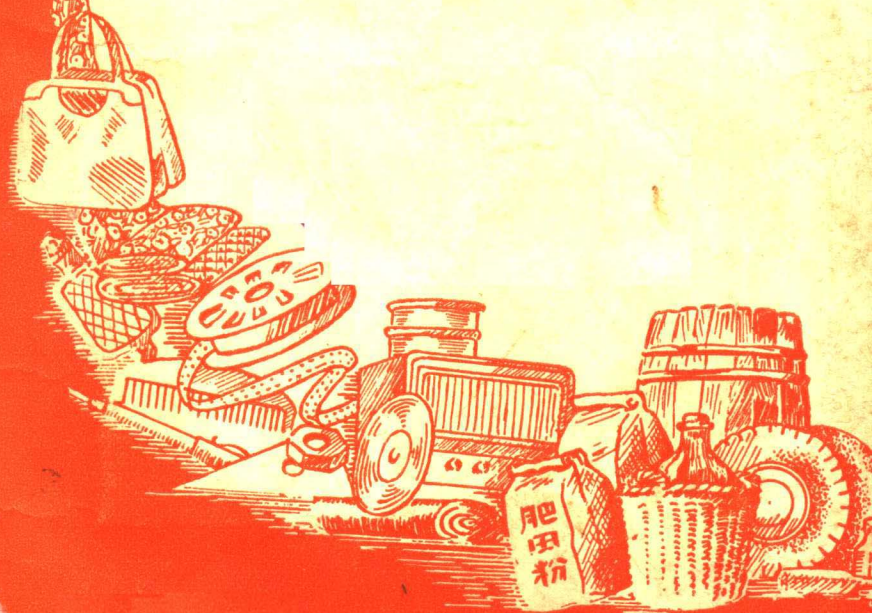


# 为人类服务的化学

[苏联] A. Ф. 布揚諾夫 著



科学普及出版社

## 本書提要

化学是现代科学中最重要的一个部門，現代人类的物質生活，無論哪一方面都和化学有極其密切的关系。本書以通俗而生动的笔法，談到化学是怎样帮助人类去利用地下的种种宝藏，怎样帮助人类维护健康，怎样帮助农业增加生产，以及化学在人类的日常生活中，在工业中，在国防中的作用，和其他許許多多有趣的科学知識。本書还詳尽地介紹了苏联的科学家在现代化学中所作的各种偉大貢獻。

总号：569

### 为人类服务的化学

ХИМИЯ НА СЛУЖБЕ ЧЕЛОВЕКА

原著者：А. Ф. БУЯНОВ

原出版者：ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ  
СОЮЗА ССР, 1954

譯者：石鎮櫓 魏上林

特約編輯：陈善基

出版者：科学普及出版社  
(北京市西便門外新家灣)

北京市書刊出版業登記證出字第091号

發行者：新华書店

印刷者：北京市印刷一厂  
(北京市西便門南大街乙1号)

开本：787 × 1092 1/32  
1957年12月第1版  
1957年12月第1次印刷

印張：5 5/8  
字數：94,000  
印數：6,550

統一書号：15051·77

定 价：(9) 5角8分

# 目 次

|               |     |
|---------------|-----|
| 緒言.....       | 1   |
| 化学的基本定律.....  | 3   |
| 化学反应的加速剂..... | 11  |
| 大地的宝藏.....    | 17  |
| 金屬的生活.....    | 46  |
| 生命的化学.....    | 56  |
| 丰产的化学.....    | 67  |
| 化学变化.....     | 80  |
| 现代技术的材料.....  | 99  |
| 化学与战争.....    | 121 |
| 化学能.....      | 139 |
| 原子能.....      | 144 |

## 緒 言

我們是生活在化學的時代里。在我們的生活中，化學就像空氣一樣地滲進了它的每一個角落。金屬、橡膠、玻璃、發動機燃料以及我們在日常生活中接觸到的許許多多其他物質，全都是化學工業的產品。

如果沒有化學家們製備出發動機用的燃料，那末不論是飛機、輪船和汽車，就既不可能行動，也不可能出現。

倘若沒有磚、水泥和玻璃，也就是沒有那些基本的建築材料，任何一種建築物都是不可能有的。在創造建築材料的工作中，也是有化學家參加的。

任何一個人都不能沒有食物、衣服、鞋子和 其 他 日 用 品，在生產這些東西的工作中，也要有化學家參加的。

化學家都是一些很能干的專家。他們把空氣和水變成肥料，為國民經濟增產了幾百萬元農產品。此外，他們用水做原料，從它里面取得一種最輕的氣體——氫氣。氫氣是製造氨、油脂和人造汽油等產品所不可缺少的原料。他們把粘土變成磚、瓷器或從中提取鋁。他們用砂子製造玻璃，用石灰和粘土製造水泥。把水泥和鋼鐵配合起來使用，就能夠建築起用別種建築材料所不能建成的巨大建築。化學家用木材來製造紙、人造絲、塑料、酒精、炸藥和幾百種其他的物質。

蘇聯的化學家創造了大量在自然界中比較貧乏的物質，像染料、藥品、香料等等。同時，他們也創造了許多自然界中所沒有的物質，像炸藥、合成纖維、合成橡膠、塑料等

等。并且他們还能預先知道这些物質所具有的化学性質。

苏联人可以驕傲的是，他們的同胞——俄国化学家曾發現过許多極其重要的化学定律。

罗蒙諾索夫根据他所制定的原子-分子学說，奠定了化学的基础，并創立了物理化学。罗蒙諾索夫也是第一个發現物質和能量守恒定律的人。



米哈伊尔·瓦西里叶維奇·罗蒙諾索夫  
(1711—1765)

門捷列夫發現了化学元素的周期律，这是最重要的自然定律之一。

布特列洛夫創立了揭示分子結構的所謂有机化合物結構的理論。他和他的老师齐宁共同开辟了化学工業中的一个新时代——制造合成物質的时代。

由罗蒙諾索夫、門捷列夫、布特列洛夫、齐宁以及許多杰出科学家們的劳动所建立起来的俄国化学，曾經走过了一段光輝的道路。在沙皇統治的黑暗时代里，这些科学家奋不顧身地为建立先进的科学而斗争，并且取得了巨大的胜利。但是，唯有在苏維埃的国家里，化学才得到了全面的發展。

帝俄时代几乎是沒有化学工業的，而在苏联則建立了强大的化学工業。苏联的化学家們已經获得了惊人的成就，他們創立了許多新的生产部門。

对于發展染料、合成橡膠、合成液体燃料、塑料、人造

纖維、藥品、維生素、香料和大量其他產品的生產，化學都起着巨大的作用。不論是在國民經濟中或是在日常生活中，都是廣泛地在應用着這些產品的。

在科學研究所里，在高等學校和工廠實驗室中，蘇聯的科學家正在不倦地發展着化學，以千百種的新發現來豐富它。蘇維埃的化學正像國民經濟中的其他部門一樣，一切都是為建設共產主義社會這個偉大目的而服務的。

## 化學的基本定律

木材、石頭、金屬，這些都是人們在製造各種用品時所用的材料。而自然界中最重要的和最普遍的材料，又都是由氧、氫、碳、硅這幾種元素構成的。

自然界中的生物體和非生物體，都是由原子組成的，這正像巨大的建築物是由小塊的磚頭砌成的一樣。自然界中有一百種左右的化學元素；構成自然界物體的原子，總數是無限大的。

化學元素的任何一個原子，甚至用了倍數最大的顯微鏡也都是無法看見的；但是，它卻和任何一種物體一樣，具有一定的大小、重量和形狀；也就是說，它具有固定的結構。每一種原子都有特定的名稱。例如，最小和最輕的原子叫做氫。氫原子的直徑是0.000,000,01厘米，也就是1厘米的一億分之一，它的重量是0,000,000,000,000,000,000,002克，即一萬萬萬萬億分之二克。

另一種原子，比氫原子大一些，重量約為氫的4倍，名叫氦(гелий)。它的命名來源是由于它最初是在用分光鏡研究太陽時發現的；因為在希臘文中，“гелиос”是太陽的意思。

各種原子的重量彼此相差很大。原子的重量越大，構造

也就越复杂。用一个对比来说明原子的渺小程度吧。在我们的想像中，尘埃算是最小的物质颗粒了。不过我们用肉眼还是勉强可以看到它们，因为它的直径是0.03毫米左右。但是在这个微小的颗粒中，却含有大约10,000,000,000,000,000个原子，也就是一万万亿个原子。



季米德里·伊万诺维奇·门捷列夫  
(1834—1907)

在门捷列夫周期表中列有化学元素的全部原子，它们的名称和它们的相对重量。在周期表上我们可以看到：碳原子的重量是氢原子的12倍左右，而铁原子是氢原子的56倍左右。银、金和汞的原子就更重些。铀原子的重量比氢原子重200倍以上。最重的元素是周期表中第101号的鰐(Mv)。

门捷列夫因为发现了周期律，所以就能在理论上预言当时还没有发现的一些化学元素。这种预言到后来完全被证实了。

即使到现在，人们还是能够利用门捷列夫的这个天才创造预测出新化学元素的性质。例如，根据已经研究过的合成的超铀元素的性质，就曾成功地预言过尚未发现的元素的性质。对于好学的科学家们说来，门捷列夫的周期律已经成为科学上新发现的基础。

现在，所有的化学家、物理学家、天文学家、地质学家和工程师都在利用着门捷列夫的周期律。

根据化学和物理学的定律，人们就能实现一些仅在某些

地球上才發生的过程（当然，所實現的規模还是很小的）。例如，在太陽的内部，由于原子的粒子——質子、中子和电子——的相互作用，而形成原子；而在各行星上，我們看到的則是原子結合成分子。在原子結合成分子的过程中所發出的能量，仅仅相当于太陽上那种过程所發出能量的十万万分之一，因为当太陽上的氫原子在結合成氦原子的时候，有大量的原子能同时放出。有关原子能的詳細情形，請參看本書的最后一章。

我們的地球是一个極大的原子燃料倉庫，因为每1公斤的物質都蘊藏有龐大的能量。

燃燒1公斤煤，只能放出8.5千瓦小时的能量；可是在这些煤里，却含有比上述能量多出30万万倍的原子能。

从1公斤物質里所放出的原子能，等于2,700,000吨煤所放出的化学能，或者等于25,000,000,000千瓦小时的电能。

现在，我們从重的化学元素和輕的化学元素中都可以取得原子能。

在門捷列夫周期表中，現在一共列有101种化学元素，其中88种元素是在地壳中找到的，其余的是用人工方法制成的。也許，很久以前在地球上曾有过这些种复杂的元素，但是由于它們具有放射性，在放射出一定的質量之后，它們就变成比較簡單的元素了，这正像鐳經過相当时期以后就变成鉛一样。



亞歷山大·米哈依洛維奇·布特列洛夫  
(1828—1885)

现在的科学已经发明利用原子内部能量的方法了。这个发明是和罗蒙诺索夫的物质和能量守恒定律分不开的；同时，也是和门捷列夫周期律这个化学基本定律分不开的。

自然界中的一切物质，可以分为简单物质（单质）和复合物质两种。简单物质是由某一种同类的原子组成的；复合物质则是由一些不同种类的原子所组成，这些原子以化学方法结合成为更大的粒子，也就是分子。

这些都是简单物质：气体——氢、氮、氧、氯等；液体——溴、汞等；固体——铁、铝、金、铜、银、锡、铅等。

每一种元素都是用拉丁字母当作化学符号来表示的。

编订化学元素表的工作，在门捷列夫以前很早就开始了，但这项工作直到1869年才由门捷列夫加以完成。根据自然界中原子的种数，目前在这个表中共有101个化学名称。其中的每一种都有简写，也就是某一种原子的拉丁文名称的头一个拉丁字母。例如，氧的拉丁文名称是“Oxygenium”，它在化学元素表中的简写是“O”；碳的拉丁文名称是“Carboneum”，它的简写是“C”……。如果几个原子的拉丁文名称头一个字母相同，像氮(Nitrogenium)、钠(Natrium)、镍(Niccolum)、氖(Neon)，那末为了相互区别，就采取开头两个字母，而第二个字母用小写。这样，氮的化学符号就是N，钠——Na，镍——Ni和氖——Ne等。又如铝“Aluminium”和金“Aurum”的化学符号也各用Al和Au来表示。

复合物质的种类纷繁，在表示它们时也复杂得多。同样几个字母可以组成不同的文字（如俄文中的 соль 盐和 лось 麝），而同样几个原子也可以结合成为不同物质的分子。例如，氢和氧的原子能化合成水的分子，而氢、氧和碳的原子

能化合成糖和其他物質的分子。

任何一種物質的分子，都不是由各種原子以數學的方式相加而成的。例如，當氣體氯和金屬鈉結合時，就形成一種新的物質——食鹽，這種結合叫做化合。這時所產生的白色食鹽粉末與原來形成食鹽的簡單物質完全不同。在它之中，已經沒有有毒的氯和金屬的鈉了；它已經成為一種可以食用的新物質——食鹽。但是，食鹽既有氯的成分，又有鈉的成分，並且可以重新分解成這兩種簡單物質。在這種情況下，我們通常說：食鹽中含有化學元素氯和化學元素鈉。

許多原子結合成更大的粒子——分子，而由分子再形成各種不同的物質。例如，氣體的氫分子是由兩個氫原子形成的。如果兩個氫原子同一個氧原子結合，便會得到一種液體的分子——水。兩個氧原子和一個硅原子結合，就會變成一種固體物質——氧化硅——的分子，而氧化硅也就是大家都知道的沙子。

由於原子和分子結合方式的不同，在自然界中便形成了各式各樣的物質。

在無機界（也就是非生物界）中，物質的分子並不大；它們只包含着幾個原子。要說明這類的分子時，只須指出化合物中所含各種原子的數目，就足可了解所指的是什麼樣的物質了。

然而在組成生物有機體的有機分子方面，就不是這樣了。有機物的分子里面包含着幾十個、幾百個、甚至於幾千個原子。無機化學中所採用的分子式，在這裡是不足應付的。

在有機化學中，一種分子式可能代表性質完全不同的幾種物質。這些物質的成分相同，可是分子結構不同，所以它

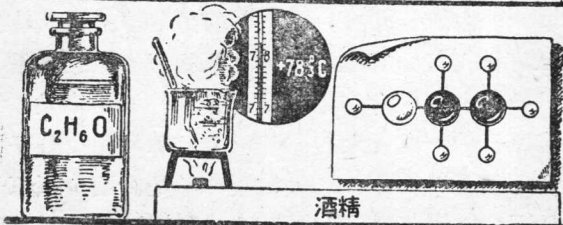
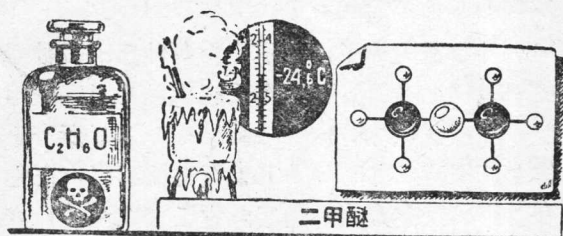


圖2甲 二甲醚和酒精分子的不同化學結構決定了它們的物理和化學性質的差異。

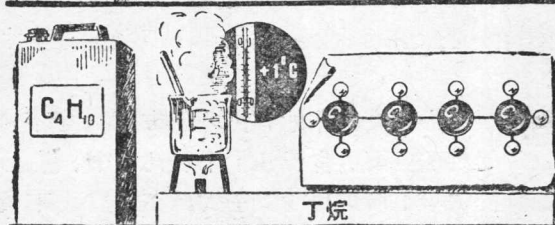
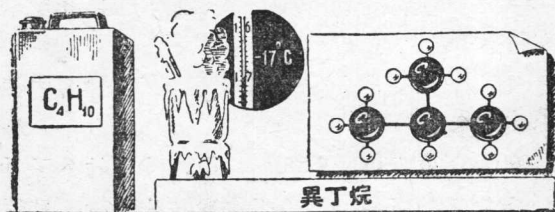


圖2乙 異丁烷和丁烷的分子是由同類、而且同數量的原子組成的；僅僅由於原子的排列不同，而使得異丁烷的沸點為 $-17^{\circ}\text{C}$ 。這是兩種完全不同的物質。

們的性質也不同。這些物質，叫做同分異構物。

19世紀中葉，著名的俄國化學家布特列洛夫建立了有機物質化學結構的理論，它闡明了同一些種類和同樣數量的原子是怎樣構成不同的分子的。

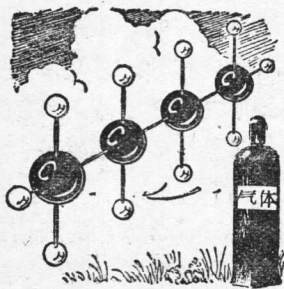
物質的性質是由組成它的分子所決定的。但是，分子是由原子構成的。原子在分子中是怎樣分布的，這決不是一件毫無所謂的事；譬如，二甲醚和乙醇這兩種液體，外表看起來一樣，分子式也相同：分子中都含有2個碳原子、6個氫原子和1個氧原子。

但是，二甲醚是一種有毒的物質，而乙醇却是酒精。這就是說，在兩種物質的分子中，原子的排列方式是不相同的；因此，表示它們分子的式子應該用結構式來表示，而不應該寫成分子式。分子的結構可以用研究物質的化學變化或是測定物質的物理性質等方法來加以確定。

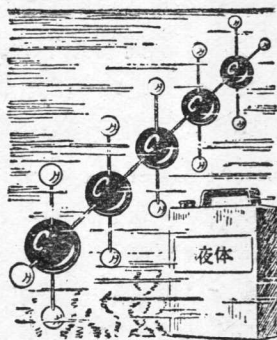
分子式只能表明在該種物質的分子中包含着多少個原子和什麼樣的原子，而結構式則能表明分子的“建築方式”。這好比，當我們看見建築設計圖的時候，我們很快就能想像出這個建築物的形狀，但是如果只告訴我們這個建築物所用的磚頭和各種材料的數量，我們卻無從知道這個建築物的形狀是什麼樣子的。

布特列洛夫的有機化合物化學結構理論，對於化學的發展起了巨大的作用。沒有這個理論的指導，我們現在的實驗室和工廠的工作都是無法進行的。

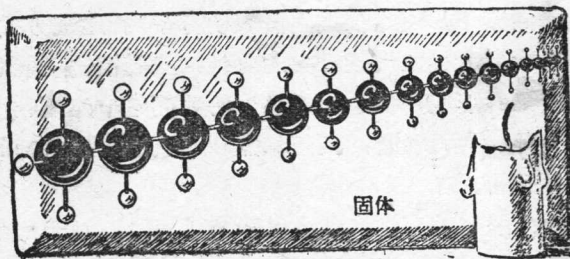
這個理論使人類大大地擴充了對大自然的控制。它揭露了許多物質構造的奧妙，並交給了人類一只合成（即人工製造）複雜的有機物質的鑰匙。新的人造纖維、染料、維生素、激素、藥品、炸藥、塑料和其他物質的合成，都是借助於這



气态物質的分子結構中約含有1—5个碳原子。



液态物質的分子結構中約含有5—16个碳原子。



固态物質由更大的分子所組成，每一个分子中含有16个以上的碳原子。

圖3 在常溫压下，甲烷同屬烴的有机化合物的物理状态，是由这种化合物中的分子結構所决定的。

个理論才制造出来的。

化学家研究了自然界中数量比較不多的已知物質以后，就进而去制造誰也沒有想到会存在的新物質。这样一来，自然界中無边無际的物質財富，就变得只有人工所能創造出来的几分之一而已。

人类由一个对大自然中現有物質进行研究和观察的人，变成一个創造从未見過的新物質的創造者了。在这些新創造的物質之中，有許多是自然界中完全沒有的，也有許多是只有經過几百万年演化过程后才能形成的。

## 化学反应的加速剂

由于原子之間和分子之間进行化学反应，以及組成原子本身的粒子（所謂基本粒子）之間进行核子反应，結果就構成了整个地球上面的多种多样的物質世界。关于核子反应的事，我們將在本書的后面詳細地加以講述。

化学反应使地球上产生了生物。化学家們現在还正在有目的地利用化学反应来改造無机界。化学反应也是無數种自然現象以及人类进行的各种生产过程的基础。

自然界中最重要的化学过程就是燃燒。这种反应主要是使复杂的有机物質分解成簡單的無机物質。在燃燒的过程中，就有热能放出。

人类所进行的最重要的化学过程，却是把簡單的物質合成复杂的物質。在大多数情况下，合成反应都需要外来的能量，也就是要吸收热能或其他形式的能量。

当燃燒固体有机物質，如煤、泥炭、木柴等等时，或是当燃燒液体物質，如石油、汽油、酒精等等时，空气中的氧便和燃料中的碳、氫两种原子化合起来。

物質和氧發生化學作用的过程，叫做氧化。氧化反應有三種：第一種是緩慢的氧化反應，像鐵的生鏽；第二種是生物的呼吸和有機物質的腐爛；第三種是迅速進行的反應和幾乎在一瞬間進行的反應，這就是物質的燃燒以及爆炸。

和氧化反應相反的化學过程，即反應的結果不是與氧發生化合、而是放出氧的那種过程，叫做還原。還原在自然界中和工藝过程中也是一種極其普遍的化學反應。

地球上的生物，都需要大量的氧氣來進行呼吸。假如只有氧化反應而沒有還原反應的話，那末大氣當中的氧氣就會很快地消耗完了，地球上的一切生物也都將由於缺乏氧氣窒息而死。但是植物卻拯救了需要氧氣的動物，因為在植物機體中進行的是還原反應。並且儘管植物也同樣要吸收一些氧氣，但是它們放出來的氧氣卻相當於所吸收的20倍之多。



尼古拉·尼古拉耶維奇·齊寧  
(1812—1880)

再看看另外一個例子吧。大量的金屬制件由於氧化而損毀，金屬在這時變成了碎屑和鏽。但是人們卻利用還原反應從礦物中提煉出更多的金屬來。

在工業中，利用化學還原反應，可以把固體燃料（如煤）變成液體燃料，而把液體的油脂（如植物油）相反地變成固體的油脂——人造黃油等等。

化学的一个極其偉大成就，就是發明和發展了用簡單物質制造复杂物質的方法，也就是創造了合成物質。在化学生产中进行反应时，广泛地利用高温和低温、高压和低压以及各种催化剂。

現代的工業化学，在操作时所采用的温度主要是 $-80^{\circ}$ — $+2,000^{\circ}\text{C}$ 。所有超出这个范围以外的化学工艺法，目前都还处在实验阶段；但是在这个范围之外，却蘊藏着改造物質的無限可能性。

当温度降低时，气态物質会变成液体；例如，在 $-194.5^{\circ}\text{C}$ 时，空气会变成淺藍色的液体，这种液体可以像水一样地傾倒。冰对这种液体說来好像火一样热，因为液态空气在冰上就像在烈火上加热一样会沸騰起来，只不过它的蒸汽是非常冷的。

在降低温度后，液态物質会变成固体。例如，酒精在低温时就变成固体，它在受到打击时会爆炸，但是却不会燃燒，这是和液态酒精不同之处。把水銀裝在細玻璃管里，放在液态空气中，水銀就变成固体；敲破玻璃管，可以得到一根水銀的“釘子”。我們可以用鉄錘把这根水銀釘子釘进木板之中。

在低温之中，固体物質的性質会發生很大的变化。例如，小鉛球浸在液态空气中以后，就变得像橡皮球一样地会跳躍；而把橡皮球浸在液态空气中以后，却会变得像玻璃一样地容易摔碎。鮮花浸在液态空气中以后，会变成像瓷做的一样，既硬又脆。金屬經過上述的冷却处理以后，会增加强度：鋼增加到1.5倍，鉄和鉛增加到2倍；鉛制的彈簧会变成像鋼制的一样有彈性。肉类遇到低温，会变成黃色，并且在黑暗中發光。其他的東西像棉花、骨头、蛋壳和面包等，

經過冷卻处理后，也都會發光。

反之，如果提高溫度，物體便會從固態轉為液態，而液體在高溫下會蒸發，也就是變成氣體。我們知道，一切氣體都是由分子組成的，當溫度升高到 $12,000^{\circ}\text{C}$ 時，分子就會分解成為原子。

\*

\*

\*

在某些物質中，分子之間間隔大大地超過組成該種物質的分子本身的體積；這些物質的體積可以壓縮成幾百分之一，就可說明這一點。下述的事實也可以說明這一點：1公升水在室溫下能吸收700公升的氣體氨，而在 $0^{\circ}\text{C}$ 時則能吸收1,000公升以上，在這種情況下，水的體積却增加得很少。氨是分布在水分子的間隔中的，它和水的分子相互起化學作用。順便指出，魚在水裡所呼吸的空氣，也是存在於這種間隔之中的。

當我們壓縮物體時，物體中的分子便彼此靠緊起來，分子之間的距離縮小了，物體的總體積變小了，所以它們就有可能變成液體。

壓力在天然的化學過程中起着非常巨大的作用；在工廠里廣泛應用的人為化學過程中，壓力也起着重大的作用。

在空氣海洋的底部，也就是在地面上，空氣的壓力等於1個大氣壓。每10公尺深海水的壓力也等於1個大氣壓。由此可知，在1萬公尺深的海底，海水的壓力將等於1,000個大氣壓。人類在生產活動中所採用的壓力已經超過了這個範圍。當壓力增加到几百甚至几千個大氣壓時，化學反應過程的速度將大大地加速起來。

某些過程在大氣壓下進行時，需要有許多器械設備，但