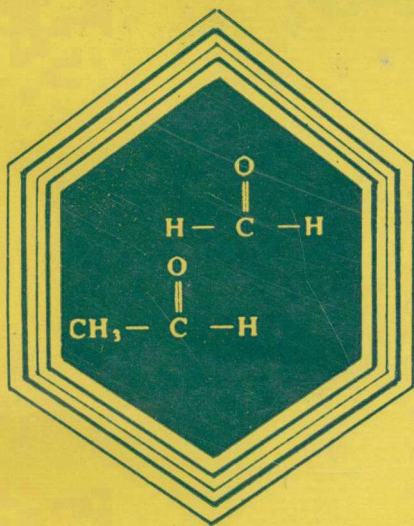


化学计算指南

韩汝超 覃维明 张海峰 主编



地质出版社

化学计算指南

韩汝超

覃维明 主编

张海峰

地震出版社

1992

主 编:	韩汝超	覃维明	张海峰	
副主编:	房明禄	范永海	张龙社	胡休涛
	文 非	杨和清	任维国	贾宏超
编著者:	马永平	柯济国	岳刚德	李 琳
	郑康宝	仇纯秋	杨文斌	毛洪升
	施汉乐	邱绍方	刘均成	郝素云
	龙家旺	石荣平	陶佐伊	翟运明
	邓 武	田茂群	韩荣奎	李盛华
	卞华兴	邹仲来	刘汝孟	

前 言

化学计算是中学化学的重要组成部分。通过化学计算能使·学生从量的方面来理解物质及其变化的规律，并初步掌握化学计算的基本技能。

本书以提高化学计算能力为中心，围绕中学化学计算技巧展开内容，着重介绍掌握化学计算技巧的途径和各种化学题的解法技巧，本书内容紧密结合中学化学教材，并精选有代表性的例题进行分析，有利于读者熟悉解题方法，开拓解题思路，掌握解题技巧。编写时注意了深入浅出，启迪思维，突出重点和难点。具有通俗易懂、新颖独特、巧妙精确的风格，可以把问题化繁为简，化难为易。

本书在写作过程中得到了许多老师和同仁的大力支持，也参考了许多老师的科学研究成果，在此一并致谢。限于编者水平，虽然将浅见整理成册，但错误和疏漏在所难免，还要请专家和读者们提出宝贵意见。

韩汝超

1992 年 12 月

目 录

第一章 有关计算的几个问题	(1)
第一节 计算题的解题步骤.....	(1)
第二节 计算题的题型	(15)
第三节 计算题的解题思路	(49)
第四节 一题多解和多题一解	(61)
第二章 公式法	(72)
第一节 十字相乘法	(75)
第二节 式量比例法	(89)
第三节 商余法.....	(100)
第三章 算术法	(110)
第四章 代数法	(118)
第一节 一元一次方程法.....	(118)
第二节 二元一次方程法.....	(121)
第三节 多元方程法.....	(127)
第四节 待定未知数法.....	(135)
第五章 关系式法	(150)
第一节 相当量关系式法.....	(150)
第二节 叠加法.....	(159)
第三节 差量法.....	(167)
第四节 守恒法.....	(178)
第五节 摩尔因数法.....	(192)
第六节 杠杆原理法.....	(204)
第七节 其他关系法.....	(209)

第六章 归一法.....	(224)
第七章 推理法.....	(236)
第一节 推理估算法.....	(236)
第二节 中间取值法.....	(244)
第三节 平均含义法.....	(248)
第四节 逻辑推理法.....	(257)
第八章 分析法.....	(268)
第一节 不等式讨论法.....	(269)
第二节 不定方程法.....	(273)
第三节 假定法.....	(285)
第四节 信息转换法.....	(288)
附：混和物平均分子量的求法及其在化学计算中的应用	(300)

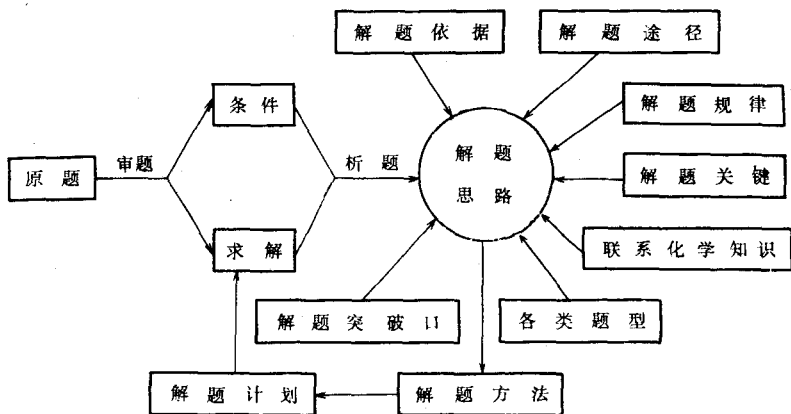
第一章 有关计算的几个问题

每个学生都希望能够正确、简明、迅速、灵活地解答化学计算题。化学计算题的解答情况反映了学生对化学知识的理解和掌握情况，以及灵活运用化学知识分析和解决实际问题的能力。提高化学计算能力的关键是遵循解题规律、熟悉解题方法、开拓解题思路、掌握解题技巧。解题技巧渗透在审题、析题和解题的全过程中。

下面分四个方面阐述在解答化学计算题的过程中，需要注意的问题。

第一节 计算题的解题步骤

化学计算题的解答步骤可用下图表示：



从上图看出，化学计算题的解题全过程可分为以下五步。

1. 审清题意，分析因果

审题是解题的准备工作，也是极其重要的一步。审题的目的是要分清因和果，“因”是题目中所提供的条件，“果”是题目中要求解答的内容。学会审题对于提高解题能力是十分重要的。同学们在审题过程中常常出现以下几个方面的问题。

(1) 有的同学不看全题，断章取意。他们不把题目看完就看一段做一段，急于求成，结果常常中途碰壁或“误入歧途”。有的同学在看到后半题时才发现前半题做错了，只得从头重来。这样做无法把握整体，做不到融会贯通。例如有一道题：

已知某无色晶体是含结晶水的复盐，试根据以下条件计算和推导其分子式。①称取干燥的无色晶体 0.01 摩尔，重 4.02 克。先将这些晶体溶于一定量的蒸馏水中，然后加入过量氨水，将产生的白色氢氧化物沉淀过滤、洗涤、干燥后称量，重 0.58 克。该沉淀物刚好能被 10 毫升 2 摩尔/升的盐酸溶解。②上述溶液呈无色，焰色反应呈紫色（透过蓝色钴玻璃观察），滤液经盐酸酸化后，需加入 10 毫升 2 摩尔/升的氯化钡溶液才能使白色沉淀物产生完全。③无色晶体含结晶水 26.87%。

有的同学不全面审题，只看了部分题目就断定晶体中含 K^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} ，结果做到最后才发现这样无法得出结论。然后又进行重新计算，但已走了一段弯路，影响了解题速度。在考试时这会对心理造成很大冲击，严重的会不堪重负，致使整场考试一塌糊涂。

本题系通过定性和定量分析对某盐进行鉴定的问题。在对实验结果进行分析时，应先定性分析复盐成分，再定量计算

各成分之间的物质的量之比,通过计算分子量得出其分子式。

由焰色反应显紫色判断复盐中含 K^+ 。由加酸化的 $BaCl_2$ 溶液产生白色沉淀判断复盐中含有 SO_4^{2-} ,都是正确的。因为这些性质是这些离子所特有的。但不能由加过量氨水生成白色沉淀就判断复盐含有 Al^{3+} 。因为 Mg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Sn^{2+} 等均有此性质,所以必须定量计算原子量,由此来确定此离子的种类。

通过上述判断,确定此晶体物质为: $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$ 。

(2) 有的同学粗枝大叶,阅读题目一掠而过。他们只图快,不求细,马虎草率,结果误解题意,忽略解题的关键,造成不应有的错误。例如有一道题:

54 克金属铝和足量盐酸反应生成 H_2 的体积为 () 升。

(A) 67.2 (B) 44.8 (C) 22.4 (D) 无法确定

有些同学不认真审题,误解题意而选择了答案(A)。实际上 H_2 的状况没有给出,故无法确定其体积,答案应为(D)。选(A)者是把 H_2 的体积按标准状况进行了计算。

再如有一道题:

在 10 毫升 1 摩尔/升的 $Al_2(SO_4)_3$ 溶液中加入 6 摩尔/升 KOH 溶液若干升后,再加入 31% 的盐酸 ($\rho=1.14$ 克/毫升),加至 10 毫升时,沉淀又开始生成。问用去 KOH 溶液多少毫升?

有的同学计算出的结果为 26 毫升或 36 毫升,这是错误的,原因是审题时没有注意关键字句。本题中“又开始”三字至关紧要,“又”表示前面 $Al_2(SO_4)_3$ 溶液中 KOH 溶液时

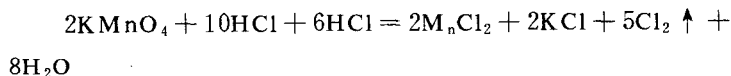
已生成过沉淀，但 KOH 过量时消失了。“开始”表示加 10 毫升盐酸后恰好中和完了未反应的 KOH，使反应转向盐酸和 KAlO_2 的反应。本题若不能正确理解此三字的化学意义，就不可能解出正确的结果。

本题答案为 29.47 毫升。

(3) 有的同学由于化学概念模糊，因而审题不清。例如有一道题：

一定量的 KMnO_4 固体与过量的 12 摩尔/升的浓盐酸反应，其中有 100 毫升浓盐酸被 KMnO_4 氧化成 Cl_2 。试计算在标准状况下生成多少升的氯气？

KMnO_4 跟浓盐酸反应时，16 摩尔盐酸只有 10 摩尔 HCl 被氧化，其余 6 摩尔 HCl 没有被氧化。所以不能用 16 摩尔 HCl 来计算生成 Cl_2 的体积。



审题的要点是：

① 认真阅读全题，对于关键的字句要反复推敲，正确领会题意。弄清题意，抓住关键，才能得出正确的解题思路。

② 仔细辨析题意，分析已知条件和所求解的问题，题目中所给的条件，有的很明显，有的却隐含得很巧妙，要通过审题，揭示这些内含的条件。

③ 要联系化学基础知识和反应规律，把握解题的关键。审题的过程也就是联系、巩固和深化化学基础知识的过程。只有灵活地运用化学基础知识，才能找到解题的关键。

2. 剖析原题，从果到因

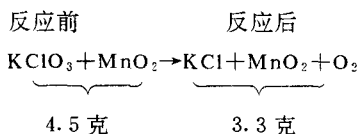
析题是建立在审题基础上的较关键一步，也是同学们在

解题过程中最薄弱的一环。析题的目的是寻找解题的途径和解题的突破口，其方法是从“果”到“因”，也就是从题目要求解决的问题出发，通过联系有关的化学知识，追索题目所需要的全部条件，从而形成解题途径，并找到解题的突破口。同学们在析题过程中常会出现以下几方面的问题。

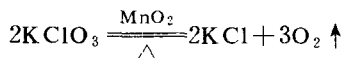
(1) 有些同学由于分析问题的能力较差，遇到题目不能独立思考，不会剖析题意。例如有一道题：

将 4.5 克 KClO_3 及 MnO_2 的混和物加热，氧气全部放出后，剩余物质的质量为 3.3 克。求混和物中 KClO_3 的质量是多少？反应后 MnO_2 和 KCl 的质量各是多少？

这是一道很简单的化学计算题，但有的同学却不会分析，感到无从下手。根据题意，二氧化锰是催化剂，反应前后其质量和化学性质不变。题目所提供的条件是：



从上面的分析可知，反应后质量减少是因为 KClO_3 分解生成 O_2 逸出，所以生成氧气质量为 $4.5 - 3.3 = 1.2$ (克)。以生成的 O_2 质量为依据，根据下面的化学方程式可求出 KClO_3 的质量。



求得 KClO_3 的质量后，就可求得 MnO_2 的质量， MnO_2 的质量 (克) = 4.5 克 - KClO_3 的克数。再根据： KCl 的质量 (克) = 3.3 克 - MnO_2 的克数，求得 KCl 的质量。经过剖析，得到了一条清晰的解题思路。

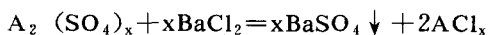
(2) 有的同学虽能掌握析题的方法，但由于化学概念不清，在析题的过程中误入歧途。

例如有一道题：

某主族元素 A 的硫酸盐溶液，其物质的量浓度为 2 摩尔/升。取此溶液 20 毫升与足量的 BaCl_2 溶液反应后，产生的沉淀干燥后重 9.32 克。又知此金属 0.24 克与足量的盐酸反应，放出 H_2 0.224 升（标准状况），还知 A 的原子量大于 20，求 A 的原子量。

有些同学是按下面途径求解的。

设 A 元素的化合价为 +x 价，该硫酸盐的化学式为 $\text{A}_2(\text{SO}_4)_x$ ，则



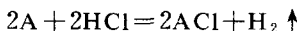
1 摩尔 233x 克

0.02 × 2 摩尔 9.32 克

$$x = \frac{9.32 \times 1}{0.02 \times 2 \times 233} = 1$$

故此金属为 +1 价金属。

设其原子量为 μ ，则：



2 μ 克 22.4 升

0.24 克 0.224 升

$$\mu = \frac{22.4 \times 0.24}{0.224 \times 2} = 12$$

故此金属的原子量为 12。

据题意，金属 A 的原子量为 20，现求出的为 12，不合题意。错误的原因在于：

① 所设的分子式 $\text{A}_2(\text{SO}_4)_x$ ，不是硫酸盐的通式，如二价金属的硫酸盐就不能用此式代表。〔例如 MgSO_4 〕，只有

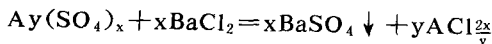
$A_y(SO_4)_x$ 才是硫酸盐的通式。

② 上解中 x 值是根据分子式 $A_2(SO_4)_x$ 的反应方程式求得的。 $A_2(SO_4)_x$ 不代表二价金属硫酸盐, x 值也不能代表 A 的化合价; 因为, 若 x 值能代表 A 的化合价的话, 其值不会等于 2; 这样, 下一步反应式就失去了依据。

③ 即使将分子式设为 $A_y(SO_4)_x$, 其 x 值也不一定就是 A 的化合价。因为写分子式时, 先根据化合价交叉写数, 再进行约简, x 和 y 分别为 A 和硫酸根的化合价约简后的数字。硫酸根的化合价为 -2 , 主族元素中, 能形成稳定硫酸盐的为 $+1$ 、 $+2$ 、 $+3$ 价金属。因此 A 为 $+1$ 、 $+3$ 价时, x 能代表其化合价, A 为 $+2$ 价时, x 为其化合价与 2 约简后的数字 1, 所以 x 为 1 时, A 既可能显 $+1$ 价, 也可能显 $+2$ 价。如 Na_2SO_4 中 $x=1$, 钠离子显 $+1$ 价, A 的化合价和 x 等值; $MgSO_4$ 中 $x=1$, 镁离子显 $+2$ 价, A 的化合价和 x 不等值。 $Al_2(SO_4)_3$ 中铝离子的化合价显 $+3$ 价, 与 x ($x=3$) 相等。

正确的解题途径应为:

设该硫酸盐分子式为 $A_y(SO_4)_x$, 则:



1 摩尔

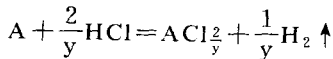
x 摩尔

0.02×2 摩尔

$\frac{9.32}{233}$ 摩尔

$$x = \frac{9.32}{233 \times 0.02 \times 2} = 1$$

设硫酸盐的化学式为 A_ySO_4 , A 元素的化合价为 $\frac{2}{y}$, 则 A 与盐酸反应的化学方程式为:



设 A 的原子量为 μ , 由题意可列出如下关系式:

$$\frac{\mu}{0.24} = \frac{1 \times 22.4}{y \times 0.224}$$

$$\mu = \frac{24}{y}$$

当 $y=1$ 时 $\mu=24$,

当 $y \geq 2$ 时 μ 均小于 20, 不合题意。

所以 A 元素的原子量为 24。

(3) 有的在析题时, 不会根据题意来分清层次, 因而把握不住解题的关键, 找不到解题的突破口。例如有一道题:

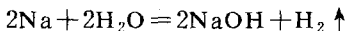
金属钠与金属铝粉的混和物共 0.05 摩尔, 放入过量水中加热恰好成为全溶的透明溶液, 共放出 H_2 0.035 摩尔, 在所得的透明溶液中逐滴加入 1 摩尔/升的 HCl 溶液恰好开始出现白色沉淀。求:

① 钠、铝原来各多少摩尔?

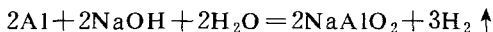
② 加入盐酸多少毫升?

有的在审题时能理解题意, 但在析题时却感到难以下手。全题可分为两层意思: 第一层意思是, 钠、铝混和物 0.05 摩尔溶于过量热水成为透明溶液 (全溶、金属没有剩余) 时共放出 0.035 摩尔 H_2 , 据此可计算出铝、钠原来的物质的量以及溶液中的成分及其物质的量; 第二层意思是在上面的溶液中加入盐酸到开始出现沉淀, 计算所用盐酸的体积。这两层题意间既有联系, 又有区别。实际上只有后面一问没有前面一问时, 此题也是这种计算过程, 第一问无形中为第二问提供了许多析题上的方便, 降低了试题的难度。

设金属混和物中 Na 为 x 摩尔, Al 为 y 摩尔。



2摩尔 2摩尔 1摩尔
x 摩尔 x 摩尔 0.5x 摩尔

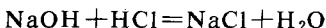


2摩尔 2摩尔 3摩尔
y 摩尔 y 摩尔 1.5y 摩尔

$$\begin{cases} x+y=0.05 \\ 0.5x+1.5y=0.035 \end{cases} \quad \text{求得: } \begin{cases} x=0.04 \text{ (摩尔)} \\ y=0.01 \text{ (摩尔)} \end{cases}$$

透明溶液中 $\text{NaOH} = x - y = 0.03$ (摩尔)

设加入盐酸的体积为 V 毫升,



1摩尔 1摩尔
0.03摩尔 $\frac{1 \times V}{1000}$ 摩尔

$$V = 30 \text{ (毫升)}$$

析题的要点是:

① 抓住从“果”到“因”(即从题目所要求计算的内容分析和寻求所需要的全部条件)的析题思路,根据题意,找出一条正确的解题途径。

② 学会分析和综合的方法。析题的过程也就是分析和综合的过程。通过剖析,分清全部的层次,这是“化整为零”的过程;抓住各层次之间的内在联系,进行综合,这是“集零为整”的过程。运用分析和综合的方法有助于找到解题的关键和突破口。

③ 在析题时,要根据题意紧密联系有关的化学概念、原理、定律,反应规律及元素化合物知识等,这是析题的基础。如果不掌握化学知识,析题是无法进行的。

3. 综合分析，形成思路

审题和析题是形成解题思路的基础，解题思路的形成是整个解题过程的中心环节。解题思路的形成是一个复杂的综合思维的过程。要在通过审析题意追索到的全部解题条件的基础上，抓住解题依据，联系有关的化学知识，分清题目的类型，揭示解题关键，遵循解题规律，并将这些内容进行有机综合，从而形成解题的思路。同学们在形成解题思路的过程中常会出现以下几方面的问题：

(1) 有的同学形成解题思路时的最大困难是思维不活、思路不广，思维惯性力量太大（思维定式）。他们能听懂教师讲的例题分析，但如果将例题稍加变化，他们就会感到困难重重。

例如教师分析了这样一道例题：

将盛有8毫升 NO_2 和4毫升 O_2 的混和气体的试管，倒立于水槽中，充分反应后试管里面剩余气体的体积为（ ）毫升。

(A) 0 (B) 2 (C) 3 (D) 4

NO_2 和 H_2O 反应生成 HNO_3 和 NO 气体， NO 气体又和 O_2 反应生成 NO_2 气体。



将① $\times 2$ +②得：



从关系式③可以看出8毫升 NO_2 可以和2毫升 O_2 完全反应形成 HNO_3 ，剩余2毫升 O_2 ，故答案应为 (B)。

接着要求学生作下面的习题：

将盛有8毫升 NO 和8毫升 O₂的混和气体的试管倒立于水槽中,充分反应后试管里面剩余气体的体积为()毫升。

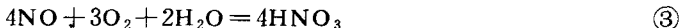
(A) 0 (B) 2 (C) 4 (D) 6

这里的两个化学方程式和上面的两个化学方程式相同,只是顺序不同。有的同学看到,两组混和气体的成分不同,上面混和气体为 NO₂和 O₂,这里的混和气体为 NO 和 O₂,于是就束手无策了。但是,思维较活的同学都能针对具体问题进行具体的分析。

上一例题的混和气为 NO₂和 O₂,寻找的是 NO₂和 O₂的定量关系。而 NO₂和 O₂作为反应物不是出现在一个关系式中,因此,要想方设法把这两个方程式结合起来,使 NO₂和 O₂出现在一个关系中。NO 是中间产物和反应物,只要把两个关系式按照一定的比例结合起来就可以约掉。这道题的混和气体为 NO 和 O₂,需要寻找的是 NO 和 O₂的定量关系,NO₂成了中间产物和反应物。把两个关系式按照一定的比例加合起来就可以约简掉 NO₂,从而建立起 NO 和 O₂的直接关系式。



将①×3+②×2得:



从关系式③可以看出,8毫升 NO 能和6毫升 O₂反应,剩余 O₂为2毫升。故答案为 (B)

(2) 有的同学形成解题思路的过程中,常会把握不住解题的规律和关键。各类计算题都有解题的规律,掌握了解题