

青年科学叢書

奇妙的原子

布揚諾夫著

中国青年出版社



青年科學叢書

奇妙的原子

布揚諾夫 著
華 涵 譯

科學出版社

目 次

第一編 原子建築物

第 一 章	碳原子的化裝舞會·····	3
第 二 章	地下的寶藏·····	37
第 三 章	化學家的“建築術”·····	69
第 四 章	花朵的秘密·····	91
第 五 章	藥物的分子·····	100
第 六 章	合成維生素·····	108
第 七 章	天然的染料·····	116

第二編 分子巨人

第 八 章	彈性的分子·····	129
第 九 章	到處用到的材料·····	139
第 十 章	未來的纖維·····	162
第十一章	“甜的分”·····	189
第十二章	奇妙的原子·····	200

第一章 碳原子的化裝舞會

原子和分子

在許多宇宙“建築物”——天體——當中，有一所龐大的球形的“屋子”——地球。這所屋子的居民——人類——有寬舒的活動場所。他們也不耽心自己的創造活動所需要的物質會有匱乏的一天。

從地球的“倉庫”里，人們永遠可以得到建造各種建築物和製造各式各樣機器的材料。

金屬、木頭、石頭……——人們就用這樣的材料來建造各種建築物。

正像大廈是用不大的磚塊筑成的，生物和無生物也是由物質的極小的微粒——原子和分子——構成的。

總共有一百種左右不同元素的原子。可是各種原子的總數却是數不清地多。

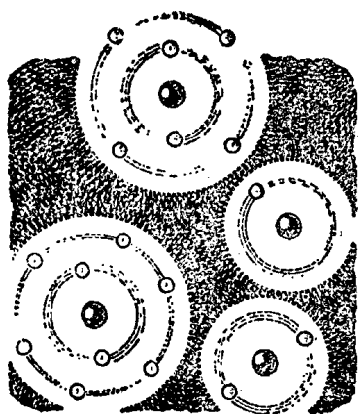
元素的原子即使在最高倍數的顯微鏡里也看不到。可是它跟一切物體一樣，也有大小和重量，甚至也有形狀。

每種原子都有自己的名字。比方說最小的也是最輕的一種原子叫氫。這種原子如果跟氧結合，就造成水。

氫原子的直徑大約只有 0.000,000,01 厘米，重量只有 0.000,000,000,000,000,000,002 克。這樣的數目要讀出來都不容易。第一個讀成萬萬分之一厘米，第二個讀成萬

万万万万万分之二克。

在門德列也夫(Д. И. Менделеев)的元素週期表里,列出了所有元素的原子的名字和它們的比較重量。从这个表上可以看出,比方說碳原子的重量大概是氫原子的 12 倍,鉄原子的重量大概是氫原子的 56 倍。銀、金、汞的原子又比鉄原子重。而鈾原子的重量是氫原子的 238 倍。最重的元素是鈾。它的原子量等於 248。



碳(上)氫(右)氮(左)氧(下)四种原子的結構

不同原子的重量各不相同。原子越重,它的結構也越复雜。

照我們平常的想法,微塵可以說是極小的物質微粒了。它的直徑大約只有0.03毫米,肉眼差一点兒就看不出。可是在这样一个微粒里,一共有10,000,000,000,000个左右的原子。这个数目讀出來是十万万万。

最小的一顆金粒,只有在超顯微鏡下面才看得出,它的直徑是0.000,24厘米。

可是就在这一頂点兒的物質微粒里,含有三百五十万以上的原子。

我們不妨想像一下原子有多大。

假定把你熟悉的各种东西都放大一百万倍。

这样放大以后，一只小狗就長成 300-400 公里高的一头怪獸，它的身体有从莫斯科到列寧格勒这么長[⊖]。

一支鉛筆会有 150-200 公里長，它的粗細超过 5 公里。

一枚大头針的头会变成直徑一公里的大球，而眼睛只能够勉强分辨的微塵，看起來就像一塊大石头。

只是原子在放大一百万倍以后，也还不比这本书上的一个句点大。这想起來好像多么奇怪，所有我們周圍的一切东西，却都是由这样極小的物質微粒構成的。微塵和山脈是由它們構成的，植物和动物是由它們構成的，地球、太陽和恒星也都是由它們構成的。

原子和原子結合成比較大的微粒——分子。就由分子造成各种各样的物質。

比方說，兩原子氫結合在一起，就造成氫气的分子。如果這兩原子氫跟一原子氧結合起來，就得到水的分子。兩個氧原子跟一原子矽結合，就变成一种固体物質的分子，这种固体叫做矽石，也就是大家都熟悉的沙。

自然界各种不同的物質，就是由各种原子的不同配搭造成的。

不同元素的原子造成化合物的能力也不同。

碳原子造成的化合物种数最多。碳化合物的种数現在大約已經有三百萬种，而元素週期表上的其余元素的原子，一共却只能造成不超过五萬种的化合物。

⊖ 莫斯科到列寧格勒的距離大約是 640 公里。——譯者註

這本書要講的就是碳原子和它的化合物。

原子的“遊踪”

鉛筆、紙、粉筆……這些都是學生离不开的好伴侶。

它們在外表上看起來並不相像。可是這些物質是親戚。在鉛筆的漂亮的外衣里和它里面的鉛心里都有碳原子。造成紙的物質的分子也是用碳原子做骨干的。在粉筆這種白色的物質里也有許多碳原子 $\ominus$ 。

如果有人想數一數用粉筆寫在黑板上的“原子”兩個字里的碳原子個數，那他數一輩子也數不完——在黑板上那几道白粉筆跡上的粉筆粉里的原子就有這麼多。

當我們用鉛筆寫字的時候，我們在白色的紙的原野上就撒下了成百萬個碳原子。

每一個原子各有它自己的歷史。

有些原子是在我們地球形成的時候出生的，有些還要更早些。

就拿現在在一段粉筆里的碳原子來做例吧。

或許，它曾經有過一個時候，給含在碳酸氣的分子里飛翔在空中，這個碳酸氣分子後來溶解在水里，又跟鈣結合起來，並且給急流沖到海里。

在海底里，碳酸鈣分子給一種叫做有孔蟲的微小的生物吞了下去。這種生物在那時候的原始海洋里有很多很多。它

$\ominus$ 普通粉筆是用石膏做的，但是也有用白堊做的。這裡說的是指用白堊做成的粉筆。——譯者註

們用碳酸鈣造成自己的殼。几百万年以后，死了的有孔虫的石灰質小屋子就在海底堆成了白堊的山。后來水退去了，这些雪白的山就露出在陸地上。

在一克白堊里大約含有五万所有孔虫的小屋子。这种小屋子真是極小極小，人們用比較大的这种倒坍了的“小屋子”來刷牙，女人用比較小的这种破坏了的建筑物來扑面。

也有一些碳原子在它們長長的一生当中有机会到了蛋殼里，到了珊瑚里，到了珍珠里；还有一些却在水底下游到了河里和海里的动物的貝殼里。

現在我們且拿另外一个碳原子來看一看，它就在印這本書的一張紙里。不久以前它还給含在碳酸气的分子里飛翔在空中，一直到給植物的綠叶吸收了去为止。从这个时候起它就开始轉變了。它曾經到过糖的分子里，到过淀粉的分子里。后來它到了纖維素的分子里，变成了構成木質的一个活的小細胞里的一个微粒。以后樹木給鋸了下來，又造成了紙。現在我們这个碳原子就住在這本書的一張書頁里。

可是大多数的碳原子在它們漫長的生活史里，在几十万年里，經過的变化却未必多过几十次。这是因为它們大部分都給埋藏在地底下，形成很大的白堊礦、大理石礦、煤礦、石油礦和一些別的礦，在地下躺了几万万，沒有起过什么本質上的变化。

在地面上的情形却完全不一样了：这兒所有的过程都進行得無比地快，碳原子也常常在很短的时间里面完成了它的变化。比方說在碳酸气分子里的一个碳原子落到了木質的一

个活的細胞里，它过了几十年，至多是几百年，在木头燃燒以后，或者只是因为木头年久腐朽以后，就又回到大气里，仍旧变成碳酸气分子。碳原子的这类轉变的循环，通过动物的呼吸作用的完成得还要快，所謂呼吸其实不是別的，就是动物身体里的某些物質，在大气里的氧气的作用下，進行緩慢的燃燒。

而在人类的手里，碳原子發生轉变就更快，而且更有趣。

碳原子落到了化学家的手里，就开始它的充滿奇妙变化的生活。化学家学会了把碳原子和別种元素的原子轉变成自然界从來沒有过的物質，这种物質却往往是对人类的活动十分需要的。自然界並沒有造出过透明的橡皮、坚硬的炸藥、“会飛”的纖維以及諸如此类的东西，而人却制出了这些。大自然現在好像只把原料供給化学家，而化学家却从木头制成絲，从煤制成葯物，像这样奇妙的物質轉变簡直是沒有限制的。

大自然在几十万万年里还不会利用碳原子的一切可以利用的地方。

在自然的条件下，純粹的碳只有金剛石和石墨。人类却应用人工的方法制出了新的比較單純的碳——烟灰、焦炭和木炭。化学家現在已經能够在电爐里制成人造石墨，甚至小粒的人造金剛石。

自然界里的碳跟別种元素的化合物，比人类人工制造的要少得多，人工制造的碳化合物总有天然的碳化合物的好多倍。

自然界里的最珍貴的碳化合物只有靠植物和动物的机体來制造。

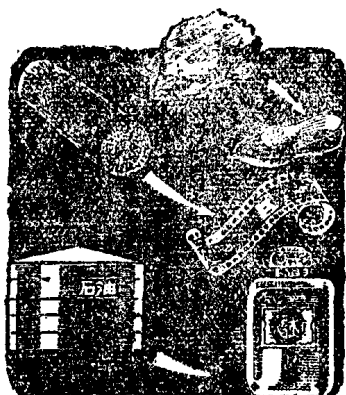
我們的化学家却剝夺了大自然的这种壟断权——他們現在已經应用人工方法制出了这一些物質。

科学家研究了原子配搭的規律，現在制造出了許多新的材料：比方說，用几种气体制成了塑料，用煤和石灰制成了有彈性的橡膠。而含在樹干里的分子也經過了这样的改造，使得本來是堅实的木質变成了銀色透明的膠片，或者变成了堅韌的人造絲。

化学家努力要改造無生物界，正像生物学家努力要改造生物界。

在生物机体發展的过程当中，外界环境条件的改变是並不顯著的，因此生物体里面的新的性質的累積过程是進行得極慢的。

我們的化学家却在人造的“机体”里——在化学反应鍋里生產新物質。在那些反应鍋里，这几种或那几种原子，在一定的条件下面相互作用，在預先由人安排好的条件下面相互作用，於是化学家就得到了各种物質，它們有適合人类需要的各种性質。



从煤制成橡膠，从木头制成膠片，
从石油制成燈水

佛像上的金剛石

印度的一座古庙里有一尊佛像，它的前額上裝飾着一顆大金剛石。看到过這顆金剛石的旅行家都誇它大，它的名聲傳遍了各國。



印度佛像前額上的金剛石

在英國國王的王宮里非常熱鬧。廷臣們慫恿國王說，這樣的大寶石只配給英國國王做裝飾品，不應該安在佛像的頭上。於是……英國軍艦就開到這個“奇蹟的國度”去作客了。

客人利用了主人的信託，偷偷地把佛像上的金剛石換成了一塊玻璃，就把這顆寶石藏在旗艦上的一個船艙里。在艦隊啓程回國的前夕，艦隊上的軍官應印度公爵的邀請去參加餞行的宴會，就在這個時候這顆金剛石不見了。

這次失竊是這樣奇怪，就連見過世面的英國殖民軍官也相信了印度的“奇蹟”。看守那藏寶石的船艙的士兵都受到了搜查。但是毫無結果。佛像上的金剛石就這樣無影無蹤地不見了。

這一次遠征就這樣不名譽地結束了，可是關於這顆寶石的故事並沒有完結。

那時候俄國駐英國的公使是奧爾洛夫伯爵，是叶卡德琳

娜二世的有名的寵臣的兄弟。奥尔洛夫伯爵的家里有一个家医，是一个上了年紀的英國医生。

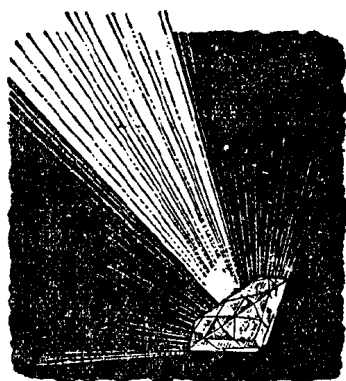
从某一个时候起，奥尔洛夫开始注意到，他的医生屡次談起宝石，講到沙皇对伯爵的寵愛，並且說用大鑽石來裝飾俄國女皇的王冠是非常適宜的。

奥尔洛夫懂得了这个老头子的意思。

你知道是怎么一回事？原來到印度去取金剛石的軍艦上有一个英國医生，就是奥尔洛夫的家医的兒子。在艦上看守藏金剛石的小盒子的兵士当中有一个偷了这颗宝石，事前是跟船上的医生商量好的。說好以后的“好处”对平均分，医生就把宝石藏在……兵士的腿里。兵士的腿上原來有一个潰瘍的伤口，医生把宝石縫在伤口里。佛像上的金剛石就这样在新的“保管箱”里藏了兩年，等到这件事情冷下去了，这颗宝石才从腿上取了出來，賣到了俄國。

金剛石很早就成了統治者和有錢人手里的珍玩，因为如果把它琢磨成許多面，它就有極好的反光的本領，看过去光芒夺目。琢磨成許多面的金剛石，叫做鑽石。

1934年，南非洲有一个黑人在一个農場里掘出了一顆雞蛋般的金剛石。農場主人出10个金鎊把这顆金剛石要了去。他接着却把这顆金剛石



鑽石反射太陽光，看去光芒奪目

賣了63,000金鎊。后來這顆金剛石又賣到美國，賣了145,000金鎊。在美國，這顆金剛石的價錢現在已經漲到了500,000金鎊。

資本家對稀罕的寶石的估價比對人的生命的估價不知道高了多少倍。

這是從前的事情。現在在資本主義國家里也仍然是這個樣子。

在我們蘇聯，金剛石所以受到重視，首先不是把它看做裝飾品，而是看做技術上有用的寶石。

工業上每年大約要消耗去一噸的金剛石。因為金剛石是天然出產的最硬的石頭。可以用金剛石來切割、磨光和加工不管哪一種金屬和礦物，——所有金屬和礦物都不及金剛石硬。

金剛石鑽頭“咬嚙”花崗石，鑽過厚層的地殼，使人能夠達到地底下幾千公尺深的石油的海。

人們用鑲有一點金剛石的圓鋸切割光學玻璃和一些堅硬的礦石，像瑪瑙、紅寶石和石英。雕刻也需要金剛石的“針”。這種“針”有些像鉛筆，只是頭上不是鉛心而是很小的一點金剛石。

鑽孔、磨光和車削硬質鋼也用到金剛石刀具。金剛石可以切削最硬的鋼刀不能切削的東西，鋸開最好的鋼鋸不能鋸開的東西，鑽進不管什麼樣最硬的合金鋼鑽頭鑽不了多久就會壞的那種地方。

那麼金剛石到底是什麼呢？

一个人三种打扮

有一天天气很热，佛罗稜斯科学院里有几个院士在观察金剛石的面怎样反射太阳光。

一顆不大的鑽石給太陽光照着，發出奇異的光芒。有一位学者想更好地观察这颗宝石的閃光，就拿了一面放大鏡來照。太阳光給放大鏡焦聚在鑽石上的越來越多，鑽石的閃光也越來越亮，等到太阳光焦聚成一点剛好落在鑽石上的时候，那里升起了一縷青煙。等煙消失以后，鑽石也不見了。

这真是一樁怪事！学者們断定說，金剛石一定燒掉了。可是你知道这是石头，而且是最硬的石头，而石头是不会燃燒的。

以后又試着把金剛石放在燒瓶里燒，証明金剛石的确会燃燒起來。它燃燒以后，生成了碳酸气，跟我們肺里呼出的碳酸气完全一样，跟爐子里燒木柴和煤炭的时候產生的碳酸气也完全一样。

可是透明的結晶的鑽石和黑色的污手的炭又有什么共通的地方呢？

化学家繼續來進行試驗，又發現了金剛石的另外一種有趣的轉變。

把金剛石放在缺乏氧气的燒瓶里加热，就得到……石墨粉。

研究了金剛石、炭和石墨，已經确定所有这些物質都是由碳原子構成的。只是金剛石是里面的碳原子作空間排列的晶

体,石墨是里面的碳原子作平面排列的晶体,而炭却没有晶体的結構。

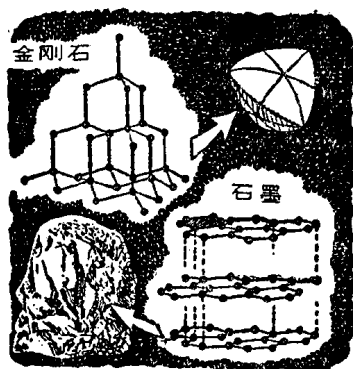
既然金剛石在空气里燃燒生成碳酸气,而在缺乏空气的情况下加热只破坏了它的晶体結構,那自然会提出这样一个問題來:石墨或炭能不能重新轉变成金剛石呢?

人造金剛石

金剛石比石墨重。如果重量相同,金剛石的体積只有石墨的三分之二。可見得在金剛石的晶体里,碳原子相互間 挨得更近。

科学家研究了晶体的結構,發現在金剛石和石墨里,不管哪一个碳原子都跟四个碳原子相連接。

金剛石的最小晶体含有五个碳原子。所有这些原子相互之間的距离都相等。



金剛石和石墨,和它們晶体里的原子排列

石墨的最小晶体也含有五个碳原子。在石墨里,跟在金剛石里一样,每个碳原子跟四个碳原子相連接,只是这五个碳原子当中有四个相互之間的距离相等,而第五个碳原子的距离却大一倍。

在金剛石晶体里,不管晶体多大,所有碳原子都同样坚固地联系在一起,要把这样的

石头分裂开就很困难。在石墨晶体里的碳原子却形成了極薄的薄片，一層疊在一層上面。層和層之間的距離比較大一些，因此它們結合得比較弱，容易把它們分裂开，一層跟一層分离開來。

在你用鉛筆寫字的時候，在紙上留下灰色的痕跡。這是最小的石墨晶体，从鉛筆頭上一層層地脫落下來。

科學家研究了金剛石和石墨的晶体結構，已經用理論的方法決定了，大約在什麼樣的條件下面，碳原子會形成巨大的晶体。這需要大約60,000大氣壓的壓力和幾千度的溫度。現在的問題就是要找出達到這樣條件的實際辦法。誰能夠在實驗室里製出第一顆巨大晶体的寶石呢？

寶石所以叫做寶石，是因為它們在自然界里很稀罕。地殼里形成寶石的过程已經在很久以前就結束了，不再重演了。可是不等我們用完自然界里儲藏的這些金剛石，我們的化學家已經着手在工廠里製造人造金剛石了。在那兒將來一定會用碳原子製出大粒的金剛石，它的價錢不會比好的玻璃貴。

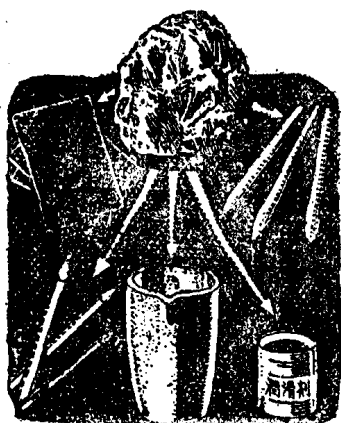
“鉛 心”

銀灰色的石頭——石墨——不怕火，很容易導電，化學性穩定。石墨的這些寶貴的性質在技術上得到廣泛的應用。

石墨在火里熱到3,000度還不會燒壞。用這種耐火物質可以製造熔煉各種金屬用的坩堝。

拿一小塊石墨，用手指略略捻它一下。你的印象一定是，石墨有些滑膩的感覺。

石墨的这种“滑膩性”使發明家想到利用石墨來做潤滑剂。一般的潤滑剂經不起高溫，溫度一高就要分解。它們不能夠用來潤滑，比方說，像繁里的鏈索和干燥室里小車上的軸承。在這些地方，耐熱的石墨潤滑剂是沒有別的東西可以代替得了的。石墨潤滑剂不但能夠耐高溫，而且能夠耐冷。在極冷的天氣，潤滑油要變稠，這就加大了摩擦阻力，而石墨潤滑剂的黏滯性卻是不變的。



所有這些東西都是用石墨制成的

石墨不會給酸侵蝕，也不跟鹼起作用，又很容易導電。因此用電解法制鋁、氯、苛性鈉、氯酸鉀等等的時候，一定要用石墨制成的電極。

石墨的用途是多種多樣的。它用來製造印刷油墨和複寫紙。它也用來做火藥的填充物，用在特種甘油火藥的製造上。

工業上每年需要 10 萬噸以上的石墨。

從研究天然石墨礦的結果知道，石墨的成因不是到處一樣的。在西伯利亞，在波哥托爾山脈，有極豐富的石墨礦，那里的石墨是由碳酸氣分解生成的，這些碳酸氣是在岩石結成的時候從岩漿里排出來的。

在西伯利亞的另外一個地方，在葉尼塞河流域，也找到了一個很大的石墨礦。這個石墨礦卻是从煤變過來的。年代一