

基本化學

劉培楠編

商務印書館發行

基 本 化 學

劉 培 楠 編

商 務 印 書 館 發 行

◆(54524)

基
本
化
學

編纂者 劉 培

發行者 商務印書館

上海河南中路二二二號

印刷者 商務印書館

發行所 商務印書館
上海及各地

★版權所有

1949年3月初版
1950年12月4版

萬國原子量表

(1947)

元素英名	符號	中名	原子序	原子量	元素英名	符號	中名	原子序	原子量
Actinium	Ac	鐳錒	89	227	Mercury	Hg	汞	80	200.61
Aluminum	Al	鋁	13	26.97	Molybdenum	Mo	鉬	42	95.95
Americium	Am	鐳錒	95	231	Neodymium	Nd	釷	60	144.27
Antimony	Sb	銻	51	121.76	Neon	Ne	氖	10	20.183
Argon	A	氬	18	39.944	Neptunium	Np	釷	93	230
Arsenic	As	砷	33	74.91	Nickel	Ni	鎳	28	58.69
Astatine	At	砹	85	211	Nitrogen	N	氮	7	14.008
Barium	Ba	鋇	56	137.36	Osmium	Os	銱	76	190.2
Beryllium	Be	鈹	4	9.02	Oxygen	O	氧	8	16.0000
Bismuth	Bi	銻	83	209.00	Palladium	Pd	鉀	46	106.7
Boron	B	硼	5	10.82	Phosphorus	P	磷	15	30.98
Bromine	Br	溴	35	99.916	Platinum	Pt	鉑	78	195.23
Cadmium	Cd	鎘	48	112.41	Plutonium	Pu	鈾	94	241.066
Calcium	Ca	鈣	20	40.08	Polonium	Po	釷	84	210
Carbon	C	碳	6	12.010	Potassium	K	鉀	19	39.096
Cerium	Ce	鈰	58	140.13	Praseodymium	Pr	鐳	59	140.92
Cesium	Cs	鉯	55	132.91	Protactinium	Pa	鐳	91	231
Chlorine	Cl	氯	17	35.457	Radium	Ra	鐳	88	226.05
Chromium	Cr	鉻	24	52.01	Radon	Rn	氣	86	222
Cobalt	Co	鈷	27	58.94	Rhenium	Re	銲	75	186.31
Columbium	Cb	鈷	41	92.91	Rhodium	Rh	銲	45	102.91
Copper	Cu	銅	29	63.57	Rubidium	Rb	銲	37	85.48
Curium	Cm	鐳	96	242	Ruthenium	Ru	銲	44	101.7
Dysprosium	Dy	鐳	66	162.46	Samarium	Sm	鈰	62	105.43
Erbium	Er	鐳	68	167.2	Scandium	Sc	鈰	21	45.10
Europium	Eu	鐳	63	152.0	Selenium	Se	硒	34	78.96
Fluorine	F	氟	9	19.00	Silicon	Si	矽	14	28.06
Francium	Fa	鐳	87	223	Silver	Ag	銀	47	107.880
Gadolinium	Gd	鐳	64	156.9	Sodium	Na	鈉	11	22.997
Gallium	Ga	鎵	31	69.72	Strontium	Sr	銣	38	87.63
Germanium	Ge	鍮	32	72.60	Sulfur	S	硫	16	32.06
Gold	Au	金	79	197.2	Tantalum	Ta	鉭	73	180.88
Hafnium	Hf	鈦	72	178.6	Technetium	Tc	銲	43	99
Helium	He	氦	2	4.003	Tellurium	Te	碲	52	127.61
Holmium	Ho	鐳	67	164.94	Terbium	Tb	鐳	65	159.2
Hydrogen	H	氫	1	1.0080	Thallium	Tl	鉍	81	204.39
Indium	In	銲	63	114.76	Thorium	Th	鈾	90	232.12
Iodine	I	碘	53	126.92	Thulium	Tm	鐳	69	169.4
Iridium	Ir	銲	77	193.1	Tin	Sn	錫	50	118.70
Iron	Fe	鐵	26	55.85	Titanium	Ti	鈦	22	47.90
Krypton	Kr	氣	36	83.7	Tungsten	W	鎢	74	183.92
Lanthanum	La	鐳	57	138.92	Uranium	U	鈾	92	238.07
Lead	Pb	鉛	82	207.21	Vanadium	V	鈮	23	50.95
Lithium	Li	鋰	3	6.940	Xenon	Xe	氙	54	131.3
Lutetium	Lu	鐳	71	174.99	Ytterbium	Yb	鐳	70	173.04
Magnesium	Mg	鎂	12	24.32	Yttrium	Y	釷	39	88.92
Manganese	Mn	錳	25	54.93	Zinc	Zn	鋅	30	65.38
					Zirconium	Zr	銪	40	91.22

自序

本書爲編者於抗戰期間在滇黔各地醫學院及藥科講授普通化學課程所用之教材，歷經施用，頗覺適合。年來復加修整，力求完善，俾可爲一般學習生物科學者之普通化學教本。

本書教材以宇宙物質變化之現象，歸納爲一簡明而有系統之化學概念，敘述力求明暢扼要，避免繁瑣，由淺入深，以引出重要之原理。若干深奧而尚未闡明之學理，則皆未列入，學者如能按步就班學習，自無費力及頭緒紛繁之感。良以教授普通化學之目的，除使初學者熟知化學上之主要事實外，並當於化學知識得一整個概念，進而對於科學乃有深切之認識。蓋普通化學之範圍，原可甚廣，若使包羅萬象，淺奧畢陳，則在此時間有限之學程內，徒增學者之紛亂而已，反未能得其精義也。本書之定名爲基本化學，亦卽此意。

本書之講述方法特注重二點：第一於論理時，盡量採取淺近之物理及數學公式，以增加理解，並訓練學生學習簡明之科學敘述方法；第二注重啓發學生思索之能力，以使其得一整個而一貫之概念，教者若能依次講授，注意其基本理論之連貫，而不斷章取義，則收效必宏。每章所附之習題，要亦爲補充教材中之不足而設。

本書中所用之名詞，大體據前國立編譯館出版之“物理學名詞”及“化學命名原則”。並於名詞後附註原文。遇有未譯者，則爲新譯，而認爲不甚妥善者，則爲改譯，此乃我國科學發達過程中所不可免之事。

惟所譯是否恰當，尙祈海內賢達予以指示爲幸。編者以爲正名之舉，影響科學之教育甚大，非特宜予慎重從事，且亦一急不容緩之務也。

西人姓名之書寫，以往用譯音法。常以用字不同，反難識辨，本書全用原文，名下附一“氏”字，人名後儘可能附以發明某事物之年代。

中外地名之下，均加一黑線，以資識別，外國地名之普通常見者，僅用常見之譯名，不註原文，而不常見者，則倣西人姓名之例，僅書原文，不用譯音。

編者學識淺陋，參考資料，亦屬有限，錯誤之處，自不能免，仍望海內方家予以批評指正，無任企幸。

又本書於編輯時承同事王志均教授時賜卓見，屢爲修正，隆情至可感激；又承張昌穎李冠華唐寧康吳浩青曹初寧諸教授校閱指正，謹此誌萬分誠摯之謝意。本書編後承劉培安君爲繪圖表，錢維楨小姐爲編索引及校對亦附此誌謝。

國立貴陽醫學院

劉培楠

一九四六年八月一日

目 次

	頁 數
自 序	1
第 一 章 緒論	1—8
第 二 章 物質與能	9—22
第 三 章 分子與原子	23—44
第 四 章 週期律	45—57
第 五 章 原子之構造	58—74
第 六 章 放射性元素	75—90
第 七 章 物態	91—109
第 八 章 大氣	110—134
第 九 章 水與氫	135—155
第 十 章 溶液	156—177
第十一章 游離與電解	178—190
第十二章 酸鹼鹽	191—208
第十三章 膠態溶液	209—220
第十四章 化學反應	221—233
第十五章 化學平衡	234—258
第十六章 非金屬元素	259—334
第十七章 金屬元素	335—447

附 錄	449—458
圖 序	457—458
表 序	459—460
索 引 (中文).....	461—469
索 引 (英文).....	470—478

基本化學

第一章 緒論

1—1 宇宙間之現象，變化萬千，複雜微妙，吾人皆知之矣。四時之寒暖，山陸之沉現，河川之冲積，岩礦之崩解，生物之生老病死，億萬年來，循環相因，演變不已，其中巧妙奇離，吾人今日尚不能盡窮其理。初民蒙昧，以爲天地萬物，冥冥中有神主宰，爲禍爲福，皆爲天意，人力莫及。故畏天知命之見，至今猶存。其後種族繁衍，人事複雜，漸知適應自然環境，以謀生存；創製日用物件，以利生活，又知考究因果關係，以明事理。至近數百年來，生活變遷，思想進步，一脫舊日見解之羈絆，漸棄迷信空論，而尚實學，又能搜覓各種事據，以爲哲理之證，爲時既久，所知亦多，乃悟自然間之變動，其巧合妙算，實有其一定之法則存焉，所謂自然律 (natural laws) 是也。綜合此項知識，乃有科學 (science) 之發生。

1—2 科學與化學 科學者，有條理系統之知識也。經悠久歲月之探討與摸索，始確定其治學之方法，必基於實驗；由觀察現象，羅集事實，進而撮要，分類，使有條理，且成系統，以得一萬世不易之至理。故其立場純屬客觀，其紀載必盡真確。自此種方法問世以來，科學之進展，遂見迅速，範圍亦廣，而與吾人生活之關係，日形密切。其專以物質之變化爲研討之對象者，有化學 (chemistry) 一科。

1—3 化學之發展 化學起於何時，無可查考。惟知於上古時已有化學之事，第視之爲一種技藝而已。我國於神農時（約紀元前 4000 年），已有陶器，至漢初乃有瓷器，十三至十五世紀間，輸入歐洲，外人寶之，有“china”爲瓷器之稱。炎黃時，銅器漸興，至夏商周大盛。夏禹時（約紀元前 2220 年），知釀酒之法。春秋戰國時，漸知用鐵，至漢大盛。他如調漆，製紙，鑄幣，染色諸技，發明甚早，第乏詳確之記載耳。惜今日工匠，墨守舊法，殊鮮進步也。

古時埃及於玻璃及金銀鐵之煉造，香料及防腐劑之配合，頗爲成功，已見諸史書矣。現代考古，發掘古墓，所得之器皿、乾屍、皆可證明埃及於化學之應用一途，頗稱發達。故（化學）一詞，英文作 chemistry，德文作 Chemie，或係來於 Ghēmi 一字（按此爲埃及一地名，於第四世紀時，已有紀載，或爲化學之發源地，遂以名之）。埃及人尙實用化學（practical chemistry），僅及於生活上之實用，已如上述，雖亦由若干經驗與長期試驗，而成爲某一技藝，然非今日之實驗化學（experimental chemistry）可比，蓋其於試驗時，祇求技藝之成，未嘗窮究其理，徒爲盲目之試驗與偶然之結果而已。及至希臘時代，生活漸優，有識之士，亦見衆多，治學之風頗熾，由於哲理之探求，遂有哲論化學（philosophical chemistry），然其設論空泛無際，玄奧難解，故絕不類今日之理論化學或物理化學（theoretical or physical chemistry）。如 Aristotle 氏（紀元前 384—322 年），爲當時一代之宗，其所創之四元素說，以水，氣（空氣），火，土爲宇宙之元素，立論頗似我國五行（金，木，水，火，土）相生相剋之說。又如 Lucippus 氏（紀元前五世紀），Democritus 氏（紀

元前 470—360 年)等之原子論，雖與現在之原子說(見第三章)有相似之處，然其創立，全出自猜設，乃為一種玄學，而非科學也。

羅馬之世，崇尚武功，文化僅有摧毀，而鮮建設。及至阿剌伯人(回族)征服歐洲，對於化學，頗為重視，其時人民生活窮困，致富乏術，遂有僧侶術士之流，謀以廉賤之金屬，變為貴重之金屬，競相試驗，一時風行，帝王之輩，亦為所惑，此稱為點金術(alchemy)，相傳埃及之Hermes 氏為點金術之鼻祖。按 alchemy 一字，為阿剌伯文 al(=the)及 chemy(=chemistry)所合成，寓化學之意。其所試驗者，無非將各種金屬混合，任意增減其成份，成為各種之混合金屬而已，又有所謂智者石(philosopher's stone)之製煉(為氯化金、硝酸銀、氯化汞等物)，一般點金術士咸信若得此物，不但可變廉賤之金屬為黃金，且可卻病延年。在中國則有道家煉丹，兩者如出一轍。歐洲點金術之能廣為流傳，有賴迷信與宗教為助，故於點金煉丹事前之祝禱，中外同之，我國抱朴子金丹卷中所載，亦如是也。稱為點金時代(alchemical age)。

點金與煉丹之無成就，自屬必然。化學之進展，因而阻障達千餘年之久。及至紀元後 1500 年間醫藥化學家輩出，如 Paracelsus 氏(紀元後 1493—1541 年)，Sylvius 氏(1614—1672)，Agricola 氏(1490—1555)，Glauber 氏(1604—1668)等，倡用藥品治疾，於是製藥化學頗盛，而冶金釀酒染色諸工業亦漸萌芽，稱為製藥時代(latro-chemical age)。

由點金術之試驗，與製藥時代之貢獻漸使有識之士，對於物質之構成，有較新之見解，注意真實之研究與試驗，範圍廣闊，以天然各現象為

對象；如 R. Boyle 氏 (1626—1691), R. Hooke 氏 (1635—1702), J. Mayow 氏 (1645—1679), J. J. Becher 氏 (1677—1761), G. E. Stahl 氏 (1660—1734), Marggraf 氏 (1707—1782), Scheele 氏 (1742—1786) 等輩出，對於物質化合之研究，試驗頗多，然始終受燃素 (phlogiston) 之說（即凡物起燃燒者，其中必須有燃素存在，否則不能燃燒）所束縛，雖 Priestley 氏初亦深信之，稱為燃素時代 (phlogiston age)，至十八世紀 Lavoisier 氏發現氧氣，此說遂失其價值。此種劃時代之發現，遂使化學漸入正軌，故今日多認 Lavoisier 氏為現代化學之父。於是研究氣體之製備與性質者日衆，此稱為水槽時代 (pneumatic age)，蓋因製備氣體大都由水槽中行水上捕集法（見 8—6 節）故也。其後原子之學理（見第三章）次第發表，物質構造之基本原理，乃告奠定，是為原子時代 (atomic age)。自 1858—1898 年週期律（見第四章）問世，元素之性質及新元素之發見，皆有線索可尋，如稀土金屬（見第十七章）及稀有氣體（見第八章）等皆於此時期發現，稱為系統時代 (systematic age)。十九世紀初放射性元素（見第六章）之發現，於化學上之貢獻，厥功甚偉，由此吾人對於原子之構造（見第五章）更為明瞭，造成今日原子核化學 (nuclear chemistry) 之基礎，證明物質與能間之關係，加以原子能利用之成功，可稱為原子核時代 (nuclear age)。同時有機化學之發展，已由研究純粹有機化合物之綜合，而發展至探討生物體內之物質變化，與生命現象之來源。至在日常生活中，吾人已幾能將現有物質盡情利用，故新事新物層出不窮。此種進步雖非前人所能臆及，然前人奠立基礎之功，不可沒也。故化學者，為研究物質轉變之科學，吾人藉以了解，預測

並控制一切物質之變化。

表 1—1 化學紀年略分表⁽¹⁾

	西曆年分	中國朝代
I. 上古時代		
一、實用化學時代	前史時代至紀元後 300 年	前史時至周末
二、理論化學時代	紀元前 600 年至紀元後 300 年(或 200 年)	周中葉至東漢末
II. 中古時代		
一、點金時代	紀元後 300—1500 年	東漢末至明中葉
二、製藥時代	紀元後 1500—1700 年	明中葉至清初
三、燃素時代	紀元後 1700—1770 年	清初至清中葉
III. 近世時代		
一、水權時代	紀元後 1770—1800 年	} 清中葉至清末
二、原子時代	紀元後 1800—1860 年	
三、系統時代	紀元後 1860—1900 年	
IV. 最近時代		
一、原子核時代	紀元後 1900 年——	清末——

1—4 化學對吾人之關係 (一)化學與生活。吾人出生之初，一呼吸，一飲食，一動作，皆為甚多聯串之物質變化之表現。如呼吸中氣體之交換；飲食中食物之消化，吸收，氧化，代謝等作用，或供運動之能，或供儲存或供生長；肌肉之運用，可以生熱，可以工作。此四週環境之物質，皆為吾人之用矣；又須按其利害，而定取捨，譬如燒煤可以養物取暖，然其所生之有害氣體，則必避免之。此種知識，初時固得諸經驗，今日吾人已可先明其理而控制物質之變化矣。擴而言之，天地間之變化，雖非人力所能及，然若明其究竟，未嘗不可用其利而避其害。吾人之生活與環境既不可分離，故學習化學，則可以明白事理，利用環境，使生活達於美

(1) 本表大部取材於丁緒賢著之化學通史，民國 24 年商務版。

善之境。

(二)化學爲各種科學之基礎或工具，日常生活應用物品之製造，時有改良，即因能利用化學之知識，而使其更爲精美。今日各種工業中，如用品，食品，建築材料，交通工具，無不應用化學之知識及方法，以求進步，此種化學工程學者，即以研究大規模物質變化爲目的也。至化學與其他科學之關係，不勝臚舉。地上之岩石礦物，苟無化學分析，則鑑別不易，若無理論化學之研究，則成因不明，礦物學，地質學將無良好之基礎矣。動植物之生長與物料轉變，必賴化學之研究，然後生物學始不成爲乾燥無味之分類學，今日植物生理學，動物生理學中之大部現象，莫不以化學之原理，以求解釋；即如偏重形態之組織學，胚胎學，發生學等，亦漸以化學之方法，爲研究之工具。至於醫藥學之進展，更必賴化學之助，以研究健康及疾病時生理上變化，及藥物對其發生之影響。農學中土壤，空氣，肥料，溫度，水分等對於植物作用之關係，無非爲化學之反應。凡此種種皆爲造成人類文化之因素，化學於學識上之位置，堪稱爲科學之中心矣。

(三)化學與教育。化學在各種知識上之應用，至爲廣泛，已如上述，今日科學昌明，知識廣博，吾人精力有限，僅能擇一而學之，難求盡知，故學習之法，不能不求謹嚴，思想尤須有層次系統。化學中所顯示之科學思想之法，與學習試驗之步驟，至爲簡明，故於一般教育上其有重大之意義，未可忽視也。

1—5 研究化學之方法 化學既以宇宙物質之變化爲研究之對象，則必廣集事實，以求普遍，徒有事實，不成科學，必分析而整理之，至

得一簡明而不易之至理，稱為定律 (law)。如週期律為解釋一切元素性質及其變化之定律；物質不滅定律為宣示宇宙一切物質存在不滅之至理。以天地之大，物質之多，現象之繁，吾人耳聞目見，雖至確實，設無反復之試驗 (experiments) 以證明之，則仍不失為擬想，此科學中定律之創立，必基於試驗結果之故也。上述治學之法，係採集事實而系統化之，是為歸納法 (inductive method)。若由歸納法所得之結論，推而廣之，以理解其他事實者，稱演繹法 (deductive method)。一假設 (hypothesis) 與學說 (theory) 之創立，乃用以解釋事實，推求原因。假設為合理之推想，無實驗之支持，例如根據週期律中各元素性質之關係，以預測未發見之元素之性質，由分子構造式推測新製藥物之特性等是也。學說為有實驗支持之推想，如分子說，原子說，離子說等，且可互為標榜，相互引據。以上所述方法，為 R. A. Millikan 氏所首創，至今宗之。

1—6 學習化學 (科學) 之態度 科學既為重視試驗之學科，故於所用之工具 (儀器務求精密；藥料務求純潔)，甚關緊要，俾觀察與結果能達真實而準確。然學者之態度，關係匪淺。有時一實驗或一研究，非短時可告成，而屢試屢敗者，皆屬常事，故必具有極大之耐性，與不折不撓之精神，熱誠與專一，誠實與勤勉，判斷與有條理，俱為必備條件，且須存心公平，免除偏見，勇於認錯，虛心承教，實事求是。是以一訓練有素之科學家，遇事知如何分析，如何選擇，如何比較，如何理解，如何處置，其個性與科學精神融為一片，此其造詣之深，非旦夕之功；於是始克有成，此於其思想及為人，裨益實多，非徒為一技之長也。

參 考 文 獻

丁緒賢：化學史通考，第一章至第四章，民國 24 年，商務版。

宋應星：天工開物，世界版。

李喬萃：無機化學通論，第一章，民國 25 年，商務版。

Brinkley, S. R.: Principles of General Chemistry, Chap. 1, 1935.

Deming, H. G.: Fundamental Chemistry, Chap. 1, 1st. edition.

Deming, H. G.: General Chemistry, Chap. 1, 1935.

Holmes, H. N.: General Chemistry, chap. 1, 1936.

Johnson, W. O.: J. Chem. Ed. Vol 13, No. 9, 1936.

第二章 物質與能

2—1 物質之特性 地面上之一切物件，凡爲吾人五官所能覺察者，皆稱物體 (body)。物體有天然與人造之別，如樹木、岩石爲天然物體，椅、桌、杵、臼爲人造物體。樹木、椅、桌同由木質所構成，岩石、杵、臼同由石質所構成，故木質、石質不能稱之爲物體，而應稱之爲物質 (matter)。物質者，構成物體之質料也。概言之，一般物質咸具三種要性：(一)占有空間，(二)具有質量，(三)各備特徵。如金、木、水、空氣等，皆爲物質，既占空間，又具質量，且各有其特殊之性質，甚易辨別之也。電、光、熱、聲諸波，雖各有其特徵，亦能爲吾人五官所覺察，無質量(1)，又不占空間，不能謂之爲物質也。

所謂質量 (mass)，乃指物體中所含物質之全部分量而言。一物體無論置於地面上任何部分，或於他星球上，其所含之質量，恆固定不變，而其重量，則可因其所置位置之不同而異。重量 (weight) 者，爲物體受地心引力 (gravitational force) 而生之力量；物體之置於接近地心之處者，則較其置於遠處者爲重，蓋相距既近，吸力遂強。故質量爲物體自身之分量，乃物質分子間吸力 (molecular attraction) (2) 與惰性 (inertia) 所使然，與地心引力無關。惟吾人既生於地球之上，一舉一動，自不能不受地心引力之影響。吾人每舉一物，所感覺者，乃物體之重量，而非其質

(1) 關於電之質量問題，可參閱第五章。

(2) 參閱第三章。