

187

普通化學原理

原 序

本書自初版問世以來，已七年於茲，現將根據七年來化學方面的發展，重加改訂，惟對於初級中的特點，則仍依然保存。本書的主要目的係專供曾預修化學的大學普通化學班學生之用。蓋大學課程如果除復習中學課程外，祇添入若干零星材料，則所授的化學知識不獨適足以阻礙此輩學生對於化學所能發生的興趣，並且將使學生對於化學基本原理與其應用的知識亦不足以進入高深的研究。故大學課程應利用學生以前所受的訓練，作為對於化學得更進一步之基礎。所以許多初學課程內的材料仍須加以復習，以供科學上邏輯的發展之用；惟這種復習工作須由一種新的觀點出發，方能使學生可以逐漸明瞭科學原理的要略。

本書在緒論中復習若干基本問題之後，隨即於第二章內談到週期系，以作為中學課程內所習各種材料的骨幹，同時還可以很邏輯的引入原子構造的討論。這種原子構造的代概念首先加以介紹後，不獨常可以引起學生的興趣，並對於原子價與化學活動性等有關係的現象得一簡單而具合邏輯的解釋。因此氧化還原作用也就根據所涉及的

電子變化以說明。

化學平衡原理係先由氣態時的均勻平衡與各種情況改變時對於平衡所發生的效應說起，漸次討論到在溶液內以及包含一相以上之物質的平衡。關於溶液與游離作用的討論，亦完全以現代的觀點表明，惟儘可能的避免引用數學。

本書關於各種質素的敘述依然與第一版時一樣，即將各種質素分成鹼性氧化物、酸性氧化物、鹽基、酸、鹽、金屬、和非金屬等數類。討論金屬元素的各章置於無機部分的最後，其主要的目的係討論於礦石中提煉各金屬所涉及的原則。雖這些元素的化合物已於以前各章，尤其是在論鹽基與鹽類時，曾加以討論，但在後面這幾章內關於金屬與金屬游子的化學性質，更作一簡略的總論。惟關係敘述的材料則已重加改組，俾可更合於邏輯的表現與時代的需求。

這種分類方法係著重科學原理和這些普通原理的應用，而不拘拘於零星事實的敘述。全書內的基本原理都是由實驗觀察所導出的敘述事實之邏輯的結果。因此，讀了一年級課程後不再習化學的學生，除可獲得若干化學的重要概念外，更可獲得一種於他的各項工作均有幫助的科學方法和科學家的態度。同時可使繼續學習高深化學課程的學生，於將來必須應用的原理方面，樹立一種穩固的基礎。

本書頗適於後半部的實驗工作須做定性分析的學生（如著者所授的班次）之用。蓋雖分析手續屬於實驗室的工

作範圍，本書不能兼顧外，關於游子在分析上所呈的性質和分離時所包含的原理，已詳加討論。應用這種原理，即可使分析的手續更為合理。

本書每章後所舉的練習題係用以引起學生對於章中各要點的注意，並着重於科學的推理和科學知識的綜合。此外每章之後尚有一補充讀物表，以供學生選擇參考書的指導。(下略)

布林克利 (Stuart R. Brinkley)

1933年四月

$PV = \frac{m}{M} RT$ 利用此式可求分子量

$P = \frac{x}{760}$ (mm) 氣 (大氣壓)

$V = \frac{x}{1000}$ (升)

$m =$ 此給定質量 (先不圍條可也)

$M =$ 分子量

$R = 0.082 \frac{l \cdot atm}{mole \cdot degree}$ 譯者序

布林克利氏的普通化學原理自1926年初版問世以來，早已風行一時，經1933年重新改版後，內容更為新穎。現國內大學及若干程度較高的中等學校採用為教本者，亦為數不少，故原書的價值與其在化學教育上的地位實無庸譯者多贅。

譯者去年與友人張君敬之同在湖南嶽雲中學任教時，亦即採用原書為教本。當時為着要減少學生在文字方面所感困難起見，由張君倡議共同逐譯，隨譯隨印，以供學生的參考，結果頗佳。不料後因張君須赴歐留學，譯者亦同時離任來京，事遂中斷。

去年年底經張君累次的督促，並獲得局方的同意，遂一面整理舊稿，一面繼續逐譯，時作時輟，現始全部完成。因本書之完成，實有賴於張君的鼓勵，加以其中四五兩章乃根據張君舊稿改譯，故譯者對於張君應表示深摯的謝意。

譯者翻譯本書時，雖立意忠實於原著者，但為使本書更適於我國學生之用起見，故於說及化合物命名法時，已全部改用中國法定系統；關於有地域性之處亦已盡量插入本國

材料,故對於原書不免略有改竄,用特聲明於此。

再者,本書付梓之時,蒙同事韓曉升先生詳加校閱,多所指正,謹此致謝。但如有錯誤,仍應由譯者負責,尙望國內明達,不吝指正爲幸。

常伯華 謹序

1936年五月

蘇春神書局 四十年

1950.5/9

目次

第一章	質素 化合定律 原子學說	1
第二章	週期系	24
第三章	放射質 原子構造	34
第四章	氧 氧化物	59
第五章	物質的狀態	86
第六章	氣體的反應 平衡	113
第七章	水 溶液	138
第八章	游離和游離學說的應用	161
第九章	分子量和原子量的測定	179
第十章	金屬的氧化物和氫氧化物	199
第十一章	酸類 I. 氫酸	231
第十二章	酸類 II. 氮和鹵素的含氧酸	248
第十三章	酸類 III. 硫的含氧酸	272
第十四章	酸類 IV. 其他含氧酸	291
第十五章	膠態分散	309
第十六章	非金屬 I. 鹵素	324
第十七章	非金屬 II. 硫 碳 矽	338

蘇春神書局

第十八章	非金屬 III. 氮 磷族	353
第十九章	水解作用	369
第二十章	溶液內的平衡 沉澱 複游子的產生	382
第二十一章	鹽類 I. 硝酸鹽	397
第二十二章	鹽類 II. 鹵化物與硫化物	410
第二十三章	鹽類 III. 硫酸鹽與磷酸鹽	433
第二十四章	鹽類 IV. 碳酸鹽 矽酸鹽 硼酸鹽	448
第二十五章	金屬游子的分析	469
第二十六章	金屬 I. 金屬的性質與反應 合金	483
第二十七章	金屬 II. 活性金屬	495
第二十八章	金屬 III. 由氧化物礦所提出的金屬	517
第二十九章	金屬 IV. 由硫化物礦所提出的金屬	544
第三十章	鉻與錳的化合物	572
第三十一章	電化學	587
第三十二章	氣體燃料	606
第三十三章	飽和烴與其衍生物	621
第三十四章	不飽烴與其衍生物	647
附錄		667

量度的單位 水的汽壓 普通游子的原子價 普通
 陰游子的原子價與其鉀鹽的分子式 金屬的電動勢
 序 幾種氣體的物理常數 幾種非金屬的物理常數
 幾種金屬的物理常數 幾種重要合金的組成 常見

氧化劑提要 幾種常見普通鹽類與鹽基類的可溶性
可溶性乘積 根據原子量的週期表

索引 671

根據原子序數的週期表 底封面內
原子量表 封面內

化學定義 ~ 化學 (Chemistry) 為自然科學之一, 研究關於改變物質組成的化學變化之科學

化學目的 ~ 發現支配化學變化之自然定律

2. 研究物質之性質, 成分, 製造, 及用途, 以達利用厚生之道,

物質變化種類

宇宙間物質, 變化無窮, 有瞬時即變者, 有經長久時間而後變者, 總括之有二

1. 物理變化 ~ 僅變物質形態或位置, 而不變物質的組成及性質者, 曰物理變化

水, 磨成冰, 雪融成水。
捏粉成麵, 水磨磨粉。
水結成冰, 拋滾水中物俾落下。

2. 化學變化 ~ 改變物質的組成及性質者, 曰化學變化。

水釀米酒。 礱石成灰。
牛乳變酸。 消化作用。
屋瓦銹蝕, 燒石灰成石灰。

化學變化特徵

- 1. 消失舊物質, 產生性質全異的新物質
- 2. 發熱或吸熱, 而熱量有多少不同, 間或有光者。

化學變化與物理變化之關係

物理 ^{不一定有化學}
① 化學變化必有物理變化相伴而生

水 ~ 冰, 冰化水, 為物理變化, 而冰仍在水中, 性不變。
同有化學變化伴生者, ~ 如攝影為物理變化, 而乾片之感光, 實為化學變化。

摩擦火藥發熱 ~ 為物理變化。

同時燃燒 ~ 為化學變化。

化合物——兩種或兩種以上物質混合而成
 而成性質互異之新物質
 即混合物，如：空氣、食鹽水、
 酒精、汽油、
 原由生成之性質係存在者
 即混合物
 如空氣、食鹽水、藍色火藥

區別
 名 則仍保持
 則可
 3. 不可用機械方法分離

普中贈給川大第一章

1950.5/4 質素 化合定律 原子學

由偶然的觀察引起我們留意各種自然質素 (Natural substances) 的存在，這些質素的性質各不相同，並能隨環境而變異。因對各種物性的精密研究，敘述知識遂從而發達，由所得的知識，即可認識一種質素的特性及其與其他質素的分別，並且可以知道多數複雜質素可分解成較簡單的成分，簡單的質素也能化合而成各種複雜的物品。

在變動的情況下，組成和性質的相同，昭示各種事物均有一自然體系，使各種普通質素的研究可以趨於簡易，同時可增加已經明晰之性質的重要性。由此可發現基本原理，因為要解釋這種原理，遂創立學說 (Theory)，使論題更加清晰。自然科學就是敘述自然質素及其變化之系統的知識，同時並包含解釋這種知識的原理和學說。

科學方法 (The Scientific Method) 科學知識係由科學方法中得來，這種研究方法的重要，不僅在科學方面，各項學問亦莫不皆然。密利根 (R. A. Millikan) 曾認科學方法的發明，實劃現代文化的時代的紀元。

科學方法的第一步，在搜集由觀察自然現象 (Natural phenomena) 和實驗室實驗結果所得的數據 (Data)，這種數據在實驗方法的可能範圍內，務求其完全和正確。分別實驗當然可得出多少不相關連的事實，但如加以有計劃的實驗，自可使所得結果互相關連，因此可用歸納法 (Inductive method) 發現一通則，即這種由觀察各種事實所得的結論，叫做科學定律 (Scientific laws)。科學方法的第二步，須將實驗數據分類並發展科學定律。科學定律乃敘述性質，故其精確度不能超過其所根據的實驗，其普遍性也比不上可用以檢驗的實驗和計算。所以如果實驗方面有更精密的數據產生時，就不得不將科學定律加以修正。

科學須能解釋事象，僅搜集各種特殊或普遍性質之事象的敘述，以及其在經濟上的應用，實沒有完成科學的目的，因此我們必須明瞭科學和“說明”二字的重要關係。亞力山大芬得雷 (Alexander Findley) 說科學只能顯示大約的原因而非絕對的，科學能說明事象如何發生，但解釋為何發生時，頗受限制，質甚得當。說明事象就是表明其為普遍定律下的一種特殊情形，若要解釋事象，則須設立若干假想，這種假想，就叫做假說 (Hypotheses) 假說經過多數的實驗數據的證明後，即成為科學的學說 (Scientific theories)。科學的學說可認為是一種典範 (Model) 或智力圖 (Mental picture)，各種科學定律可從而整理和說明。為解釋已知事象起見，假定質素的構造和變

化的機械作用，致學說較科學定律尤為發達，遂構成科學方法的第三步。因知識增進，舊學說的缺點日益顯著，時須修改新的完善的學說遂相繼的產生。

學說的應用，不僅在於它和科學定律的關係，使其更加顯明，實因其能引起新事象的發現。由學說演繹，可以實驗檢驗其結果是否真實，這也是科學方法中的一重要部分，因科學並非已具有完善定律的完善產品，實還在不斷的生長和發展中。

所以科學方法實包含歸納的和演繹的兩種推理，主要科學原理均由各種知識歸納得來，由這種原理所得的結論是否真確，還須再用實驗去驗證。

科學的分類 關於各種不同方面的科學知識既很多，如同沒有一個人能知道全世界的語言和文字一樣，也沒有一個人可以懂得所有的科學。因此常將同屬於科學某方面的事實、定律、和學說分集於一處。物理科學(Physical sciences)研究無生命的物質；生物科學(Biological sciences)研究有生命的機體。為便利起見，常作更進一步的分類，如化學(Chemistry)、物理學(Physics)、和地質學(Geology)屬於物理科學；植物學(Botany)、動物學(Zoölogy)、生理學(Physiology)屬於生物科學。但這是為着限定討論的範圍，使學者對於科學原理得一清晰的概念起見，所作的一種人為的分類。

化學是科學的一個門部，它研究各種不同質素和它們

相互間所起的變化。它注意可以驗證各種質素的性質；測定質素的組成；發明使一種物質和別種物質分離的方法；建立科學定律，使研究能系統化；並且描寫，敘述和以學說闡明各種質素的成分和它們在變化時之機構的關係。因為它能表現科學方法的思想，所以是科學內一個重要的門部，並且於實用上在近代文明方面，具有極重要的位置；工業極度的發達，更依賴化學供給新的方法和材料；新的藥品和新的治療方法的發明，化學在醫藥方面的重要性已一天一天的增加。農業方面的仰賴化學工業，不僅在肥料和製造用具的材料供給，並且還要仰仗化學去克服害蟲；許多奢侈品和日常生活的必需品也都是化學的產物。要真實知道各種質素的應用和這門科學的優越地位，非透徹的研究各種質素的重要性和化學家所採用的方法不可。

如同廣泛的科學領域必須分爲許多門部一樣，這廣泛的化學園地也有再分爲更小的部門的必要。無機化學 (Inorganic chemistry) 研究礦物質的成分和它們所起的變化；有機化學 (Organic chemistry) 研究碳的化合物，這些化合物以前以爲僅具有生命的有機體可以造成，現在雖然已有多數的化合物能在實驗室內製備，但還有一大部分是由生物體內得來。分析化學 (Analytical chemistry) 係討論分離和檢定各種質素的方法，和所具分量的度量。物理化學 (Physical chemistry) 所討論的問題介於物理和化學的中間，包含化學上

所有基本原理和學說，並加以嚴正的數學處理。化學工程學 (Chemical engineering) 討論工業方法上的化學工程問題。普通化學 (General chemistry) 係羅列和化學各門部均有關係的材料，研究各種質素可以作為化學定律和學說的基礎；由工業上和經濟上的應用，以表明化學在近代社會的重要。普通化學的目的在托出化學的概略，並同時以科學的思考方法，用邏輯的態度，展出化學上的基本原理。

物質 (Matter) 關於物質現在還沒有一組簡單的性質可以將它說明；它的基原性質，雖然已有好些論文討論過，但還不能得到一個簡單而且明確的定義。物質具有質量 (Mass)，而一物體的質量係指那物體內所含物質的分量。物質的分量沒有直接度量的單位，但相對的質量可以稱量法決定。這種方法係以任意的單位度量物體和地球間的引力。克 (Gram) 是公認的重量單位，即在攝氏 4 度時一立方厘米純水的重量，因為在那溫度時水的密度最大。

能量 (Energy) 物質^和的能量關係密切，研究時常互相牽涉。物質變化時，能量隨着變化；能量變化時，也常有物質變化發生。能量可說就是一物體可以作工的能力。能量的種類頗多，如動能 (Kinetic energy) 係指一運動物體所具有的能量，位能 (Potential energy) 係指一靜止物體因位置、溫度、電況、或組成所具的能量。熱、光、電等都是能量的普通形態。化學能 (Chemical energy) 是一物體在其組成上所具的能量。

量度各種不同形態的能量有各種不同的單位。卡 (Calorie) 是熱能的單位，即使一克純水昇高攝氏一度時所需要的熱量。溫度是度量熱能時一種緊要的因素，而卡就是熱容量 (Heat capacity) 的單位。一運動物體的能量與它的質量和運動的速度有關，如以 m 代表質量， v 代表速度，則 $\frac{1}{2}mv^2$ 就是計算動能的公式。因為化學能常以熱的形態表現，所以通常就用相當多少熱量來計量。所量出的熱能即質素變化時所發生的能量變化，並非某質素所含能量的全部。

能量可由一種形態變為另一形態，是一種很彰明的事實，當煤燃燒時，因改變組成所放出的能量，變而為熱，所放出的熱能可用以發生蒸汽，所發生的蒸汽可用以產生電流，這種電流可通入一蓄電池內，使電池內的質素組成發生變化，以變成化學能。在各種變化中，量度能量的總值可得出一通則，即能量不滅律 (Law of Conservation of Energy)：能量由一種形態變為另一形態時，其總值常一定。這就是說所有的能量在一變化中消失時，可以用另一種形態重現。能量不能全部變為有用的功，這因為機械上各運動的部分具有摩擦力，所以沒有一樣機械有百分之百的效能，通常總有一部分能量變為熱能而消逝。這種通則可適用於有限制的完全體系內的實驗結論，但基於近代發展上的昭示，這已不是一個普遍的原理。

質素和質素的性質 純質 (Pure substance) 係均勻的，即

純物質

各部分的組成都是一樣，所以在一質素內某一部分所取的試樣的性質和另一部分試樣的性質完全相同。各種質素都具有若干確定而且特殊的屬性，可用以鑑別和敘述。物理性質 (Physical properties) 係由感官察覺或以物理方法度量。在普通溫度有些東西是固體，有些是液體，有些是氣體，沸點和凝固點的恆定是純質的一種特性。敘述和鑑定各質素所用的普通性質，除上面所說過的外，還有色、嗅、味、密度、在水內的可溶性 (Solubility) 和對於熱與電的傳導性 (Conductivity) 等。在固體方面，結晶形狀是一種重要的屬性。我們對於各種普通質素的應用，係應用其物理性質的一點或數點，如銅是電的良導體，並且有好幾種屬性使它很適於這種用途，因它的延性 (Ductility) 很大，可以抽成適當大小的細絲；它有相當的堅度，很易裝於適宜的地點；而且它在大氣內不易腐蝕，所以多用在這方面。

一種質素的化學性質 (Chemical property) 係指在不同情況下組成方面所起的變化。有些質素如氯酸鉀 (Potassium chlorate) 一樣，加熱時可以分解，像這種情形就可說對熱不穩固是那質素的一種屬性。有時變化內包含了兩種或兩種以上的質素，如鎂 (Magnesium) 在氧內燃燒的結果，兩種質素可化合為第三種質素，即氧化鎂 (Magnesium oxide)。這樣鎂有和氧化合的可能性，可說是鎂的一種屬性，同樣氧有和鎂化合的可能性，也可說是氧的一種屬性。各種質素的化學性質

係基源於它們的組成，因為組成不同，所以表現各種不同的反應(Reactions)。

質素的分類 將各種不同質素分類時，係根據它們的性質，但不根據它們的形狀。所有的純質都是均勻的，即其各部分的組成完全一樣。純質的種類繁多，但可根據它們的組成，分為簡單質素(Simple substances)和化合物(Compound)兩類。

元素(Element) 所有的普通物料可以分為較簡單的東西。但現在已經知道的有九十二種質素不能用化學方法分解，這些質素就叫做元素。這種單質(Elementary substance)的概念，並不包含僅為一種物質所組成的假定。因為很久以前水被認為一種單質，但現在我們已知道水可以分解成兩種較簡單的質素，即氫(Hydrogen)和氧，所以它不合於上面所舉元素不能分解的定義。近年發現單質中的鐳(Radium)可以自動分解，但沒有人可以用任何方法影響它的分解作用，也不能用它的分解物再構成原來的鐳。拉忒福德(Rutherford)和查德威克(Chadwick)曾利用鐳蛻變(Disintegration)時所放出的質點(Particles)的衝擊，將氮(Nitrogen)、硼(Boron)、氯(Chlorine)等元素分解。這種工作的完成，使我們相信單質的本身也具有複雜的構造，在適當的情況下，還可以再行分解。但無論如何，這些單質不能用化學方法使之分解，也不能用實驗的方法由別種質素構成。它們是由複雜質素分解出