

高中化学学习新思维

茹高霖 主编

上海世界图书出版公司

图书在版编目(CIP)数据

高中化学学习新思维 / 茹高霖主编. —上海: 上海
世界图书出版公司, 2002. 8

ISBN 7-5062-5504-9

I. 高... II. 茹... III. 化学课—高中—教学参
考资料 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 027916 号

高中化学学习新思维

茹高霖 主编

上海上海世界图书出版发行

上海市尚文路 185 号 B 楼

邮政编码 200010

上海竞成印务有限公司印刷

各地新华书店经销

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.75 字数: 220 000

2002 年 8 月第 1 版 2003 年 2 月第 2 次印刷

印数: 6 001—12 000

ISBN 7-5062-5504-9/G·58

定价: 15.00 元

编写说明

如何能系统、完整地掌握好高中的化学知识,仅凭题海战术是比较困难的。我们只有在学习方法上,解题思维上有所改进,有所突破,才能将知识牢固地掌握,取得好的成绩。

并且,发散性的思维,综合性的题型,不仅是目前素质教育所强调的,而且在现在的考试中所占的比例也越来越大。我们只有在平时就掌握发散性的思维方法,开阔解析综合题型的思路,那么在考试中才会取得好成绩。

为此,我们在编写过程中,注意了以下几个方面:

1. 识概念深化

(1) 紧扣高考大纲,大纲上的重要概念及公式都列于表内,并加以说明。

(2) 对课本知识系统整理的基础上,对其中容易混淆的地方,加以分析、强调,对比和运用。

2. 点难点精析

针对考试中经常出现的典型的疑难问题和综合性的题型,通过分析、讨论,致力于培养发散性的思维。

3. 自测练习突破

精选有代表性的习题供学生练习,评测自我的水平,以提高解决问题的能力。习题附有答案或解答过程,供读者参考。

4. 模拟高考演练

在书末设置了模拟高考的联系题,供学生演练。

本书兼顾了全国和上海的两份考纲的内容。

本书的编写顺序基本与教材同步,既适合于高中平时的单元复习,同时又适合于高考总复习。

参加本书编写工作的老师,都是在重点中学执教并具有多年的教学经验。

本书由茹高霖老师主编,参加编写工作的老师还有陈晓芬、宋志心、徐淑芳、吴斌。

由于水平有限,编写时间也较紧促,难免有不足之处,恳请读者批评、指正。

编 者

2002 年 4 月

目 录

第一部分 分散系

知识要点	(1)
一、分散系	(1)
二、溶液	(1)
三、胶体	(2)
例题精析	(3)
一、胶体的性质	(3)
二、溶液和溶解度	(5)
自测训练题	(10)
参考答案	(14)

第二部分 物质结构、元素周期律

知识要点	(15)
一、物质结构	(15)
二、元素周期律、元素周期表	(15)
例题精析	(15)
一、原子结构、核外电子排布	(15)
二、分子结构、晶体结构	(17)
三、元素周期律、元素周期表	(18)
自测训练题	(21)
参考答案	(28)

第三部分 氧化还原反应、电化学

知识要点	(29)
一、氧化还原反应	(29)
二、电化学知识	(29)
例题精析	(29)
一、微粒的氧化(还原)性强弱顺序的判断	(29)
二、电子守恒规律的应用	(30)
三、生成物化学式的判断	(30)

四、氧化还原反应方程式的配平及相关问题讨论	(32)
五、原电池原理应用,电极反应方程式书写正误判断与环保知识的联系	(33)
六、电解原理及其应用	(34)
自测训练题	(36)
参考答案	(39)

第四部分 化学反应速度、化学平衡

知识要点	(40)
例题精析	(41)
一、化学反应速度及其影响因素	(41)
二、化学平衡及其移动	(43)
三、关于化学平衡的计算及等同平衡	(46)
自测训练题	(50)
参考答案	(56)

第五部分 电解质溶液、离子反应

知识要点	(58)
例题精析	(58)
一、电解质与非电解质的判别,强、弱电解质的比较	(58)
二、电离平衡相关问题讨论	(59)
三、简单的溶液 pH 值的相关计算	(59)
四、电解质溶液的酸碱性判断及离子浓度大小的比较	(61)
五、电荷守恒定律与物料守恒定律的应用	(62)
六、溶液中离子(或微粒)大量共存问题的讨论	(63)
七、离子方程式正误判断	(63)
自测训练题	(65)
参考答案	(68)

第六部分 元素及其化合物

知识要点	(69)
例题精析	(69)
一、以直接考查性质为主	(69)
二、元素化合物知识结合化学理论化学计算	(73)
三、元素化合物综合推断	(75)
自测训练题	(77)
参考答案	(83)

第七部分 有机化学

知识要点	(85)
一、有机物的结构	(85)
二、有机物的性质	(85)
例题精析	(85)
一、同系物(同类物)的相关讨论	(85)
二、同分异构体相关问题讨论	(86)
三、立体结构相关问题讨论	(88)
四、高分子化合物及单体的结构推断	(89)
五、有机物分子组成的确定	(91)
六、有机物的性质与反应类型	(92)
七、有机物的推断及合成(含信息给予题型)	(93)
自测训练题	(98)
参考答案	(104)

第八部分 化学计算

知识要点	(107)
例题精析	(107)
一、差值的利用	(107)
二、极值和平均值的利用	(109)
三、守恒关系的利用	(110)
四、分子式的推断	(111)
五、应用化学的计算	(112)
六、结合讨论的计算	(114)
自测训练题	(116)
参考答案	(122)

第九部分 化学实验

知识要点	(124)
一、实验常用仪器的主要用途、使用方法和洗涤	(124)
二、常用化学试剂的存放	(124)
三、化学实验的基本操作	(124)
四、实验室制取常见气体	(124)
五、物质的鉴定、鉴别和推断	(124)
六、几个重要实验	(124)

七、简单的实验设计与综合实验	(125)
例题精析	(125)
一、实验基本操作	(125)
二、物质的提纯、分离、鉴别、鉴定	(128)
三、气体的制取、净化、干燥与检验	(129)
四、物质制取、实验设计综合题	(131)
自测训练题	(135)
参考答案	(143)

第十部分 模拟高考试题(A 卷)

第Ⅰ卷	(145)
第Ⅱ卷	(148)
参考答案	(152)

第十一部分 模拟高考试题(B 卷)

第Ⅰ卷	(154)
第Ⅱ卷	(156)
参考答案	(160)

第一部分 分散系

知 识 要 点

一、分散系

一种或几种物质分散在另一种物质中所形成的混合物,统称为分散系。其中分散成微粒的物质称为分散质,微粒分散于其中的物质称为分散剂。分散系按照其中分散质的分散程度可分成三大类:粗分散系(包括悬浊液、乳浊液)、胶体分散系、分子(离子)分散系(即溶液),各分散系性质的差异主要也是由它们的分散质微粒大小决定的。三大分散系的比较见下表:

种 类	分散质半径	稳 定 性	主 要 特 性
粗分散系	$>10^{-7}\text{m}$	不 稳 定	粒子不能透过滤纸或半透膜,不能扩散
胶 体	$10^{-9}\text{m}\sim 10^{-7}\text{m}$	相对稳定	粒子能透过滤纸,不能透过半透膜,扩散慢
溶 液	$<10^{-9}\text{m}$	稳 定	离子能透过滤纸和半透膜,扩散快

二、溶液

1. 溶解平衡

溶质在分散到溶剂的过程中,同时发生溶解和结晶两个互逆的变化,当这两个变化的速度相等时,即达到溶解平衡,而此时的溶液为饱和溶液。

溶解平衡是一种动态平衡,也就是说溶液中溶解和结晶这两个过程并未停止,若在饱和溶液中加入相同的溶质晶体,溶液的浓度并不会发生变化,但晶体的形状却可能发生变化。

溶解平衡会受到外界因素的影响而被破坏,发生移动,新的平衡建立后的结果是析出一些晶体或者可以继续溶解一部分溶质。

2. 溶解度

固体物质的溶解度常用一定温度下,某物质在 100 g 溶剂里达到饱和时所溶解的溶质的质量来表示。用 S 代表,单位为 g。固体物质的溶解度受温度的影响比较大,绝大多数的固体物质的溶解度随温度的升高而增大,有极少数固体物质(如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaSO_4)的溶解度随温度的升高而降低。固体溶解度受压强影响很小,可以忽略。

由于称量气体物质的质量不方便,因此气体物质的溶解度一般用在一定温度和 101.3 kPa 下,某气体在一体积溶剂里达到饱和时所溶解的该气体的体积来表示。气体的溶解度随着压强的增大而增大,随着温度的升高而降低。

液体物质之间的溶解比较特殊,需视具体情况而定,这里不再介绍。

值得一提的是,含有相同离子的不同溶质,同时溶解于同一溶剂时会产生相互影响,使各自的溶解度有所改变。

三、胶体

1. 胶体的制备和净化

胶体的制备主要有两种方法：凝聚法和分散法。凝聚法是将小分子凝聚在一起使之达到胶体微粒的大小，我们熟悉的氢氧化铁胶体和碘化银胶体等就是利用这一方法制备的，它们分别利用了 Fe^{3+} 的水解和复分解反应中碘化银沉淀的生成来达到凝聚的目的。分散法就是将大颗粒研细，使之达到胶体微粒的大小，再分散到分散剂中形成胶体，工业生产中用得比较多。

净化胶体所采取的操作称为渗析，利用溶液分散质微粒可以通过半透膜而胶体微粒不能的原理，将欲净化的胶体放在半透膜做成的袋中，浸在相同的分散剂中，使溶液中的溶质分子和离子尽量扩散到半透膜袋的外面，从而获得比较纯净的胶体。显然渗析不可能将胶体中的杂质离子和分子全部除尽。

2. 胶体的分类

胶体按照分散剂状态的不同，可以分为气溶胶、液溶胶和固溶胶，三者的比较见下表：

分 散 质	分 散 剂	名 称	实 例
气	气	气	—
液	气	溶	雾、云
固	气	胶	烟、尘埃
气	液	液	泡沫
液	液	溶	牛奶、石油
固	液	胶	墨水、油漆、浆糊
气	固	固	泡沫塑料、浮石
液	固	溶	珍珠、冻胶
固	固	胶	有色玻璃、某些合金

3. 胶体的性质

(1) 丁达尔现象 当一束强光透过胶体时，在入射光的垂直方向可以看到一条明亮的光通路，这个现象就是丁达尔现象。丁达尔现象产生的原因是因为胶粒的大小与光的波长相近，可以对光产生比较强的散射，而溶液中的微粒实在太小，对光的散射作用极弱，肉眼无法观察到，所以没有丁达尔现象。利用丁达尔现象可以简便的鉴别胶体和溶液。

(2) 电泳现象 胶体微粒在电场的作用下作定向移动的现象称为电泳。胶体的电泳现象说明了胶体的微粒是带有电荷的，而且带的是相同的电荷。胶粒带电荷的原因是因为胶粒很小，与溶液的界面间存在着很大的表面积，具有很强的吸附力，可以吸附某些离子。不同的胶粒所吸附的离子种类是不同的，一般来说：金属氢氧化物、金属氧化物的胶粒吸附阳离子而带正电荷；非金属氧化物、金属硫化物的胶粒吸附阴离子而带负电荷。胶体中的胶粒能吸附相同电荷的离子是胶体能够相对稳定地存在的主要原因。

(3) 胶体的凝聚 胶体的稳定性是相对的，在一定的条件下，胶体中的胶粒会聚集成更大的颗粒而形成沉淀析出，这一过程就称为胶体的凝聚。使胶体发生凝聚的方法有很多，主要

有：加入电解质、加入带有相反电荷的胶体、加热等。胶体的凝聚除了生成沉淀外，还有另外一种情况，它可以变成一种不流动的冻状物，称为凝胶，比如我们经常食用的豆腐和果冻。

例题精析

一、胶体的性质

例 1 用特殊方法把固体物质加工到纳米级($1\sim 100\text{ nm}$, $1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)的超细粉末粒子,然后制得纳米材料。下列分散系中的分散质的微粒直径和这种粒子具有相同数量级的是 ()

- A. 溶液 B. 悬浊液 C. 胶体 D. 乳浊液

【正确答案】 C

【分析】 此题只要知道胶体微粒的大小就可正确解出。但要注意胶体并不是纳米材料,两者是有区别的。

例 2 某种胶体在电泳时,它的胶粒向阴极移动。在这胶体中分别加入下列物质:

- ① 蔗糖溶液 ② 硫酸镁溶液 ③ 硅酸胶体 ④ 氢氧化铁胶体

不会发生凝聚的是: ()

- A. ①③ B. ①④ C. ②③ D. ③④

【正确答案】 B

【分析】 此题涉及到胶体的电泳和凝聚这两大性质,在电泳时胶粒向阴极移动意味着胶粒带的是正电荷,因此加入电解质或带负电荷的胶体会使它凝聚,在四种物质中,硫酸镁是电解质,而硅酸胶体的胶粒带负电荷。

例 3 下列关于胶体的叙述不正确的是 ()

- A. 布朗运动是胶体微粒特有的运动方式,可以据此把胶体和溶液、悬浊液区别开来
B. 光线透过胶体时,胶体发生丁达尔现象
C. 用渗析的方法净化胶体时,使用的半透膜只能让较小的分子、离子通过
D. 胶体微粒具有较大的表面积,能吸附阳离子或阴离子,故在电场作用下会产生电泳现象

【正确答案】 A、C

【分析】 布朗运动是 1827 年布朗在用显微镜观察悬浮在水中的花粉时发现的,后来人们用超显微镜观察胶体时发现胶粒也在进行布朗运动,其原因是因为分散剂分子在不断地撞击胶粒,因此布朗运动不是胶体微粒特有的运动方式,不能以此来区分胶体和其他分散系。半透膜其实有很多种,其上小孔的孔径也有大有小,这一点在课本上并没有指出。渗析净化时需要让其中的杂质离子尽可能的扩散到半透膜外,这些离子有的比较小,有的也比较大,半透膜要让它们都能通过,否则就起不到净化的作用,半透膜只要能不让胶粒通过就可以了。

例 4 将某溶液逐滴加入 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶胶内,开始时产生沉淀,继续滴加时沉淀又溶解,该溶液是 ()

- A. $2\text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$ 溶液 B. 2 mol/L NaOH 溶液
C. 2 mol/L MgSO_4 溶液 D. 硅酸溶胶

【正确答案】 A

【分析】滴加时,产生沉淀和沉淀溶解,这两个过程中发生的是两种不同的变化。产生沉淀,是因为氢氧化铁胶体的凝聚,是一个物理变化;沉淀溶解,是发生了化学反应。四个选项中的物质都能使氢氧化铁胶体凝聚,但其中能与氢氧化铁反应的只有硫酸,硅酸是极弱的不溶性酸,不能与氢氧化铁反应。

例 5 将可溶性淀粉溶于热水制成淀粉溶液,该溶液可能不具有的性质是 ()
A. 电泳 B. 布朗运动 C. 凝聚 D. 丁达尔现象

【正确答案】 A

【分析】在有关胶体的内容中有一种比较特殊的情况,某些高分子物质(一般分子量 $>10^4$)由于分子很大,单个分子就与胶体中的胶粒大小相仿,因此它们的溶液就具有胶体的一些性质,但它们又不完全等同于胶体。从分散质的组成结构和分散程度看,真正的胶体中的胶粒是巨大数目的分子或离子的集合,而这些物质的溶液中的溶质基本上是单个的分子,因此它们的性质和真正的胶体有所不同,并不具备胶体的所有性质。像本题中的淀粉溶液,由于其中几乎没有什么离子,分散质微粒也无从吸附离子而带电荷,所以不会有电泳现象。对于这类物质(包括淀粉、蛋白质等)的溶液性质的讨论,要从实际出发,具体问题具体分析。

例 6 已知由很稀的 AgNO_3 溶液与过量很稀的 KI 溶液制得的 AgI 溶胶与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 溶胶混合时,会析出 AgI 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的混合沉淀,由此可知的是 ()

- A. 该 AgI 胶粒带正电荷
- B. 该 AgI 胶粒电泳时向阳极移动并在阳极上析出沉淀
- C. 该 AgI 胶粒带负电荷
- D. 该 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶粒电泳时向阳极移动并在阳极上析出沉淀

【正确答案】 C

【分析】 AgI 胶体中的胶粒带何种电荷,要看配制的过程而定。如果是用 AgNO_3 溶液滴入过量的 KI 溶液制成,那么胶粒就吸附其中过量的 I^- ,使胶粒带负电荷;如果是用 KI 溶液滴入过量的 AgNO_3 溶液制成,那么胶粒就吸附其中过量的 Ag^+ ,使胶粒带正电荷。本题中的 AgI 胶体应该是带负电荷的,由此推理可知 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 带的是正电荷。在电泳的过程中某电极区域液体中的胶粒浓度会增大,我们可以观察到颜色加深等现象,但一般是不会析出沉淀的,除非是长时间大电流的电泳,会导致溶液电解或胶粒浓度过大而产生沉淀。

例 7 在不断搅拌和研磨下,把 150 ml 0.010 mol/L AgNO_3 溶液逐滴加入 200 ml 0.010 mol/L KI 溶液中,制得的 AgI 胶体等分为六份,分别加入相同物质的量浓度的下列溶液:① AlCl_3 、② $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、③ BaCl_2 、④ NaCl 、⑤ Na_2SO_4 、⑥ Na_3PO_4 ,则引起凝聚所需上述溶液的体积大小顺序是 ()

- A. ②<①<③<⑥<⑤<④
- B. ②<⑥<⑤<①<③<④
- C. ②<⑥=①<⑤=③<④
- D. ⑥<②<⑤<①<③<④

【正确答案】 A

【分析】在胶体中加入电解质后会使胶体凝聚而生成沉淀。这是因为电解质电离出的离子会破坏胶粒吸附离子而带电荷的结构,使胶体丧失了稳定存在的重要条件。不同的离子的破坏程度是不一样的,所以凝聚的效率也是不同的。影响凝聚效率的首要因素是单个离子所带的电荷数,即三价离子>二价离子>一价离子;如果离子所带的电荷数是相同的,那么离子的浓度也会对凝聚效果产生影响,浓度越大效果越好。本题中胶体的胶粒带的是负电荷(理由如前题所述),所以使它凝聚的是阳离子,题中的阳离子中,凝聚效果 $\text{Al}^{3+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Na}^+$,两种

含 Al^{3+} 的溶液中, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中的 Al^{3+} 浓度大于 AlCl_3 , 所以需要的体积最小, 其他溶液以此类推。

例 8 在陶瓷工业中常遇到因陶土里混有氧化铁而影响产品质量的问题。解决的办法是把这些陶土和水一起充分搅拌, 然后插入两根电极。接通电源, 这时在阳极聚集起比较纯的陶土, 阴极聚集的是氧化铁, 试解释这个现象。

【分析】 本题是胶体性质的一个实际应用。陶土和水一起充分搅拌后, 氧化铁和陶土主要是以胶体的形式分散于其中, 氧化铁胶粒带正电荷, 陶土胶粒带负电荷, 在电场作用下发生电泳, 氧化铁聚集在阴极, 陶土聚集在阳极。在阳极附近就可以收集到比较纯净的陶土了。

二、溶液和溶解度

例 9 已知某盐在不同温度下的溶解度如下表。若把质量百分比浓度为 22% 的该盐溶液

温度(°C)	0	10	20	30	40
溶解度(g/100 g 水)	11.5	15.1	19.4	24.4	37.6

由 50°C 逐渐冷却, 则开始析出晶体的温度范围是 ()

- A. 0~10°C B. 10~20°C C. 20~30°C D. 30~40°C

【正确答案】 D

【分析】 本题是溶解度计算的一种应用。当溶液的浓度超过该温度下饱和溶液的浓度时, 溶液中就会有晶体析出。我们可以假设在某温度下, 此盐饱和溶液的浓度为 22%, 根据溶解度的定义, 这个温度下, 盐的溶解度为:

$$S = \frac{22}{100 - 22} \times 100 = 28.2 \text{ g}。$$

此数值在表中的 30~40°C 之间。

例 10 已知: $t^\circ\text{C}$ 下, 某物质的不饱和溶液 $a \text{ g}$ 中含溶质 $m \text{ g}$, 若该溶液蒸发 $b \text{ g}$ 水并恢复到 $t^\circ\text{C}$ 时, 析出溶质 $m_1 \text{ g}$; 若原溶液蒸发 $c \text{ g}$ 水并恢复到 $t^\circ\text{C}$ 时, 则析出溶质 $m_2 \text{ g}$ 。用 S 表示该物质在 $t^\circ\text{C}$ 时的溶解度, 下式中正确的是 ()

- A. $S = \frac{100m}{a - m}$ B. $S = \frac{100m_2}{c}$
C. $S = \frac{100(m_1 - m_2)}{b - c}$ D. $S = \frac{100(m - m_1)}{a - b}$

【正确答案】 C

【分析】 本题的两个操作, 无论是蒸发掉 $b \text{ g}$ 水还是蒸发掉 $c \text{ g}$ 水后, 都析出了溶质, 也就说明剩余溶液都是饱和溶液。而饱和溶液的质量分数和此温度下的溶解度是可以相互换算的:

$$\text{质量分数} = \frac{S}{S + 100} \quad \text{或} \quad S = \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶剂质量}} \times 100。$$

我们可以根据这点解题:

$$S = \frac{m - m_1}{a - m - b} \times 100，$$

$$S = \frac{m - m_2}{a - m - c} \times 100。$$

但选项中没有这两个结果,我们再将这两个等式展开变化:

$$S(a - m - b) = 100(m - m_1), \quad \textcircled{1}$$

$$S(a - m - c) = 100(m - m_2)。 \quad \textcircled{2}$$

$$\textcircled{2} - \textcircled{1} \text{ 得: } S(b - c) = 100(m_1 - m_2), \text{ 即 } S = \frac{100(m_1 - m_2)}{b - c}。$$

本题由于是选择题,也可以用排除法解题,根据溶解度的定义和题目条件,不难判断出 A、B、D 均是错误的。

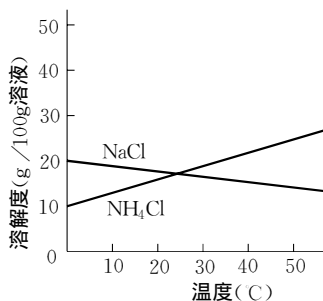
例 11 分别取等质量 80°C 的甲、乙两种化合物的饱和溶液,降温至 20°C 后,所析出的甲的质量比乙的大(甲和乙均无结晶水)。下列关于甲、乙溶解度的叙述中肯定正确的是 ()

- A. 20°C 时,乙的溶解度比甲的大
B. 80°C 时,甲的溶解度比乙的大
C. 温度对乙的溶解度影响较大
D. 温度对甲的溶解度影响较大

【正确答案】 D

【分析】 不同物质的溶解度受温度的影响而变化的程度是不同的。有的物质的溶解度受温度影响较大(如硝酸钾),这类物质在高温下的饱和溶液在降低一定温度后会析出较多的溶质;有的物质的溶解度受温度影响较小(如氯化钠),这类物质在高温下的饱和溶液在降低相同温度后析出的溶质较少。(以上均针对溶解度随温度升高而增大的物质,这类物质占绝大多数)本题中没有告诉我们甲、乙两物质在 20°C 和 80°C 下溶解度的确切数值,所以无从比较它们在这两个温度下溶解度的大小。但根据降温至 20°C 后,所析出的甲的质量比乙的大这个条件,我们可以断定甲的溶解度受温度影响较大。

例 12 联合制碱法中关键的一步是把 NH_4Cl 从几乎饱和的 NaHCO_3 溶液中分离出来,为此根据 NaCl 和 NH_4Cl 溶解度的差异,向混合溶液中通入某种气体,同时加入磨细的食盐,可析出不夹带 NaHCO_3 的 NH_4Cl 。 NaCl 和 NH_4Cl 共同存在时的溶解度曲线如下图所示,以



下操作正确的是 ()

	通入气体	温度控制($^{\circ}\text{C}$)
A	CO_2	30~40
B	CO_2	0~10
C	NH_3	30~40
D	NH_3	0~10

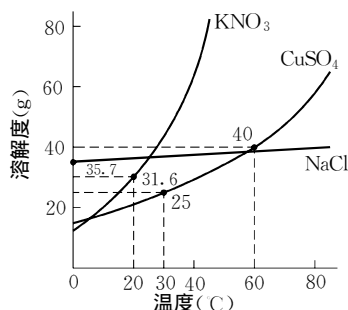
【正确答案】 D

【分析】 这是一个利用溶解度曲线解决实际生产问题的题目,生产中要求 Cl^- 以 NH_4Cl 的形式析出以得到较为纯净的 NaHCO_3 。观察溶解度曲线,可知在较低的温度下, NH_4Cl 的溶解度小于 NaCl ,所以温度应选择 $0\sim 10^\circ\text{C}$;根据化学平衡的原理,通入 CO_2 会降低 NaHCO_3 的溶解度,而通入 NH_3 可以降低 NH_4Cl 的溶解度,显然需通入的应该是 NH_3 。

例 13 右图是几种盐的溶解度曲线,下列说法正确的是

()

- A. 40°C 时,将 35 g 食盐溶于 100 g 水中,降温至 0°C 时,可析出氯化钠晶体
- B. 20°C 时,硝酸钾饱和溶液的质量百分比浓度是 31.6%
- C. 60°C 时,200 g 水中溶解 80 g 硫酸铜达饱和,当降温至 30°C 时,可析出 30 g 硫酸铜晶体
- D. 30°C 时,将 35 g 硝酸钾和 35 g 食盐同时溶于 100 g 水中,蒸发时,先析出的是氯化钠



【正确答案】 D

【分析】 让我们逐项分析:

- A. 0°C 时,氯化钠的溶解度为 35.7 g,所以 35 g 食盐溶于 100 g 水在 0°C 时不析出晶体。
- B. 20°C 时,硝酸钾的溶解度是 31.6 g,所以饱和溶液的浓度不可能是 31.6%。(注意:溶解度和质量百分比浓度的定义是不同的)
- C. 从图中看出硫酸铜在 30°C 时的溶解度是 25 g,即 100 g 水可以溶解 25 g 无水硫酸铜,那 200 g 水就能溶解 50 g 硫酸铜。如果硫酸铜晶体不带结晶水,降温至 30°C 时,正好析出 30 g 硫酸铜晶体。而事实上析出的是 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,那肯定不会再是 30 g。(此类问题的具体计算方法见后面)
- D. 仔细看图,得知 30°C 时,硝酸钾的溶解度大于氯化钠,因此蒸发时先析出的应该是氯化钠。

例 14 60°C 时硫酸铜的溶解度为 40 g。 60°C 时配制 420 g 饱和硫酸铜溶液,应称取多少克胆矾,加多少克水?

【分析】 这时有关结晶水合物的溶解度计算,相对于不带结晶水的物质,难度要高一点,但仍然要从溶解度的定义出发。

设应称取胆矾 x g,则加水应为 $(420 - x)$ g, x g 胆矾中含无水硫酸铜 $\frac{160x}{250}$ g。

根据溶解度定义式列方程:

$$40 = \frac{\frac{160x}{250}}{(420 - x) + \frac{90x}{250}} \times 100, \quad \text{解得 } x = 187.5 \text{ g.}$$

所以应称取 187.5 g 胆矾,加水 232.5 g。

例 15 在足量的 20°C 硫酸铜饱和溶液中,加入 2 g 无水硫酸铜,应有多少克晶体析出? (20°C 时,硫酸铜溶解度为 20 g)

【分析】 这 2 g 无水硫酸铜加入硫酸铜的饱和溶液中,不但无法溶解,还会吸收溶液中的水变成结晶水,从而导致更多的晶体析出。在晶体完全析出之后,所剩余的溶液必定还是饱和

溶液,而在析出的晶体中,除了 2 g 的无水硫酸铜,其余部分全部来自于溶液,可以看作是原饱和和溶液的一部分,其组成必然和饱和溶液的组成相同,这是我们解题的依据。

设应有 x g 晶体析出,其中无水硫酸铜为 $\frac{160}{250}x$ g,结晶水为 $\frac{90}{250}x$ g。

$$\text{则 } \frac{\frac{160}{250}x - 2}{\frac{90}{250}x} = \frac{20}{100}, \quad \text{解得 } x = 3.52 \text{ g}.$$

例 16 将某温度下的 KNO_3 溶液 200 g 蒸发掉 10 g 水,恢复到原温度,或向其中加入 10 g KNO_3 固体,均可达到饱和。试计算:

- (1) 该温度下 KNO_3 的溶解度。
- (2) 原未饱和溶液中溶质的质量分数。

【分析】 本题的解题基础仍然是同一物质在相同温度下的饱和溶液的组成相同。

设原溶液中 KNO_3 的质量分数为 x 。

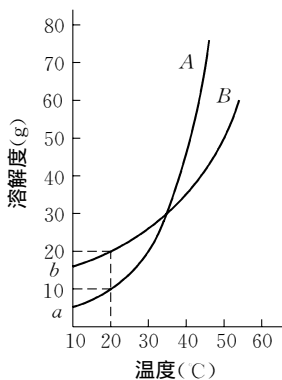
$$\text{则有 } \frac{200x}{200(1-x) - 10} = \frac{200x + 10}{200(1-x)}, \quad \text{解得 } x = 0.475.$$

溶液饱和时的组成为: 溶质 $200 \times 0.475 = 95$ g, 溶剂 $200 \times (1 - 0.475) - 10 = 95$ g。

因此该温度下 KNO_3 的溶解度为 100 g。

本题还有另外一个思路: 原来的 200 g 溶液因为多了 10 g 水而没有饱和,当加入 10 g KNO_3 后溶液就饱和了,这就相当于在 10 g 水中加入 10 g KNO_3 就能得到饱和溶液,那么该温度下 KNO_3 的溶解度即为 100 g。显然这种方法要更简单些。

例 17 A、B 两种化合物的溶解度曲线如下图。现要用结晶法从 A、B 混合物中提取 A。(不考虑 A、B 共存时,对各自溶解度的影响)



(1) 取 50 g 混合物,将它溶于 100 g 热水,然后冷却至 20 °C。若要使 A 析出而 B 不析出,则混合物中 B 的质量百分比($B\%$)最高不能超过多少?(写出推理及计算过程)

(2) 取 W g 混合物,将它溶于 100 g 热水,然后冷却至 10 °C。若仍要使 A 析出而 B 不析出,请写出在下列两种情况下,混合物中 A 的质量百分比($A\%$)应满足什么关系式。(以 W 、 a 、 b 表示,只需将答案填写在下列横线的空白处)

答: 当 $W < a + b$ 时, $A\% \underline{\hspace{2cm}}$ 。

当 $W > a + b$ 时, $A\% \underline{\hspace{2cm}}$ 。

【分析】

(1) 20 °C 下, B 的溶解度为 20 g, 要使 B 不析出, 混合物中 B 的质量不能超过 20 g, 即 $B\%$ 最高不能超过 40%。此时 A 的质量超过 30 g, 肯定能析出。

(2) 10 °C 时, A 的溶解度为 a g, B 的溶解度为 b g。A 要析出, A 的质量必须大于 a g; B 不能析出, B 的质量不能超过 b g。

当 $W < a + b$ 时, $A\% > \frac{a}{W}$, 此时 B 必定小于 b g。

当 $W > a + b$ 时, $A\% > \frac{W-b}{W}$, 这样才能确保 B 小于 b g。

例 18 硫酸银的溶解度较小, 25 °C 时, 每 100 g 水仅溶解 0.836 g。

- (1) 25℃时,在烧杯中放入 6.24 g 硫酸银固体,加 200 g 水,经充分溶解后,所得饱和溶液的体积为 200 ml。计算溶液中 Ag^+ 的摩尔浓度。
- (2) 若在上述烧杯中加入 50 ml 0.026 8 mol/L BaCl_2 溶液,充分搅拌,溶液中 Ag^+ 的摩尔浓度是多少?
- (3) 在(1)题烧杯中需加入多少升 0.026 8 mol/L BaCl_2 溶液,才能使原溶液中 Ag^+ 浓度降低至 0.020 0 mol/L?

【分析】

- (1) 根据硫酸银的溶解度,200 g 水最多溶解硫酸银 1.672 g,相当于 0.005 36 mol。
 所以 $[\text{Ag}^+] = \frac{0.005\,36 \times 2}{0.2} = 0.053\,6 \text{ mol/L}$ 。
- (2) 加入的 BaCl_2 为 0.003 14 mol,与硫酸银反应后,硫酸银仍大大过量,所得到的溶液依旧是饱和溶液,所以 Ag^+ 浓度不变。
- (3) 本小题要考虑到氯化钡溶液加入后,会使溶液体积产生变化,不再是 200 ml。
 设需加入氯化钡溶液 $x \text{ L}$ 。

$$\frac{\left(\frac{6.24}{312} - 0.026\,8x\right) \times 2}{0.2 + x} = 0.02, \quad \text{解得} \quad x = 0.489。$$

例 19 下面是四种盐在不同温度下的溶解度(g/100 g 水):

	NaNO_3	KNO_3	NaCl	KCl
10℃	80.5	20.9	35.7	31.0
100℃	175	246	39.1	56.6

- (计算时假定: ① 盐类共存时不影响各自的溶解度;② 过滤晶体时,溶剂损耗忽略不计。)
- (1) 取 23.4 g NaCl 和 40.4 g KNO_3 ,加 70.0 g H_2O ,加热溶解。在 100℃时蒸发掉 50.0 g H_2O ,维持该温度,过滤出晶体,计算所得晶体的质量 m (高温)。将滤液冷却至 10℃,待充分结晶后,过滤。计算所得晶体的质量 m (低温)。
- (2) 另取 34.0 g NaNO_3 和 29.8 g KCl , 同样进行如上实验。10℃ 时析出的晶体是 _____ (写化学式)。100℃和 10℃得到的晶体质量($m'_{\text{高温}}$ 和 $m'_{\text{低温}}$)分别是多少?

【分析】

- (1) 100℃蒸发掉 50.0 g H_2O 后溶液中 NaCl 的质量为
- $$39.1 \text{ g} \times \frac{70.0 \text{ g} - 50.0 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 7.82 \text{ g}。$$
- 析出的 NaCl 晶体质量 $m(\text{高温}) = 23.4 \text{ g} - 7.82 \text{ g} = 15.6 \text{ g}$ 。
- 冷却到 10℃,析出的 NaCl 晶体质量为
- $$(39.1 \text{ g} - 35.7 \text{ g}) \times \frac{70.0 \text{ g} - 50.0 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0.68 \text{ g}。$$
- 溶液中 KNO_3 的质量为 $20.9 \text{ g} \times \frac{70.0 \text{ g} - 50.0 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 4.18 \text{ g}。$

析出的 KNO_3 晶体质量为 $40.4 \text{ g} - 4.18 \text{ g} = 36.2 \text{ g}$ 。

10°C 时析出的晶体总质量 $m(\text{低温}) = 0.68 \text{ g} + 36.2 \text{ g} = 36.9 \text{ g}$ 。

(2) 由于题中所出现的盐均为强电解质,溶于水后都以离子的形式存在于溶液中,在析出时可能重新组合成新的盐。经计算可知,本小题所得的溶液成分和第(1)题完全相同且四种离子的浓度均为 0.40 mol/L 。因为 100°C 时 NaCl 的溶解度最小,而 10°C 时 KNO_3 的溶解度最小,所以 100°C 时蒸发后得到的是 NaCl 晶体,冷却后得到的主要是 KNO_3 ,但也有少量的 NaCl 。数值和前一小题完全相等,不必再作计算。

自测训练题

一、选择题

- 用下列方法来制备溶胶:① 0.5 mol/L BaCl_2 溶液与等体积的 $2 \text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$ 相混合;② 把 1 ml 饱和氯化铁逐滴加入 20 ml 沸水中;③ 把 1 ml 水玻璃溶液加入 10 ml 1 mol/L 盐酸中;④ 向 10 ml $0.01 \text{ mol/L H}_2\text{S}$ 溶液中逐滴加入 $8 \sim 10$ 滴 0.01 mol/L 的氯水。能够得到胶体溶液的是 ()
A. 只有①②③ B. 只有①③ C. 只有②③④ D. ①②③④
- 胶体微粒具有较强的吸附能力,是因为 ()
A. 带有相同电性的电荷 B. 有很大的表面积
C. 有很强分散力 D. 有电泳现象
- 已知土壤胶粒带负电荷,在土壤里施用含氮量相等的下列肥料,肥效较差的是 ()
A. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ B. NH_4HCO_3 C. NH_4NO_3 D. NH_4Cl
- 下列有关胶体的说法正确的是 ()
A. 有丁达尔现象的透明溶液一定是胶体溶液
B. 胶体分散系在电场中一定有电泳现象
C. 因为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体带正电,所以在电场作用下有电泳现象
D. 不能穿过半透膜的微粒一定是胶体微粒
- 下列性质主要是由胶粒带电决定的是 ()
① 丁达尔现象、② 布朗运动、③ 电泳、④ 加入电解质发生凝聚、⑤ 渗析、⑥ 水溶胶是稳定的分散系
A. ①③④ B. ②③④ C. ③④⑤ D. ③④⑥
- 有一橙色的胶体溶液,在电泳实验中其胶粒向阴极移动。对这一胶体溶液进行下列处理,不发生凝聚的是 ()
A. 加硫酸钠溶液 B. 加酒精溶液
C. 加硅酸胶体 D. 加氢氧化铁胶体溶液
- 将淀粉碘化钾混合液装在半透膜袋中,并浸泡在盛有蒸馏水的烧杯中,过一段时间后,取烧杯中液体进行实验,能证明半透膜有破损的是 ()
A. 加碘水变蓝 B. 加 AgNO_3 溶液产生黄色沉淀
C. 加碘水不变蓝 D. 加氯水变蓝
- 下列分散系不属于胶体分散系的是 ()