

高等学校教学用书

普通化学教程

上册

B. B. 涅克拉索夫著

高等教育出版社

高等学校教学用书



普通化学教程

上册

B. B. 涅克拉索夫著

北京大学无机化学教研室

南开大学无机化学教研组译

北京工业学院无机化学教研组

高等教育出版社

本書系根据苏联國立化学科技書籍出版社(Государственное научно-техническое издательство химической литературы)出版的涅克拉索夫(Б. В. Некрасов)著“普通化学教程”(Курс общей химии)1952年第九版改編本譯出,現根据1954年第十一版修訂(原書第九版和第十一版,在內容方面,基本上相同)。原書經苏联高等教育部審定为高等学校化学方面各專業適用的教科書。

中譯本分上、中、下三册出版。

参加本書翻譯工作的有北京大学化学系無机化学教研室張青蓮、唐有祺、苏勉增、叶于浦、孙亦樑、傅棟冉、叶学潔、黃竹坡、叶秀林、刘元方、刘美德、王藝、徐克敏、南开大学化学系無机化学教研組申泮汶、馬維、范秉卓、楊韵娜、李謙初、梁正熹、黎致远、宋銀柱、刘友玖、北京工業学院化工系無机化学教研組李学同、楊玉、程光玲等同志。

普通化学教程

上册

Б. В. 涅克拉索夫著

北京大学無机化学教研室等譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇号

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四号)

京華印書局印刷 新華書店總經售

書号 13010·47 開本 850×1168 1/32 印張 7 8/16 字數 24,000

一九五六年五月北京新一版

一九五六年十二月北京第四次印刷

印數 26,501—34,500 定價(8) 0.86

“在認識論上，正如在科學底其他各個領域中一樣，我們應該辯證地思考，也就是說，不要以為我們的認識是既成的和不变的，而要分析從無知中怎樣出現了知識，不完全、不確切的知識怎樣成為更完全的和更確切的知識。”（列寧）

第一版序言摘錄

在培養化學專家時，普通（無機）化學這一課程具有極為重大的作用：就在這門最先學習的課程中，學生的思維應該迅速地、正確地用到現代的化學方面上去。在培養其他方面的專家時，擺在普通化學面前的任務也是艱巨的。必須使這些專家對整個化學有個扼要的、正確的、現代的觀念。需要特別仔細地擬定和利用一切編寫這個教程的辦法，使這一教程能符合社會主義建設時期的高度要求。

顯然地，首先是應該根據辯證唯物主義的科學方法論來編寫這個教程。從下列恩格斯和列寧的著作的引文中就可以具體地明白這一點：“在形而上學者看來，事物及其在人腦中的反映即概念，是孤立的、不变的、固定的、永久如此的对象，它們應當個別地、彼此不相關聯地被我們所研究”（恩格斯）。辯證法在研究事物及其概念時，“是從它們的相互聯繫、它們的結合、它們的運動、它們的產生和消滅過程”（恩格斯）去進行研究。“形式邏輯……是根據最普通的或最常見的東西來作形式的定義，而且只限于這一點……。辯證邏輯則要求我們走得遠一些。要真正地認識对象，就必須把握與研究它的一切方面、一切聯繫和“媒介”。我們決不會完全地作到這一點，可是要求全面性，將使我們防止錯誤，防止僵化。這是第一點。其次，辯證邏輯要求將对象放在它的發展中，放在它的“自己運動”中。第三，一切人類實踐，無論作為真理的准繩，或作為对象與人類需要之間的聯繫的實際決定者，都要受对象底

完全“規定”。第四，辯證邏輯教導我們說：抽象的真理是沒有的，真理总是具体的”（列寧）。因此，一般說來，應該認為“辯證規律不是从外面帶到自然界中去的，而是在自然界中找到了它，并把它从那里抽出來的”（恩格斯）。

由于我們在关于物質結構問題方面的知識的迅速發展，就使我們必須改造普通化学这一教程。假如在本世紀的头二十五年中理論化学几乎只从事于平衡的研究的話，那末現在重心已被轉移到解釋基本过程進行中的特征上來了。假如以前理論的建立是以分子的剛性为基础的的話，那末今天，相反地，是以其可變性为基础的。所有这些几乎都沒有反映在旧型的教本中，高等学校过去的畢業生也沒有学过（他們現在是我們蓬勃發展着的工業中的領導者和組織者）。然而很顯然的，我們只有在善于应用最近代的理論來迅速地 and 全面地武装廣大的青年專家們的情況下，才能超过先進的資本主义國家。因此，教科書應該这样來編著，以便使“理論工作在武装为社会主义勝利而斗争的實踐者时，不僅僅跟上實踐，而且还要超过它”（斯大林）。

但是只向学生提出更深入地掌握教材的要求是不够的，應該也給他們以达成这个要求的实际的可能性。这个可能性現在得到了充分的保證，因为在中学里已把化学作为一个（占相当大的比重）必修課程。同时很顯然的，如果高等学校的这門課程在性質上和學生們所讀过的比起來沒有（或几乎沒有）区别，而只是材料多一些的話，大学生們对它是決不会感到滿足的。

从上述情况中又可看出根本改革高等学校有关課程的必要性，而其中最急迫的就是普通化学。达到这个目标的途徑，在当前条件下，就是要在普通化学中掌握那些可以被直接用来解釋一般化学資料的化学物理上的成就。在學習本課程后，学生除了得到一定数量的关于事实資料的知識之外，还应掌握关于物質結構近代理論的一些定性方面的基本概念。对于非化学系的学生來說，这样就保證了他們对近代化学

有十分充分的認識。对化学系的学生來說，这样就使他們在以后學習物理化学时有可能將注意力集中到現象的定量方面去。

当普通化学还是一門單純描敘的学科时，它的唯一的任务是从實驗中选取已知事实，并將它們系統化。所得材料用簡單的、教条式的、列举的形式，在独立、瑣碎、往往是相互間并無任何邏輯上联系的标题下叙述出來。这样就鼓励了掌握材料的死板的方式，即形式主义的記憶。

現在，当普通化学已为理論概念充分地充实起來了的时候，它的叙述方法也应该有所改变了。顯然的，必須尽可能向这个方向努力，使整个課程及其各个部分不是一些事实資料与理論条文的罗列，而是一个有联系的整体。所以應該不是去單純地叙述这个課程，而應該是邏輯地展开它。这在研究理論問題时是特別重要的（而同时也是比較行得通的）。將学生的認識过程与所研究的科学會以無比緩慢的步伐走过的路程，尽可能靠近起來，这样做是很好的。因此應該特別小心地避免急躁冒進，不要力求一勞永逸地对付过去某一問題，而把有关这个問題的一切材料“立刻攤出”。

大家知道，人們感到興趣的东西，就最容易和最深入而清楚地被人所認識。为了使“理論之根”失掉它的苦味，因之，必須采用从相鄰知識部門中引進一系列簡短的知識到这門課程里來的办法，來充分着重地指出这个課題对人类实践的意义，使学生对这个科目發生兴趣。同时，当然應該小心地避免叙述的模糊不清，以及坚决地从教本中除去一切多余的“水”，因其存在会妨害注意力的集中。

必須使學生習慣于不單純地記憶教材，而要咀嚼教材。因此，按照學生的進度而改变叙述方式，使它逐步地謹嚴起來，这是很重要的。假如在課程开始时教材就其易懂的性質來說接近于中学基礎教本中的解釋这样做是適當的話，那末在課程終了时將解釋靠近科学論文的体裁就变得有益处了。叙述的方式應該随时要求学生頑強地鑽研教材。同

时,这样地对教材的鑽研就保证了学生掌握課業的实际可能性。

对像普通化学这样一个学科來說,叙述的清晰是起着特别重要的作用的。要使叙述清晰必須用很好地选择和描繪出來的相当数量的說明圖、圖解及曲綫圖來保证(这在利用教科書作兩授与自学之用时特别重要)。在叙述中广泛地利用模型的办法亦可得到特别有效的結果。

只要借助于对模型的了解,就能从一开始把学生引入到近代观念的范围中去,并使他习惯于用这个观点去观察化学现象,而不像二、三十年前那样地去观察它們了。虽然,不言而喻的,对模型的了解不能包括全部化学实验的材料与充分地反映这些材料。但在很多場合下,它們打开了这样的可能性:使初看起来形形色色的資料能系統化,并能推引出一般原理。这些原理可用來預測一切物質在給定条件下的化学变化。从另一方面說,由于对模型的了解能够使学生不去單純地、死板地了解物質的性質(像过去必然地發生过的那样),而在物質内部結構的联系中去了解。这样就創造了先决条件,以發展学生的化学思考力來替代單純地記憶教材。这一点是本課程的基本任务,因为未來的專家們必須不僅知道化学,而且主要的是要掌握它。但是要掌握它只有在这样場合下才有可能,即在課程進行后遺留在学生头腦里的不是抽象的理論以及与理論脫离的記憶的事实資料,而是生动的、清晰的、有关物質内部結構及其性質間的相互关系的情形。顯然的,这是应该努力达到的目标。

課程的編排本身应首先保证它的邏輯的發展的可能性。适用于普通化学的这种編排的自然基礎是門捷列夫的周期律。所以关于这个定律的安置問題是不可能用“或此或彼”(放在开头放在中間或放在最后)的公式來滿意地解决的。要把周期律看作基本的引路綫索,应该在整个課程中遵循它。

由于辯証法的方法論要求教材內容要具有全面性,因之就必須使本課程建立在十分寬廣的理論与实验基礎之上。可是,不言而喻的,一

切在教程中所引述的知識，对培养不同的專家來說是不可能具有同等价值的。因此書中引用了兩種鉛字。大号字只用來排印对掌握課程中某个部分必要的最低限度的知識。小号字則用來排印一切补充材料。这些材料就个别的專業來說才是重要的，或者是基本材料的擴充和加深。后者对于可能应用此書的已經就業的專家是特別需要的：每一个高等学校的教本，必須这样來編寫，使应用者不但在學習时期而且在進一步的实际工作中用作参考書。

兩種鉛字的引用与將小号字排成独立的注有號碼的段落，能大大地擺脫了平常为教本所帶有的“强制批發”的性質。事实上每个教研室在編訂教学大綱时，無論在減縮教程方面（可除去整整的几節）或在擴充教程方面（可將小号字的某些段落包括在必修的范围中），都可得到很大的机动性。就在这样的方式下，一方面在不同的專業的学生之間，另一方面在不同才能的学生之間，特殊的“知識中的平均主义”可被消除了。

本書就是根据上述方針試行編寫的。無可爭辯的，要确切地完全体现这些方針是一个非常困难的任务。除了所有材料的一般的批判性的改造工作外，特別是必須將各个理論概念作重要的修訂，并尋覓在这些理論概念的基礎上解釋事实資料的新的途徑。因此在書中某些地方，將按需要包含着相当多的作者自己的理論探討工作。

1934年5月

上册目錄

第一章 緒論·原子分子學說	1
§ 1 化學的發展過程	1
§ 2 近代化學的萌芽	7
§ 3 原子與分子	11
§ 4 分子量	14
§ 5 原子量	17
§ 6 化學式和方程式	22
第二章 空氣與氧	31
§ 1 空氣	31
§ 2 惰性氣體	36
§ 3 氧	41
§ 4 臭氧	44
§ 5 化合物的主要種類	48
§ 6 純淨物質	51
第三章 關於物質內部結構的基本概念	57
§ 1 原子與分子的真實性	57
§ 2 原子結構的複雜性	61
§ 3 原子模型	67
§ 4 價鍵	73
§ 5 最簡單分子的類型	80
§ 6 分子間的力	85
§ 7 固體的結構	91
第四章 氫與水	98
§ 1 氫	98
§ 2 氫原子	105
§ 3 化學平衡	116
§ 4 水	125
§ 5 水在自然界中的作用	135
§ 6 過氧化氫	138

第五章 溶液	144
§ 1 分散体系	144
§ 2 分子溶液	146
§ 3 溶液的性质	154
§ 4 电离的假说	158
§ 5 电解质的离解	163
§ 6 离子反应	178
§ 7 水解	186
§ 8 化学和电流	192
第六章 元素周期系	204
§ 1 门捷列夫的工作	204
§ 2 周期律的发展	211
§ 3 周期系的结构	215
§ 4 电子结构的类似性	222

第一章 緒論·原子分子學說

§1 化學的發展過程 “科學的發生與發展，從頭起就是被生產所決定的”(恩格斯)。據現在所知道的，關於物質及其變化的科學是起源於埃及——古代的一個技術先進的國家。某些生產部門，如冶煉貴金屬、製造玻璃、染色等，在那裡早在公元以前已經獲得了顯著的發展。除埃及外，美索不達米亞、印度和中國也都是古代的文化中心。



圖1 古代埃及金的加工。

在埃及，化學被當作一門“神明的”科學，整個被僧侶所掌握，對普通人是嚴格保持秘密的。然而一些化學知識畢竟還是從埃及傳播了過去。它們起初經過拜占庭，然後在阿剌伯征服了西班牙後，從阿剌伯傳入了中世紀的歐洲（711年）。阿剌伯人把原來 химия（化學）一字改成 алхимия；即加上了阿剌伯語的特有字首“ал”。алхимия（煉金術）這個名稱後來還拿來表示化學發展史上的一個整個階段。¹⁻³

為了理解歐洲的煉金術的發展特點，就需要簡單地考察一下那些煉金家進行活動的環境。和古埃及經濟管理的集中體系不同，中世紀歐洲的生產極為分散，並且有着狹隘閉塞的特性。它的技術完全是基於父子相傳的秘方上面，不但對科學沒有什麼興趣，而且由於它本身的微小規模和保守傳統，也不能利用科學的材料。同時在中世紀，和東方國家的貿易則已展開得很廣泛。但是主要由於歐洲的封建割據所造成

期的最重要成就就在于此。但煉金家對自己工作的成果保持了最嚴格的秘密，使得後來的研究者不能獲得其中的許多科學遺產。⁵⁻⁸

在十六世紀初，煉金術產生了根本的變化。而在一系列歐洲主要國家內所開始發生的社會結構的改變則是這種變化的先決條件。生產



圖3 煉金家的實驗室。



圖4 煉金家的符號。

力的發展突破了封建制度的狹窄範圍，急劇地加強了年青的、當時還是進步的資產階級的影響；根據資產階級的利益就要利用一切辦法來促使生產的進一步發展以及促進貿易。有了廣泛交流經驗的要求，也有了進行這種交流的可能（由於印刷術的傳播）。同時，主要由於醫藥和日益擴大的工業中的問題所引起，生活本身也提出了一系列新的要求來。

以煉金術的改革者而出現的有巴拉塞爾斯（Paracelsus, 1493—1541）和阿格利柯拉（Agricola, 1494—1555）。巴拉塞爾斯曾寫過：“化學的目的並不是為製造金子和銀子，而是為了製造藥劑”。他認為物質是由三種元質依不同的比例組成的：鹽（肉體）、水銀（靈魂）、硫黃（精神）。疾病產生的原因是有機體中缺乏上述三種“元素”之一種。因此，為了醫病就要在人體中注入所缺少的“元素”。這就使醫學從使用有機藥

品轉而使用無機化合物。巴拉塞爾斯成功地醫療了一系列的病症，促使許多醫生參加到他的學派中，並對化學發生了興趣。而化學因為有了實際的應用，它本身的發展也得到了有力的推動。

阿格利柯拉的工作是在採礦和冶金方面。在他的巨著“論金屬”中，他搜集並概括了在他以前所積累的全部生產經驗（主要是捷克的工業），並將他本人的一系列觀察和研究補充進去。阿格利柯拉的著作作為冶金學方面的基本參考書，先後達二百年之久，其中所提出的幾種礦石檢驗方法到現在還被應用着。



圖5 阿格利柯拉書中的圖畫：礦藏勘測。



圖6 阿格利柯拉書中的圖畫：銀的加工。

阿格利柯拉及其追隨者工作的直接結果，就是使歐洲工業掌握了當時的先進生產方法。就在十六世紀，中歐西歐各國開始了生產的迅速擴張。在這同時，完全獨立的、和煉金家觀念沒有任何關係地發展起來的俄羅斯工業開始成長。有證據可以證明十六世紀時在莫斯科大公國有着相當規模的熔鑄金屬、熬鹽、制碳酸鉀、硝石、火藥等等工業。

到十七世紀，化學實踐已超過了停留在煉金家觀念水平的理論了，矛盾已不能再保持下去。亞里

斯多德的體系久已成為科學發展的障礙，應當把它除去。在1661年起

來反對它的是波義耳(曾確立有名的氣體定律 $pv = \text{常數}$)。波義耳在自己的著作“懷疑派的化學家”里,給了煉金家的觀念以毀滅性的批評。

然而波義耳雖然反駁了煉金家的觀點,却提不出新的一般性理論來,而隨着實際實驗材料的積累,對這樣的理論的需要正感到日益迫切。由於和化學聯繫最密切的是冶金,所以化學家的注意力也就主要指向燃燒反應、氧化還原反應的研究這一方面。根據在這些問題方面已有材料的綜合,產生了新的一般性化學理論,它是在 1700 年左右由史塔爾(Stahl)發展成的。

根據史塔爾的理論,任何能燃燒或氧化的物體里都包含着一种特殊的物質——“燃素”(注:希臘文“ῥιπιογενος”——易燃燒的);當燃燒或氧化時,物體就失去它。這兩種過程的本質就是失去燃素。在被氧化的物質(例如礦石)中加入含有燃素的物質(例如煤),可以得到未氧化的物質(例如金屬)。用這一觀點解釋各式各樣的燃燒和氧化的反應時,燃素學說統一了並且在某種程度上闡明了當時所積累的幾乎全部實驗材料。此外,它引出一系列新的問題,要求科學研究。在燃素學說時代,還發現了大多數的氣體,並對各種金屬、氧化物和鹽也做了詳盡的研究。然而燃素理論的主要功績是徹底地清除了亞里斯多德的陳腐觀念。

燃素理論的基本困難就是在於:所有被氧化的金屬總是比未氧化前要重些。但是這和預期的恰好相反,因為當被氧化時金屬應當失去燃素。曾企圖用燃素有“負重量”來說明重量的增加,但這顯然是太不足信了。在無數試驗中從來沒有見到過任何一次能夠分離出燃素來並加以研究的。日益增多的新發現或是不能和這理論相符,或是要借助各種補充假定才能和它相符,而這些假定又是和這理論的基礎相矛盾的。因而最後燃素理論在統治了幾乎百年之後,就從科學進步的因素一變而成為科學進一步發展的障礙了。

补 充

1) 根据發掘美索不达米亞的古代城市时所發現的用楔形文來寫的碑表上的記載,可以确定在这地方早在公元前 3000 年就已經从礦石中提煉鉄、銅、銀和鉛了。所獲得的金屬有一部分經由海运出口到其他國家去。根据所有的証明,美索不达米亞的技術文化是和埃及的密切相联的。

在中國和印度,各种的化学生產部門也是早在公元前很久就已存在了。特別是印度學者卡悟奇拉(Каутилай)(公元前三世紀)的著作,包含了一系列化合物及其制备方法的記載。中國學者魏伯陽(漢代,二世紀人)的“參同契”則是特別有关煉金術的名著中最古的。在中國,想从其他金屬中制取黄金的企圖大概是在公元前 300 年就有了。

2) 古埃及的科学發展,在公元前三世紀的时候达到了这样的高度,终于在亞力山大城建立起一座科学院來。像欧基里德(Эвклид)、阿基米德(Архимед)、托勒玫(Птоломей)等著名學者,都是那里不同时期的院士。为了形容这个世界上第一个科学机构,只需指出僅是那裡的圖書館就藏有多达七十万卷的手抄稿。謝拉比斯(Серапис)庙是为研究“神聖的藝術”——化学的專門建筑。

在公元 391 年,亞力山大科学院遭受到嚴重的打击,某些建筑物(尤其是謝拉比斯庙)受到了宗教狂信者的破坏,圖書館也被焚毀了。此后,不少學者就从亞力山大迁移到都吉沙尔(Джудд-Шарур,伊朗南部),那里在公元四世紀時也已建立起科学院。

上述的兩個科学院一直存在到公元 639—640 年,那时阿剌伯人征服了埃及和伊朗,徹底毀滅了那兩個科学院。从科学院里創造出來的科学遺產沒有完全流傳給我們。但其中一部分被阿剌伯人所掌握,然后輸入到欧洲大陸。另一方面,有一部分埃及文化在更早以前經过君士坦丁堡輸入到欧洲;这座城市从 396 年起成为版圖擴及埃及和希臘的拜占庭皇朝的京城。大家知道的,其中有着希臘人左西瑪(Зосима,四世紀)的特殊百科全書,它包含有用密碼寫下的某些化学操作方法。

3) 第一位卓越的阿剌伯煉金家是查比尔·依本·盖安(Джабир ибн Гайан,721—815),在中世紀欧洲的文獻中他是以蓋倍尔(Гебер)这名字著名的。他發現了硝酸,并且还制备并研究了許多鹽类。他的关于煉金方面最重要的著作是“七十書”和“論毒藥”。和后来大多数煉金家的著作相反,這兩本著作都是用簡單明确的文字寫的。

4) 亞里斯多德的圖式中的“基本元素”,还在他以前就由希臘哲学家安比德克羅(Эмпедокло,公元前 490—430 年)提出來。几乎同样的观念在很早以前就在中國產生了。还在紀元前十二世紀的古中國的手抄稿中就提到了五種“基本元素”(五行)——金、木、水、火、土。

“最古的希臘哲学家同时也是自然科学家”(恩格斯)。亞里斯多德給了自然科学特別巨大的影响。作为古代最大的霸主——馬其頓的亞歷山大(紀元前 356—323 年)的教師和朋友,亞里斯多德有着難能可貴的机会从各方面去認識当时最先進國家的文化。他的無數著

作綜合概括了他那時候科學知識的全部總和。後來的天主教會把亞里斯多德的智慧奉為“神明”，把它認作無可置辯的權威，在整個中世紀，他的著作也就被當作權威看待。“僧侶殺死了亞里斯多德的著作中的活的东西，而使死的东西得到了永生”(列寧)。

按照亞里斯多德的說法，“只要它們的組成彼此相近，所有金屬都能互相轉換”。就是根據了這個論斷建立起煉金家對於從其他金屬制取黃金的可能性的不可動搖的信念。

5) 中世紀卓越的煉金家之一是著名的塔吉克學者依本辛納(Ибн-Сина, 980—1037)，在歐洲的文獻中他是以阿維真納(Авиценна)這名字聞名的。有如關於金屬性質的煉金家學說，就是他發展的。依本辛納寫道，每一種金屬都是由汞和硫組成的。汞是金屬性質的載體(光澤、可燃性、展性等等)，而硫則和金屬在火的作用下的多變性有關。根據這些“基本元素”的相對分量，可有各種不同的元素。由此可見，汞和硫是被煉金家當作一定“要素”的代表者而不是當作真實的物質來看待的。

6) 歐洲最著名的煉金家有阿爾貝特·馬格努斯(Albert Magnns, 1193—1280年)、羅吉爾·培根(Roger Bacon, 1214—1294年)和雷蒙特·魯爾(Raymond Lull, 1235—1315年)。羅吉爾·培根在他的著作“煉金家的圖像”里，曾給煉金術下了一個定義：“煉金術就是一門敘述如何制備某些靈藥的科學，當這些靈藥被投在金屬或不完美物質上的時候，能夠在接觸的瞬間使後者變成完美的”。

7) 大部分中世紀煉金家留傳下來的著作是用相當模糊的字句記述的，其中化學充滿着神秘的色彩，以致常常變得完全無法解釋。我們在這裡舉出一個比較不算最複雜的製造“哲人石”的配方為例：(1)我們用物體和水銀作用得A。(2)把A加倍加熱，令其濃縮並消化。(3)經濃縮、消化後，放置之。(4)放置後，再分割之。(5)分割後，再提純之。但究竟A和“物體”所指的是什麼，却要留給讀者們自己去猜想。

8) 煉金家受到傳統因襲的深刻影響，可以從下面有趣的事實得到說明。在公元十六世紀的時候，煉金家已經知道了金屬錫，但是他們長期地拒絕承認它是金屬，因為在天上已沒有更多的行星和它相對應。事情是這樣：煉金家認為由埃及人發現的七種金屬是和太陽系的七大行星密切相關，不能分開的：

金	銀	銅	鐵	錫	鉛	汞
日	月	金星	火星	木星	土星	水星

這種竊稱承認錫是單個金屬的情況是由於天文學(星占學)對煉金術的巨大影響所造成，它給予許多煉金操作和煉金家的著作以神秘的性質。

§2 近代化學的萌芽 作為一門精確的科學，化學還是在燃素理論占完全統治的時代誕生的。它的產生的更確定的時間，可以認為是在十八世紀四十年代，當時 M. B. 羅蒙諾索夫在理論上發展了分子-原子觀念(1741年)，並第一次表述了質量不減定律(1748年)。這一基本