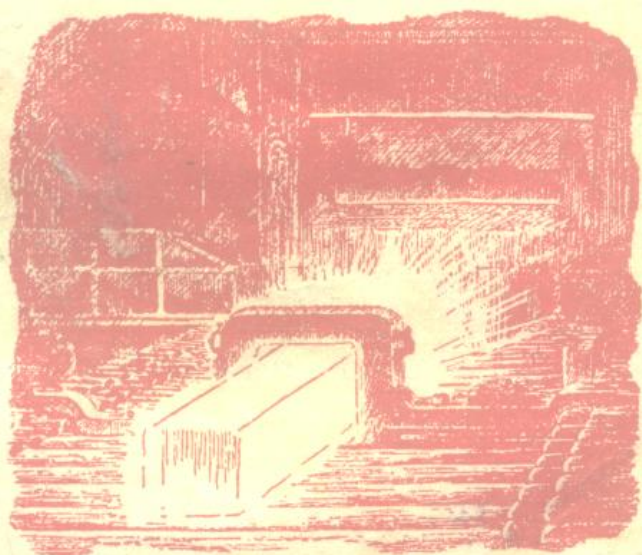


氧

B. 明特維多斯基原著
陶鈞 譯



中國科學圖書儀器公司出版

氧

В. Медведовский 原著

陶 鈞 譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

中國科學儀器公司出版

內 容 提 要

本書分段敘述氧的發現、氧的性質、氧在自然界內的形成與消耗以及如何貢獻於生產方面應用等問題，以淺顯而生動的文字，並附以明確的插圖，把這一個自然界內的最重要元素介紹給讀者。

本書可供一般讀者的需要並可作為初習化學者的參考用書。

氧

КИСЛОРОД

原 著 者 В. Медведовский
原出版者 ДЕТГИЗ 1953
譯 者 陶 鈞

*

中國科學圖書儀器公司出版

(上海建國西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇二七號

上海市印刷五廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

編號：30

(原中科版印6,500冊)

開本 787×1092 耗 1/32·4 1/4·印張·77,000 字

一九五六年四月新一版

一九五六年四月第一次印刷·印數1—4,020

定價：(10)四角

2. 11. 17
= 659/50

目 錄

氧的發現	1
自然界裏的氧	12
空氣裏的氧	12
水裏的氧	16
礦藏裏的氧	20
氧的性質	29
氧在門德雷夫週期表上的位子	29
氧的物理性質	41
氧的化學性質	47
氧在自然界裏的形成及工業上的生產方法	56
綠色製氧工廠	56
用化合物製造氧	62
用空氣製造氧	64
電解水製造氧	77
自然界裏氧的消耗以及技術上的應用	86
氧在生物生存上所起的作用	86
可燃性氣體	93
高溫和低溫	102
礦石熔鑄成金屬	105
金屬是怎樣鐸接的	115
怎樣切割金屬	120
火鉋	122
水底的火焰	125
結言	129

1463422

氧 的 發 現

氧的發現，在化學發展史上講是一件很重大的事。通常總說氧發現在十八世紀的七十年代。但是，人們一點也不知道，他們在幾千年前已經開始在用空氣裏的氧了。

原始時代，人們在陰天用火取暖，燒東西吃，防禦猛獸的襲擊。以後，慢慢地用火做成各種勞動工具和防禦武器。

並且，他們已經懂得：木材在空地上要比放在深坑裏和狹隘的窖洞裏燃燒起來兇得多；也知道：在風裏火勢大，火焰更猛。要是火勢小下來，便會想到增強送到火上去的空氣流。

一開始，人們用寬大的樹葉煽火，增強它的燃燒，進而改用獸皮；到後來，便利用獸皮製成各種煽火的設備，藉以加強人們長時期認為是謎的“神”力。

公元八世紀，中國哲學家所寫的著作中，首次提到關於燃燒的概念，但是這個概念很模糊。中國古代的學者認為一切物質都由兩種基素構成。一種是主要的；它比另一種基素多而且強，並且能決定該物質。該基素稱為“陽”。第二個基素——“陰”；它比較少，比較弱，並且僅具有從屬的性質。某個物質中，第一個基素——“陽”愈多，那麼它比較優良，比較完美。

空氣和其他所有的物質一樣，也具有這些性質。爲了要使空氣變成更完善，按照哲學家的意見，應當增加它所含的主要基

素，就是“陽”，和減少“陰”的量。我們在空氣中灼燒金屬、煤和硫黃，可以減少空氣中的“陰”。這時，空氣中的少量部份——“陰”（即現在所講的氧）——便引到加熱物體上去了，而空氣的多

量部份——“陽”（即現在所講的氮）——完整無恙。那些書上又說到：雖然我們無法得到純粹的“陰”——中國哲學家所假設的“陰”，但是，在灼燒各種岩石時，可以觀察到的。

那時的書籍上並沒有說出這些岩石的名稱，但經歷史學家的推測，其中一種是硝石，硝石在中國很早就被發現，它是製造火藥的一種原料。



圖1 在火旁的原始人

又過了七百年，到了文藝

復興時期，意大利天才藝術家、偉大科學家並且同時又是卓越的工程師里奧那特·達維契⁽¹⁾對空氣的組成和它在燃燒時所起的作用，發表了較為肯定的解釋。

當時，廣泛地都主張空氣是一種同類的元素，而達維契基於自

(1) Леонардо да Винчи

己的觀察，認為空氣是由兩種不同的組成基素所構成，而燃燒和呼吸，祇是消耗去其中的一部份而非其全體。

達維契手稿中講到：“火逐漸地破壞了空氣——火的供養者；倘若不補充空氣，則將造成真空。當空氣不能承受火焰時，火和任何飛禽走獸都不能存在其中”。

其次，達維契又講到：“因為構成火焰的空氣不能透入蠟燭火焰的中心部份，所以在火焰中心產生烟渣。空氣阻留在火焰表面，在表面部份發生變化”。這幾行記載證實了達維契對空氣所起的作用；或者講得更明確些，空氣中的一部份對動物生存上及燃燒上所起作用的解釋和正確的理解是很接近的。



圖 2 風箱——供給空氣的裝置

可惜，這些燃燒過程的概念沒有能得到更進一步的發展。

二百年後，大約在 1700 年，德國科學家 Ɖ. 許達⁽¹⁾創立了新的燃燒理論——燃素說。並且在當時得到廣泛的支持。

燃素說上講：所有能夠燃燒的材料，都是由燃燒素和灰兩種基本物質所構成。木頭燃燒時，其中的燃燒素揮發成熱和光，最後

(1) Ɖ. Шталь

在爐灶裏剩下了灰，金屬燃燒時，燃燒素同樣地消失掉，在爐灶裏剩下了金屬的“灰”——滓。倘若我們再將燃燒素“加”到滓裏去，後者可以重行變成金屬，爲了要達到這個目的，必須用含多量燃燒素的物質來鍛燒它。煤就是這類物質的一種。

到現在，我們當然認爲這個“理論”是荒誕無稽的，它並不能幫助人們發展科學和認識自然現象。但是，在十八世紀的初期，燃素說的誕生不能不認爲在科學上向前走了一步。當時，燃素說還解釋了一系列的化學變化和現象，這就引起了當時科學家更進一步鑽研化學的企望，經過了很有意義的觀察，產生許多豐富了科學內容的新發現。

那些時候，由於燃素說的出現，好像終於找到了解釋燃燒過程的理論了。但是，出乎意料地，燃燒金屬後所形成的滓質，它的重量反比原來的純金屬要大。這便引起科學家們新的困惑。

大家都知道，要是從某個物體中取去它的一種組成部份，剩下部份的重量一定要減輕下來。

然而，燃燒時，燃燒素揮發掉，金屬反而重了起來，這又是什麼道理呢？

爲了自圓其說，他們便假定某些物質的燃燒素具有負的重量。所謂負的重量就是比“沒有什麼”還輕。因此金屬體中存在着燃燒素，它的真實重量像是減小了，也就是說金屬體變輕了。當燃燒的時候，燃燒素離開了金屬，剩下來的滓質便恢復了它原有重量，也就比純金屬還要重些。

雖然這樣的解釋不能使科學家們十分滿意，但是另外一個被錯誤解釋了的實驗“消除了”他們的懷疑，同時使研究上的謬誤更形嚴重起來。

我們將天秤秤臂上的秤盤取下一個，繫上玻璃球，並在另一秤盤裏加上砝碼使天秤達到平衡。然後將玻璃球加熱，平衡便被破壞，玻璃球抬了起來。這個現象說明了：在玻璃球受熱時，火焰中的負重量燃燒素“進入”玻璃球，減輕了它的重量。

當然，看起來玻璃球的重量好像減輕了，事實上，玻璃球的上舉是由於加熱時所形成的熱空氣所致。

那麼怎樣來正確解釋金屬鍊燒時重量增加的現象呢？

在高溫下，金屬極易和空氣裏的氧結合而被氧化。最後形成氧化物。氧化物的重量等於金屬本身和氧的重量的總和。要是把金屬氧化物和炭一起鍊燒，前者會將氧給炭，自己被還原成純金屬。這樣便成為純金屬和二氧化碳。

十八世紀中葉的許多科學家都不能正確地解釋燃燒過程。和洛蒙諾索夫⁽¹⁾同時代的大部份卓越的科學家都支持着燃素說的理論。

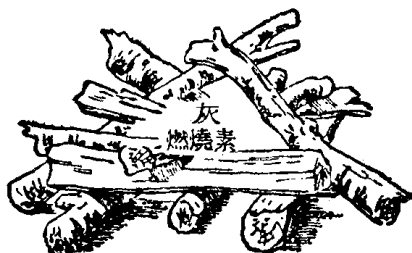
偉大的俄羅斯科學家洛蒙諾索夫不贊成這樣的理論，因為它與合理的想法相抵觸的。

他認為燃素說無法正確地解釋燃燒過程，並且不能正確地解釋金屬在鍛鍊時重量增加的理由。洛蒙諾索夫推測重量的增加

(1) Михаил Васильевич Ломоносов

必定是由於金屬和空氣中某一部份成份相結合的緣故。

“毫無疑問的，——還在 1748 年，他就說——繼續不斷流到燃燒物體上的空氣，它的一部份和物體相結合，增加了它的重量”。



這就是說：燃燒不能認為是燃燒物體組成部份——燃素和灰——的分解，而是燃燒材料和部份空氣的結合。這種燃燒過程的解釋不能立即被當時科學家所接受，因為它和他們的觀點有着根本上的區別。

洛蒙諾索夫決定用實驗來證實他推測的正確性。

洛蒙諾索夫堅信：沒有實驗，科學便無法存在。他認為：每一個“想像的論述”必須用實驗來加以證實，而從多次反覆的可靠實驗中才能得到理論的概念。

他又從理論和實驗相結合的

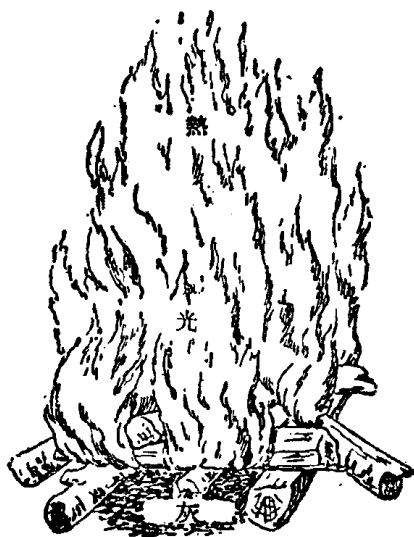


圖3 燃素說上講：所有能夠燃燒的材料，都是由燃燒素和灰兩種基本物質構成。在燃燒時，材料中的燃燒素揮發成熱和光，在爐灶裏留下了灰。

論點上得到結論：必須要建立化學實驗室。

在以後六年中，他不斷地向科學院要求同意建築實驗室。最後，1748年，在彼得堡植物園的區域內，按照洛蒙諾索夫的計劃築建了俄羅斯的第一所化學實驗室。

M.B. 洛蒙諾索夫不祇企求實驗性研究，並且首先指出進行精確定量量度的必要性，這些量度是基於對所研究物質“大小與重量”所作的觀察。

實驗室裏許多儀器都由他打出圖樣進行製造。按照洛蒙諾索夫的指示，製成精細天秤。利用了它進行了一系列定量上的研究。

1756年洛蒙諾索夫開始對八年前所發表的燃燒過程的概念，作了實驗性的論證。

他將精確稱過的錫塊放在玻璃蒸餾器中，然後加以密封，不使在實驗過程中有空氣跑進去。其次，將玻璃蒸餾器連同錫塊一起秤一下，接着放在火上進行鍊燒數小時，再加以冷卻，不打開蒸餾器，先秤一下。發現整個重量絲毫沒有改變。

洛蒙諾索夫用其他金屬重複做這樣的實驗。密封的蒸餾器連金屬塊的重量在鍊燒前後毫無改變。

肯定了密封蒸餾器重量沒有增減後，洛蒙諾索夫將它們一個一個地打開來。空氣便衝進每一個蒸餾器並發出雜聲。然後用天秤稱一下，裝着鍊燒過的金屬的蒸餾器便重起來了。

毫無疑問，在鍊燒後金屬重量增加了。這就是說，在鍊燒時，蒸餾器中一部份空氣已經和金屬結合起來形成了氧化物，它的

重量等於金屬和氧的重量的總和。同時，蒸餾器內空氣減少的重量恰恰等於鍊燒過的金屬所增加的重量。

要是蒸餾器一直密封着，外面的空氣便無法進去，蒸餾器、空氣和金屬的總重量保持不變。要是將蒸餾器打開，外面的空氣便立即衝進去補充了被用去的氧，裝着金屬塊的蒸餾器的重量便顯著地增加了。

這些實驗不單證明了洛蒙諾索夫所說的：金屬在灼燒時，重量的增加是由於金屬與空氣的一部份相結合的關係；並且同時卓越地證實了他所發現的極重要的自然定律——物質守恆定律。

在做這些實驗的八年以前，洛蒙諾索夫已經很明確地闡述關於自然界所發生的各種過程中物質守恆的觀念。1748年，他和彼得堡科學院院士著名數學家埃立⁽¹⁾交換研究心得的一封信中講到“自然界裏所發生的一切變化，都是：要是一個物體增加了什麼，則必定有另一物體減少了什麼。例如，當某一物體增加了若干物質時，必定有另一物質很精確地減少了同一量的物質”。

這種想法，在當時是大膽的，而且是卓越精深的，但是它並不能被那時的科學家們所接受。由於他胆敢公開地反對根深蒂固的燃素說觀念，因此他的觀念和發現引起了對他的憤怒和仇恨。

(1) Л. Эйлер

過了 17 年，著名的法國科學家拉瓦錫⁽¹⁾重複了洛蒙諾索夫的實驗，得到類似的結論：金屬在灼燒時，由於它和空氣中的一部份相結合，增加了它的重量。在這些實驗的基礎上，拉瓦錫沒有提起洛蒙諾索夫，單獨地作出物質守恆定律，事實上，很早以前，洛氏便發表了這個定律，並且用實驗方法得到輝煌的證明。1756 年洛氏在一本很厚的實驗室記事本上寫着：“用密封起來的玻璃容器做實驗。藉以研究金屬重量的增加是否由於純粹熱氣所致。進行了前面所做過的實驗，我們發現，由於外面空氣無法透進玻璃容器，被灼燒的金屬重量得以保持不變，羅別爾·波義爾⁽²⁾的意見是不合理的”。

英國科學家波義爾同樣地用密封蒸餾器盛着金屬進行灼燒，但是他在秤重量的時候，蒸餾器是打開的。

在肯定了金屬在灼燒後重量的增加後，波氏便解釋這個現象，他說：在燃燒時，火和火焰中一種看不見的微粒“火質”⁽³⁾穿過蒸餾器玻壁和金屬相結合，因而增加了它的重量。

洛蒙諾索夫用實驗證明了這個虛構的“火質”理論是毫無根據的，並且首次給燃素說一個致命的打擊。

因為這樣的發現，燃燒理論才獲得了新的科學論證以及更進一步發展的憑藉。

距洛氏實驗不到 20 年，瑞典科學家許里⁽⁴⁾和英國科學家普利

(1) Лавуазье

(2) Роберт Бойль

(3) огненная материя

(4) Шееле

斯特連⁽¹⁾ 幾乎同時，相互毫無聯系地都用硝酸鎂 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 及氧化汞 HgO 製得空氣中所說的那些部份，也就是按照洛氏定義中講的那些“不斷地流到加熱物體上與之結合，並增加它的重量”的東西。這些成份普里斯特利稱之為“無燃素空氣”，即失掉燃燒素的空氣。

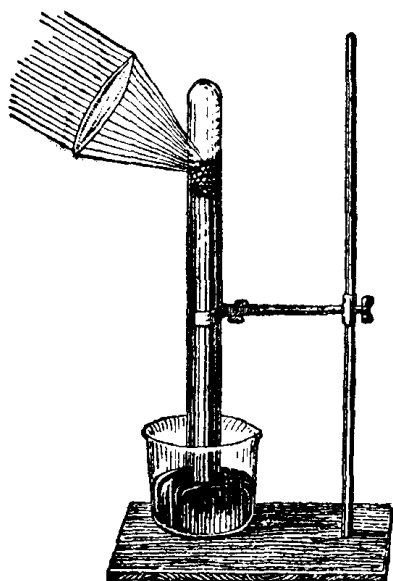


圖4 普里斯特連實驗——製造氧

普里斯特連是在公元 1774 年 8 月 1 日找到氧的。

他在玻璃管內純水銀的面上裝進少量紅色的氧化汞，然後用凸透鏡將陽光焦聚在氧化汞上。一忽兒，氧化汞分解了，放出一種氣體，將玻璃管裏的水銀排擠出來。

最初，普里斯特連認為所得到的氣體就是通常的空氣。但是，當他發現下列幾種情況時，他極度的驚訝起來。第一：在這種“空氣”裏，蠟燭燃得異常兇，它發出耀目的光焰來，其次，要是將老鼠關閉在充滿該“空氣”的罩子裏，老鼠能比在充滿普通空氣的同一罩裏活得久得多。

普里斯特連本人也想試試吸入自己製造出來的“空氣”，他試

(1) Пристлей

了一下，發覺在裏面呼吸起來輕鬆愉快。進一步，他又預測了“無燃素空氣”在醫學上的應用，他說：「誰能想到：這種純潔的空氣在若干年月後，可以變成時髦的奢侈品呢？當然，到現在為止，僅有兩隻老鼠和我本人享受過這種“空氣”」。

公元 1774 年 10 月，普氏住在巴黎的時候，他向拉瓦錫談起關於氧化汞的實驗結果及他所得到的“無燃素空氣”的性質。

拉瓦錫重複做了這個實驗，並將所用的化合物及所獲得的物質作了量的量度。

以後，根據這些實驗，拉氏斷定：在灼燒氧化汞和其他氧化物時，所排出的氣體是原來在平常空氣裏的一部份，並且硝酸、硫酸、磷酸中都含有這種氣體。由於這種氣體能製造或產生酸，我們給它起了個名字叫“酸之母”⁽¹⁾或氧。

氧的發現以及它在硫、磷、炭、油等物質燃燒中所起作用的研究是對燃素說一個致命的打擊。

(1) КИСЛОТВОР

自然界裏的氧

人們要想在自然界裏找一塊沒有氧的地方，完全是枉費心血的。不論在地面上、礦藏裏、高空中、水裏以及水底下——到處都有游離狀態或化合狀態的該化學元素。並且，我們在自然界裏也找不出另外一種元素，能像氧那樣廣泛地分佈着。這一點也就說明了為什麼氧會引起各種科學部門研究工作者的興趣。

化學家和地質學家研究着氧和自然界裏差不多所有的元素所結合成的各種化合物。生物學家分析着植物呼吸及營養過程裏氧的作用。生理學家確定了氧在人和動物生命中所起的作用，而物理學家找尋着用氧製造高溫的新方法。

空氣裏的氧

不論炎熱多陽光的南方，或者嚴寒的北方，各處空氣裏都含有同量的氧。

一公升空氣通常含有 210 立方厘米的氧，佔全部體積的 21%。

空氣裏最多的是氮——一公升空氣裏含有 780 立方厘米，或者說佔總體積的 78%。空氣裏含有少量不活動氣體。這些氣體為什麼會有這樣的名稱呢？因為它們和其他元素幾乎都不能結合起來。

空氣裏不活動氣體最多的氫——一公升空氣裏大概有 9 立方厘米。氫含量極少：一公升空氣裏總共祇有 0.02 立方厘米。還

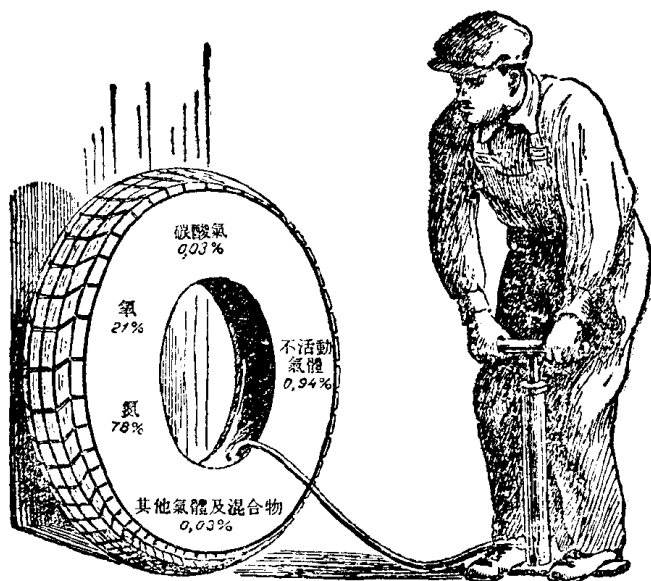


圖 5 空氣是什麼東西組成的

有更少的，祇佔 0.005 立方厘米的氫。氫祇有氫的五分之一——0.001 立方厘米，而氫含量最少——0.00008 立方厘米。

空氣中還含有氣態化合物，例如——二氧化碳，或稱為碳酸氣 (CO_2)。碳酸氣在一公升空氣裏的含量約在 0.3~0.4 立方厘米左右。至於空氣裏水蒸汽的多少並不一定。乾燥炎熱的天氣含得少些，而在雨天——要多些。

空氣的各種成份也可以用重量百分率表示。我們知道了一公升空氣的重量及空氣中每種氣體的比重，便很容易從體積上的