

奚 尤 什 金 著

蘇 聯 中學化學教學法

第 一 分 冊

B213/03

人 民 教 育 出 版 社

蘇聯中學化學教學法

(第一分冊)

奚 尤 什 金 著

馬維驥 許印章 程名榮譯

人 民 教 育 出 版 社

本書詳盡地論述了中學的化學教學方法，先從一般教學方法的分析開始，再對逐章的教學方法加以討論，既有理論的根據，又有實踐經驗的介紹，對我國化學教師進行化學教學極有幫助。全書分四篇，共三十四章 第一分冊包括第一篇，共六章。

Д. М. КИРЮШКИН
**МЕТОДИКА
ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ
В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
МОСКВА 1952

本書根據俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國教育出版社
一九五二年莫斯科俄文版譯出

蘇聯中學化學教學法
(第一分冊)

〔蘇聯〕 奚尤什金著

馬維驥 許印章 程名榮譯

北京市書刊出版業營業許可證出字第2號

人民教育出版社出版

北京修羅閣路十號

新華書店發行 北京新華印刷廠印刷

書號：50134 字數：117千

開本：850×1168 1/32 印張：4³/₄

1955年1月第一版

1955年4月第一版北京第一次印刷

1—15,000冊

定價(5)四角七分

目 錄

導 言

第 一 篇

第一章 蘇維埃中學化學課程的內容	11
第一節 對中學化學課程內容的要求	11
第二節 科學性	14
第三節 爲使學生自覺地掌握教材, 必須注意教材的可接受性	18
第四節 敘述的系統性和科學水平	19
第五節 理論和實際的聯系	21
第六節 化學教學中的歷史主義	26
第七節 蘇維埃愛國主義教育	30
第八節 反宗教教育	33
第二章 化學教學法	35
第一節 有關化學教學法的概念	35
第二節 對化學教學法的要求	35
第三節 教條式教學法	40
第四節 例證式教學法	42
第五節 啓發式教學法	43
第六節 講述	47
第七節 化學實驗的演示	48
第八節 直觀教具的利用	53
第九節 鞏固學生所獲得的知識和發展學生熟練技巧的方法	59
第十節 檢查知識的方法 (學生成績的考查)	65
第三章 化學的課堂教學	80
第一節 化學教學的組織形式	80
第二節 談話課	82

第三節	中學化學課中的講演	87
第四節	化學課堂教學的分析	91
第五節	化學實驗室作業	94
第六節	實驗室作業和談話課相結合的課	98
第七節	實驗室作業的組織	99
第八節	對學生的化學實驗提出的基本要求	101
第九節	分析實驗課的方案	104
第十節	學生的筆記	108
第十一節	參觀	110
第四章	化學教師的備課	114
第一節	教學文件的運用	114
第二節	化學課每日授課計劃的編寫	115
第三節	每個課題的教學法的擬定	116
第五章	中學化學實驗室及其設備	119
第一節	化學實驗教室的基本設備	119
第二節	加熱儀器	122
第三節	儀器和裝置	124
第四節	化學器皿和試劑	127
第五節	圖表、圖解、模型、成套樣品	128
第六節	工具和材料	129
第七節	實驗室器材的購置、保管和登記	129
第八節	化學實驗室的裝飾	131
第六章	中學化學的補充作業和課外活動	132
第一節	補充作業	132
第二節	化學課外活動	135
第三節	課外活動的內容	136
第四節	課外活動的組織	144
第五節	化學競賽會	150
第六節	結語	151

導 言

中等學校的化學教學法是教育科學的一個部門，在我國偉大的十月社會主義革命以後，當化學在中等學校的教學計劃中佔有適當的位置時，化學教學法才開始迅速地發展起來。

教學法上最初的某些主導的觀念在偉大的俄國化學家——Д.И. 門捷列夫、А.М. 布特列洛夫等的著作中已經有了。

像Д.И. 門捷列夫的‘化學基礎’和 А.М. 布特列洛夫的‘有機化學通論導言’等這些經典著作，對於使化學形成爲一門科學和使它成爲一門學科都起了很大的影響。

Д.И. 門捷列夫創立了‘化學元素週期表’，它的原理是高等學校和中學中講授系統的化學課程的基礎。

在‘化學基礎’以及Д.И. 門捷列夫的其他許多著作中，鮮明地顯示出化學科學是爲了祖國的幸福和發展而服務的觀念。

А.М. 布特列洛夫的有機物質的結構原理是中學有機化學簡明教程的基礎。

其他俄國學者的科學著作和教育經驗也曾起了一定的作用。例如，天才的講師 А.Н. 萊福爾馬斯基的化學課本曾長時間地被用作高等學校和師範學院學習化學的主要參考書。

С.И. 沙索諾夫和В.Н. 凡爾霍夫斯基的‘化學課本’^①和‘化學初步工作’^②的出版，對於中學化學教學法的發展具有重大的意義。這些書的作者們在確定化學課程的內容及其教學方法上，特別是在中學化學實習作業的組織上，曾經作過不少的工作。

В.Н. 凡爾霍夫斯基課本的第一版發行於偉大的十月社會主義革

① С.И. 沙索諾夫和В.Н. 凡爾霍夫斯基，化學課本，第一版，1914年。

② С.И. 沙索諾夫和В.Н. 凡爾霍夫斯基，化學初步工作，第一版，1907年。

命以前。在十月革命勝利以後的最初年代裏，在蘇維埃學校裏學習的學生就使用這一課本。

B.H. 凡爾霍夫斯基所編的化學實驗技術指導（‘中學化學實驗的技術和教學法’）在化學教學法的發展上具有更重大的意義。這本已經發行到第四版^②的基本參考書，直到現在仍然是化學教師們所用的最重要的參考書。

爲了解決化學教學法上的其他問題，在還沒有出版專門的教學法書籍以前，教師曾經採用自然教學法^③書中的某些材料。

應當指出省會和中心區裏的化學聯合教研組的巨大的和富有成果的工作。通過一系列的化學教學經驗的交流，擬訂了本城或本區的全體教師所用的課時計劃、授課綱要以及其他教學方法上的文件。某些青年工人學校的化學課的工作也具有同樣的性質，他們工作的成果已被廣泛地應用在教育實踐上，並廣泛地爲作者們採用在工人的讀物中。例如M.M. 波波夫和國立莫斯科大學工農速成中學的教師們合著了‘化學實驗室作業計劃和綱要’（‘工農學生旗幟’出版社出版，1926年）。在П.П. 列別捷夫教授等所編著的工人的化學讀物中，蒐集了學生用來進行獨立作業的‘習題’。化學課程的講授就通過這些‘習題’來進行。

雖然由於在所謂的‘道爾頓制’時代對蘇維埃教育學的不正確的估價曾在工人的化學讀物上發生過基本概念的錯誤，但是在這些讀物中，也蒐集了許多化學教學法上的極有價值的材料。

這些工人的讀物，有許多在後來就成爲化學教科書和化學教學法的參考書。

師範學院化學系的建立，對化學教學法形成爲一門科學起着非常重要的作用。在化學系的教學計劃中，把化學教學法和化學實驗技術的實習作業以及學生在中學的教育實習規定爲獨立設置的課程。

教育學教研組和普通化學教研組曾被建議聯在一起來共同編寫

教學大綱以確定中學化學教學法這門課程的內容。

在那一個時期裏，蘇維埃教育學的內容還沒有十分肯定。教學法上的問題主要是在個別的教學法的課程上來研究的。中學化學教學法的經驗也還沒有綜合起來。所以在化學系第一次擬定的化學教學法大綱中包括的主要內容是各章的一般教學法，其中包括：研究教材的選擇原則、教學方法、化學實驗在化學教學法中的作用、教學組織形式、學生成績的計算等等。各個課題的教學法的詳細的研究，並沒有在這個大綱裏規定出來。有的教師甚至認為這樣擬定的大綱是有害的，因為它好像是抑制了教師的主動性，使教師養成使用現成的方案，也就是使用示範課時計劃的習慣。

但是這些意見的錯誤很快地就被揭露出來。

C.Г. 克拉彼溫的‘化學教學法札記’可以認為是偉大的十月社會主義革命以後所寫成的第一本化學教學法。

作者——天才的教師——根據親身的教育經驗和中學化學教師們在教學法這方面所做的工作，蒐集了在當時說來極為寶貴的材料，這些材料在作者去世以後才修改出版。就現在來講，‘化學教學法札記’提供的歷史上的價值要比它在實際上的價值更大一些。

B.H. 凡爾霍夫斯基，Я.Л. 高里德法爾布和Л.М. 斯摩爾岡斯基合著的‘中學化學教學法’（1934年初版）是中學教師所用的第一本有系統的化學教學法。在這本書內包含了對教師極有益的意見。包括着有機化學教學法問題的指示的第二部分，編寫得更為充實。在這一部分內，顯然是企圖給與教師們一些適於中學有機化學課程的每一課題的教學法的指示。這一本書雖然已是相當的舊了，但是其中所包

① B.H. 凡爾霍夫斯基教授，中學化學實驗的技術和教學法，卷1及卷2，教育出版社，1947年。

② 譯者註——現已發行到第五版。

③ B.B. 波羅夫切夫，普通自然教學法原理，國家圖書出版社，1922年。

B.Ю. 烏利亞吟斯基，勞動中學自然教學法，國家圖書出版社，1930年。

K.П. 西爾達夫斯基，學校教學的研究方法，國家圖書出版社，1929年。

含的某些指示即使在目前也還是可以加以利用的。

除了上述的參考書以外，還出版了所謂‘教學法研究’的刊物，其中刊載了示範課時計劃和教學方法的簡短的指示，這些都是根據作者們親身的經驗編寫出來的。這種傳播優良教師經驗的方法，即使所提出的關於教學法的建議還缺乏充分的論證，但是對於根據固定的教學大綱和課本而進行工作的教師們，仍給了極大的幫助。

學校教育研究所全體工作人員在K.Я.巴爾曼諾夫和B.И.斯比濟的領導下所編輯的‘不完全中學化學教學法’使化學教學法的發展更推進了一步①。

1937年和1938年在納爾卡姆羅斯所出版的‘教師助手’論文集內的文章是研究教學法的最有根據的著作。

‘中學化學教學’②雜誌在教學方法上對化學教師有很大的幫助，其中刊載的關於各個課題的教學方法的文章，對更深入地和科學地編製教學法的指示起了推動作用，同時還提出了一系列值得爭論的問題。在這個雜誌的許多文章裏，概括了先進教師們的教學經驗，闡明了好些化學理論上的和歷史上的問題。

C.Г.沙波瓦連科和П.А.哥羅利佐夫所編著的化學教師教學法參考書——‘七年制中學化學教學法’（俄羅斯蘇維埃社會主義聯邦共和國教育科學院出版，1948年）標誌着化學教學法進一步發展的階段。C.Г.沙波瓦連科所寫的書中的前四篇，闡明了一般教育上的和一般教學法上的問題，並闡明了七年制中學化學教學法的特點。在第五篇中，П.А.哥羅利佐夫根據教育科學院出版的教科書，對七年級的每一個課題的教學法都極為詳盡地給了具體的指示。

蘇維埃化學教學法發展簡史的概述，使我們能够知道這一科學的總的方向，這就是使教學法和教育實際問題相聯系。同時也非常清楚地確定了，教學法專家一定要離開沒有充分理論根據的或沒有在學校教學實踐中經過考驗的教學方法的研究。化學教師們對於教

學法書籍的要求增長了，對教育問題的興趣也提高了。

在編寫本書時，作者曾經考慮到化學教學法發展成為一門科學的確定的方向以及化學教師們所存在的問題。根據作者的意見，給開始從事教育工作的教師們以教學方法上的幫助是特別重要的。所以在本書中，對於教學法上的個別問題給以特別的注意，根據中學化學課程的各個課題而給與具體的教學法上的指示。同時作者希望這本教學法參考書也可以給有經驗的教師們以幫助。

不應當忘記，在還沒有化學教學法的基本指南時，教師們並不經常批判地和根據優點來評定自己的經驗。優良的教師常常不能充分地分析自己的教學經驗，而僅僅局限於報導：‘我有這樣好的成績，我非常高興’。

在編寫這一本教學法參考書時，作者曾經利用：第一，作者本人在中學教化學的多年經驗；第二，作者對高等師範學校學生的教育實習的多年觀察；第三，對莫斯科教師工作的研究。從這一個觀點看來，本書可以看作是許多化學教師多年教學經驗的概括。

在本書中所提出的教學法的指示，大多數是在作者的指導下，經過莫斯科和莫斯科省區的中學化學教師們的實踐考驗過的。在這些工作以前，就先作好了以下的一系列的工作：教學大綱中各個課題的科學的教學法的研究，確定每一課題的教學目的和任務，選擇教材，規定講授順序，規定教學的方法，檢驗書上所寫的儀器和實驗，擬定新的實驗，改進和製造新的儀器和直觀教具。

在編寫本書時，作者是以馬克思列寧主義的基本原理和蘇維埃的教學論和教育學的原則以及化學科學本身的主導思想、系統性和邏輯性等作為本書的科學基礎的。

① И. Н. 鮑里索夫, М. М. 高斯切夫等, 不完全中學化學教學法, 教育出版社, 1940年。

② 譯者註——中學化學教學即‘Химия в школе’。

教師們應該根據本書中的這些原則，按照確定的教導任務，自己先對這一節或另一節化學課作好準備，然後再來選擇教材和分析教材。

在確定講授順序時，本書介紹了怎樣遵循教學理論原則以及學科本身的邏輯性。

在這本參考書中非常注意合理地應用化學實驗的教學法。爲了使教材的分量不致過重，作者只研究了一些新穎的或一些和化學實驗技術教科書及參考書中所描寫的極爲不同的實驗。

在一般教學方法上的一系列的問題，像化學課程的內容、教學法和教學的組織形式以及化學實驗室的組織等，在本書的第一篇中都單獨地加以闡明，這就使得在講解個別的教學法問題時，能够引用這一篇裏的各章的知識，以便避免不必要的重復。作者在第一篇中的敘述力求扼要，考慮到高等師範學校學生在教育學和普通自然教學法課程內已經學到的教學理論和一般教學法上的問題。

第一篇

第一章 蘇維埃中學化學課程的內容

第一節 對中學化學課程內容的要求

十九世紀末和二十世紀初期是在理論化學和實用化學方面都有非常重要的發現的時期，這些發現保證了它們在以後的非常蓬勃的發展。

那些在20—30年以前還僅僅認為是科學上的假說，現在已經精確地得到證明。現在不可見的原子和分子世界已不再被認為是爲了化學教學的方便而想出來的科學的假想的結果了。不但這樣，在原子的成分中，還發現了一些新的物理質點：電子、質子、中子、正子，現在對於這些質點存在的真實性也已沒有任何懷疑了。電子學說不僅成爲物理學和化學專家們的財富，而且也已成爲科學通俗讀物的廣大讀者們的財富。

實用化學和化學工藝學中的各種問題的發展，以更大的速度前進着。很好地記住，解決像下列這些工業的科學—技術上的問題，例如：氮的合成、橡膠的合成以及在固體燃料氣化、石油的精煉和天然氣等工業基礎上的有機合成等等，是具有世界意義的。

從過去到現在，物質的化學加工方法曾經有了不少改進，而且今後還要繼續不斷地改進着，連歷史最悠久的生產部門，例如冶金、玻璃的製造、絲織品的製造等等也不例外。

所有這些都應當反映在蘇維埃中學化學學科的內容上。

實際上，教材的範圍和它的性質在最近幾年來已有了很大的改變。早在二十年前就討論過這樣的一個問題：在化學教學的第一年是否能夠向中學生介紹原子學說的原理和化學符號？這樣做是否合理？可是現在，在化學教學開始以後，就用3—4個課時來研究分子學說的

原理。而且使學生獲得了關於分子和原子真實存在的概念，而它們的存在是已為科學所證實的。

在1930年以前，工農速成中學的化學教學大綱裏並不包括週期表的研究。在當時，工農速成中學曾經是補充高等學校學生的主要來源。而在目前，Д.И. 門捷列夫的週期表是中學裏學習化學的指導原理。關於電子學說過去甚至在高等學校的教科書中也只給以最簡單的知識，但是現在中學的高級班的學生就利用電子學說，而化學教學法的專家們現正力圖找出在低年級的課程內就引入電子學說的方法。

過去，在中學的課程內，很少反映實用化學上的一些問題。但是目前的中學學生，畢竟獲得了某些最重要的化學生產上的知識以及實用化學領域中的一些最重要的成就。

要把理論化學和實用化學的發展反映在學科內的想法，為中學教學計劃、學生年齡以及學生所受普通教育程度所限制。在巨大的科學財富中，僅僅很少一部分能包括在學科裏。

化學課程的內容反映在國家制定的教學大綱和教科書裏。但是教師不應當是教科書上的知識的簡單傳達者。

在蘇聯有幾十萬中學生學習着同樣的化學教科書。但是這些課堂教學的效果決不是一致的，這主要依靠於教師，依靠於教師正確地理解和巧妙地完成蘇維埃教育學對於學科內容及教學方法上的基本要求。這些要求是根據蘇聯共產黨及蘇聯政府的政策所決定的中學的基本的教導任務而提出的。

因為蘇維埃中學的基本任務是培養未來的共產主義社會的建設者和成員，而共產主義的理論基礎是辯證唯物主義，所以在蘇維埃中學的整個的教育體系上對於培養學生的辯證唯物的世界觀是特別注意的。為此必須用全面的現代科學知識來武裝學生，指出進入共產主義的最重要的途徑，在學生的意識中培養共產主義思想。所以蘇維埃

中學要求全部學科的教學都有嚴整的科學性和共產主義的方向。

在化學教學中完成科學性上的要求時，不應當和其他教學法原則引起衝突，特別是和自覺性的原則。課程內容的可接受性是學生自覺地掌握課程內容的基本條件之一。學習是學生的智力勞動。爲了使學習成爲創造性的學習，從而使它成爲有興趣的和有效果的學習，教師們就應當考慮到學生們的能力，他們對於普通教育的修養以及他們的年齡特徵。

爲了使化學課程內容富有科學性，它應當包括一定的科學系統知識，同時這個系統知識在教學法上也應當是正確的，這也就是說，應當符合於教學法的自覺性的原則和學生的可接受性的原則。

蘇維埃的人們是把科學當作人類社會一歷史經驗的概括來研究的。因此，在蘇維埃的學校裏，決不能脫離實際地來研究科學原理。所以化學課程的內容應當符合科學和生活、科學理論和社會主義建設實際的相互聯系、相互滲透的要求。

研究發展中的現象可以形成學生的辯證唯物主義的世界觀。所以化學教學必須聯系到化學發展的歷史。

在蘇維埃的學校裏，主要是在教學的過程中來向學生貫徹蘇維埃愛國主義思想教育的。這在作爲中學一門學科的化學課程的內容中，也應當得到反映，同時這也是蘇維埃學校的任務。

蘇維埃國家在文化方面雖然有着巨大的成就，但在我們蘇聯公民的意識中，至今還殘存着不少的資本主義的遺毒。宗教的偏見就是其中非常牢固的和危險的遺毒。所以在化學課程的內容中，反宗教的教育教材也應該獲得一定的地位。

因此，對中學化學課程的內容有如下的一些具體的要求：（1）科學性；（2）可接受性；（3）系統性；（4）理論和實際的聯系；（5）歷史主義；（6）蘇維埃愛國主義教育；（7）反宗教的教育。

第二節 科學性

教學法中的科學性首先是由於所授與學生的知識的可靠性來達成的。任何簡單化的講解以致引起對現象的顯然錯誤的解釋，縱然是暫時的，也應當堅決地予以指責，並在教育實踐中徹底根絕。從這個觀點出發，決不能同意某些教師們的意見，就是在課程的開始，把任何的化學鍵解釋為離子鍵，以後在高年級裏再來糾正這一片面的知識。同樣地也應當指出，關於在七年級所給的鹼性氧化物的被簡單化了的定義：‘金屬氧化物叫做鹼性氧化物’。由於把定義下得這樣簡單，使學生對於鹼性氧化物形成不正確的概念。可惜這類科學的錯誤在教育實踐中還常遇到。

例如，決不能把物質（哲）的哲學概念和化學上的物質或質量的概念混為一談。但是在這一方面也看到有某些粗枝大葉的地方。例如，人們有時把反應物質的質量不變定律叫做物質（哲）不滅定律。

不難預料，這些概念的混淆可以引向怎樣的錯誤。如果注意到，存在於任何體系的質量和能量間的依賴關係，這種關係可以用數學方程式來表示，那麼，根據方程式，假如在那個體系中有能量放出或吸收的話，就必然發生質量的變化。因為任何化學反應都伴同能量的放出或吸收，所以任何化學反應的結果都應當使反應物的總質量增加或減少。而由此可以得出結論（假如我們不區別‘質量’和‘物質（哲）’的概念的話），就是發生化學反應時，物質（哲）或是消失或是出現了。

唯物論哲學的基本要求是不假借於任何附加的條件來研究自然的，這個要求對於研究組成自然界中的各種物體的物質的化學家來講，初看好像是很簡單的。可是實際上，化學教師向學生解釋現象的本質時有時並不那麼容易，特別是那些伴同發生光效應、熱效應、爆炸以及改變物質顏色的化學反應。許多化學現象在學生看來好像是

奧妙莫測的。

教師的任務就是要令人信服地來說明化學現象的唯物的本質。

不應當設想，化學現象的唯物的解釋能够很容易地和迅速地為學生所接受。為了解釋化學反應，教師只得使用不可見的物理的真實存在的世界——分子、原子、電子。在向學生介紹原子—分子學說時，化學教師應當特別小心地注意，不要留下任何唯心主義的可乘之隙。

不久以前的經驗說明，關於在學生的意識中傳播唯心主義觀念的危險並不是想像的，由於對講授原子學說的教學方法上的特殊的見解，致未能明顯地建立起原子和原子量之間的區別，認為兩者只不過是參與反應的物質的重量數值之比。

爲了要把理論的原理奠定在事實的鞏固基礎上，所以在化學課程中應當具有足夠數量的敘述性的教材——物質性質和化學反應等的敘述。

爲了科學地來進行教學並培養學生們的辯證的思想方法，必須研究現象的內在的相互聯系，闡明現象的因果關係。

例如，研究任一化學元素，是要認識那種元素在游離狀態時的性質，它的化合物的性質，那種元素在自然界的存在並熟悉它的製法和用途。如果教師只講解了這些外在的聯系，那麼他僅僅豐富了學生的記憶，而並沒有給他們以化學元素的正確的概念，客觀存在的真實性就不可能正確地反映在學生們的意識中。爲了避免這一點，在研究化學元素時，應當揭露出元素的性質、用途、在自然界的存在以及製法間的因果關係。

同樣地也必須闡明單質（即游離狀態的元素）和它的氧化物、氧化物的水化物以及鹽類之間的衍生關係。在含有同一元素的各種不同化合物中，應當闡明這些化合物由於含有那種元素而顯示出的共同的性質，這種性質是當化合物中含有其他元素時所沒有的。

這樣研究化學元素的方法，需要一定選擇的教材，同時還需要一

定的研究順序。所有這些，在確定化學課程的內容時，都是應當考慮到的。

闡明自然界生物和無生物之間的關係具有極大的世界觀的意義。在講授碳的化學時，也就是講授有機化學時，教師就能夠很圓滿地解決這個問題。

研究物質和現象的內在的相互聯系，能使學生理解表示物質和現象間的全面關係的定律。

研究化學基本定律的教育意義，在許多情形下，要依靠研究這些定律的方法而定。如果教師只限於定律的證實，縱然是證明了，可是他在形成學生的世界觀方面的貢獻還是微不足道的。當教學在這樣的安排下，就是當學生確信自然律是客觀地存在而不是人們假想出來的時候，那麼，效果就將要大得多。這樣，學生就可以確信在現象的一定範圍中，這些定律是一般的規律；確信我們對於這些定律的知識是確實可靠的，但不是完全的；確信對它們深入的認識和與真理的接近要依靠科學的情況，特別是依靠科學的研究方法和科學的技術。

在提出自然律的普遍性的同時，就應當使學生注意到這些自然律的作用受到一定條件的限制。例如，要在一定的溫度範圍內，氫氣和氧氣的相互作用才是可能的。氨、碳的氧化物和有機物質的合成同樣地也須在一定條件下才能發生。

在研究全部化學課程時，教師可以，並且也必須引用足夠數量的例子，像在化學領域中的科學的預見和在生產中化學過程的管理都怎樣利用着化學反應定律的知識。

在學習物理學、化學、生物學時，學生認識了物質（哲）的各種不同的運動形式。

可見的物體的位移是容易直接觀察到的最簡單的運動形式。當然，在研究作為比較複雜的物質（哲）的運動形式的化學反應時，利用力學方面的比擬的說法，可得：化學反應所研究的是原子和電子的位