

解 释 简 明

解 题 步 骤 详 尽

习 题 附 有 答 案

[美]C.H.索勒姆 R.S.勃基斯 著

如何解化学题

第 五 版

化 学 工 业 出 版 社

如何解化学题

第五版

〔美〕C. H. 索勒姆 R. S. 勃基斯 著

徐克敏 王文江 译

化学工业出版社

C. H. Sorum R. S. Bolkes
**HOW TO SOLVE GENERAL
CHEMISTRY PROBLEMS**

fifth edition
Prentice-Hall, Inc.
Englewood Cliffs, New Jersey 1976

如何解化学题

徐克敏 王文江 译

化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $13 \frac{1}{8}$ 字数 290 千字印数 1-57,200

1982 年 7 月北京第 1 版 1982 年 7 月北京第 1 次印刷

统一书号 15063·3316 定价 1.05 元

内 容 提 要

本书系根据美国 C. H. 索勒姆、R. S. 勃基斯合著的 **«HOW TO SOLVE GENERAL CHEMISTRY PROBLEMS»** 1976 年英文版第五版译出。

全书共分十九章。对普通化学各类习题的解法作了详细的介绍, 解题思路清楚。书中既有例题, 又有习题, 并还对一些难度较大的习题写了解题提示。本书在编写上有以下三个特点: (1) 解释简明; (2) 解题步骤详尽; (3) 习题附有答案。为便于读者进行计算, 书末还附有必要的物理和化学方面的参考数据。为便于读者查阅, 还编有名词术语索引。

本书适用于中学学生(特别是高中学生)、中学化学教师、化学及化工专业的大专学生与基础课教师学习和工作中参考。也可作为具有中学文化水平的工人、干部、知识青年学习普通化学时的主要辅助性读物。

本书由北京大学化学系徐克敏(负责译前言、第一章至第十二章及第十六章至第十九章)、王文江(负责译第十三章至第十五章)两同志翻译。全稿最后由徐克敏同志整理。

目 录

前言	1
第一章 怎样解题	3
第二章 计量单位	5
2-1 单位的换算	6
2-2 摄氏百分温度与华氏温度度数之间的换算	6
第三章 指数	9
第四章 原子量,克原子量,克原子,摩尔,阿伏伽德罗数	13
4-1 原子量	13
4-2 克原子量	14
4-3 克原子	15
4-4 摩尔	15
4-5 阿伏伽德罗数	16
4-6 复习	16
4-7 符号	17
4-8 磅原子量,吨原子量,磅原子,吨原子,磅摩尔,吨摩尔	17
第五章 根据化合物的化学式进行的种种计算, 确定化合物的化学式,数字的取舍,有效数字	23
5-1 “摩尔”这个名词的用法	26
5-2 确定化合物的化学式	28
5-3 数的取舍	30
5-4 有效数字	30
5-5 根据化合物的化学式所做的种种计算	35
5-6 计算化合物的化学式	42

第六章	气体定律	48
6-1	波义耳定律	48
6-2	标准压力	49
6-3	温度变化引起的效应	51
6-4	绝对零度	51
6-5	查理定律	52
6-6	标准温度	53
6-7	压力和温度同时改变的情况	54
6-8	气体的摩尔体积	57
6-9	理想气体定律方程式—— $PV = nRT$	62
6-10	气体的密度	67
6-11	分压力:道尔顿分压定律	69
6-12	蒸气压	75
6-13	相对湿度	78
6-14	扩散与隙透	79
第七章	化学反应的摩尔关系 I——化学算法	82
第八章	化学反应的摩尔关系 II——混合物的化学计算方法	104
第九章	热化学, 热力学	117
9-1	热化学	117
9-2	热力学	127
9-3	热力学第一定律	128
9-4	热力学第二定律	137
第十章	溶液的浓度	141
第十一章	溶液的性质	154
第十二章	化学平衡, 平衡常数	164
12-1	以压力单位表示的各类平衡常数	181
12-2	平衡常数 K_P 与 K_c 之间的关系	182
12-3	自由能与 K	190

第十三章	电离平衡, 电离常数, 水的电离平衡, pH, 克式量浓度, 水解, 中和, 当量, 缓冲, 主反应逼近算法	192
13-1	克式量的概念和摩尔浓度的第二定义	196
13-2	同离子效应	205
13-3	水解	208
13-4	弱电解质的其他平衡形式	210
13-5	中和反应与化学当量	216
13-6	缓冲溶液	225
✓13-7	主反应逼近算法	229
第十四章	溶度积, 络离子	242
14-1	溶度积与硫化氢平衡	260
14-2	溶度积与氨平衡	263
14-3	包含选定弱酸的溶度积平衡	266
14-4	络离子与溶度积	268
第十五章	氧化-还原过程	277
15-1	氧化-还原反应式的配平	277
15-2	半反应式法	278
15-3	氧化数变化法	284
15-4	氧化-还原过程中的当量	294
15-5	法拉第定律和电化当量	297
15-6	氧化势的概念	303
15-7	浓度变化的影响	310
15-8	平衡常数的计算	313
15-9	根据其它半反应电势计算另一半反应电势	315
第十六章	动力学	321
第十七章	量子学说和原子结构	337
17-1	原子的电子构型	342
第十八章	分子结构	349

18-1 共振作用	359
18-2 轨道杂化和分子的几何构型	361
第十九章 原子核反应	367
附录	377
表 1. 水的蒸汽压	377
表 2. 某些酸和碱的电离常数	378
表 3. 络离子平衡	379
表 4. 溶度积(20°C)	380
表 5. 酸性溶液中某些标准氧化势的数值	382
表 6. 碱性溶液中某些标准氧化势的数值	384
表 7. 标准生成热	386
表 8. 键能	386
表 9. 四位对数表	387
表 10. 常见元素的原子量	391
表 11. 国际原子量	392
习题答案	394
索引	409

前 言

在本书的第五版中，我们尽可能地保持本书前几版所特有的适合于自学的特点。同时本版所介绍的习题范围较以前更为广泛。

本书的特点，诸如对各种类型最常见的例题都给出全面的解答、对较难的习题所做的提示或提供解题的线索以及对全部习题皆列出答案等等，在本版中仍然保留未动。

本版新增写的几篇重点章节，均为对各种不同类型习题的解法，内容包括：热化学、热力学、动力学和溶液的依数性（即随粒子数目而变化的性质）等。尚有两章习题也是这次新增写的，内容涉及电磁辐射，原子的电子结构和分子结构等方面的许多概念。在第十三章，当求解平行平衡（同时平衡）的习题时，详细地介绍了“主反应逼近算法”的推导步骤。第十三章还包括不少有关缓冲溶液的习题和有生物学意义的“水液平衡”方面的习题。第十八章介绍了绘制共价分子的路易斯(Lewis)结构式的详细步骤。

修订本书第五版的目的在于使之成为一本适用于自学的教本。对于那些不可能经常与教师接触的初学化学的学生来说，通过学习本书可以掌握一大批范围广泛的习题的解法。这些习题都是近代普通化学课程中常见的题目。

作者对 K. T. 勃基斯(Boikess)表示谢意，她在帮助作者编写本书手稿的过程中，做了许多切实的工作。作者感谢凯文·黎曼(Kevin Lehmann)为本书的若干习题作了题解，感

谢约·布莱斯劳尔 (Joy Breslauer) 和多列士·米尔 (Doris Mier) 在打印本书手稿方面给予的帮助。作者对于和自己一道讲授普通化学课程的同事们为本书所做的种种恳切的帮助和专业知识上的建议, 以及作者的学生们给予自己的鼓舞和鞭策也一并致以谢意。

罗勃特·勃基斯

第一章 怎样解题

任何一个习题,不论你是在化学方面遇到的,或是在别处遇到的,其解题方法,实质上都是相同的。第一,你应当摸清情况或细心地看懂题目。然后再确定,你打算做的是什麼和你必须处置的是什麼。第二,在你已经确定了打算做的和必须做的之后,你应当考虑怎样去做。最后,你就可以进一步按照计划去解习题了。第三步是进行数学计算。有些习题是比较难解的。不过,对于这些难题,其解法也不外乎是按照这三个基本步骤进行。

具体一点说,当你准备动手去解这本书或其他书里的习题时,或者在解各种测验题以至各种考试的试题时,你必须努力做到以下各点:

1. 细心审阅题目 题目给的是什麼,求的又是什麼,这都必须弄清楚。大多数的化学习题,除了给出一些显而易见的条件之外,往往还包含着更深一层的内容,这一点是众所周知的。举例来说,如果一道习题要说明水的质量,那么它还要详细列举出水的摩尔数,分子数和原子数。凡是特定的条件,不论几个都应注意。千万要弄懂每个名词、术语和各种数量单位的含义。本书中的每个习题,其用意都是在于通过实例来说明化学中的某些原理、关系式、定律、定义或各种事实的。如果你对于某项原理,关系式,定律,定义或者事实已经弄懂,那么你在解题时就不会有任何困难。为什么学生往往感到做化学习题有困难呢?一个主要的原因,其实也是唯一的原因,

那就是他们没有能够确切而透彻地理解习题里的种种化学原理，没有弄清习题里提到的和使用的各种名词术语以及各种单位的含义和作用。

2. 细致地考虑用什么方法去解题 要养成这样的习惯：先把整个题目的解法想好，然后再具体按步骤去解。非要懂得这样两点不可，即你打算怎样去解和你为什么要这样去解。学会用最有效的方法去解习题，乃是我们的目标。一般地说，这意味着，我们要学会用最简便的方法去解题，用尽可能少的步骤去解题。

3. 明确地弄清，每个数字代表的是什么和用什么表示它的单位 这是你在解题过程中，当你要进行实际的数字运算时，必须注意的。不论在什么情况下，都不能只写： $\frac{192}{32} = 6$ ，而应当写成：

$$\frac{192 \text{ 克硫}}{32 \text{ 克硫}/1 \text{ 摩尔硫}} = 6 \text{ 摩尔硫。}$$

在做除法和乘法时，总要记住，不仅数字要相乘除，单位也要相乘除。这是训练你思路严谨的一个方法，同时也是有助于你避免错误的好方法。在实际解题中，第一步你可以把表示答案所用的一种单位或几种单位，先草草地记下来。举例来说，如果你准备求取在 200 克的氧化银里应含有多少克的氧，那你应当先在草稿上记下“……克氧”。因为，将来的答案一定是这样写的。实际上，每个习题都是可以反推出来的。因为，你首先把注意力集中到表示习题答案的单位上，这样，你就会把这些单位记在心上，然后安排怎样去求解。

4. 解完习题后，要检验一下答案，看看答案是否合理和是否符合实际 如果有个学生在他的报告里写道：“200 克的氧化银含有 1380 克氧”，那么他应当明白，这个答案是不合理

的。使用计算尺的时候，多半由于拉尺时把小数点的定位弄错，结果带来误差。因此，一定要养成复查或核对答案的习惯，检验一下答案的数量级是否正确。

5. 如果你还不清楚怎样去解习题，那么你应当尽快请人给你讲解清楚，而且是越早越好。你必须提前先学会解一些习题，这样你才能够去解后面的习题。在给你讲解了一道习题的解法之后，你应当趁热打铁，立即去做几个类似的习题，以便把别人讲的内容，深刻地记住。如果不能立刻做，至少在几个小时之内也要这样做。因为，这时你对于别人讲的内容，还是记忆犹新呢。你是否能够在实际解题中运用你学到的解题方法，这一点只有通过自己的验证才会清楚。

第二章 计 量 单 位

本书对读者曾做这样的设想，即认为每个学生，通过他们在实验室里获得的经验，对于常用的公制计量单位，已经是很熟悉的了。同时，也清楚地了解，1 升、100 毫升和 1 毫升是表示体积的，而 10 克、100 克或 1 公斤是表示质量的，以及 760 毫米、10 厘米和 1 米是表示长度的等方面的知识。此外，我们还认为，每个学生对于摄氏温标也是很清楚的。

应当复习一下有关公制的一些事项。公制采用的是十进位法。在英文里，多用词首表示，意义如下：micro-表示百万分之一，milli-表示千分之一，centi-表示百分之一，deci-表示十分之一，而 kilo-则表示千倍，mega-则表示百万倍。

平常不大需要把公制(克、升、毫升、立方厘米、厘米等等)

换算成别的单位(如磅、夸脱,英寸、英尺等等)。如果遇到必须进行这类换算的时候,则可利用下表。

2-1 单位的换算

$$\begin{aligned} 1 \text{ 米(m)} &= 10 \text{ 分米(dm)} = 100 \text{ 厘米(cm)} \\ &= 1000 \text{ 毫米(mm)} = 1,000,000 \text{ 微米}(\mu\text{m}) \\ &= 39.37 \text{ 英寸(in)} = 1.09 \text{ 码(yd)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ 公斤(kg)} &= 1000 \text{ 克(g)} = 1,000,000 \text{ 毫克(mg)} \\ &= 2.2046 \text{ 磅(lb)} \end{aligned}$$

$$1 \text{ 克(g)} = 1000 \text{ 毫克(mg)}$$

$$1 \text{ 毫克(mg)} = 0.001 \text{ 克(g)}$$

$$1 \text{ 磅(lb)} = 453.6 \text{ 克(g)}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ 升(l)} &= 1000 \text{ 毫升(ml)} = 1000 \text{ 立方厘米(cc)} \\ &= 0.264 \text{ 加仑(美)(gal)} = 1.06 \text{ 夸脱(美)(qt)} \end{aligned}$$

$$1 \text{ 毫升(ml)} = 1000 \text{ 微升}(\mu\text{l}) = 1 \text{ 立方厘米(cc)}$$

1 立方厘米的体积大约相当于 20 滴水的体积。

美国的一种新的五分硬币其质量等于 5 克。

2-2 摄氏百分温度与华氏温度度数之间的换算

实验室里常用的温度计多为摄氏温度计,用大写的英文字母 C 来表示[有一点应当指出的是,正确的名词应当叫“摄氏度数”或者“……度(摄氏)”,而不应当叫做“百分度数”。因为,“摄氏”二字是为了纪念创立这种温标方法的瑞典科学家安德斯·摄尔休斯(Anders Celsius)而采用的。本书以下皆用“摄氏”的叫法,而不用“百分度”的叫法。不管怎样叫法,摄氏的缩写一律为“C”]。家庭使用的温度计,大多数是华氏温度计,用大写的英文字母 F 表示。不论摄氏或华氏,这两种

温标都是采用水的沸点和冰点，作为它们的标定点。摄氏温标以水的冰点作为零度 0° ，以水的沸点作为 100° 。然后把两个标定点之间的空间，平分成 100 个单位。同时，把位于 100° 以上和 0° 以下的空间，也按这样的单位进行划分。华氏温标是以水的冰点作为 32° ，而以水的沸点作为 212° ，然后再把这两个标定点之间的部分平分成 180 个单位，同时，也按这样的单位，把位于 212° 以上和 32° 以下的部分予以划分。由于在水的冰点与沸点之间的这段空间，按摄氏温标被划分成 100° ，而按华氏温标则又被划分成 180° 。因而得知，摄氏 100° 所表示的温度变化，与华氏 180° 所表示的温度变化是相同的。这就是说，摄氏 1° 相当于华氏 1.8° ，也可以用分数的形式来表示，即摄氏 1° 等于华氏 $\frac{9^{\circ}}{5}$ ，或者说，华氏 1° 等于摄氏 $\frac{5^{\circ}}{9}$ 。

记住上述的事实，我们就会明白，如果我们想知道摄氏某个度数(C)相当于华氏多少度。首先我们就得把摄氏的读数乘以 $\frac{9}{5}$ ，即得到 $\frac{9}{5}C$ 。但是，按华氏温标来说，当作参考温度的水的冰点，正是华氏零上 32° 。因此，我们必须把 $\frac{9}{5}C$ 再加上 32° ，以便求出华氏温标上的实际读数。

$$\text{华氏温度} = \frac{9}{5} \text{摄氏温度} + 32$$

或者写成

$$F = \frac{9}{5} C + 32 \quad (1)$$

也可以把上面的方程式(1)改换成如下的形式

$$C = \frac{5}{9} (F - 32) \quad (2)$$

方程式(2)告诉我们,如果将华氏温度改换为摄氏,我们首先要从华氏的温度里,减去 32° (因为华氏的冰点参考温度是零上 32°),然后再取该度数的 $\frac{5}{9}$,便为我们所求的摄氏度数。

现在我们举例来说明怎样利用上述的关系式:

(a) 试将华氏 144° 换算成摄氏度数。

在考虑此题的解法时,先要注意:所谓华氏 144° 也就是在水的冰点以上 $(144 - 32)$ 度,即 112° 。因为华氏 1 度等于摄氏 $\frac{5}{9}$ 度,所以华氏 112 度必等于摄氏 $112 \times \frac{5}{9} = 62.2$ 度。就是说, 144°F 相当于水的冰点以上的 62.2°C 。由于水的冰点是摄氏零度,因而水的冰点以上摄氏 62.2° 也就是 62.2°C 。

(b) 试将 80°C 换算成华氏度数。

在考虑此题的解法时,我们先要注意的是: 80°C 乃是在水的冰点温度以上摄氏 80° 。因为摄氏 1 度等于华氏 $\frac{9}{5}$ 度,所以 80°C 将等于水的冰点以上,华氏 144 度 $(\frac{9}{5} \times 88)$ 。不过,在华氏温标上,水的冰点相当于 32° 。因此,我们必须把刚刚求出的 144 度再加上 32,才得出实际的华氏温度的读数,结果为 176°F 。

习 题

2.1 下面列出的温度度数皆为华氏温度,试问它们分别相当于摄氏多少度?

(a) 72.0°F ;

题解: 参阅前面介绍的两个习题的解法。

(b) -20.0°F ;

2.2 下面列出的温度度数皆为摄氏温度,试问与它们对应的华氏温度应为多少?

(a) 12.0°C ;

(b) -50.0°C 。

2.3 在华氏温度计和摄氏温度计的读数上,两者相同的温度是在多少度?

2.4 设想你发明了一种新的温度计,叫 X 温度计。在这种 X 温度计的刻度上,水的沸点相当于 130°X ,而水的冰点相当于 10°X 。如果把 X 温度计与华氏温度计的温度读数相对比,试问在哪个温度度数上二者的读数相同?

2.5 有一种新的温标,称为杰克尔氏温度 (Jekyll)。如果采用这种温标,则水的冰点为 17°J ,沸点为 97°J 。而如果采用另一种新式温标,叫作海德氏温度 (Hyde),则水的冰点为 0°H ,而沸点为 120°H 。已知甲醇的沸点为 84°H ,试问若换成杰克尔氏温标,甲醇的沸点应为杰氏多少度?

第三章 指 数

化学习题里经常包含许多数目字,它们有的很大,也有的很小。这类特大和特小的数字,最好是用指数的形式来表示。下面用实例来加以说明:100 这个数字是 10^2 ,称作“10 的平方”或者叫“10 的二次方”,即 1×10^2 ;1000 是 1×10^3 ,而1,000,000 则是 1×10^6 。

2,000,000 这个数字是 $2 \times 1,000,000$,即 2×10^6 。

324,000,000 这个数字是 $3.24 \times 100,000,000$,即 3.24×10^8 ;不过它也是 $32.4 \times 10,000,000$,即 32.4×10^7 ;同时,