

高中数学重难点知识精讲

科学技术文献出版社

王树茗 等编

高中数学重难点知识精讲

王树茗 张宏才 丁祖娴 编

科学技术文献出版社



高中数学重难点知识精讲

王树茗 张宏才 丁祖娴 编

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路15号)

衡水地区印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经销

•

787×1092毫米 32开本 11.76印张 250千字

1991年2月第1版 1991年2月第1次印刷

印数：1—35000册

科技新书目：

ISBN 7-5023-1354-0/G·419

定价：4.8元

出版说明

《高中各科重难点解析及最新题型训练》共9本，包括语文、数学、物理、化学、政治、英语、地理、历史、生物9门，各册内容均以教学大纲和统编教材为依据，按单元或章节列出知识传授和能力训练的重点及难点，并作扼要剖析。在此基础上列出典型例题并作详细阐述及一部分精选习题，包括单元练习和自检综合测试题。本丛书题型新颖，灵活多样，典型性强，适合不同年级、不同水平的学生选用，特别对面临高考的学生是一套不可多得的全面复习资料。

《高中化学重难点解析及最新题型训练》第一分册由北京大学附属中学刘建贞、张英、徐淑琴，第二分册由中国人民大学附属中学李新玲、梁玉珍、陈爱菊、许洪廉、郭长陆、朱迪生、曹燕卿、刘延荣，第三分册由北京师范学院附属中学王绍宗编写。

由于出版时间有限，难免有缺漏不足和遗憾之处，敬请读者批评指正。

出版者
1991年8月

总 目

第一分册	(北京大学附属中学编)		1
第二分册	(中国人民大学附属中学编)		193
第三分册	(北京师范学院附属中学编)		370

第一分册

北京大学附属中学

前 言

党的十一届三中全会以来，我国进入改革开放的年代。在这一基本国策指引下各行各业都在改革，成就是很大的。普教战线在整体改革的潮流中进行了多视角、多渠道的改革，我国教育改革无论宏观方面和微观方面都取得了很大的成绩。在八十年代教育改革的潮流中，北大附中以大胆探索的精神进行着整体教育改革的实验。同兄弟学校一样，坚定不移地坚持社会主义的办学方向，以“三个面向”的精神为指导，德育为首、教学为主，德、智、体、美、劳五育并举，面向全体，因材施教，鼓励冒尖，积极创造条件冒尖，办有特色的学校。我校的特色是“全面发展加特长”、以勤奋、严谨、求实、创新八个字为校训，坚持民主治校、科学治校、从严治校。从我校实际出发，具体归纳出下列四点为我校教育教学的指导思想：

(1) 打好基础。这是基础教育性质所决定的，基础教育必须狠抓基本功，使学生“学会学习”、“学会做人”。

(2) 提高能力。这是我校以课堂为主阵地的一切教育教学活动的着眼点。人类已进入高科技、信息化时代，“知识就是力量”的说法似乎不那么全面，应当说“掌握知识的能力”才是力量。做为基础教育抓住“打好基础”和“提高能力”这两点，就可以立于不败之地。

(3) 培养志趣。志趣和爱好是事业成功不可缺少的动力。“兴趣是最好的老师”（爱因斯坦格言）。

(4) 发展个性。这是造就一代社会主义建设人才的需要，是振兴中华的需要，科学技术越是发展，社会对人才需要的多样性、多层性就越加明显、迫切。人才的多样性、多层性是人的个性决定的。没有个性就没有人才。在科学领域中，没有求异思想就没有科学的发展，因而要承认，面对学生全方位的差异性进行教育、教学。调动学生的自主性，才能把教育搞活。人民教育家陶行知先生说得好：“活的学生，活的教师，活的社会，要搞活的教育”。当然教育的水平，归根结底是教师的水平。教育的竞争，说到底就是教师水平的竞争，办有特色的学校就必须造就一批教有特色的教师，否则一切都是空话。

这部系列丛书，是我校部分骨干教师所写，他们有较丰富的教学教育实践经验，有各自的特色，在他们写的东西里，我认为字里行间对以上四点都有所体现。如果对普教的同行们、教师们能有所启发，就是莫大的欣慰了。由于时间仓促，水平有限，错误在所难免，恳请指正。至于材料的处理，观点上有不同看法，都是正常的。欢迎同行们、老师们通过各种不同渠道和方式进行商榷。

北大附中校长 夏学之
1991年7月

目 录

第一章	化学基本概念	(4)
第二章	物质结构 周期律	(21)
第三章	化学反应速度和化学平衡	(34)
第四章	电解质溶液	(44)
第五章	非金属元素及其化合物	(62)
第六章	金属元素及其化合物	(100)
第七章	有机化学	(128)
第八章	化学基本计算	(151)
第九章	基本化学实验	(176)

第一章 化学基本概念

重点及难点

一、氧化—还原反应的配平。

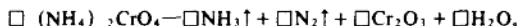
氧化—还原反应的特征是反应中有电子得失。电子得失的结果是元素化合价的降低和升高。配平氧化—还原反应方程式时，必须根据氧化—还原反应中物质之间发生的变化不但遵循质量守恒定律，还要达到电量守恒，也就是得失电子总数相等。电子得失总数相等的标志就是元素化合价降低和升高的总价数相等。

配平步骤：

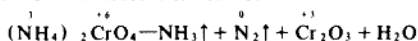
1. 在反应物、生成物的变价元素的元素符号上标出化合价。
2. 确定得失电子数的最小公倍。在含变价元素物质的分子式前写上适当系数。
3. 将来参加氧化、还原的元素的原子配平，达到质量守恒。

在配平过程中“确定得失电子数的最小公倍”是最重要的，也是难于掌握的。具体方法是：分别写出化合价升高元素的失电子数，化合价降低元素的得电子数，取它们得失电子数的最小公倍数。确定氧化剂（含化合价降低元素的物质）、还原剂（含化合价升高元素的物质）的系数，并分别标在它们分子式前面。

〔例 1〕：配平下列化学方程式，标出电子转移的方向和总数，指出氧化剂、氧化产物。

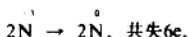


第一步：标注变价元素的化合价。

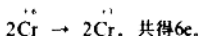


第二步：列出 N、Cr 分别变成 $\overset{0}{\text{N}}$ 和 $\overset{+3}{\text{Cr}}$ 的得失电子数。

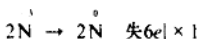
由于反应后生 N_2 ，每 1 个 N_2 分子需 2 个 $\overset{0}{\text{N}}$ 原子，需要由 2 个 $\overset{+3}{\text{N}}$ 氧化得来，所以写为：

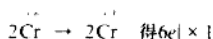


由于反应生成 Cr_2O_3 ，每生成 1 个 Cr_2O_3 分子需 2 个 $\overset{+3}{\text{Cr}}$ ，因此需要 2 个 $\overset{+6}{\text{Cr}}$ 还原得来，应该写为：



这样，得失电子总数的最小公倍就是“6”，可写出：

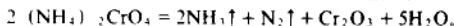




确定 N_2 分子式前系数为“1”， Cr_2O_3 分子式前系数也为“1”。而 $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ 系数为“2”。

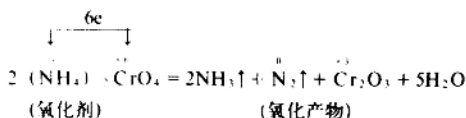
第三步：使其他元素即氢、氧元素原子总个数反应前后达到相等。

取 NH_3 系数为“2”， H_2O 系数为“5”，达配平。

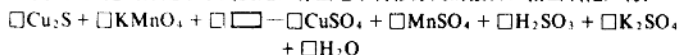


在标注电子转移方向和数目时，一般采用单线桥法。线桥应从失电子（化合价升高）元素符号上方引出，指向得电子（化合价降低）元素符号。在线桥上标出得失电子总数（即得失电子最小公倍数）。

根据“得电子的物质叫氧化剂”可确定 $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ 为氧化剂。（此反应中，该物质又是还原剂。）又根据还原剂在反应中被氧化，而被氧化后的元素所在物质为氧化产物，此题中 N 氧化为 N_2 ，则 N_2 即为氧化产物。将确定的氧化剂和氧化产物标注在各分子式下边。



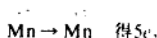
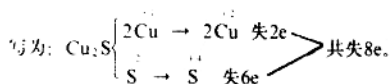
〔例2〕：完成并配平下列反应，标出电子转移方向的数目，指出氧化产物。



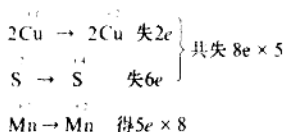
由给出的反应式中看出，生成物中有 SO_3^{2-} 生成，在产物 H_2SO_3 和 H_2O 中有 H 原子，这些在给定的反应物中都没有，由此推出 SO_3^{2-} 和 H 原子一定由反应前未知物提供（ MnO_4^- 需在酸性条件下，才能被还原剂还原为 Mn ）。由此推知应该是 H_2SO_4 。配平过程如下。

第一步：标注变价元素的化合价。注意标注完全。 Cu 、 S 、 Mn 分别变价生成 Cu 、 S 、 Mn 。

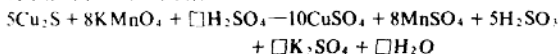
第二步：计算失电子总数时，以 1 个 Cu_2S 分子为单位，计算 1 个 Cu_2S 分子失电子总数。



得失电子的最小公倍为 40，确定氧化剂、还原剂系数。表示为：

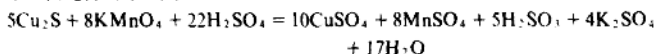


将系数标在各分子式前面:

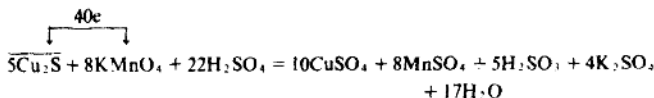


第三步: 使未参加氧化、还原的 $\overset{+1}{\text{K}}$ 、 $\overset{+2}{\text{SO}_4}$ 、 $\overset{+1}{\text{H}}$ 、 $\overset{+2}{\text{O}}$ 等反应前后总数相等。先

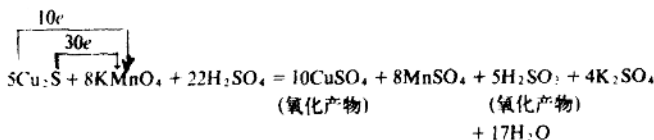
从配 $\overset{+1}{\text{K}}$ 入手, 配 K_2SO_4 系数为 “4”, 再计算反应后 SO_4^{2-} 总数为 22, 因此 H_2SO_4 系数为 “22”, 那么反应前有 H 原子共 44 个, 显然 H_2O 的系数为 “17”。最后检验 O 原子个数, 反应前后是否相等。经检查反应前后均有 120 个氧原子。由此得出方程式。



标电子转移方向和总数时, 从失电子的 Cu_2S 引出箭头, 可以标出 Cu_2S 失电子总数, 也可以分别标出 Cu、S 失电子的总数。即可表示为



也可以表示为:



氧化产物应分别为包括 Cu、S 的物质, 即 CuSO_4 、 H_2SO_3 。在方程式中, CuSO_4 、 H_2SO_3 分子式下面注明 “氧化产物”。

2. 离子方程式的书写

书写离子方程式, 首先重要的是判断发生的反应是否为离子反应。只有发生了离子反应才能书写离子方程式。电解质在溶液中进行反应才是离子反应。如果电解质成干燥固体, 它们之间的反应不能用离子方程式来表示。

在确定发生了离子反应后, 在书写该反应离子方程式时, 应按三步书写。在熟练后, 可以一步直接写出。

离子方程式是用实际参加反应的离子来表示离子反应的式子。离子反应的特点

是反应向消耗离子的方向进行，也就是离子之间要转化为难电离的物质的分子。

书写离子方程式的步骤：

(1) 写出电解质之间发生反应的化学方程式。(用分子式表示各物质。)

(2) 将化学方程式中在溶液中能完全电离的强电解质用其电离后的离子表示，将不能完全电离的物质(单质、气体、沉淀等)都仍用分子式表示。

(3) 消去反应前后均以离子形式存在的等数目的相同离子(即实际未参加反应的离子)，留下实际参加反应的离子、分子所得方程式即为离子方程式。

正确地书写离子方程式关键在于第二步。确定哪些物质是强电解质，反应中用离子表示，哪些物质不能完全电离，必须用分子式表示。

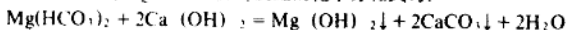
在离子反应中主要以分子存在的物质有：非电解质、弱电解质、单质、易挥发物质、难溶于水的沉淀等。熟记常见强、弱电解质、酸、碱、盐溶解性表，对正确书写离子方程式是十分重要的。应当明确：强酸(盐酸、硫酸、硝酸)、强碱(氢氧化钠、氢氧化钾、氢氧化钡、氢氧化钙)、以及大多数盐是强电解质。弱酸(醋酸、碳酸、氢硫酸、氢氟酸、次氯酸等)、弱碱(氨水、氢氧化铜、氢氧化铁等)、是弱电解质。氧化物一般是非电解质。对于微溶物(如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaSO_4 等)在书写离子方程式时，视其浓度大小，若浓度大时，以分子式形式写，若浓度小时，按可溶物处理，写电离后的离子。

按上述三步书写了离子方程式后，还应再检查此方程式是否符合质量守恒定律，电量是否也守恒了。(即离子所带正、负电荷总数相等)

酸、碱、盐在溶液中发生的复分解反应，在溶液中进行的置换反应都属于离子反应。主要有以下几个类型：离子间互换的复分解反应；离子与化合物之间的反应；离子与原子之间的反应；离子与电子之间的反应。

〔例1〕：用离子方程式表示石灰纯碱法软化由 Mg^{2+} 形成水的暂时硬度的过程

用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 反应的化学方程式为：



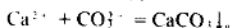
其中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 能完全电离写电离式，而， $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 为难溶物， H_2O 为弱电解质极难电离，它们都应写分子式。即：



因为 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 、 OH^- 反应后均进入沉淀或难电离的水中，所以未消去任何离子，即它们均为实际参加反应的离子，写离子方程式时，都保留下来。因此，上式即为用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 软化暂时硬水过程的主要反应。

为了除去由于过量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 而带来水的硬度还需加入 Na_2CO_3 溶液，可将 Ca^{2+} 转化为 CaCO_3 。化学反应为： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 。

离子方程式为： $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow$

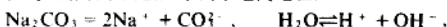


此类反应为离子互换的离子反应。这类反应只有当离子互换后有沉淀、气体、

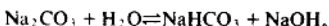
或难电离物质生成才能发生。

〔例2〕酚酞试液滴入纯碱(Na_2CO_3)溶液中,显红色。用离子方程式解释此现象。

在纯碱溶液中发生如下两个电离过程:



其中,弱酸根离子 CO_3^{2-} ,遇到 H_2O 电离出来的 H^+ 可以结合成难电离的离子 HCO_3^- ,反应式为: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$,而 H_2O 电离出来的 OH^- 有剩余, $[\text{OH}^-]$ 变大,破坏了 H_2O 的电离平衡,促使 H_2O 的进一步电离,这样的过程用化学方程式表示为:



离子方程式为:



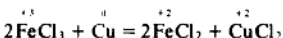
由于 $[\text{OH}^-]$ 增大,使溶液显碱性,加入酚酞试液便显红色。

这类反应为离子与分子之间发生的离子反应。

〔例3〕:将铜片放入三氯化铁溶液中,有何现象?写出离子方程式。

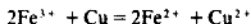
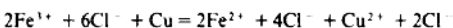
铜片放入 FeCl_3 溶液中,铜片逐渐溶解,溶液的颜色由棕黄色变成棕绿色。

发生反应的化学方程式为:



此反应为有离子参加的氧化—还原反应,所以又是离子反应。化合价变化为 $\overset{+3}{\text{Fe}} \rightarrow \overset{+2}{\text{Fe}}$ 、 $\text{Cu} \rightarrow \overset{+2}{\text{Cu}}$ 。离子方程式为:

$\overset{+3}{\text{Fe}} \rightarrow \overset{+2}{\text{Fe}}$ 、 $\text{Cu} \rightarrow \overset{+2}{\text{Cu}}$ 。离子方程式为:

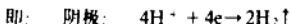
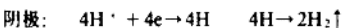


这类反应属于离子与原子之间的离子反应,当原子与离子之间氧化、还原能力相差越大,反应也越易进行。

〔例4〕:写出电解水时,两极发生的电极反应式。

电解
电解水的化学方程式为: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ 。 H_2O 是极弱电解质,电离程度

很小,用电离式表示为: $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$,当 H_2O 中(加入少量 NaOH 或 H_2SO_4)插入电极联接电源后,两极分别冒气泡,产生两种不同气体。电极反应为:

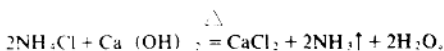


这类离子反应是离子与电子之间的反应。

在书写离子方程式时，常遇到以下几个问题，应妥为处理。

(1) 固态强电解质之间反应不写离子方程式。

如：氯化铵与熟石灰加热制氨气，写分子方程式。

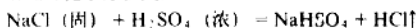


如：硝酸钾受热分解。写分子方程式。

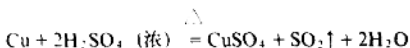


(2) 浓硫酸、浓盐酸、浓硝酸在反应中如何对待？

一般浓硫酸参加反应不写电离式。如：浓 H_2SO_4 与固体氯化钠反应制氯化氢气体，反应写化学方程式。



又如：铜片放入浓 H_2SO_4 中加热，反应式为：

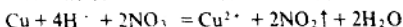


上述各反应，因浓 H_2SO_4 (98%) 中 H_2O 很少不足以使 H_2SO_4 电离，硫酸在浓溶液中主要以分子形式存在。同样，因为水很少，反应生成物 NaHSO_4 、 HCl 、 CuSO_4 等均不能完全电离。

浓盐酸、浓硝酸在参加反应时，一般要写电离式。因为浓盐酸、浓硝酸中 HCl 、 HNO_3 主要以电离后的 H^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- 存在。在化学反应中，以离子形式参加反应。如：浓 HCl 与 MnO_2 混和共热制 Cl_2 ，反应的离子方程式为：



又如：铜与浓 HNO_3 反应制 NO_2 反应离子方程式为：



(3) 多元酸参加离子反应。二元强酸，如 H_2SO_4 ，在溶液中完全电离，以 H^+ 和 SO_4^{2-} 参加反应。二元中强酸或三元酸参加离子反应时，由于它们分步电离，且以第一步电离为主，所以参加反应主要以 H^+ 和第一步电离的阴离子参加离子反应。如： H_2SO_3 ，电离式主要为第一步电离式： $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ 。 H_3PO_4 电离的第一步电离式为： $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ 。

3. 有关气体的质量、体积和物质的量之间有关计算。

气体质量大小一般不考虑外界条件（温度、压强）的影响。但气体的体积大小与所处温度、压强关系很大，在计算气体体积时，必须考虑外界条件。

在进行有关气体质量、体积和物质的量的有关计算时，应抓住气体“物质的量”这一中心。一定质量的气体，其物质的量为：

$$\text{气体物质的量 (摩尔)} = \frac{\text{气体的质量 (克)}}{\text{气体的摩尔质量 (克/摩尔)}}$$

通过气体物质的量再求气体体积及所含微粒数多少就比较容易了。一定物质的量的气体的体积大小受外界条件影响。其计算方法决定于气体是否处于标准状况。若气体处于标准状况下，可应用气体摩尔体积概念。即：

气体标准下体积 (升) = 气体物质的量 (摩尔) $\times$ 22.4 (升 / 摩尔)。若气体处于非标准状况，当 P、T 一定时，可用 $PV = n \cdot R \cdot T$ 来计算。 $V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P}$ 。其中：n—气体物质的量，R = 0.082，T：气体所处绝对温度，P—气体所处大气压数。

计算气体体积，给定的是某一定质量 (W) 气体及某温压条件下该气体密度 (d)，也可用 $\frac{W}{d}$ 来代表 V。由此求出，这一定质量的气体在该温压条件下的体积。

若某温压条件下，求一定体积气体的质量如何计算？解决此问题，也应将该体积气体的物质的量先求出，再求该气体质量。利用：

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T, \text{ 求出 } n = \frac{P \cdot V}{RT} \text{ (n—气体物质的量) 再计算:}$$

气体质量 = 气体物质的量 $\times$ 气体摩尔质量。

阿佛加德罗定律是气体的重要定律。该定律指出：在同温同压条件下，相同体积的不同气体，气体摩尔数相同，含有相同数目的分子。它解决了在某一温度、压强条件下，相同体积不同气体的质量、摩尔质量、密度等之间的关系。 W_1 、 W_2 分别表示相同体积两种不同气体的质量， M_1 、 M_2 分别表示两种气体摩尔质量， d_1 、 d_2 分别表示该温压条件下，两种气体的密度。它们之间关系为：

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

在恒温恒容条件下，气体产生的压强与气体物质的量的关系为： $\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，n 为

气体物质的量。气体的压强与气体质量关系为： $\frac{P_1}{P_2} = \frac{W_1}{W_2}$ ，若质量相同的不同气体，则气体产生的压强与气体摩尔质量关系为：

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{W}{M_1}}{\frac{W}{M_2}} = \frac{M_2}{M_1}$$

在同温同压条件下，气体体积与气体物质的量关系为： $\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 。

例：同温同压下，甲容器中甲烷气体与乙容器中的 O_2 所含原子数相同，求甲、乙两容器的容积比。该条件下甲烷对 O_2 的相对密度是多少？

解：甲烷分子式为 CH_4 ，1 摩尔 CH_4 含 5 摩尔原子。

氧气分子式为 O_2 ，1摩尔氧气含2摩尔原子。

设 甲容器中含 x mol甲烷

乙容器中含 y mol氧气

则 $5x = 2y$

$$\frac{x}{y} = \frac{2}{5}$$

在同温同压下，气体物质的量之比等于其体积比： $\frac{V_{CH_4}}{V_{O_2}} = \frac{n_{CH_4}}{n_{O_2}} = \frac{2}{5}$ ，所以，

甲、乙两容器容积比为2:5。

甲烷对氧气相对密度 $D = \frac{d_{CH_4}}{d_{O_2}}$ ，同温同压下，两种气体的质量比、密度比、摩尔质量比之间关系为：

$$D = \frac{d_{CH_4}}{d_{O_2}} = \frac{M_{CH_4}}{M_{O_2}} = \frac{16}{32} = \frac{1}{2} = 0.5$$

答：甲、乙两容器的容积比为2:5，该条件下 CH_4 对 O_2 相对密度为0.5。

4. 有关溶解度及溶液浓度的计算。

(1) 有关物质溶解度的计算。

应用溶解度进行的计算，“溶解度”概念要十分清楚。温度对物质溶解度的影响也很重要。溶解度大小不受溶剂质量、溶液质量大小的影响。

某温度下的饱和溶液，当改变溶剂量和改变温度时，都会影响饱和溶液中溶解溶质的质量。若蒸发溶剂或降低温度，一般要析出晶体。应当清楚，当温度不变时，减少饱和溶液中的溶剂，要析出晶体。析出晶体后的溶液仍为该温度下的饱和溶液，剩余饱和溶液的总量减少了，但其中溶质、溶剂间质量比不变，仍为该温度下溶解度概念中溶质、溶剂质量比。当饱和溶液中溶剂量不变，只改变温度，降低温度饱和溶液析出晶体。析出晶体后的溶液，还是饱和溶液，但已变成降温后的低温时的饱和溶液。此时的饱和溶液组成与原饱和溶液组成不同了，该饱和溶液中溶质溶剂质量之比与低温时溶解度概念中溶质、溶剂质量比相同。

若温度降低后，饱和溶液析出晶体是结晶水合物，这类问题就比较复杂了。因为结晶水合物中溶质为无水物，结晶水应看作溶剂。当饱和溶液析出一定量结晶水合物时，除了溶质质量减少了之外，溶剂量也随之减少了，因为溶剂以结晶水形式脱离了溶液，这就是降低温度与减少溶剂两种因素同时作用于饱和溶液，其结果是饱和溶液中的溶质、溶剂、溶液质量均改变，饱和溶液的百分比浓度也改变。

解这类计算题一般要根据结晶水合物中无水物与结晶水的质量百分比组成来分析：

①原饱和溶液中溶质（无水物）和溶剂（结晶水与自由水之和）的质量。应用原温度时的溶解度。②变化后（降温和减少溶剂）剩余饱和溶液（较低温度下的饱和溶液）的质量，以及其中溶质、溶剂的质量，用较低温度下的溶解度。

【例1】：在90℃时，硫酸铜溶解度为60克，取90℃时硫酸铜饱和溶液320克，蒸发掉50克水再冷却到40℃，可析出硫酸铜晶体多少克？（40℃硫酸铜溶解度为30

克)

解: 190℃, 320 克饱和硫酸铜溶液中含无水硫酸铜和溶剂质量,

设 90℃ 320 克饱和硫酸铜溶液中含无水硫酸铜 x 克:

$$\frac{160}{320} = \frac{60}{x} \quad x = 120 \text{ (克)}$$

溶剂: $320 - 120 = 200$ (克)

2. 改变溶剂量并降温后, 剩余溶液为 40℃ 饱和硫酸铜溶液, 其中溶质、溶剂量

设共析出 y 克结晶硫酸铜:

那么, y 克晶体中含无水物质量为: $y \times \frac{160}{250}$ (克) y 克晶体中含结晶水质量

$$\text{为: } y \times \frac{90}{250} \text{ (克)}$$

剩余 40℃ 饱和硫酸铜溶液中有:

$$\text{无水硫酸铜: } 120 - y \times \frac{160}{250} = 120 - 0.64y$$

$$\text{溶剂: } 200 - 50 - y \times \frac{90}{250} = 150 - 0.36y$$

40℃ 时饱和硫酸铜溶液中有如下关系:

$$\frac{30}{120 - 0.64y} = \frac{100}{150 - 0.36y}$$
$$y = 140.98 \text{ (克)}$$

答: 可析出硫酸铜晶体 140.98 克。

〔例 2〕: 某温度下硫酸铜溶解度为 25 克, 在该温度下向硫酸铜饱和溶液中加入多少克硫酸铜粉末 (无水硫酸铜), 才能使溶液中析出 5 克晶体?

解: “某温度下 CuSO_4 溶解度为 25 克”是指在该温度下, 100 克水中加入 25 克无水硫酸铜粉末时, 溶液达到饱和状态。即溶解了最大量。当继续向该饱和溶液加入硫酸铜粉末时, 一定不能再溶解了, 但是 CuSO_4 粉末放入该溶液中会遇到溶剂水, 必然要生成 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 饱和溶液中部分自由水转化为结晶水, 溶液中溶剂量也就改变了。当温度不变时, 与析出的晶体共存的溶液仍然是该温度下的饱和溶液。它所含溶质、溶剂的质量比与该温度下溶解度概念中的溶液中溶质、溶剂质量比相等。解此题就应从此入手。

我们可取溶解度概念中规定的 100 克溶剂、25 克无水 CuSO_4 配成的 125 克饱和溶液来计算。

设应加入 x 克无水硫酸铜, 可析出 5 克晶体。

分析最后剩余饱和溶液的组成:

$$\text{溶质: } (25 + x) - 5 \times \frac{160}{250} = 21.8 + x \text{ (克)}$$

$$\text{溶剂: } 100 - 5 \times \frac{90}{250} = 98.2 \text{ (克)}$$