

化学计算必备

〔日〕北出健治 楠见善男 合著

天津科学技术出版社

化学计算必备

〔日〕北出健治 合著
楠见善男

李玉秀 王福元 译

天津科学技术出版社

化学计算必备

〔日〕 北出健治 合著
楠见善男

李玉秀 王福元 译

★

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷四厂印刷

天津市新华书店发行

★

开本 787×1092毫米 1/32 印张 10.75 字数 220,000

一九八四年一月第一版

一九八四年一月第一次印刷

印数：1—31,000

书号：13212·70 定价：1.50 元

前 言

本书是作为过去曾发行的《物理计算必备》的姐妹篇而写的。在解化学计算习题时，需要丰富的化学知识，如果不是这样，而只把它当做单纯的数学应用问题，则势必无从着手。不少对化学基本知识尚未掌握的人，一般都认为化学计算题难，其主要原因之一也就在于此吧！然而，一旦他们体会到如何把化学的基本知识灵活应用到计算习题中时，就会发现解化学计算题格外容易，同时，由于解计算题，对化学知识的系统化和加深理解也起了作用。本书为了更好地使读者理解化学知识并与计算习题相结合，著者尽了最大的努力。各节开头的说明，是在解题时所必需的基本知识。望读者在所给的例题中，仔细体会一下这些基础知识是如何灵活应用的，从而进一步提高独立解题的能力。

使用这本书时，以循序渐进为好。并且，问题的安排也是由易到难的。书中收集了不少大学入学试题以及与化学工业有关的有声望的公司的招工试题。由此，从中也能了解到一些一般出题的范围和倾向，本书如果对上述类型的考试起到一些积极作用，著者也感到高兴。在本书中，凡有*的例题或习题，尽管认为是较难的，但仍属于物理化学的基本问题，为了加深对概念的理解，还是要经常练习和使用的。

在编纂本书时，参考了一些其它参考书，在此仅向各位

作者表示谢意。最后，由于著者学识浅薄，书中错误之处可能不少，望各位指正。

著 者

1958年3月

译者序言

准确、深入地理解和掌握化学的基本概念，并灵活地用它进行有关化学计算，解决实际问题，对学习化学和从事化学方面工作的人们来说都是很重要的。本书为解决这个问题做了有益的尝试。著者北出健治和楠见善男积多年教学工作的经验，广泛参阅和收集资料（包括各种入学试题），编纂了这本《化学计算必备》。它一出版就受到了日本读者的欢迎，问世以来，迄今已陆续重印了20多次。

本书内容充实，重点突出，并选进了一些难度较大和发人深思的题目。在重点介绍基本概念的时候，还介绍了一些电化学、光化学等物理化学的知识。在体系安排上也比较系统，逻辑性较强。每章都先扼要阐明计算所依赖的原理，继而带解的例题，最后给出带有答案的习题。三者相互补充，前后呼应，配合的十分紧密，并特别对解题的思路加以仔细地分析，使读者能通过对原理、公式的复习和总结，例题的示范和启发，达到独立解题的目的；而通过解题又加深了对原理的进一步理解。

由于本书具有这样一些优点，所以值得介绍给读者。它不仅可以做为高中和大专学生学习基础化学知识的参考书，而且对从事化学方面工作的教师、科技人员、工人等也很有参考价值。尤其是对一些自学化学的读者，它更能起到良师益友的作用。

由于译者水平有限，不妥之处在所难免，渴望得到读者的批评指正。

在本书翻译过程中，于中南同志及其他同志在文字方面给了不少帮助和指教，在此表示谢意。

最后需说明的一点是书中许多习题的出处，在原著中都已注明，但这些对我国读者来说意义不大，故都省略了，有兴趣的读者可查阅原文。另外，原书采用的单位比较混乱，为了适应我国读者需要，我们尽量取其一致，且向国际单位制（SI）靠拢，并给出译本中所用单位名称、符号。

1981.9.于天津

使用本书的注意事项

一、关于术语

化学方面的术语是根据日本文化部的《学术术语集》化学编而取的。当物质名称有两种以上称法时，原则上避免俗称。例如：统一称 CO_2 为二氧化碳， SO_2 为二氧化硫， $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 为乙醇等等。然而，在实际中常把以上物质分别称为碳酸气（无水碳酸）、亚硫酸气（无水亚硫酸）、酒精（乙醇）。所以希望很好注意，预先规整一下，以防弄错。

二、关于单位

在本书中所采用的主要单位及代表符号如下：

质量（重量）：吨（t）、公斤（kg）、克（g）、毫克（mg）；

体积：立方米（ m^3 ）、立方厘米（ cm^3 或cc）、千升（kl）、升（l）、毫升（ml）；

压力：大气压（atm）、水银柱高度（mmHg或cmHg）；

时间：小时（h）、分（min）、秒（s）；

温度：摄氏温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）、绝对温度（K）、只以温度为单位时用deg。

此外，在一些例题的演算过程中，为了理解单位之间的变化及其关系，在式中的各项上附以单位进行计算。但一般来说，特别是在方程式确立后进行解题时，就可以不必附以

单位了。

三、关于数据处理

在数学上，虽然25和25.0是相同的，但把它们视为测定值时，意义就不同了。长度、质量、体积、压力、时间、温度、电压等具体量的大小，是由刻度盘上的指针或界面的位置来决定的。所以象这样的测定值一定会带有误差。即测定值25所表示的真正的值是在24.5到25.5之间，但测定值25.0所表示的真正的值是在24.95到25.05之间。所以后者为测定值时，其精度是高的。另外，把测定值25.0除以3时，把所得结果写为8.333…，从精度来看是毫无意义的，写为8.3或8.33就可以了。同样，测定值31.56和2.8的和不是34.36，而应该是34.4。5.68和2.2的积是12.5，而不是其它。所以，用所给的这种测定值进行计算时，其结果应取和精度最低的有效数字位数相同的值。此外，用所求出的数值继续计算时，其有效数字要多取一位。本书对所有测定值的计算都是这样。又根据问题，例如，由某量原料能制得多少产品时，不是把原料的量作为测定值，而只作为设想的量，在这种情况下，就必需根据所给量的单位（kg或m³）或那个量进行相应的解答。

本书所用单位名称、符号一览表

单位名称	符 号	单位名称	符 号
摩 尔	mol	开 尔 文	K
毫 米	mm	尔 格	erg
厘 米	cm	卡	cal
米	m	千 卡	kcal
平方毫米	mm ²	秒	s
平方厘米	cm ²	分	min
立 方 米	m ³	小 时	h
毫 克	mg	达 因	dyn
克	g	泊	Poise (粘度单位)
千 克	kg	埃	Å
吨	t	库 仑	C
毫 升	ml	安 培	A
升	l	伏 特	V
毫米汞柱	mmHg	欧 姆	Ω
标准大气压	atm	西 门 子	S(Ω ⁻¹)
度	deg	焦 耳	J
摄 氏 度	℃	瓦 特	W

目 录

第一章 化学基础	(1)
§ 1. 原子量和分子量	(1)
§ 2. 化合价和元素的当量	(5)
§ 3. 化学式	(10)
§ 4. 氧化和还原	(17)
§ 5. 化学反应式	(22)
§ 6. 化学反应式的应用	(29)
§ 7. 化学的基本定律	(36)
总复习题	(39)
第二章 气 体	(42)
§ 1. 气体的状态	(42)
§ 2. 波义耳定律	(47)
§ 3. 查理定律	(50)
§ 4. 波义耳-查理定律	(54)
§ 5. 气体状态方程式及气体的分子量	(58)
§ 6. 道尔顿分压定律	(65)
§ 7. 范德华状态方程式	(69)
§ 8. 气体的比热	(71)
§ 9. 绝热变化	(73)
§ 10. 气体的扩散	(76)

§ 11. 气体分子运动论	(78)
总复习题	(80)
第三章 液 体	(83)
§ 1. 蒸发与沸腾	(83)
§ 2. 摩尔体积	(88)
§ 3. 表面张力	(91)
§ 4. 粘滞性	(95)
§ 5. 摩尔折射度	(98)
§ 6. 旋光性	(100)
第四章 固 体	(103)
§ 1. 晶体结构和晶形	(103)
§ 2. 固体的状态变化	(106)
§ 3. 固体的比热	(109)
第五章 溶解度和溶液的浓度	(112)
§ 1. 溶解度	(112)
§ 2. 气体的溶解	(116)
§ 3. 溶液的浓度	(119)
§ 4. 水的硬度	(127)
总复习题	(131)
第六章 容量分析	(133)
§ 1. 中和滴定	(133)
§ 2. 氧化还原滴定	(140)
§ 3. 沉淀滴定	(155)
总复习题	(160)

第七章 非电解质稀溶液的性质	(162)
§ 1. 渗透压	(162)
§ 2. 溶液的蒸气压	(165)
§ 3. 溶液的沸点升高	(168)
§ 4. 溶液的凝固点下降	(170)
§ 5. 分配定律	(173)
第八章 热化学	(177)
§ 1. 热化学和热化学反应式	(177)
§ 2. 反应热的种类和盖斯定律	(181)
§ 3. 食品的发热量	(192)
§ 4. 气体体积改变时所作的功	(195)
总复习题	(198)
第九章 反应速度	(200)
§ 1. 反应速度和浓度	(200)
§ 2. 反应速度和温度	(208)
§ 3. 多相体系(固-液相)的反应速度	(210)
第十章 化学平衡	(213)
§ 1. 化学平衡	(213)
§ 2. 多相体系的平衡	(222)
§ 3. 平衡常数与温度的关系	(225)
§ 4. 吕·查德里原理	(226)
第十一章 电离平衡	(229)
§ 1. 电离度	(229)

§ 2. 电离常数	(231)
§ 3. 水的电离	(236)
§ 4. 同离子效应	(240)
§ 5. 溶度积	(246)
§ 6. 水解	(249)
§ 7. 酸碱指示剂	(254)

第十二章 电化学..... (258)

§ 1. 法拉第定律	(258)
§ 2. 电导	(264)
§ 3. 柯耳劳许定律	(269)
§ 4. 电池	(274)
§ 5. 分解电压和离子的析出	(282)

第十三章 相 律..... (286)

§ 1. 相律	(286)
§ 2. 相图	(288)
§ 3. 液体混合物的蒸气压	(293)

第十四章 胶 体..... (296)

§ 1. 胶体	(296)
§ 2. 吸附	(297)
§ 3. 单分子膜	(299)

第十五章 光化学..... (301)

第十六章 原 子..... (306)

§ 1. 原子结构与周期律	(306)
---------------------	-------

§ 2. 同位素和元素的蜕变	(309)
第十七章 有机化学	(316)
§ 1. 与有机化合物结构有关的问题	(316)
§ 2. 与有机化学反应有关的问题	(320)
§ 3. 皂化值和碘值	(322)

第一章 化学基础

§1. 原子量和分子量

原子量和分子量 把1个 ^{12}C 原子的质量当作12.0000做标准,来表示各元素一个原子的质量的数叫做原子量;表示一个分子的质量的数叫做分子量。由于它们都是比值,所以是无名数。如果分子式(第一章§3)已知的话,分子量可看成是成分原子的原子量的总和,通过计算可求出。

原子量的精确值虽然在国际原子量表表中已列出,但在本书中,一般使用其近似值。

式量 用元素符号表示物质组成的式子叫做化学式。按化学式表示的质量即成分原子的原子量的总和叫做化学式的式量。

摩尔原子、摩尔分子、摩尔离子 在原子量上加上克的单位叫做原子的摩尔质量,在分子量上加上克的单位叫做分子的摩尔质量或克分子(写成mol或克分子)。对于离子,考虑到相应于摩尔原子或摩尔分子的量,称其为摩尔离子。实际上,1摩尔离子的质量几乎等于1摩尔原子的质量。例如,1摩尔离子 Na^+ 和1摩尔原子 Na 都是23克。

阿佛加德罗定律 “所有气体,在同温、同压条件下,同体积中含有相同数目的分子。”此即阿佛加德罗定律。在实际中,1摩尔的任何气体在标准状态下(0°C , 1atm)①,占有的体积为22.4升,其含有的分子数为 N

$$N = 6.02 \times 10^{23}$$

此 N 称为阿佛加德罗常数。还有，这种关系不仅只限于气体，对所有的物质来说，1摩尔所含的分子数都是 N 。所以，反过来说， 6.02×10^{23} 个分子的质量就是摩尔。同样， 6.02×10^{23} 个原子或离子的质量分别等于1摩尔原子或1摩尔离子。

例 题

〔1〕 在原子量表中查出原子量，分别求出氯化氢 HCl 、氯气 Cl_2 、二氧化碳 CO_2 、氢氧化钙 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的分子量。

解：

$$\text{HCl} \quad 1.008 + 35.453 = 36.461$$

$$\text{Cl}_2 \quad 35.453 \times 2 = 70.906$$

$$\text{CO}_2 \quad 12.012 + 15.9994 \times 2 = 44.011$$

$$\text{Ca}(\text{OH})_2 \quad 40.08 + (16.0000 + 1.008) \times 2 = 74.096$$

$$\begin{aligned} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 & (14.007 + 1.008 \times 4) \times 2 + 32.064 + \\ & + 15.9994 \times 4 = 132.140 \end{aligned}$$

〔2〕 以下单质或化合物各1摩尔，分别是多少克？氧气 O_2 、钠 Na 、水 H_2O 、硫酸 H_2SO_4 、乙醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、醋酸 CH_3COOH （求出大约数字）。

解：

$$\text{O}_2 \quad 16\text{g} \times 2 = 32\text{g}$$

$$\text{Na} \quad 23\text{g}$$

$$\text{H}_2\text{O} \quad 1\text{g} \times 2 + 16\text{g} = 18\text{g}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \quad 1\text{g} \times 2 + 32\text{g} + 16\text{g} \times 4 = 98\text{g}$$