

初中自然科学补充读物

燃燒和氧化

楊 晟 著

中国青年出版社

高中化学教学大纲指定教材

燃烧和氧化

周 昌 著

中国轻工业出版社



內 容 提 要

这本小册子是給初中同学学习化学的时候作課外讀物用的。先从人們对燃燒的認識的历史发展过程說明燃燒是什么。再用日常生活中的一些事例說明燃燒的条件,以及人們怎样控制、利用和阻止燃燒。然后从燃燒講到一般的氧化作用,特別对呼吸过程作了比較詳細的叙述。最后更进一步从化合价和电子学說来闡釋广义的氧化,这一部分虽然超出了初中化学的范围,但为了使讀者对于氧化这一概念有比較全面的認識,在这本小册子里这样簡單提一提也是必要的。

燃 燒 和 氧 化

楊 晨 著

*

中 国 青 年 出 版 社 出 版

(北京东四12条老君堂11号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第036号

中国青年出版社印刷厂印刷

新华書店总經售

*

787×1092 1/32 1 5/8 印張 29,000字

1957年5月北京第1版 1957年5月北京第1次印刷

印数1—11,400

統一書号: 13009·126

定价(7)一角六分

初中自然科学补充读物

燃 燒 和 氧 化

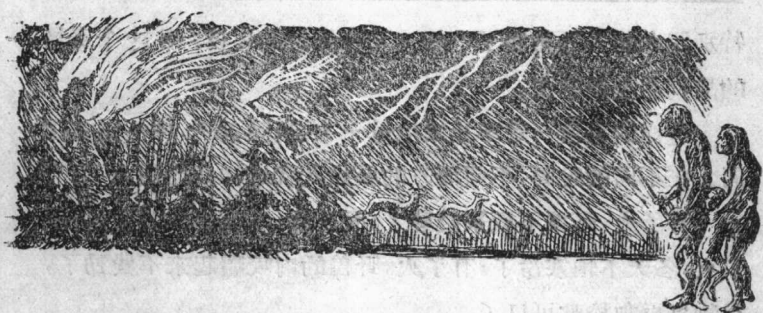
楊 晨 著

中国青年出版社

1957年·北京

目 次

一 燃燒的謎.....	3
火的故事(3) 从前人們認為火是一种物質(5) 火質和燃素(6) 罗蒙諾索夫揭开了燃燒的謎(8) 拉瓦西完成了燃燒的理論解釋(10)	
二 从認識燃燒到控制燃燒.....	12
物質燃燒的条件(12) 燃料燃燒的时候发生什么样的变化?(15) 火焰是怎么一回事?(18) 为什么会发生煤气中毒?(20) 自燃燒(23) 怎样阻止燃燒的进行?(24) 爆炸也是燃燒(27)	
三 关于氧化.....	30
不发光的燃燒(30) 怎样防止金屬生鏽?(32) 氧化和生命的关系——呼吸作用(34) 人体里面的燃燒(36) 隔絕空气的氧化(40)	
四 对于燃燒和氧化的进一步認識.....	41
燃燒是不是一定要有氧参加?(41) 把氧化的意义推广一下(43) 从化合价看氧化(45) 用电子学說来解釋氧化(48) 氧化和还原(49)	
五 結語.....	51



一 燃燒的謎

火的故事

燃燒，在你看來是一件挺平常的事。划一根火柴，火柴發火了，拿一張紙在火上一点，紙就燒起來了。

可是，你聽說過嗎？曾經有一個時候，人們把燃燒看成一件事挺神秘的事，把火當做一種神聖的寶貝看待。

古代希臘有一個神話，說有一個叫做普羅米修斯的神，把天國的火種偷了來交給世人。這個神話倒不是沒有來由的。人們最早得到的火種可能就是從天上掉下來的。

有一次，閃電劈着了一株大樹，樹木着起火來了。原始人看着火吞噬樹木，紅色的舌頭舐着樹皮，樹枝劈劈拍拍地爆烈着。他們不敢走近去，却也不馬上離開，好奇地守着這頭從天上掉下來的紅色的野獸。一会儿，火漸漸熄滅下去了，有些胆大的人就走了過去，先是有些畏縮地，終於靠近了它。有一個

特別胆大的人还捡起了一根一头在燃燒的树枝，把这个奇怪的战利品帶回家去。

这样的事情一定不止发生过一次，虽然細节并不完全相同。在不同的時間，不同地方的原始人就这样开始用火了。

有了火，野兽不敢来侵襲了；有了火，晚上出現光明了；有了火，冬天不怕寒冷了；有了火，野兽的肉咬嚼起来不費勁了，谷物也更加松軟可口了。

在离北京五十公里的周口店，三十年前发现了原始人（北京猿人）居住过的山洞，在山洞里找到了一厚层的柴灰和許多粗糙的石器。山洞的主人生活的年代离开現在已經有五六十万年了，这层柴灰告訴我們，他們那时候已經知道用火了。

原始人虽然知道用火，可能还不会取火。他們把火种拿回洞里，繼續不断地加上树枝去，只怕它熄灭。

到現在，保持火种这回事我們还可以在寺院庙宇里看到。在佛象或神象前面挂着一盞油灯，一根灯芯長年不灭地点着。这种長明灯很可能就是人們还不会取火的时候留傳下来的一种最古老的风俗，当然保持火种的方法是和那时候大不相同了。

后来人們又学会了取火。照我国古老的傳說，有一个叫燧人氏的人，找到了鑽木取火的方法。燧人氏固然不一定实有其人，但是我国古时候用这种方法取火，却一定是实有其事的。用一根尖头的木棍在一段木头上不断地鑽，的确会发出火来，把旁边容易燃燒的东西引燃。这种方法不久前世界上还有某些地区的居民在应用。

从鑽木取火进化到用燧石和火镰取火，中間又不知道經過多長時間。燧石和火镰，我国就在十几年前，在抗日戰爭的年代里，由于火柴缺乏，乡村里还有使用的呢。

开始用火柴取火还只是一百二十几年前的事。最初只有摩擦火柴，不論在什么粗糙的地方一擦就会着火。后来才有安全火柴，只有擦在火柴盒側才会发火。在发明現代的火柴之先，还曾經有过各种各样火柴的前身，比方有一种头上粘着氯酸钾粉末和糖的小木杆，使用的时候要到一小瓶濃硫酸里去蘸一蘸。你知道濃硫酸是一种腐蝕性很强的液体，这种火柴显然是不便攜帶的。

有了現代的火柴，人們这才把火看成挺平常了，因为取火已經毫不困难了。

可是，即使在現在，你能不能說出来，火究竟是什么样的“东西”，燃燒究竟是怎么一回事？

就在人們已經很广泛地使用火的时候，就在二三百年前，人們对于火，对于燃燒，也还是不完全懂得的。

从前人們認為火是一种物質

我国在几千年前，就有一种叫做“五行”的学說，所謂五行是金、木、水、火、土。当时人們認為这五种是最基本的物質。古人还根据观察所得，提出了相生相克的变化規律：木能生火；水能克火；火能克金；金能生水。照我們現在的說法，就是：木能燃燒；水能灭火；火能熔化金屬；金屬加热能生成土狀的爐滓。当然这些只是現象，沒有說出火和燃燒的本質是什么。

在外国,也有类似的說法。印度的佛經里把地、水、火、风叫做四大。古代希腊的一位哲学家叫亞理斯多德的,認為所

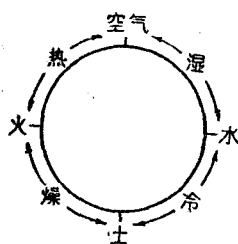


图1. 亞理斯多德的四种元素 就变成土;反过来如果从土里取出冷,加进热,就变成火。

不論是我国的五行的学說,或者是印度的四大的学說,希腊的四种元素的学說,都是把火当做一种实在的物質看待的,把火看成和金、木、水、土、风(空气)一样的实在的物質。

不是嗎?当爐灶里燃起熊熊的火的时候,你看它有顏色,有形狀,火舌头一窜一窜的,不但象是一种实在的东西,簡直还象是一种活的东西呢!

那么火到底是不是一种实在的物質呢?

火質和燃素

离开現在大約三百年前,英国有一位有名的科学家,名叫波义耳。他反对当时一般学者只凭表面观察就来作出結論的研究方法,主張用精确的实驗来做一切結論的基础。

1673年,他为了研究燃燒,在密閉器里煅燒金屬,金屬的面上产生了一种土狀的爐滓。他打开容器,把金屬和爐滓一

起称量，发现重量比原来加入的金属大了。

他从这里得出了什么结论呢？

他认为这是金属在煅烧的时候，火里有一种叫做火质的东西，鑽进容器，跟金属结合在一起了。

看起来，波义耳也是把火看成一种物质的。本来嘛，几千年来都把火看成物质，虽说做了实验，波义耳毕竟还挣脱不出这种传统思想的束缚。

波义耳之后，又过了几十年。1702年，有一位德国的化学家，叫做史塔尔，把前人对于燃烧的看法总结了一下，提出了一种学说，认为一切会燃烧的物质都包含一种特殊的成分，叫做燃素。当这些物质燃烧的时候，就失去所含的燃素。

按照这个学说，一种会燃烧的物质，比如煤炭，在燃烧以后剩下灰燼，所以煤炭就是燃素和灰燼结合而成的物质。又比如一种金属，煅烧以后变成土状的燼滓，所以金属就是燃素和燼滓结合而成的物质。

我们知道，炭和金属的矿石在一起，加热以后，会炼出金属来。按照这个学说，这是因为富有燃素的炭把燃素给了缺乏燃素的矿石，燃素和矿石（矿石的成分倒的确和金属煅烧以后产生的燼滓相当）结合，就成了金属。

这种学说就叫做燃素说。

燃素说把一切可以燃烧的物质用一种共同的东西——燃素——统一起来了，开始的时候倒也对化学的发展起过一定的作用。

然而毕竟有许多事实和这个学说不相符合的，有的事

实要用这个学說来解释就显得牵强附会。

比方說，波义耳的實驗已經証明，金屬煅燒以后产生的爐滓，比沒有煅燒的金屬要重一些。按照燃素說，那不是金屬放出了燃素反而变重了嗎？

是的，燃素說的确是這樣說的。为了解釋这个显然和常識不合的說法，燃素說認為金屬里所含的燃素和別的物质不同，这种燃素并不被地球吸引，却相反地被地球所排斥。因此物質里含这种燃素越多，它就越輕。金屬煅燒后失去了“負”重量的燃素，所以变重了。

波义耳說的火質也好，史塔尔說的燃素也好，其实都是一些假想的、不可捉摸的“物質”。火到底是什么，燃燒到底是怎麼一回事，这个問題还是沒有真正解决。

在史塔尔提出燃素說之后又过了几十年，俄国有一位杰出的科学家，才开始对燃燒作出了正确的解釋。这位科学家叫做罗蒙諾索夫。

罗蒙諾索夫揭开了燃燒的謎

1745年，罗蒙諾索夫发表了一篇論文，叫做“冷熱原因的探討”。在这篇論文里，他就对波义耳的實驗作出了新的解釋。1748年，他在一封給友人的信里更詳細地說明了他的意見。

他是怎样提出他的意見的呢？

他說：“既然金屬煅燒的时候重量有增加，那么可能不是由于失去所假想的燃素而引起，而是由于它們和周圍空气里某种气体相化合而引起的。”

为了检查他这个假定是不是正确,他重做了波义耳曾经做过的实验。他也把金属密闭在玻璃容器里煅烧,在实验前后,他精密地称量整个容器(连同里面的金属和灰烬)的重量。他和波义耳实验的方法有一点重要的区别,就



图2. 罗蒙诺索夫揭开了燃烧的谜

是在煅烧后不是先打开容器。而他所得到的结果也和波义耳的不同:没有外面的空气流进容器里的时候,容器的总重量包括金属和灰烬在内,和实验前是相等的。只有在打开容器以后再称,才发现重量增加了。显然这是因为有空气进了容器,补充了原来消耗的一部分气体。

在这个正确的实验的基础上,他就肯定地提出关于燃烧过程的解释:“毫无疑问,在炽热物体上不断流过的空气微粒和这个物体相结合,因而增加了它的重量。”

应该说明,在罗蒙诺索夫之前,也曾经有别的科学家怀疑到燃烧和空气有关,但是只是一种猜测,没有充分的证据来驳倒当时占统治地位的关于火质和燃素的学说。而罗蒙诺索夫不但从理论上,还从实验上证明了燃烧是物质和它周围的空气的作用,这才给燃素说一个致命的打击。

罗蒙諾索夫所以能够对燃燒作出正确的解釋，是和他的坚持分子-原子观点和正确的思想方法分不开的。他相信物質是由分子、原子構成的，所以不可能有什么“火質”或“燃素”之类的不可捉摸的物質存在。同时他不是把燃燒物質孤立地来考虑，而是把这种物質在燃燒的时候所接触到的周圍空气联系起来考虑的。他还不是把空气分子看成靜止不动的，而是把它們看成不断运动的。他認為，正是因为空气分子的不断运动，才能和金屬分子发生碰撞，因而就能相互作用。

拉瓦西完成了燃燒的理論解釋

罗蒙諾索夫虽然正确地解釋了燃燒是物質和空气的作用，可能也知道只是和一部分空气的作用，但是对于空气的成分，还没有明确的認識。

进一步对于燃燒作出更加完善的理論解釋的，是法国的化学家拉瓦西。

拉瓦西听說有一位英国化学家普利斯特利从一种叫三仙丹的紅色粉末里制出了一种气体，他知道三仙丹可以用水銀煅燒制得，于是就用水銀来重做波义耳和罗蒙諾索夫做过的实验。他把水銀在密閉容器里加热煅燒，結果发现容器里的空气减少了一部分，同时有一部分水銀变成了紅色的三仙丹。当容器里的空气体积减少了原来的 $\frac{1}{5}$ 的时候，虽然还有水銀留下来，也不会再繼續和空气起变化了。然后他把这些三仙丹再加强热，結果发现它放出了一种气体，体积和原来所减少的空氣的体积相同。这种气体正是普利斯特利所制出的那

种。

拉瓦西从这个实验得出了結論：空气里至少有兩種不同的气体。一种气体占全部空气的 $\frac{1}{5}$ ，水銀煅燒的时候和水銀化合的就是这种气体。当生成的三仙丹再



图 3. 拉瓦西完成了燃燒的理論解釋

加强热的时候，这种气体就又放了出来。这种气体有很有趣的性質：把燃着的蜡燭放进去，蜡燭会燃得特別明亮；一只老鼠放在一瓶这种气体里，活的时间比在一瓶普通空气里長四倍。这种气体就是我們現在所說的氧。在空气里还有另一种气体，体积占全部空气的 $\frac{4}{5}$ ，水銀煅燒以后在密閉器里留下来的就是这种气体。这种气体的性質和前面說的一种不同：燃着的蜡燭放到它里面就熄灭了；老鼠放在它里面就死了。这种气体的主要成分就是我們現在所說的氮。

現在，我們对于燃燒是怎么一回事，才算真的懂得了。原来这是某些会燃燒的物質和空气里的氧气所起的作用，在这个过程中发出光和热，这就是我們平常所說的火。可知火不是什么实在的物質，只是物質和氧起作用的时候发出光和热的一种現象。

二 从認識燃燒到控制燃燒

物質燃燒的条件

說燃燒是物質和氧的作用,还只是对燃燒的初步認識。进一步就得看一下,物質到底在什么样的条件下面才会燃燒。

讓我們先来做几个簡單的实验。

第一个实验:把一枝燃燒的蜡燭熄灭以后,立刻用火种接触到离燭芯大約半寸远的有一縷白烟逸出的地方,就会看到火种虽然没有直接接触燭芯,蜡燭也会重新点燃起来。

第二个实验:分別用燃燒匙取紅磷和黃磷各一小块,略微加热,不久就看見黃磷着火,紅磷却没有显著的变化。如果把黃磷溶解在二硫化碳液体里,然后取一張普通的紙在溶液里浸过,拿出来攤在空气里,等到它逐漸干燥,不用加热,紙就会着起火来。

第三个实验:取一大块鉄片在烈火里燒灼,我們只看見鉄片燒紅了。如果另外拿一些細的鉄屑,灼热后立刻投到一瓶純粹的氧气里,就会看到鉄屑剧烈地燃燒起来,发出美丽的藍色火花。

第四个实验:我們对着正在燃燒的小蜡燭用扇一揮,蜡燭会立刻熄灭。又对着正在燃燒的大堆木柴用扇竭力揮动,燃燒反而会更旺起来。

从这些实验所表明的各种现象,我們对于燃燒又可以知道些什么呢?

原来一切燃燒现象的发生,首先和被燃燒物質的本性有关,其次 also 和被燃燒物質跟帮助燃燒的氧气的接触机会多少有关。再有一个重要的条件,就是温度。

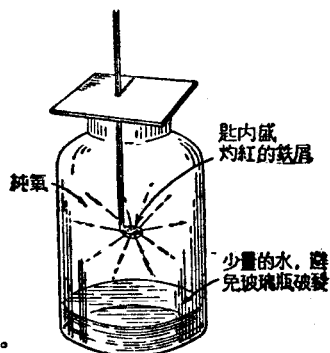


图 4. 铁屑在純氧里燃燒

某些物質,比如說石头,不管你怎么样去点它,总是不会燃燒的。某些物質,比如說木炭,却会燃燒。某些物質,經過加热,会发生分解作用,产生容易燃燒的物質。所謂容易燃燒的物質,总是容易和氧化合的物質,它們在和氧化合的时候,发出热来,有的发出的热多,有的发出的热少。这一切都和物質的本性有关。

被燃燒物質的存在状态也有关系。被燃燒物質分散越細,它和助燃的氧气接触的面积就越大。还有新鮮空气的供給越多越快,或者空气里氧的濃度越高,氧气接触到被燃燒物質表面的机会也就越多。氧气和被燃燒物質接触机会多,燃燒就容易发生,发生了也进行得快。

温度对于燃燒的关系,一方面,不同的燃燒物質在不同的存在状态下,有不同的最低限度的着火温度,这种最低限度的着火温度叫做着火点;另一方面,已經着火以后,温度越高,燃燒进行得就越快。一种物質在和氧化合的时候,如果放出的热量比同时散失的热量多,温度就会繼續增高,这时候燃燒就

會繼續下去。如果放出的熱量比同時散失的少，溫度就要不斷降低，一到着火點以下，燃燒就要停止。

把這些原理跟我們前面所舉的几个實驗現象聯繫起來看，會幫助我們對於燃燒有更深的了解。

在第一個實驗里，剛熄滅的蠟燭又復着火，是由於蠟燭剛熄滅的時候溫度還很高，會繼續揮發出很多的易燃氣體。我們看到的白煙里就含有這種氣體，火種一接觸到這種氣體，它就重新燃燒起來。如果蠟燭熄滅後時間稍久，溫度降低，蠟燭的揮發停止，就不會有這種現象發生了。

第二個實驗里用的黃磷和紅磷，是同一種元素，但是分子結構不同，性質上也有差別。黃磷容易被氧化，它的着火點相當低，只有攝氏 40 度；紅磷不容易被氧化，着火點比黃磷要高得多。因此，在同樣條件下加熱，黃磷和氧化合非常快，同時它放出的熱量大大超過向周圍散失的熱量，所以溫度也增加得快，一到它的着火點，它就燃燒起來。如果把黃磷溶解在二硫化碳里，成塊的黃磷就變成了分子那樣大小，均勻地分散在溶液里。浸過這種溶液的紙張，等二硫化碳蒸發干了以後，上面就佈滿了黃磷，黃磷和空氣接觸的面積勢必是很大的，它和氧化合的速度也勢必很大，因此不用火去點它，在平常溫度下它也會燃燒起來。

第三個實驗里的鐵片，在空氣里和氧化合本來就很慢，發出的熱量很容易向周圍散失，所以把鐵片在空氣里加熱，不能達到它的着火點，因而只能把它燒到紅熱。可是把紅熱的鐵屑放在純粹的氧氣里，那情況就完全不同了。這時候氧氣的