语言积累和运用的水乳交融,是技能的形成过程,应做到以人为本,培养小学生阅读能力这项教学活动需要更多教师的参与,需要更深的探索,才能更好地完善它。

(作者单位:江西省上饶市广丰区长南镇学校 334000)

(上接第 124 页)间的关系正确的是( )

A.  $c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)+c(\text{HS}^-)+2c(\text{S}^{2-})$

B.  $c(\text{Na}^+)=c(\text{HS}^-)+c(\text{S}^{2-})+c(\text{H}_2\text{S})$

C.  $c(\text{OH}^-)=c(\text{HS}^-)+c(\text{H}^+)+c(\text{H}_2\text{S})$

D.  $c(\text{Na}^+)>c(\text{S}^{2-})>c(\text{OH}^-)>c(\text{HS}^-)>c(\text{H}^+)$

答案:电荷守恒: $c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)+c(\text{HS}^-)+2c(\text{S}^{2-})$ ;

物料守恒: $c(\text{Na}^+)=2c(\text{HS}^-)+2c(\text{S}^{2-})+2c(\text{H}_2\text{S})$ ;

质子守恒: $c(\text{OH}^-)=c(\text{HS}^-)+c(\text{H}^+)+2c(\text{H}_2\text{S})$ , 因此,本题答案为:A、D

分析:由于多元弱酸盐的水解是分步进行的,而且第一步是最主要的,因此,教师要教会学生分析微粒的来源和主次。

三、结束语

通过对以上例题的学习,学生收获的不仅是溶液中“离子浓度大小的比较”这一个知识点,而且更重要的是,学生能够在思考问题的过程中,培养自己的一种学科思维方式,更好地理解化学学科思想,为培养自己的自主学习奠定良好的基础。

参考文献:

[1] 崔翠绒. 浅谈“溶液中离子浓度大小的关系”[J]. 中学生数理化, 2013(2).

(作者单位:浙江省乐清市二中 325600)