

化学计算

內 容 提 要

本書係根據安得松 (H. V. Anderson) 所著“化學計算” (Chemical Calculation) 1955 年新 6 版譯述的。

本書主要敘述普通化學上的計算技術，各章首先說明了理論性的材料，接着用典型例題的示範解法，指出如何運用化學基本原理，來提高演解習題的能力，同時每章中分段插入了許多習題，以便通過了反覆的練習，來鞏固基本化學知識，並熟練地掌握解題技術。例題和習題按照由難到易由淺到深的程序排列。書末有附表八種，索引兩種。

本書可作為中等專業、高等學校學生的補充教材，以及化學教師和化工廠技術人員的參考資料之用。

化 學 計 算

H. V. Anderson 著

周 文 譯

上海新科學書店出版

化學計算

原書名	Chemical Calculation
原著者	H. V. Anderson
原本版次	1955年新6版
譯述者	周文
出版者	新科學書店 上海福州路606號電話93223
印刷者	中和印刷廠 上海淮安路727弄30號
經售者	上海圖書發行公司 上海山東中路128號

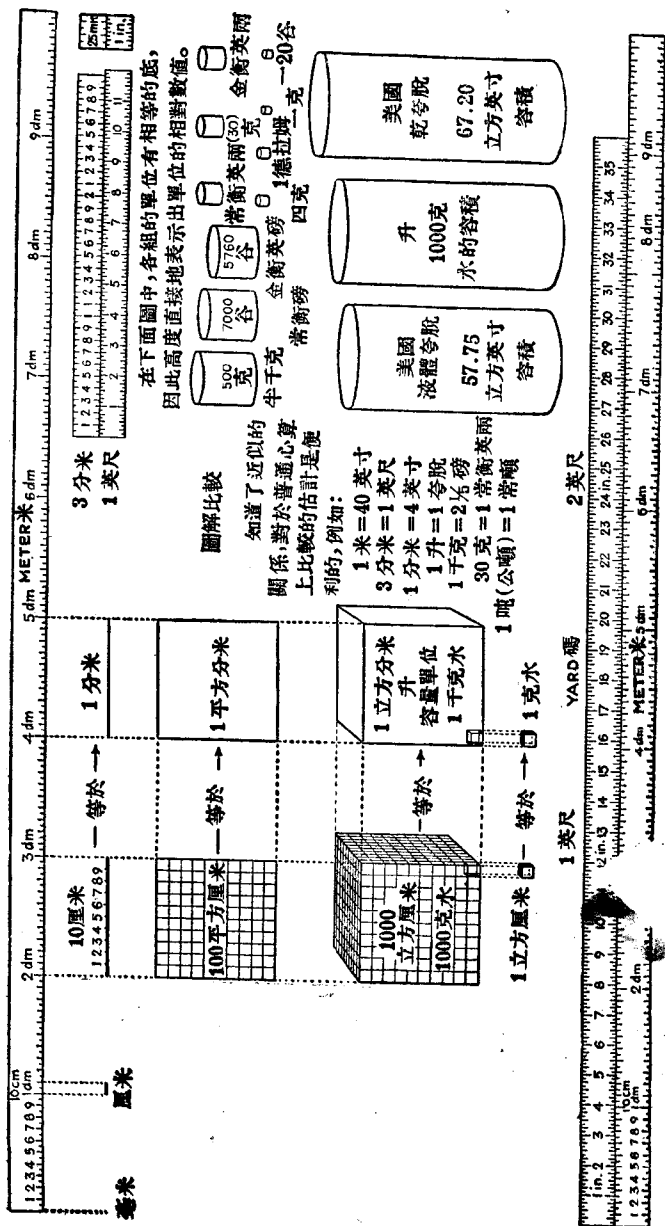
開本 762×1067 $\frac{1}{25}$ 印張 16 $\frac{12}{25}$ 字數 310 千
1955年12月第1版第1次印 印數 0001—4000
定價 二元四角

元素名稱	符號	原子序數	原子量	元素名稱	符號	原子序數	原子量
錒 Actinium	Ac	89	227	鉬 Molybdenum	Mo	42	95.95
鋁 Aluminium	Al	13	26.98	釷 Neodymium	Nd	60	144.27
錒 Americium	Am	95	[243]†	錒 Neptunium	Np	93	[237]
銻 Antimony	Sb	51	121.76	氖 Neon	Ne	10	20.183
氬 Argon	A	18	39.944	鎳 Nickel	Ni	28	58.69
砷 Arsenic	As	33	74.91	鈾 Niobium			
砹 Astatine	At	85	[210]	(Columbium)	Nb	41	92.91
鋇 Barium	Ba	56	137.36	氮 Nitrogen	N	7	14.008
鐳 Berkelium	Bk	97	[245]	銻 Osmium	Os	76	190.2
鈳 Eeryllium	Ee	4	9.013	氧 Oxygen	O	8	16.
鉍 Bismuth	Bi	83	209.00	鈀 Palladium	Pd	46	106.7
硼 Boron	B	5	10.82	磷 Phosphorus	P	15	30.98
溴 Bromine	Br	35	79.916	鉑 Platinum	Pt	78	195.23
鎘 Cadmium	Cd	48	112.41	釷 Plutonium	Pu	94	[242]
鈣 Calcium	Ca	20	40.08	錒 Polonium	Po	84	210
鐳 Californium	Cf	98	[248]	鉀 Potassium	K	19	39.100
碳 Carbon	C	6	12.011	鐳 Praseodymium	Pr	59	140.92
鈰 Cerium	Ce	58	140.13	鉈 Promethium	Pm	61	[145]
鉀 Cesium	Cs	55	132.91	鐳 Protactinium	Pa	91	231
氯 Chlorine	Cl	18	35.457	鐳 Radium	Ra	88	226.05
鉻 Chromium	Cr	24	52.01	氡 Radon	Rn	86	222
鈷 Cobalt	Co	27	58.94	銻 Rhenium	Re	75	186.31
銅 Copper	Cu	29	63.54	銻 Rhodium	Rh	45	102.91
鐳 Curium	Cm	96	[245]	銻 Rubidium	Rb	37	85.48
鐳 Dysprosium	Dy	66	162.46	銻 Ruthenium	Ru	44	101.7
銻 Erbium	Er	68	167.2	釷 Samarium	Sm	62	150.43
銻 Europium	Eu	63	152.0	銻 Scandium	Sc	21	45.10
氟 Fluorine	F	9	19.00	銻 Selenium	Se	34	78.96
銻 Francium	Fr	87	156.9	矽 Silicon	Si	14	28.06
釷 Gadolinium	Gd	64	[223]	銀 Silver	Ag	47	108.880
鎢 Gallium	Ga	31	69.72	鈉 Sodium	Na	11	22.997
鍺 Germanium	Ge	32	72.60	銻 Strontium	Sr	38	87.63
金 Gold	Au	79	197.0	硫 Sulfur	S	16	32.066†
鈦 Hafnium	Hf	72	178.6	銻 Tantalum	Ta	73	180.88
氦 Helium	He	2	4.003	銻 Technetium	Tc	43	[99]
銻 Holmium	Ho	67	164.94	銻 Tellurium	Te	52	127.61
銻 H	H	1	1.0080	銻 Terbium	Tb	65	158.93
銻 In	In	49	114.76	銻 Thallium	Tl	81	204.39
銻 I	I	53	128.92	銻 Thorium	Th	90	232.05
銻 Ir	Ir	77	192.1	銻 Thulium	Tm	69	168.94
銻 Fe	Fe	26	55.85	銻 Tin	Sn	50	118.70
銻 Kr	Kr	36	83.7	銻 Titanium	Ti	22	47.90
銻 Lanthanum	La	57	138.92	銻 Tungsten	W	74	183.92
銻 Pb	Pb	82	207.21	銻 Uranium	U	92	238.07
銻 Li	Li	3	6.940	銻 Vanadium	V	23	50.95
銻 Lutecium	Lu	71	174.99	銻 Xenon	Xe	54	131.3
銻 Magnesium	Mg	12	24.32	銻 Ytterbium	Yb	70	173.04
銻 Manganese	Mn	25	54.93	銻 Yttrium	Y	39	88.92
銻 Mercury	Hg	80	200.61	銻 Zinc	Zn	30	65.38
				銻 Zirconium	Zr	40	91.22

* 據美國化學會誌 (Journal of the American Chemical Society)

† 方括弧內的數字表示最安定的同位素的原子質量數。

‡ 由於較為豐富的硫的同位素的自然變化，它的原子量有 ± 0.003 的範圍。



譯 者 前 言

本書係根據安得松(H. V. Anderson)所著“化學計算”(Chemical Calculation) 1955年新6版譯述的。

本書主要敘述普通化學上的計算技術，共分：量度和權重、密度、化學術語、克原子和克分子、溫度的量度、壓強和溫度的變化對於氣體的效應、克分子重量和氣體容積的關係、化學式的推導、非氧化還原類型的化學方程式、氧化還原、克當量、克分子濃度和當量濃度、當量的原理、氣體的化合、熱化學反應、電化學、化學平衡和可逆反應、溶度積原理計十八章。

各章首先把理論性的材料加以簡單扼要地說明；接着以典型例題的示範解法，指出了如何應用化學基本原理，以提高演解習題的能力；如何使用因次單位，逐步演解的方法，以減少換算時可能發生的錯誤；同時每章中分段插入了許多習題，以便通過反覆的練習，來鞏固化學知識，和熟練地掌握解題技術。例題和習題按照由難到易和由淺到深的程序排列。相同類型的習題，歸納在一起，同一例題而有不同的解法的時候，也分別地列出，以資比較。有些習題附有答數，有些沒有答數，以便分批選用為課堂考問、課後作業或業餘自學的練習題。習題的內容也結合到日常生活和實驗室操作上的計算常識，以及最近科學上化學發展的一些新知識。書末有附表八種和索引兩種。

本書可能選作為中等專業、高等學校學生的補充教材，以及化學教師和化工廠技術人員的參考資料。

本書內理化名詞的譯述係根據中國科學院編譯局的“化學化工術語”(1955年1月第1版)、“化學物質命名原則修訂本”(1954年4月

第3版)、和“物理學名詞”(1953年10月初版)。有極少數的名詞例如“carboy (玻璃球形瓶)”、“electrogenetic cell (發電電池)”等係由譯者暫擬;有些人名有各種不同的譯法,例如 Boyle(玻意耳)、Le Chatelier (勒夏忒列)、Gay-Lussac (蓋呂薩克)等,本書係採用“物理學名詞”一書中的譯法。但是專門名詞和外國人名字在書中第一次出現時,附註了原文,以便參考。由於中英文詞語構造的不同,本書第55面“化學命名的基本規則”是根據中文“化學物質命名原則”譯寫的,同時也列出了英文字首和字尾的變化規律。

本書譯校的工作,已經盡了最大的努力,但是由於技術水平的限制,可能還存在一些錯誤或欠妥之處,誠懇地希望讀者同志們多多給予指教,以便改正。

周 文 1955年8月上海

原 序

普通化學基本原理的證明，運用例題的演解方法，無疑地是領會得最好。實際上在普通化學的書本中包括着一些習題，來舉例說明原理或觀念。然而，這些材料的提出是必須很簡短，而大部分要讓教師作進一步的解釋。這本書主要地是企圖在討論化學計算技術的任何普通化學書中，可作為配合使用的補充資料。

本書把重點明確地放在近乎“常識”的解題方法上。本書主張正確地使用因次單位，並加以例證。有時，某些事實的說明，可用公式來表示，但只有在有關原理徹底瞭解以後使用。

學生使用計算尺，以加速完成算術的計算是要予以鼓勵的。

這本書是隆格和安得松所著“化學計算”(Long and Anderson's "Chemical Calculation")一書的修訂本。作者很感謝隆格博士(Dr. J. S. Long)最初的協助寫作，他負責寫本書早期各版的大部分原稿。作者也很感謝科利厄(H. E. Collier)對於原稿的建議、批評、和審讀。

安得松(H. V. Anderson)

化學計算目錄

譯者前言

原序

第一章 量度和權重15—30

提要..... 15

有效數字..... 19

指數..... 22

因次單位..... 26

第二章 密度31—47

提要..... 31

比重..... 32

固體的比重..... 33

液體的比重..... 39

百分比濃度..... 41

第三章 化學術語48—78

提要..... 48

化合價..... 49

化學式的寫法..... 51

化學命名的基本規則..... 55

原子量..... 61

分子量..... 61

第八章 化學式的推導.....138—152

提要.....138

實驗式.....138

分子式.....141

礦物化學式.....145

水合的化合物和絡氨化合物.....147

第九章 化學方程式, 非氧化還原類型.....153—175

提要.....153

化學方程式的平衡.....155

方程式的寫法.....156

克分子關係和重量關係.....161

克分子重量和氣體容積關係.....163

第十章 氧化還原.....176—204

提要.....176

氧化值.....177

氧化還原反應的類型和方程式.....178

用氧化值變化和電子轉移來平衡氧化還原方程式的

方法.....183

氧化還原反應平衡法的摘要.....186

稀硝酸作為氧化劑的作用.....186

離子氧化還原方程式.....190

第十一章 克當量.....205—221

提要.....205

元素的克當量.....205

化合物的克當量.....214

氣體的容積當量——氣體的升當量.....218

第十二章 克分子濃度和當量濃度.....222—245

提要.....222

濃度.....222

百分比濃度.....223

克分子溶液.....223

當量溶液.....231

第十三章 當量的原理.....246—252

提要.....246

標準溶液.....246

簡單容量分析反應.....246

沖淡（稀釋）.....243

酸量滴定法和鹼量滴定法.....249

沉澱滴定法.....254

氧化還原測定法.....255

第十四章 氣體的化合.....267—291

提要.....267

氣體的化合.....267

氣體分析.....270

第十五章 熱化學的反應.....292—304

提要.....292

卡和英國熱單位.....293

燃燒熱.....293

熱值.....294

比熱.....297

最高理論燃燒溫度.....299

第十六章 電化學.....305—321

提要.....305

電化序	307
電單位	310
電的定律	311
電化當量	311

第十七章 化學平衡;可逆反應 322—343

提要	322
質量作用定律; 平衡常數	325
電離常數	326
共同離子效應	330
pH 值的意義和求法	333

第十八章 溶度積原理 344—374

提要	344
溶解度	344
溶度積原理	345
在定性化學分析中使用硫化氫的沉澱作用	352
酸鹼理論	360
水解	361

附 錄

表 I.	氣體的密度	375
表 II.	溶度積常數	376
表 III.	電離常數	378
表 IV.	電解質的有效電離百分數	379
表 V.	電化序	380
表 VI.	對數表	382
表 VII.	元素的週期表	384

英漢索引 386—398

漢英索引 399—411

第一章

量度和權重

提 要

量度和權重。

米制。

英制換算爲米制和米制換算爲英制。

有效數字。

指數。

因次單位的應用。

在科學的領域中，表明量度和權重的統一方法已經建立起來。權度的組織是米制(公制)或厘米-克-秒(cgs)制單位，它們不僅是互相關連着，而且是固定的。

長 度

長度的基本單位是米(meter)(m)，分爲100個相等的部分叫做厘米(centimeters)(cm)。厘米再分爲毫米(millimeters)(mm)，1厘米等於10毫米，或1毫米等於0.1厘米。

爲了計量更小單位長度的目的，使用米的各種次倍數。爲了表示小的物質的便利起見，例如膠態微粒(膠體微粒)的大小、光線的波長、(可見的、紫外線的、X射線、 γ 射線、宇宙射線)原子或離子的距離、採用下面的長度單位：微米(μ)、毫微米($m\mu$)、埃(A)和X單位(XU)。

表 I. 長 度

單 位 長 度	簡 寫	以 厘 米 表 示
1 千米 (kilometer)	km	100,000 厘米 (1,000 米)
1 米 (meter)	m	100 厘米
1 分米 decimeter)	dm	10 厘米
1 厘米 (centimeter)	cm	1 厘米
1 毫米 (millimeter)	mm	0.1 厘米
1 微米 (micron)	μ	0.0001 (10^{-4} 厘米)
1 毫微米 (millimicron)	m μ	0.0000001 (10^{-7} 厘米)
1 埃 (angstrom)	A	0.00000001 (10^{-8} 厘米)
1 X 單位 (x unit)	XU	0.00000000001 厘米 (10^{-11} 厘米)

這些單位在表 I 內簡單地表明了每個單位與厘米之間的實際關係。

容 積

容積的單位是立方厘米 (cu cm), 就是每條內邊長 1 厘米的立方體的容積。較大些的容積單位是升 (l)。

在最初, 企圖使 1 千克水的質量應當等於 1 立方分米或 1000 立方厘米水在 4°C 的質量, 或是更精確地說在 3.98°C (水有最大密度時的溫度)。然而, 精細的計量證明在 4°C 時 1 千克水實際容積是 1,000.027 立方厘米, 而不是恰巧為 1,000 立方厘米。因為毫升是厘米-克-秒制中容積的單位, 於是 1 毫升 (ml) = 1.000027 立方厘米 (cu cm) 或 1 升 (l)

① 字首“微” (micro-) 表示百萬分之一 (millionth); 字首“毫” (milli-) 表示千分之一 (thousandth)。因此

$$1 \text{ 微米 } (\mu) = 1 \text{ 百萬分之一米} = \frac{1}{1,000,000} \text{ 米} = 10^{-6} \text{ 米}$$

$$= 10^{-4} \text{ 厘米} = 10^{-3} \text{ 毫米} (0.001 \text{ 毫米})$$

$$1 \text{ 毫微米 } (\text{m}\mu) = 1 \text{ 千分之一微米}$$

$$= \frac{1}{10^3} \times 10^{-4} \text{ 厘米}$$

$$= 10^{-7} \text{ 厘米}$$

$$= 10 \text{ A}$$

=1,000 毫升 (ml) = 1,000.027 立方厘米 (cu cm)。在實際應用上可以認為立方厘米和毫升是一樣的，因此在化學計算上可以交互地使用。

重 量

重量的單位是克 (g)，是一毫升水在 4°C 時的重量 (水在它的最大密度時的溫度是 4°C，更正確地說是 3.98°C)。4°C 以上或以下，水的密度是小於 1 克/立方厘米。水在這時的溫度是選取為測定液體和固體密度的標準。密度在第二章中將作較詳細的討論。重量的較大單位是千克 (kg)，相等於 1000 克。於是 1000 毫升或 1 升水重 1 千克。比較克小的單位叫做毫克 (mg)，是一克的千分之一 (1 毫克 = 0.001 克)，或 1,000 毫克相當於 1 克或是 0.2 克等於 200 毫克。

在普通分析天平上，重量可秤至 0.1 毫克或 0.0001 克的較低限度。在微量分析中可稱至 1 微克，現在叫做 1 伽馬 (γ)，或 0.000001 克，或是 0.001 毫克。

英美日常生活上普通量度和權重的法定制度，一般叫做“英制”，是由無一定相互關係的單位所組成的。制度上不一致的結果，產生了顯著的混淆；在許多例子上是不便應用的，麻煩的。特別是光和波長的度量以及極小量的權重方面，這是科學工作者在實驗室內必須時常不得不使用的。把英制單位換算為米制，或把米制單位換算為英制，這是常常需要做的工作。一些普通單位的換算，參閱表 II。

表 II. 量度和權重的普通單位

A. 英制化為米制

長 度	
1 英寸 (in)	= 2.54 厘米 (cm) = 25.4 毫米 (mm)
1 英尺 (ft)	= 0.3048 米 (m) = 30.48 厘米 (cm)
1 英里 (mi)	= 1.609 千米 (km)