

高等學校教學用書

普通化學

上 冊

Д. И. РЯБЧИКОВ 著
盧 宗 蘭 譯

高等教育出版社

高等學校教學用書



普 通 化 學

上 冊

Д. И. 利雅勃契柯夫著
盧 宗 蘭 譯

高 等 教 育 出 版 社

本書係根據俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國教育部教育出版社 (Государственное учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР) 出版的利雅勃契柯夫 (Д. И. Рябчиков) 著“普通化學”(Общая химия) 1953 年再版增訂本譯出。原書經俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國教育部審定為師範學院教科書。

全書計二十一章,分上下兩冊出版。

本書由廈門大學化學系物理化學教研室盧宗蘭同志擔任翻譯,由李法西、陳國珍、由昭武三位同志分章校核,並由教研室盧嘉錫主任擔任最後審閱工作。

普 通 化 學

上 冊

書號133(課128)

利 雅 勃 契 柯 夫 著

盧 宗 蘭 譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 琉 璃 廠 一 七 〇 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

新 華 書 店 總 經 售

商 務 印 書 館 印 刷 廠 印 刷

上 海 天 通 菴 路 一 九 〇 號

開本787×1092 1/25 印張9 1.5/12.5 字數 187,000

一九五四年十一月上海第一版 印數 1—9,000

一九五四年十一月上海第一次印刷 定價 ¥ 9,000

上 册 目 錄

第一章 緒論——原子-分子學說.....1

§ 1 物質與能.....	1
§ 2 物理現象和化學現象.....	2
§ 3 化學反應.....	3
§ 4 化學的基本定律.....	5
§ 5 化學元素.....	9
§ 6 物質結構的分子運動學說.....	13
§ 7 原子和分子.....	17
§ 8 分子量和原子量.....	19
§ 9 克分子、克當量和克原子.....	23
§ 10 化學符號和元素的原子價.....	24
§ 11 化學式的推演和根據化學式的計算.....	27
§ 12 化學方程式.....	31

第二章 物質的結構.....34

§ 1 電子的發現.....	34
§ 2 放射性.....	36
§ 3 質子、中子和正子的發現.....	42
§ 4 同位素.....	46
§ 5 原子、原子核和電子殼層.....	48
§ 6 原子模型.....	59
§ 7 化學鍵.....	63
§ 8 共價鍵.....	65
§ 9 偶極分子.....	67

第三章 空氣、氧、化合物的主要種類.....71

§ 1 空氣.....	71
§ 2 空氣的物理性質.....	73
§ 3 惰性氣體.....	74
§ 4 氧.....	76
§ 5 臭氧.....	80
§ 6 無機化合物的主要種類.....	82

第四章 氫、化學動力學、水.....92

§ 1 氫、它的製取和性質.....	92
§ 2 化學反應的速度.....	95
§ 3 水、它的性質和應用.....	99
§ 4 自然界中的水.....	106
§ 5 過氧化氫 H_2O_2	110

第五章 溶液	115
§ 1 分散體系.....	115
§ 2 水溶液.....	117
§ 3 物質的結晶狀態.....	122
§ 4 膠體.....	129
§ 5 稀溶液的性質.....	132
§ 6 根據凝固點降低測定分子量(凝固點降低法).....	137
第六章 電離學說	140
§ 1 物質的電離作用.....	140
§ 2 溶液中的離子反應.....	146
§ 3 水的離解和氫離子指標.....	152
§ 4 鹽的水解.....	156
§ 5 化學反應和電流.....	157
第七章 Д. И. 門捷列夫的週期律和元素週期系	165
§ 1 在門捷列夫以前元素分類的嘗試.....	165
§ 2 Д. И. 門捷列夫的週期律.....	167
§ 3 元素週期系.....	170
§ 4 元素週期系的意義.....	172
§ 5 元素週期系的進一步的發展.....	176
§ 6 樂琴射線光譜和元素的原子序.....	177
§ 7 具有現代概念的週期律.....	182
第八章 鹵素	186
§ 1 鹵素的通性.....	186
§ 2 自然界中鹵素的存在.....	188
§ 3 氯.....	189
§ 4 氟、溴和碘.....	192
§ 5 氯的含氫和含氧化合物.....	196
§ 6 氧化-還原反應.....	200
第九章 第 VI 族元素	205
§ 1 通性.....	205
§ 2 硫.....	205
§ 3 硫化氫.....	210
§ 4 硫的含氧化合物.....	212
§ 5 催化作用.....	218

普通化學

第一章 緒論——原子-分子學說

§1. 物質與能

在我們周圍有着許多各式各樣的物體。它們作用於我們的感官，藉着感覺反映到我們的意識中，這一切物體都是物質[哲]的。列寧說過：“物質[哲]是離開人的意識獨立存在的，而能被人的意識反映出來的客觀現實”。

物質[哲]不僅可以從哲學方面作為任何一個客觀現實來研究，也可以從自然科學方面，從它的結構，具體形式，性質等等的觀點來研究。包括化學在內的自然科學也就是研究物質[哲]的自然科學的這一面。

當說到物質[哲]的具體形式和它的個別特性的表現時，通常應用物質這個名稱。鐵、玻璃、橡膠、錫、黏土、水等等都是不同的物質。每一種物質都有一些它所固有的性質作為特徵，藉以和其他物質區別開來。例如鐵是淡灰色有光輝的金屬，能受磁石吸引，還有其他許多特性。

實際上我們總是和任何一些物體有着關係；物體一詞通常指的是空間內物質的有限部分。

不管物體彼此間如何不同，它們都還具有幾種共同的特徵。一切物體都佔有空間的一部分（體積），並且能藉着一定的形態加以區別。物體也具有重量。通過測量確定了物體的重量和它的質量成比例，所以按照物體重量的變化可以斷定它的質量的變化，也由此可以斷定物質數量的變化。

物質[哲]處在繼續不斷的運動之中。運動是物質[哲]存在的形

式。物質[哲]的運動形式是各種各樣的。簡單的變換和有機的生命，電力和思維的過程，分子變化和化學變化——這一切都是運動的具體形式。各種科學的任務就是要認識所有這些運動形式的特性。

依據物質[哲]的運動形式可以辨別機械能，熱能，電能，輻射能和化學能。已經確定，所有的能都可以從一種形式轉變為另一種形式。這時一定量的某一種能總是變為當量的另一種能，因為能量是不生不滅的（能量守恆定律）。

這個定律的基本原理早在 1748 年就由羅蒙諾索夫（Ломоносов）首先提出了。

自然界中的一切物體不斷的變化着。“整個自然界從它最小的質粒開始直到最大的物體，從細沙到太陽，從原生生物（原始的活細胞）到人類，全都處在永恆的發生和破滅，處在繼續不斷的過程，處在無間歇的運動和變化之中①”。

§2. 物理現象和化學現象

物體發生的變化稱為現象。

現象是形形色色的。如果我們把水加熱，它便化汽；而當溫度低於 0° 時水又轉變為冰。不過它的性質，或者說它的組成，在這些轉換的時候並不改變，只要使水蒸汽冷卻，或是把冰加熱，它們就重新變成水。這一點我們很容易親眼看到。用呢布摩擦樹膠棒使它帶電，獲得了能吸引小紙片的新性質，但是樹膠的組成還是保持不變。類似這樣的現象是非常多的。

物質組成保持不變的現象稱為物理現象。

還存在着另一類現象；木柴或煤炭在燃燒的時候生成了熱和光，而燒完以後只剩下少量灰燼；氧化汞加熱得到了氧氣和銀色的液體金屬汞，落在土壤裏面的種子發了芽，過了一個時候變成了樹木。

① 馬克思、恩格斯全集俄文版十四卷 484 頁。

物質發生徹底的變化結果得到了具有新性質的新物質，這種現象稱為化學現象。

化學現象是整個自然界生命力的基礎。化學的和物理的過程決定了我們這行星的組成。也就是這些過程創造了土壤和動植物的組織。化學變化維持了一切有機體的生存，而在有機體死亡之後化學變化也還伴隨着它們。

化學的任務是研究各種物質組成的變化以及發生這些變化的條件。

化學是有關物質及其變化的科學。

§3. 化學反應

化學現象又稱為反應。化學反應是各式各樣的。

有一種場合，兩種或多種物質化合在一起得到另一種或幾種（但數目經常是比原來的更少）的物質，這一類的化學變程稱為化合反應。舉例來說，假使配備一種鐵（7個重量單位）和硫（4個重量單位）的混合物並把它加熱，那麼便會發生有大量熱和光伴隨着的化學反應，結果得到性質全新的物質——硫化亞鐵。化合反應時所得到的物質在組成上往往是更複雜些。

另一種場合由於化學變化的結果，組成複雜的物質分解為兩種或幾種新的，更簡單的物質，這類化學過程，稱為分解反應。水在電流或高溫度的影響之下變成氧和氫的分解反應可以作為這例子來說明。

當進行分解反應時可以得到比較簡單的物質，不過這些物質往往還是複雜的；在適當條件下它們還能分解為更簡單的，用任何化學方法不能再使它分解的物質。這些不能用化學方法再行分解的物質稱為單質。它們是複雜物質的成份，但與複雜物質不同。

還有一類反應，它的結果是複雜物質中的一種成份被另一種所代換，但是最初的物質和得到的物質種數保持不變，這類化學變化稱為取

代反應。

上面列舉的三類反應，在自然界中和在工業上都很少是彼此孤立地發生着的。

物質的化學變化常常有吸熱或放熱的現象伴隨着。

反應結果放出熱量的稱為放熱反應，反應時吸收熱量的稱為吸熱反應。

化學反應時不僅僅會放出熱，常常也會放出光，電以及其他形式的能。

根據能量守恆定律，一切形式的能只有當物質所固有的任何其他形式的能發生變化時才可以形成。當化學變化發生時呈現出來的這一種形式的能稱為化學能，化學能只有在反應進行的時候才能呈現。煤炭燃燒時形成的能，現在用為火車頭，渦輪機及其他熱力機中動力的來源。

煤燃燒時放出的二氧化碳在自然界中並沒有消滅，植物的綠色部分吸收了太陽的能量，從二氧化碳和水組成了木質，並且把太陽能儲藏在它裏面。目前已經確切地知道，煤炭是在幾百萬年以前的遠古石炭時代形成的，它的構成原料是那個時候死亡了的壯大的木賊草和羊齒植物。因此當我們燃燒煤炭時，就是直接利用了木質中的太陽能。

舉一個有趣的例來說，我們從它可以看到能的形式的變化：被植物吸收去的太陽的輻射能，變成了植物裏面潛藏的化學能，而當反應的瞬間後者再變為熱能，熱能隨後又可以變成火車頭裏面的機械能，變成電能。

已經指出，化學能可以轉變為其他的形式。它比較容易變成熱能，因此化學能的變化可以按照反應時放出的熱量來斷定。熱是用卡來量的，據我們所知道，小卡(kcal)是加熱 1 克的水使溫度升高 1°C (從 14.5 到 15.5°) 時所需要的熱量，大卡(Kkcal)則是小卡的 1000 倍。

在特殊儀器(卡計和卡計彈)裏可以進行反應熱的測定。化學反應

放出或吸收的熱量的測量佔了化學中特殊的一章，稱為熱化學。

§4. 化學的基本定律

和物質組成變化有關的現象，尤其是燃燒現象，很早就已經引起了一般研究者的注意，科學家們都設法在觀察的基礎上對這些現象加以解釋。

十八世紀中曾經第一次企圖從理論上解釋燃燒的過程，這便是燃素學說。

根據燃素學說，一切能夠燃燒的物質，在它們的組成中包含着特殊的“火質”——燃素。例如在金屬燃燒的時候便能看到，物質失去了燃素並轉變為不可燃的土色的物質。如果把後者和富於燃素的煤一起加熱，它便會奪去煤的燃素重新變成原先的金屬。還有一個事實也是早就知道的；金屬在空氣中煅燒時重量增加了，用這個學說的假定來解釋，燃素應該具有負的重量。

燃素學說逐漸變成了化學科學發展上的嚴重障礙。在化學形成為一門科學的初期（十八世紀）發生了一個關鍵的問題：當化學反應的時候物質的量會不會改變。這個問題經過長時間始終沒有解決，並成為科學上熱烈爭論的對象。首先解決這個問題的是我們天才的同胞 M.B. 羅蒙諾索夫。

M. B. 羅蒙諾索夫

米哈伊爾·瓦西里葉維奇·羅蒙諾索夫——偉大的自然科學家，唯物論者，俄國特出的百科全能學者：他是化學家，物理學家，地質學家，冶金學家，天文學家，地理學家，歷史學家，經濟學家，藝術家，哲學家，詩人；他也是俄國第一個化學院士。

羅蒙諾索夫自己在化學及物理領域內的天才發現遠遠超過了當時的學者。在祖國的科學和藝術的發展上他貢獻了自己的一生。

羅蒙諾索夫駁斥了燃素學說，聲稱化學是研究物體的性質和變化的科學。他創立了物質結構的原子-分子（“微分子”）學說；研究出氣體分子運動學說和熱的力學理論；發現了並用實驗方法證明了物質和運動守恆的普遍定律；應用了定量的檢驗方法破天荒第一次把化學

的研究和物理數學聯繫起來；他替新的科學——物理化學——奠下基礎，頭一次寫下這門課程的講義，自己講課，並且按照課目進行了實地的練習。

羅蒙諾索夫探究了祖國的天然富源，他解釋了岩鹽的形成，預測了煤炭和石油是起源於有機物的，在其他各種的知識領域內他還有許多發現。

M. B. 羅蒙諾索夫是偉大的愛國主義者，他在臨終的時候說：“我獻出了自己，爲的是和俄國科學的敵人作至死不懈的鬥爭”。

有了無數次極其精確的實驗基礎，羅蒙諾索夫在他的實驗室記錄簿上記載着：“爲了研究金屬的重量是否會由於單純的熱而增加，要在密閉的玻璃容器裏面做實驗，從這些實驗發現有名的羅伯特·波義耳(Poyle, Robert)的見解是錯誤的，因爲當外面的空氣沒有通入時，煅燒過的金屬重量保持一樣”。

羅蒙諾索夫用金屬和空氣的化合作用解釋了金屬煅燒時重量增加的現象。



M. B. 羅蒙諾索夫(1711—1765)

羅蒙諾索夫根據他實驗的精確數據提出了一個定律：“自然界中發生的一切變化都是這樣的情況：從一個物體取去多少東西，在另一個物體便會加上多少東西；因此，如果什麼地方減少了若干物質[哲]，那麼在另一個地方便會增加若干。這個普遍的自然定律也可以擴展到運動本身的規律上去，因為物體藉着自己的力推動了另一個物體，它自己失去多少運動，就有多少傳給了另一個物體，這另一個物體便從它得到了運動”。

遲了多時，法國化學家拉瓦西 (Lavoisier) 才完全證實了羅蒙諾索夫原理的正確性，並且指出了這個定律具有的重大意義。拉瓦西還證明了當燃燒時能和物質化合的只是空氣的一部分——氧氣。

羅蒙諾索夫定律就是現在大家都知道的物質質量守恆定律：

當化學變化時參加反應的物質的質量，恆等於反應結果生成的物質的質量。

因為在地球表面上同一個地方的物質的質量是和它的重量成比例，所以質量守恆定律又可以稱為物質質量守恆定律。

物質質量或重量守恆定律是化學變化中一切計算的基礎。

許多傑出的科學家估計到這個定律的巨大的、科學的、並實際的意義，他們用最精密的天平來檢查這個定律，但是始終沒有發現這個定律有偏差。

這個定律在化學發展上的重大意義，就是它確定了參加反應的各物質之間的定量關係。

法國化學家普魯斯特 (Proust) 研究從不同的天然礦物中得到的化學純淨物質，正如大家所知道的，這些物質完全一樣，而且在每一個單獨場合下都表現了它所固有的一定的特性，如比重，熔化和沸騰的溫度等等。這些性質的數值對於某一個物質是不變的，它們是它的常數。

從普魯斯特的觀察得到了一個原理，這個原理可以表述為定比定律（組成不變定律）。即：任何複雜物質的定性的和定量的組成恆保持

不變，與獲得這物質所用的方法無關。例如化學純淨的水的樣品在一切情況之下都有着同樣的組成，不管是從氫和氧直接合成的，是從天然的芒硝結晶中分離出來的，或是在任何其他的過程中得到的，在所有這些場合下，100 個重量單位的水總是含有 88.89 個重量單位的氧和 11.11 個重量單位的氫。

不論我們以什麼樣的定量關係來配備硫和鐵粉的混合物，當它們進行反應生成硫化亞鐵時，只有 7 個重量單位的鐵和 4 個重量單位的硫相化合。

化學中定量的規律性的更進一步的研究，是和英國科學家道爾頓 (Dalton) 的名字分不開的，他是把元素化合量——以後稱為當量——的概念用到科學上的第一人。

元素與 8 個重量單位的氧或 1 個 (更精確些是 1.008 個) 重量單位的氫相化合的重量稱為該元素的當量。

如果化合物中任何一個元素的當量是已知的，那麼其他元素的當量就很容易從化合物的組成計算出來。

舉例來說，水的百分組成如下：氫 11.1%，氧 88.9%。在這個化合物中 11.1 個重量單位的氫需要 88.9 個重量單位的氧，所以 1 個重量單位的氫就將需要 1 當量 (3) 的氧，寫成比例式：

$$\frac{11.1}{1-3} = \frac{88.9}{x}$$

由此可得：

$$3_{\text{氧}} = \frac{88.9 \times 1}{11.1} = 8。$$

用同樣方法可以求得硫的當量是 16，氯 35.5，鈉 23，碳 3，鈣 20 等等。

有了許多的事實根據，道爾頓發表了當量定律：

各元素經常以相當於它們當量的重量比互相化合。

從這個定律得出了重要的結論：任何複雜物質的成份，都可以用組成它的元素的當量的整數來表示。

從道爾頓的研究還可以得出，兩種元素化合起來往往不僅是生成一種複雜的化合物。在一系列的情況下，兩種元素可以產生好幾種不

同的化合物。在這些化合物中它們的重量比不同。例如在水的組成中氫和氧的重量比是 1:8，而在過氧化氫則是 1:16。

氮和氧的化合物在這方面是十分典型的。下面的表提供了關於氮、氧互相化合的重量比例。

號 數	化 合 物 名 稱	氮和氧重量比	氧 的 重 量 單 位 之 互 比
1	一氧化二氮	14:8	1
2	氧化氮	14:16	2
3	三氧化二氮(亞硝酸酐)	14:24	3
4	二氧化氮	14:32	4
5	五氧化二氮(硝酸酐)	14:40	5

表中所援引的氮的化合物，彼此之間有許多性質迥然不同。互相化合的各元素間重量比的變化對應地引起了新性質的呈現，即量變引起了質變。

道爾頓基於他的觀察在 1804 年發表了倍比定律：

如果兩種元素能組成幾種重量成份不同的化合物，那麼在這些化合物中，和同量甲元素化合的乙元素的重量必為一個最小重量的倍數，並且互成簡單的整數比。

從當量定律和倍比定律得出的結論，證實了作為現代化學基礎的物質結構的原子學說。

§5. 化學元素

多數物質有着複雜的組成，並且在一定的條件下又能分解為它的組成部分。這些不能用化學方法再行分解的複雜物質的組成部份，稱為化學元素。

化學元素也能組成多種單質，例如金剛石，石墨，和煤之間由於許多性質不同，特別是不同的硬度，而致有着本質上的區別，但這些單質都是從同樣的元素——碳——組成的。化學元素能形成幾種單質的性質稱為同素異形性，金剛石，石墨和煤就叫做碳元素的同素異形體。

現在已知的有 100 種元素(參看附錄 1)。每一種元素都具有獨特的,只爲它所固有的性質。

一切元素可以分做金屬和非金屬兩類。金屬類含有 78 種元素,藉着許多共同的性質得以辨別:如金屬光澤,展性,不透明性,優良的導電、導熱能力等等。所有的金屬除汞爲液體外,在常溫之下幾乎都是固體。非金屬類由 22 種元素組成,它們沒有上面列舉的那些金屬的性質。

必須指出,上面援引的金屬和非金屬的區分是有條件的,在兩類元素之間決不能劃定明顯的界限,作爲這一類代表的固有的性質,往往因爲條件變化而表現爲另一類元素所有的性質,所以在這兩類的範圍內只能說是某一種的性質相對地佔着優勢。

出現在地球上的同樣的元素也會在宇宙的其他部分出現。

藉助於特殊儀器——分光鏡來研究太陽和星長的光,不但能夠判斷這些星球的溫度,而

且還可以確定它們的組成。例如氫元素最先是藉着特殊的方法在太陽上面發現的,以後才在地球上找到。在星球(20000—25000°C)和太陽(6000—7000°C)的高溫度下,一切物質都處於氣體狀態。

我們的地球行星最初也是一塊氣體的凝縮物,它和星的宇宙比起來要小得多。它的熱量散失在行星間的寒冷的空間裏,氣層逐漸變冷,它們之中首先變爲小滴液體狀態的是那些最容易液化的物質,即重金屬:鐵、鎳、鈷、鉻等等。由於比重很大,而且整塊又都在旋轉着的緣故,熔化了的重金屬部分便以長約 3200 公里的

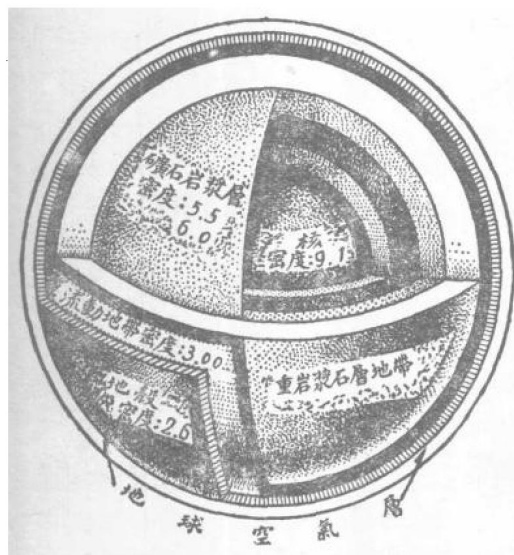


圖 1. 地球的剖面

的半徑形成了行星的核,核的周圍在繼續冷却的過程中又形成了行星的其餘部分,因此地球

核是被好幾層外殼覆蓋着，先是在核上有厚達 1600 公里的礦石岩漿層，而岩漿層的上層又有厚達 1200 公里的岩石層。

地球所有的這些部分稱為岩石圈，直接位於地面上的是由江、湖、海、洋構成的水層，或稱水圈，最後，包在地球外面的是氣層——氣圈這裏還要把生物圈列進去，生物圈是動物、植物等活的有機體的總稱。

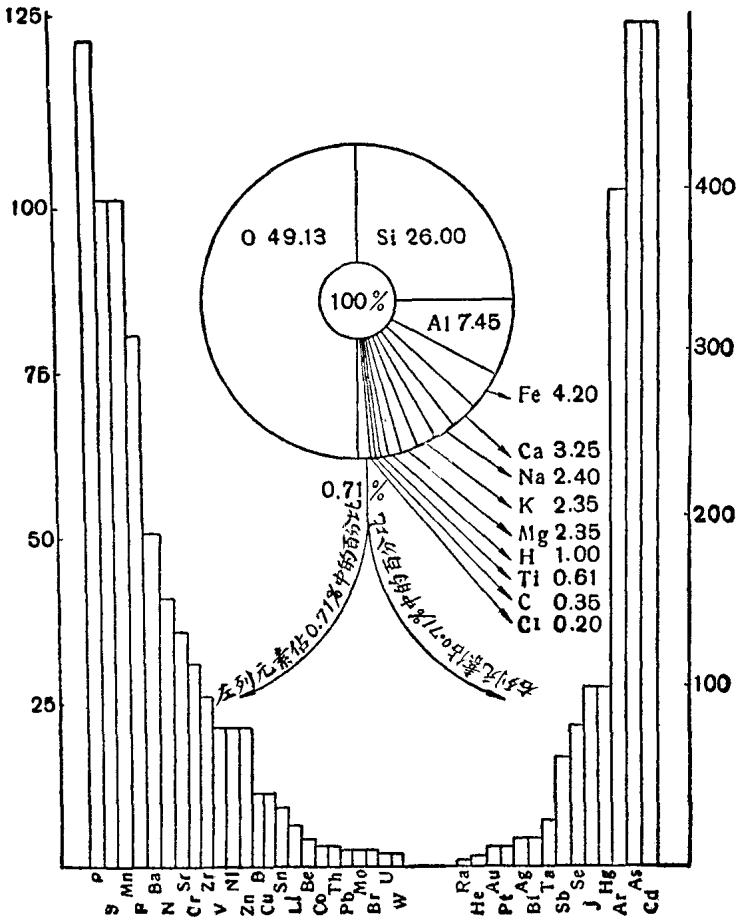


圖 2. 化學元素在地殼中的分佈

這些地質圖的形成大約是在幾十萬年以前由原始的氣體凝縮物構成地球時依次逐漸發生的。

圖 1 大略給了我們關於地球各層構造的概念。

下面是推測出來的我們這個地球行星的元素組成的百分數(參看表 2)：

表 2

鐵	氧	矽	鎂	鋁	鈣	鉛	硫	鈉	鉍	氯	鉀	磷	其他元素
39.76	21.71	14.53	8.69	3.16	2.52	1.79	0.64	0.39	0.23	0.20	0.14	0.11	0.13

現在關於化學元素在氣圈,水圈以及我們可以到達的這部分地殼(深度為 16 公里)中的分佈情況的估計,可以說是已經有頗大程度的正確性。

如果取它們的重量組成為 100%,那麼每一部分的成份大約如下:岩石圈(地殼)93.06%,水圈 6.91%,氣圈 0.03%。

現有的數據指出,化學元素在地殼內的分佈是十分不均衡的;試看元素在我們可以到達的這部分地殼內的分佈情況的另一種比較(圖 2)。

表 3

	氧	矽	鋁	鐵	鈣	鈉	鉀	鎂	氫	其他元素
%	49.13	26.0	7.45	4.2	3.25	2.40	2.35	2.35	1.0	~2.0

地質化學是從事於地殼內元素分佈情況的研究的一門特殊的科學,它基本上是俄國科學家 В. И. 維羅納德斯基 (В. И. Вернадский) 和 А. Е. 非羅斯曼 (А. Е. Ферсман) 所創立的。

В. И. 維羅納德斯基

符拉基米爾·伊萬諾維奇·維羅納德斯基是為研究大自然開闢新途徑的卓越的俄國科學家。他在一定的歷史基礎上創立了化學礦物學,給出了矽酸鹽構造的新理論。他研究作為物質通性的同質多晶現象,探求礦物的形成和結晶的物理及化學條件,以及礦物形成的過程。

維羅納德斯基提供了他的研究,發表了許多關於稀有的和分散的化學元素在地殼中的分佈情況的著作,並指出它們的重大實用價值。他確定了在地殼、石層和礦物中的,受到壓力和溫度影響下的許多化學元素的天然類質同晶物質的變化和換位現象。

維羅納德斯基在化學元素的歷史,它們的地質化學分類,它們在地殼中共生的過程,稀有的和分散的化學元素(包括放射性元素)的分佈,以及矽酸鹽的構造等等方面的經典著作,奠定了地質化學的基礎,並使它發展成為關於地球上原子歷史的科學。

他創始了一個新的研究方向——放射地質學。

他指出在行星的生存中有生命的物質(一切生物)的地質化學的意義,這樣就開闢了地質