

基本館藏

76120



苏联药剂士、衛生医士、檢驗員学校教学用書

無 机 化 学

人 民 衛 生 出 版 社

341 76120
516/4066

苏联藥剂士、衛生医士、檢驗員学校教学用書

無 机 化 学

И. Г. 吉里別尔格 著

李廣平 黃蔚青 譯

魏玉蘭 潘玉良

舒重則 劉家菴 校

人 民 衛 生 出 版 社

一 九 五 六 年 • 北 京

И. Г. Зильберг

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
(УЧЕБНИК)

Управлением
средних медицинских учебных заведений
Министерства здравоохранения Союза ССР
рекомендован для фармацевтических,
санитарно-фельдшерских школ
и школ медицинских лаборантов

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Медгиз • 1950 • Москва

無 机 化 学

开本：850×1168/32 印张：9 7/16 插页：2 字数：255 千字

李廣平 黃蔚青 等譯

人 民 衛 生 出 版 社 出 版

(北京書刊出版業營業許可証出字第〇四六号)

• 北京崇文区磁子胡同三十六号 •

上海永祥印書館印刷 • 新華書店發行

統一書号：14048·0880 1956年7月第1版—第1次印刷
定 价：(9) 1.20 元 (上海版) 印数：1—12,109

序 言

本教本基本上系按照藥劑士學校的教學大綱編寫而成。安排教材時我們特別注意到有醫療價值的無機化學藥品，同時也盡可能注意到對醫藥方面有意義的一般化學理論和實際問題。由於考慮到原子能的意義和廣大社會對此問題的興趣，我們在本教本中添入了關於原子核結構和原子能的一章。

在中等專科學校的無機化學課程里，應如何安排教材——理論性的和敘述性的——的順序，是一個重要的並且沒有完全解決的問題。在本教本中，我們基本上遵照藥劑士學校的教學大綱所規定的教材安排順序。不過，在個別的問題上，我們仍認為有必要背棄原定的順序。例如，阿佛蓋特羅(Avogadro)氏定律及其推論在教學大綱中本來是與原子-分子學說分立的，我們則認為是可以把它們包括在原子-分子學說的同一章里面。[膠體溶液]這一課題，在教學大綱中几乎是放在課程的最初部分，但我們則仿照其他化學課本所採取的順序，把它移到課程的後半部分。我們認為這樣的變動是必要的，能使學生對該課題更易理解。

關於氧化-還原反應，在全課程中都是以電子理論的觀點來闡述的，因而在課程的開始就已經有必要對原子結構和分子形成的現代理論作一扼要的介紹。而對於原子結構理論的更詳盡的闡述，則放在課題的後半部分，俟在敘述了Д. И. 門捷列夫的週期律之後，與該定律聯繫起來講述。由於考慮到一年級學生的課業水平和教學大綱所要求的分量，上述各問題都是以簡單和初步的方式來闡明的。

為了顧到敘述的順序，對於某些個別的問題，並不是在實際談到它們的那些章節中，而是在課程的以後部分，才加以更詳細地敘述。例如，關於當量溶液及其意義的問題，一年級學生在頭一學期里(題目為[溶液])恐怕未必能夠領會，因此，我們就把這一問題移至本教本的后半部分。

在本教本中我們未列入習題、問題和實驗，因為近年來已經出現了很多這方面的專書，藥劑士學校亦可以採用。此外，因為還需要考慮到本教本所提供的篇幅。

本教本所有的插圖多半從其他相當的書本中借用。

本教本不僅適用於藥劑士學校，也可供藥房工作者轉業和進修的各种訓練班採用。本教本酌量加以縮減，我們認為還可以適用於中等醫學校。

著 者 一九五〇年三月

目 錄

序言	6
第 一 章 化学的基本概念和定律	1
§ 1. 化学的对象和意义	1
§ 2. 化学反应的种类。简单物质和复杂物质。混合物和化合物	3
§ 3. 质量守恒定律	6
§ 4. 能量守恒定律。化学能	10
§ 5. 米哈依尔·華西里耶維奇·罗莫諾索夫	12
第 二 章 原子-分子学說	15
§ 6. 物质的粒状結構	15
§ 7. 道尔顿的原子学說	16
§ 8. 原子学說的进一步發展	18
§ 9. 阿佛盖特罗定律	20
§ 10. 分子量和原子量的測定。克原子和克分子	22
§ 11. 化学符号，化学式和化学方程式。根据化学式和 化学方程式的計算	26
§ 12. 化合物分子式的推定	30
§ 13. 化合价(原子价)	31
§ 14. 根据元素的化合价寫化学式	33
§ 15. 結構式	33
§ 16. 物质的三态	34
§ 17. 原子的結構和分子的形成	37
第 三 章 水	43
§ 18. 水	43
第 四 章 溶液	48
§ 19. 溶液	48
§ 20. 結晶水合物	54
§ 21. 溶液的滲透压、沸點和冰點	56
§ 22. 溶液和化合物	58
第 五 章 氢。氧	59
§ 23. 氢(Hydrogenium) H	59

§ 24. 过氧化氢(Hydrogenium peroxydatum) H_2O_2	63
§ 25. 氧(Oxygenium) O	65
§ 26. 臭氧.....	69
§ 27. 氧化-还原反应	71
第 六 章 无机化合物的分类	73
§ 28. 金属和非金属.....	73
§ 29. 氧化物.....	74
§ 30. 酸.....	76
§ 31. 碱.....	79
§ 32. 中和作用.....	80
§ 33. 盐的种类.....	81
§ 34. 酸、碱和盐的制法。无机化合物的分类.....	84
第 七 章 化学反应的速度。化学平衡	86
§ 35. 化学反应的速度.....	86
§ 36. 质量作用定律.....	87
§ 37. 不可逆反应.....	88
§ 38. 可逆反应。化学平衡.....	89
第 八 章 卤素	92
§ 39. 食盐.....	92
§ 40. 氯化氢和盐酸.....	92
§ 41. 氯(Chlorum) Cl	94
§ 42. 氯在战争中的应用。各种毒气及其防御.....	97
§ 43. 溴(Bromum) Br	98
§ 44. 碘(Iodum) I	100
§ 45. 氟(Fluor) F.....	102
§ 46. 卤素的含氧化合物	103
§ 47. 卤素的通性	105
第 九 章 硫和硫的化合物	107
§ 48. 硫(Sulfur) S	107
§ 49. 硫化氢	109
§ 50. 二氧化硫	111
§ 51. 硫酐和硫酸	113
§ 52. 硫酸盐	116
§ 53. 硫酸的制造	118

§ 54. 硫代硫酸鈉	120
第 十 章 空气。惰性气体	123
§ 55. 空气	123
§ 56. 惰性气体	124
第 十 一 章 氮族	126
§ 57. 氮(Nitrogenium) N	126
§ 58. 氨。銨鹽。氨和銨鹽的用途	127
§ 59. 工業上的制氨法	131
§ 60. 氮的含氧化合物	133
§ 61. 硝酸的制法	135
§ 62. 硝酸和硝酸鹽的性質及用途	138
§ 63. 自然界中氮的循环	142
§ 64. 磷(Phosphorus) P。磷的制法、性質和用途	143
§ 65. 磷的化合物及其用途	145
§ 66. 砷(Arsenicum) As 和砷化合物	149
§ 67. 砷化合物的用途	151
§ 68. 銻(Stibium) Sb	152
§ 69. 鉍(Bismutum) Bi	154
§ 70. 氮族元素的通性	155
第 十 二 章 碳(Carboneum) C 和碳的化合物	157
§ 71. 自然界中的碳。碳的物理和化学性質	157
§ 72. 吸附作用。活性炭	159
§ 73. 碳酐和碳酸	161
§ 74. 碳酸鹽	162
§ 75. 一氧化碳。光气。二硫化碳	167
第 十 三 章 硅。硼	169
§ 76. 硅(Silicium) Si 和它的化合物	169
§ 77. 玻璃	172
§ 78. 硼(Borum) B	174
第 十 四 章 元素的週期系	177
§ 79. Д. И. 門捷列夫的週期律和元素週期系	177
§ 80. 德米特里·伊凡諾維奇·門捷列夫	184
§ 81. 鐳及其性質	188
§ 82. 原子結構和元素週期系	191

第十五章 电离理論	198
§ 83. 酸、鹼和鹽的水溶液的特性	198
§ 84. 溶液的導電性	198
§ 85. 电离學說	200
§ 86. 电解的機構	202
§ 87. 离解度。強電解質和弱電解質	204
§ 88. 从电离學說的觀點來看酸和鹼	207
§ 89. 离子反应和离子方程式	209
§ 90. 鹽的水解	211
第十六章 膠体溶液	215
§ 91. 分散系。懸浮液和乳濁液	215
§ 92. 膠体溶液和眞溶液	217
§ 93. 制备膠体溶液的方法	219
§ 94. 膠体溶液的安定性, 凝聚作用	221
§ 95. 保護膠体	223
第十七章 金屬(總論)	224
§ 96. 金屬的物理和化学性質	224
§ 97. 合金。金屬和合金的意義	226
§ 98. 自然界中的金屬及其提取法	228
第十八章 週期系第一族金屬	230
§ 99. 第一族金屬的通性	230
§100. 鈉(Natrium) Na。鉀(Kalium) K	230
§101. 鈉和鉀的化合物	232
§102. 銅分族。銅(Cuprum) Cu	235
§103. 銀(Argentum) Ag	238
§104. 金(Aurum) Au	240
第十九章 週期系第二族元素	242
§105. 第二族元素的通性	242
§106. 鎂(Magnesium) Mg	243
§107. 鈣(Calcium) Ca	244
§108. 鋇(Barium) Ba	247
§109. 鋅(Zincum) Zn	249
§110. 汞(Hydrargyrum) Hg	251
第二十章 鋁。鉛	256

§111. 鋁(Aluminium) Al	236
§112. 鉛(Plumbum) Pb	259
第二十一章 鉻. 錳	263
§113. 週期系第六族元素的通性	263
§114. 鉻(Chromium) Cr.....	263
§115. 錳(Manganum) Mn	268
第二十二章 鐵(Ferrum) Fe 及其化合物.....	274
§116. 自然界中的鐵	274
§117. 鐵的冶鍊	275
§118. 鐵的物理和化學性質	278
§119. 鐵的化合物	278
第二十三章 原子核	284
§120. 原子核	284
§121. 同位素	287
§122. 原子核的蛻變。原子能.....	289
附錄 重要元素的原子量表	293

第一章 化学的基本概念和定律

§ 1. 化学的对象和意义

整个世界——地球、動物、植物、星辰等等——以及世界上不断發生的种种現象(有机体的發生、成長和死亡,江河的流動,火山的爆發,季節的更替,燃燒等等),結合起來構成物質^①的總的概念。

在物質的世界里,一切都是相互联系地依存着。物質不依賴於人們的意識而存在。它在我們出生以前已經存在了,在我們死后仍將存在着。我們認識物質,全靠我們的視覺、听觉、觸覺等感覺器官。在日常生活里,我們接觸着各种不同的物体。動物、樹木、桌子、杯子、刀子、土塊、冰塊——所有这些都是不同的物体。構成物体的材料,称为物素。杯子可以破成碎片——杯子是不復存在了,但留下了做成杯子的物素——玻璃。某些物体由同一种物素構成,例如玻璃杯、玻璃瓶、墨水瓶等,都可用同一种物素——玻璃制成。另外的某些物体則由一些不同的物素構成。

物素——天然的和人工制造的——形形色色,種類繁多。例如水、鉄、硫、氯、玻璃、一氧化碳、苏打等等,各是一种物素。

种种物素在性質上各不相同。我們根据物素的特性,如色、臭、味、比重,以及根据它們对動物机体所呈的生理作用等等,去辨别它們。在一定条件下,每一种單独的物素,都顯示着固定的性質。例如水,这物素的本身是無色透明的液体,在 0° 時變成冰, 100° 時化為蒸气, 4° 時密度最大,同時还可以举出其他一系列水所特有的性質。把这些性質歸納起來,就可以把水和其他任何物素區別開來。

在自然界中,極少能遇到完全純粹的物素。天然的物素通常都或多或少地夾雜有其他物素在內。例如,天然的水常常含有溶解的鹽類、二氧化碳以及其他雜質。

含有雜質的物素,其性質与純粹的物素不同。因此,当研究一

^① 俄文 Материя 和 Вещество 二字一般都譯作「物質」。本書特把前者譯成「物質」,后者譯成「物素」——譯者註。

种物素時，必須預先清除其中所含的雜質。

在自然界中，一切都在運動着，一切都在变化着。各种物素，經常受到种种可能的变化。在物素不断地改变和变化的过程中，人們也積極地参加着。某一些变化，僅僅改变了物素的外貌和形态。另一些变化，則能產生更深刻的改变——生成具有新性質的新物素。水在加熱時，化为水蒸气；水蒸气冷却又变成液态的水。在这些变化中，水这物素並未改变。如把硫點火，則硫便燃燒。這時硫与空气中的氧化合生成新物素——二氧化硫，是一种气态的、有毒的、帶有刺激性臭味的物素，与硫和氧大不相同。

凡在变化時，產生物素的根本改变，也就是从某些物素生成性質迥異的其他物素時，这一類的变化称为化学变化，或叫化学反应。所謂化学，就是研究这一類变化的科学。因此，化学所从事研究的就是从某些物素生成其他物素時的物素变化。同時，化学也研究物素的組成、内部結構和性質。

人們研究物素的化学变化，研究这些变化發生的条件和趨向，力求掌握这些过程，使它們为自己的目的服务。總之，化学的基本任务，是和任何其他科学一样的。化学在現代生活中具有重大的意义。从天然的原料——礦石、煤炭、植物、石油、砂、空气、天然鹽類等——經過在种种工厂以及實驗室的化学加工，人們就可制得必需的和貴重的產品，如各种金屬、礦物肥料、染料、藥剂、肥皂、火柴、玻璃等等。住屋的取暖，火車和輪船的行駛，食物的烹煮，皮革的鞣制，各种衛生設施以及其他許多方面，也都是以化学过程为基础的。

远在二百年前，偉大的俄罗斯学者 M. B. 罗莫諾索夫就曾卓越地指出了化学的巨大意义：化学廣泛地为人類的事業服务。人類掌握着物質的運動規律，尽量应用自然界中已發現的規律來为自己的目的服务，这样就得到物質的和文化的發展的最大可能性，而这种發展是沒有止境的。但是在階級社会里，許多在科学上和技術上的偉大成就，往往只对統治階級有利，對於全体勞動人民却毫無裨益。

只有在社会主义社会，像在我們苏联，所有勞動人民，都關心

着为全体人民謀幸福的科学和技術的巨大發展。

我們的五年計劃提出大規模發展苏联國民經濟和文化的任务，來为全体人民謀福利和建設共產主义社会。为了实现这些計劃，需要大量的各种物資：農業肥料、建設材料、各种燃料、衛生用品、各种織物、紙張、染料等等。这些產品大多數都要以天然原料經化学加工后制得。因此，化学工業和化学科学在我國有巨大意义。它的偉大作用，尤其在於建立我國強大的國防資源，來防禦敵國的侵略。

許多極重要的藥物(樟腦、氯仿、氨苯磺胺、碘、阿的平、阿司匹林、匹拉米莖、溴鹽類和碘鹽類等等)都是化学工業的產品，由專門的化学制藥工厂制造。在革命前的俄國，几乎完全沒有化学制藥工業。藥品都要向外國、主要是德國購買。當時的俄國對於居民的醫藥供应，完全仰賴外國。但在苏联，情况已經根本改变，所有種類的藥劑，我們現在都能在自己的苏維埃工厂及實驗室里制造了。

§ 2. 化学反应的種類。簡單物素和複雜物素。 混合物和化合物

化学反应的種類極多，在研究化学時我們會遇到各式各样的化学反应，但基本上可分为兩類：化合反应和分解反应。

首先我們來認識一下分解反应。在試管內放入少許氧化汞的紅色粉末。把試管斜夾在鉄架上(圖1)，並把氧化汞加熱。加熱時可以看見紅色的物素变为黑色。把陰燃的小木片放入試管里，木片立即旺燃起來。这就表明試管里面有氧。因为氧有助燃的本領。在冷的試管壁上，我們可以看見發亮的小圓滴，这是另外一种物素，称为汞。这样，已經發生了化学反应，由一种物素——

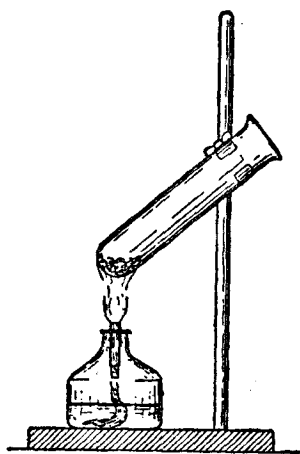


圖 1

氧化汞——变成了二种新物素——气态的氧和液态的汞。

由一种物素生成二种或几种新物素的反应，称为分解反应。

氧化汞能分解为二种新物素——汞和氧。凡是在化学反应中能分解成为几种其他新物素的物素，称为複雜物素。因此，氧化汞是一种複雜物素。我們已經知道的極大數量的物素都是複雜物素。从氧化汞分解而得的汞和氧，都不能再用普通的化学方法把它們分解为任何其他物素。这就是說，汞和氧都不是複雜物素。这些如汞和氧，凡是不能用化学方法分解为更簡單的、同时又成为複雜物素的組成部分的物素，称为元素。水可以分解为氧和氫，食鹽可以分解为鈉和氯。氫、鈉和氯都不可能再用普通的化学方法分解为任何其他物素了。所以，汞、氧、氫、鈉、氯都是元素。現在已知的元素一共有 90 种^①。由它們構成了我們已經知道的所有數量很大的各种各样的物素。

元素从複雜物素中分离而出，成为游离状态時，称为簡單物素。例如，呈游离状态的汞、氧、氫、鈉、氯和鐵，都是簡單物素。

元素，在組成了化合物之后，便失去其在游离状态（簡單物素状态）時所具有的性質。例如游离状态的氧是气态的物素，能助燃，但組成氧化汞的氧，則不是气态物素，且無助燃性。游离状态的鐵有金屬光澤，有展延性和被磁鐵吸引的性質；但組成任何複雜物素的鐵，例如，硫化亞鐵中的鐵，就沒有这些性質。

由於簡單物素在某些性質上与元素有區別，因此不可以認為，例如氧化汞是由簡單物素——汞和氧組成。即氧化汞乃是由汞和氧的元素組成，而不是由簡單物素組成的。从上所述也可得出結論：簡單物素由一种元素組成，複雜物素則由數种元素組成。

上面我們已經認識了分解反应，現在要來認識一下另一類型的反应——化合反应。我們取硫粉 4g 和鐵粉 7g 混合。把这混合物的一小部分放入有水的試管內並加以搖動。我們看出这混合物中顏色較黑的一部分（鐵）沉於管底，另外較黃的一部分（硫）則浮在液体表面。这表示，我們所制备的混合物，按其本性來說不是均一的物素，而是由性質不同的部分組成的。其次把那混合物的另一部

^① 現在已知的元素連人造元素在內已有 101 种——譯者註。

分倒在紙上並拿磁鐵靠近它，混合物的大部分便粘附在磁鐵上。小心地把磁鐵在紙上輕輕抖動。這時可以看見鐵仍被磁鐵吸住，但硫則掉落在紙上了。这也証實我們的混合物並不是均一的，而是由性質不同的部分組成的。然後再把所製備的混合物的一部分倒入一個乾燥的試管里，把它夾在鐵架上，並在試管底部加熱。當混合物剛剛被燒紅時，立刻把燈頭（或酒精燈）移去。這時試管里混合物的熾熱會繼續一些時間。等到試管冷卻後，自其中取出凝結的物塊。所得物素既不同於原來的混合物，也不同於鐵或硫了。試把這物素再來分離為鐵和硫。實驗會證明，無論加水去搖動或用磁鐵去吸取，都不能把它分為各別的部分了。即由鐵和硫的化學反應結果，得到一種具有新性質的新物素，這些性質與鐵和硫的性質都不相同。這種物素稱為硫化亞鐵。

由二種或數種物素生成一種新物素的反應，稱為化合反應。所生成的硫化亞鐵，是由二種元素——鐵與硫組成的複雜物素。上述的反應，是在加熱之後開始的，但當我們停止加熱時，反應的物素能繼續保持熾熱。因此，鐵與硫的化學反應，伴有放熱作用。極大多數的化學反應，都有熱能放出，所以放熱也是化學反應的一種特徵。不過，在某些化學反應中，也常有相反的情況，要從外面吸收熱能。

如果我們所取的鐵或硫數量不同，例如 10g 的鐵和 4g 的硫，則鐵與硫之間的化學反應仍能發生。但在這種情況下就會有 3g 的鐵剩下不變，也就是說，沒有參加反應。可見，鐵與硫生成硫化亞鐵的化合反應，只能在嚴格一定的重量比例，即 7:4 的比例之下進行。實驗證明，在所有其他情況下，由元素生成一定的化合物，都依一定的重量比例，這比例並因為製備化合物的方法而改變。也就是說，元素是以一定的重量比例而化合的，並不是以隨意的量去化合。這一個規律稱為定組成定律①：任何化合物均有一定不變的組成，不依製備該化合物的方法而變化。

上述實驗使我們懂得化合物和機械的混合物的區別。當生成一化合物時，如上所述，生成該化合物的物素，必以嚴格一定的重

① 即定比定律——譯者註。

量比例参加化学反应。但是各种物素的混合物，則可以由这些物素的隨意的量去制备。化合物的本身無論任何部分，完全是均一的，但在混合物，像鉄与硫混合物的例子中所見，並不是均一的。生成化合物時，常伴有放熱或吸熱的作用，但当制备混合物時，既不放熱，也不吸熱。

現在讓我們回頭來認識一下化学反应的類型。除了化合和分解反应之外，还存在着一些反应，可以認為是上述二种反应類型的結合。屬於这些反应的便是取代反应和互換反应（或複分解反应）。所謂取代反应，就是从一种複雜物素和一种簡單物素生成一种新的複雜物素和一种新的簡單物素的反应。

讓我們來作这样的試驗。把藍色的硫酸銅溶液倒入一个試管里。硫酸銅是複雜物素，由數种元素組成，銅是其中之一。在硫酸銅溶液中投入几根細鉄釘。經過若干時間后，就可看見溶液的顏色發生变化，变成淡綠色。从試管中取出鉄釘；我們可以看到鉄釘已被盖上了一層紅色的薄膜，这是一种新的簡單物素——銅。化学反应已經發生了，這時銅成为游离状态从硫酸銅的溶液中析出。硫酸銅溶液本來是呈藍色的，但現在因为生成了另外一种複雜物素——硫酸鉄，它的組成中含有元素鉄，便使溶液成为淡綠色。可見，在上述的反应中，已从一种複雜物素——硫酸銅和一种簡單物素——鉄生成了另外一种複雜物素——硫酸鉄及另外一种簡單物素——銅。这就是取代反应。

所謂互換反应（或複分解反应），就是从二种複雜物素生成二种新的複雜物素的反应。例如，如果我們把硝酸銀溶液（硝酸銀是含銀、氮和氧三种元素的複雜物素）和氯化鈉溶液（氯化鈉是含鈉和氯二种元素的複雜物素）混合，立刻就会有白色凝乳狀的沉淀析出，这是一种新的複雜物素——含有銀和氯二元素的氯化銀。同時，从反应液体中还可以得到第二种複雜物素——含有鈉、氮和氧三元素的硝酸鈉。这就是互換反应。

§ 3. 質量守恆定律

物質是守恆的。远在紀元前五百年，古希臘哲学家已有这种見

解。但是却沒有人作過能証實這一原理的試驗。直至十八世紀中葉，關於物質守恆的原理，實際上還沒有和對自然界的探討的工作聯繫起來，並且對於化學的發展也沒有發生過什麼影響。許多自然界的現象以及日常生活中的事例，也都似乎和上述的原理發生矛盾。事實上，從一顆落在土壤里的微小種子，是會成長大樹的。另一方面，樹木在燃燒後，則只剩下一堆灰燼。第一種情況，好像物是「從無」而生成，在第二種情況，則好像物是「消滅」了。在那時候，還沒有知道樹木的長大是由於植物能從空氣和土壤中取得供作營養的物素。那時也不知道樹木燃燒時，組成樹木的物素會與空氣中的氧發生化學作用，並且變成許多看不見的气態產物而消散於空氣中。空氣的組成也像氧的存在一樣，沒有被人知曉。

在十七世紀，由於冶金工業在許多國家里發展起來，化學家們便從事於燃燒、氧化以及從天然化合物使金屬還原等現象的研究。這些現象，到了十八世紀時，是用如下的方式來解釋：在所有可以燃燒和氧化的物體中，都含有一種特殊的容易燃燒的燃素（系從希臘字「φλογιστος」——「易燃的」而來）。當燃燒或氧化時，燃素逸散，剩下不可燃的物素——渣滓。根據這一理論，金屬是由渣滓和燃素所組成的。當金屬燃燒至紅熱時，例如拿鐵來說，燃素就從其中逸出，剩下鐵的渣滓。某些物素，例如炭，含有大量的燃素。因此當鐵的渣滓與炭同時加熱時，炭的燃素進入鐵的渣滓中，並因而使鐵的渣滓轉化為金屬的鐵。將鐵礦加炭來煉鐵的過程（從鐵的天然氧化物使鐵還原的過程）就曾經是用這樣方法來解釋的。但是對於一件極其重要的事實——金屬在空氣中煅燒時能增加重量，燃素理論却不能加以解釋。並且也沒有一個學者能把燃素本身分離出來並加以研究。因為這個緣故，同時也由於在化學領域內各種新發現和在化學試驗中定量測定的極廣泛的應用，燃素理論終於被拋棄了。

偉大的俄羅斯學者 M. B. 羅莫諾索夫（1711—1765）多方從事於金屬的燃燒和氧化問題的研究。他曾在密閉的曲頸甌中燃燒各種不同的金屬，並制得各種金屬的渣滓。這時他確定了，不管發生如何的化學反應——金屬轉變為渣滓，金屬和曲頸甌中所含空氣的總質量（總重量）始終不變。他根據自己的實驗，作出了結論，即



米哈依·華西里耶維奇·羅莫諾索夫

(1711—1765)

各種金屬在燃燒時所增加的重量是由於它們與空氣化合之故（那時還沒有知道空氣的組成）。1758年羅莫諾索夫在他向彼得堡科學院提出的報告中，闡述了在科學史上首次根據自己的試驗制訂的自然界主要定律之一——物質質量守恆定律。羅莫諾索夫定律的要點是：在物質的任何變化中，其總質量是守恆的。不久以後，著