

中等专业学校函授教材

(試用本)

化 学

HUAXUE

第一册

湖北省中等专业学校函授教材编写小组編

人民教育出版社

序

目前我国社会主义建設正处在一个新的历史阶段，工农业的持續跃进和技术革新、技术革命的全民运动，迫切要求工人和农民迅速提高文化水平和科学知識水平，因此，教育工作必須大发展和大提高，必須貫徹执行“两条腿走路”的方針，既要大办全日制、半日制学校，也要大办业余学校。

本試用教材是在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下、在毛澤东思想指导下、在湖北省高教厅和編写单位校党委领导下編写的。在編写过程中学习了有关教学改革及大办业余教育的文件；參觀訪問了武汉市业余教育办得較好的工厂企业。抽調专职教师与化学師資培訓班学生相結合，大搞群众运动，边学习，边編写，边审查总结，边修改，边提高。

我們在編写时所遵循的原則是：以毛澤东思想和党的社会主义建設总路綫为綱，以物質結構理論为基础，緊密結合生产，建立新的学科体系。这样既保證了学科的系統性，又能将生产中的普遍性問題集中讲述，便于學員根据专业需要，进行有选择的学习。

在本书的編写中，除去了过去教科书中存在的陈旧落后、重复繁瑣等内容，尽量吸取了現行书刊中的新内容。在理論方面，用量子力学观点探討物質結構，在物質結構理論的基础上讲述元素周期表、电离等；在反映最新成就方面，增加了稀有元素、高分子化合物等内容。文字力求通俗易懂，内容深入浅出。每章末附有本章总结（包括目的要求、内容提要及习题）以帮助學員掌握重点，减少自学困难。

在編写过程中承武汉市有关工厂学校对本课程的教学大綱、

教材的編写提供了許多宝貴意見,并贈送資料,特此深致謝意。

由于水平限制,時間仓促,本教材中一定有不少缺点和錯誤,衷心地希望同志們指正,來函請寄北京人民教育出版社高教用書編輯部轉。

湖北省中等专业学校函授教材編写小組

1960. 7. 1.

第一册目录

序	i
第一章 总論	1
第一节 緒言	1
第二节 化学中的基本概念和計算	4
总结	21
第二章 物質結構和元素周期表	25
第一节 原子的复杂性	25
第二节 原子的构造	27
第三节 电子的微粒性和波动性	29
第四节 核外电子的状况	31
第五节 核外电子的排布	34
第六节 分子的形成	39
第七节 极性分子和非极性分子	46
第八节 元素周期律和周期表	47
总结	66

国际原子量表(1952年)

第一章 总論

第一节 緒言

一、化学研究的对象和化学的重要性

人們是生活在一个物質的世界中。人类为求生存，必須不断地与自然作斗争，在这长期的斗争过程中，在生产活动中，逐渐地認識了自然的現象，逐渐地掌握了自然的規律，創立和发展了自然科学。

化学是自然科学中的一門科学，它帮助人們从自然界里取得国民經济所需要的东西，不断地为人类社会的发展創造物質条件。

我們知道，物質是处在不断地运动、变化和发展的过程中。如天体的运轉、河水的奔流、岩石的风化、动植物的生长与死亡、水的干涸、木柴的燃燒、鉄器的生鏽等等。但是不管如何千变万化，归結起来，所有的变化可以分为两大类：一类叫做物理变化；一类叫做化学变化。

例如：水的干涸，是水变成了水蒸汽。水蒸汽遇冷又可凝結为水。象这种只改变物質状态，而不改变物質本質的变化，叫做物理变化。木柴的燃燒，变成了灰燐和碳酸气等，灰燐和碳酸气再也不能变成木柴；鉄器在潮湿的空气中生了鏽，鉄鏽用物理方法也不能再变成鉄，象这种不但物質状态改变，而且物質本質也发生了改变的变化，叫做化学变化。在化学变化中，原有的物質消失了，生成了新的物質。

化学就是研究物質及其变化的科学。具体地說，化学是研究

物質的組成、結構和性質，以及物質的性質與其組成和結構間的關係，並且研究物質間內在聯繫以及由一些物質變成另一些物質的條件和方法。

運用化學的原理和方法，可以從自然界的天然原料如空氣、水、礦石、煤、石油、木柴等製造出工業上、農業上、國防上以及日常生活中所需要的各種各樣的产品，如鋼鐵、水泥、化學肥料、農藥、炸藥、藥劑、紙、塑料、油漆、各種酸和鹼等等。

隨著科學技術的發展和人民生活的提高，化學又面臨着許多新的任務。在原子能和平利用和噴氣技術的發展方面，需要耐高溫、高壓的合金材料、稀有金屬、噴氣燃料、同位素材料等。在各種新技術工藝上，要求有性能很高的合成橡膠、合成塑料等，以符合新產品的需要；在農業上，要求有更新的化學肥料和殺蟲劑來提高產量；在醫學上，要求有更更新更好的藥品來增進人民的健康；此外，各種化學生產技術，在原有的基礎上，要求不斷改進生產方法，提高勞動生產率，提高產品質量和降低成本。所有這些都是化學上要不斷地研究和解決的問題。

從化學的角度出發，世界上是沒有廢物的。一般人認為沒有多大用處の木屑、刨花、樹枝、樹葉等，經過化學方法加工後，就可以變成比它們珍貴許多倍的人造絲、紙、醋酸、樹脂等。從煉鐵爐排出的爐渣，可以用來製造水泥。污水經過處理，不僅可以用來灌溉，以增加農作物產量，而且還可以從其中提出珍貴的藥劑及化學藥品等。所以大搞綜合利用、大搞廢物利用是有着極其重要的意義的。

從上面所講的可以看出，化學與各個生產部門都有着密切的關係，幾乎沒有一個近代生產的部門能夠離開化學。如冶金工業（冶煉過程、合金），建築材料工業（硅酸鹽、水泥、玻璃），輕工業和食品工業，機械工業和動力工業等部門與化學更是有着直接的關

系。

我国有丰富的地質資源，如黑色金屬、有色金屬、稀有元素、放射性元素的礦石等等。在解放后通过規模巨大的地質勘査，現在知道，除少数几种外，都有儲量較多的产地，而且其中有些是占世界第一位，如銻、鎢等。发展鋼鐵工业所需要的鐵矿，工业的血液——石油，工业的粮食——煤等等，也都拥有着非常丰富的矿藏，这些对我国高速度建設社会主义工业化提供了极其可靠的物质基础。

二、我国化学发展概况

我国是一个地大物博、文化发达很早的国家，有着勤劳勇敢的亿万人民。远在公元前两千多年，我国就已經知道煉銅，并且使用銅器。大約在公元前一千年左右，我們的祖先开始煉鉄，并使用鉄器。大家知道，我国古代冶煉出来的銅的合金，如青銅，异常优美，冶煉出来的鉄和鋼，品質优良。在化学工艺上，我国有聞名世界的三大发明：造紙、瓷器和火药。在医药方面，至今还放射着光芒。

由于几千年来封建主义的統治，和近一百多年来帝国主义的侵略，我国的社会生产力是极其落后的，因而科学的发展也是停滯不前的。1949年，我国在中国共产党的领导下推翻了帝国主义、封建势力和官僚資本的統治，从根本上鏟除了阻碍生产和科学发展的根源，給生产和科学的发展創造了良好的条件。

中华人民共和国建国以来，在我国国民經济方面得到了很快的恢复和巨大的发展。1958年党中央提出了“鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义”的总路綫，已經成为极其偉大的物质力量。現在我們正經歷着历史上偉大的飞跃发展时期。我們要“使我国工业在十五年或者更短的时间內，在鋼鐵和其他主要工业产品的产量方面赶上和超过英国；使我国农业在提前实现全国农

业发展綱要的基础上,迅速地超过資本主义国家”^①。

化学工业和其他工业一样有了巨大的跃进。1958年的生产总值比1957年增长了70% (不包括用土法生产的企业的产品和輕工业部門的化工产品), 新产品增加将近700种。1959年又比1958年增长40%左右, 几种主要产品的增长速度, 大大超过了第一个五年計劃的平均增长速度, 其中純碱、燒碱、抗菌素等三种主要产品, 已提前三年完成了第二个五年計劃的指标。

随着化学工业的蓬勃发展, 我国的化学科学水平也有了很大的提高, 在某些尖端的科学研究上, 已經达到了和超过了国际水平。

为了高速度发展我国工农业生产和科学事业, 我們还必须加强学习苏联和其他社会主义国家的先进理論和經驗, 并吸收其他各国的科学技术成就。

第二节 化学中的基本概念和計算

一、物質是由什么构成的

自然界存在着各种各样的物質, 而不同物質各具有不同的特征。例如, 鉄是灰白色的、有光澤的金属, 加热到 1535°C 开始熔化, 比重为7.87, 在潮湿的空气中会生鏽等, 这些都是鉄的特征。

物質所具有的特征, 叫做物質的性質。

物質的某些性質, 如状态、顏色、气味、比重、熔点、沸点等, 叫做物質的物理性質。还有一些性質, 要在物質发生化学变化时才表現出来的, 例如鉄在潮湿的空气中生鏽, 叫做物質的化学性質。人們就是根据物質的性質来識別物質的。

为什么每种物質都具有一定的性質, 而不同的物質却具有不

^① 刘少奇: “中国共产党中央委员会向第八届全国代表大会第二次會議的工作报告”第22頁, 人民出版社, 1958年。

同的性質呢？要解答這些問題就必須了解物質是由什麼構成的。

我們知道，鐵可以銼成很細的鐵屑；麥子可以磨成面粉；滴滴涕裝在噴霧器里可以噴成細小的珠滴（霧），這些都說明物質是可以分割的。但是，不管我們把物質分得怎樣細，怎樣小，分出來的粒子還是可以看得見的。

取一點糖，放到一杯水里，糖的晶体逐漸溶化而消失了，可是杯中的水却有了糖的甜味。很显然，糖溶化在水中時，分成極小的粒子，小得我們的眼睛看不見了。這種粒子雖然小到我們的眼睛看不見，但它還保留着原來物質的性質，所以糖水 is 甜的。

不僅糖如此，一切物質都是這樣，都是由許多我們眼睛看不見的極小的粒子構成的。這種極小的粒子，如果我們把它再分，那末，物質的性質就要改變了。這種最小的還保持原物質的一切性質的粒子叫分子。一切物質都是由分子構成的，分子處於不斷運動狀態，並且分子之間是有空隙的。糖能夠自動地溶化在水中，就說明糖的分子和水的分子都是處在不斷地運動狀態中，並且分子之間是有空隙的。

我們知道了物質是由分子構成的。糖是由糖分子構成的，糖分子有甜味；水是由水分子構成的，水分子是无味的。但是為什麼糖分子的性質和水分子的性質不同呢？也就是說，為什麼不同的分子具有不同的性質呢？要了解這個問題，還必須進一步了解分子是由什麼構成的。

把糖放到鍋里加熱，糖要燒焦的，變成了黑色的、在水中不能溶解的、沒有甜味的炭。為什麼會變成這樣呢？原來糖的分子被分解了，分解成了新的物質。由於糖的分子不存在了，所以糖的甜味也沒有了。

由此可見，分子是可以分割的，它是由更小的粒子構成的。這種更小的粒子叫做原子。所有的分子都是由各種不同的原子構成

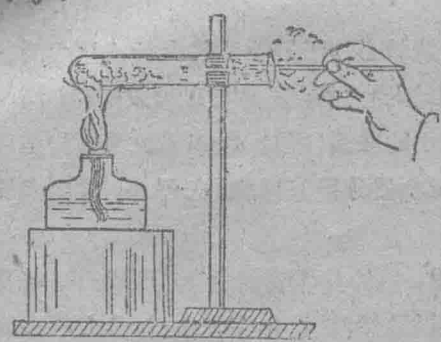


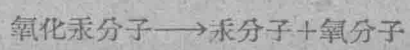
图 1-1. 氧化汞在試管里分解。
把剛熄滅的火柴杆插入試管口；
火柴杆重新燃燒起來。

的。原子和分子一樣，也是不斷地運動着的。

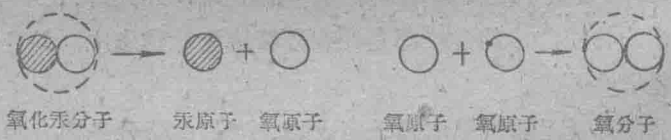
現在我們用下面的實驗予以說明：

取少許氧化汞，放在試管中加熱（圖 1-1）。氧化汞是一種紅色粉末，它在受熱時分解了，生成了一種無色的能幫助燃燒的氣體，叫做氧氣；還有一種是銀白色的

液態金屬，叫做汞（水銀）。這個變化可以用下式表示：



氧化汞分子受熱分解時，起初生成汞原子和氧原子，兩個氧原子再結合成氧分子。為了便於了解起見，可以用下圖來表示：



綜合上面所討論的，可以歸納成為幾點：

1. 物質是由分子構成的，相同的分子的性質是相同的，不同的分子的性質是不相同的。
2. 分子是由原子構成的。
3. 分子和原子都是不斷運動着的。

以上三要点，叫做原子-分子論，它可以說明化學上的一些基本定律和解釋許多物理的和化學的現象。

二、元素、單質和化合物

上面談到，一種物質是由一種分子構成的，那末，一種分子是不是也只由一種原子構成的呢？我們已經知道，氧化汞分子是由

汞原子和氧原子构成的；汞分子是由汞原子构成的；氧分子是由氧原子构成的。可見，分子可以由一种原子构成的，也可以是由两种或两种以上的原子构成的。

物質的分子由同一种原子构成的，叫做单質，例如氧气、汞等都是单質。物質的分子由两种或两种以上的原子构成的，叫做化合物，例如糖、氧化汞等都是化合物。在自然界里，以单質状态存在的物質很少，絕大多數都是以化合物状态存在的。

氧分子里的氧原子和氧化汞分子里的氧原子，都是相同的氧原子，同样，汞分子里的汞原子和氧化汞分子里的汞原子都是相同的汞原子。具有相同化学性质的同种原子，不管它是存在于单質里或者存在于化合物里，都叫做元素。氧气或氧化汞里的氧原子，都叫做氧元素；汞或氧化汞里的汞原子，都叫做汞元素；元素是一种原子的总称。現在已經发现的元素有 102 种，其中天然的元素有 92 种，人造元素 10 种，世界上的各种各样的物質，都是由这些元素組成的。在自然界里元素的分布是很不均匀的(图 1-2)。在地壳里，氧、硅、鋁、鉄、鈣、鈉、鉀、鎂和氫等九种元素大約占

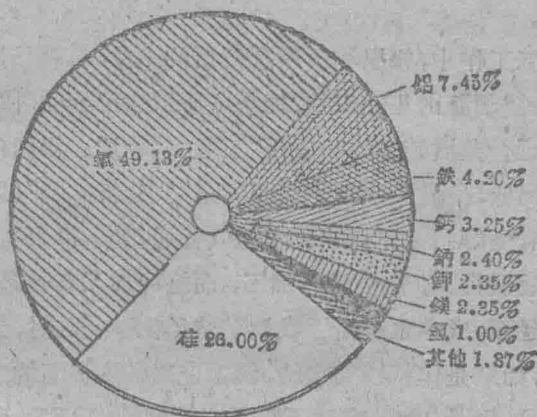


图 1-2. 地壳中各种元素百分比。

98%，其他元素大約占 2%。其中以氧元素占第一位，这是因为氧元素的化合物很多，例如水、石头、土壤里都含有大量的氧元素，在空气里还含有五分之一的氧气。其次是硅元素，土壤、砂子、石头等都是由硅的化合物构成的。第三位是鋁元素，它的化合物在土壤中也很多的。

三、純物質和混合物

我們說每一种物質都是由一种分子构成的，那是指不含其他雜質的純物質，但是这种絕對純淨的物質是很难找到的，或多或少地都会含有一些雜質。含有雜質的物質，当然它就不是由一种分子构成的了，而是由几种分子构成的，这种混着几种分子的物質，叫做混合物，例如空气。空气里有氧气、氮气、碳酸气、水蒸汽和极少量的其他气体以及灰尘等混合在一起，可是空气里的氧气还是保持着自己的性質，能够幫助燃燒；氮气也保持着自己的性質，不能幫助燃燒；水蒸汽也保持着自己的性質，溫度降低时就变成水滴等等，它們的性質都沒有改变。所以空气不是由一种分子构成的，而是由氧分子、氮分子、碳酸气分子和其他分子混合組成的，空气是混合物。

在实际工作中，根据物質所含雜質的多少，也就是根据物質的純度，將物質制訂出几种規格，把含雜質很少的物質叫“化学純粹”物質，而把含雜質較多的物質叫“工业純”物質。根据化学純粹物質純度的高低，一般又分为：“保證試剂”、“分析試剂”（以上两种系精密分析和高等研究用）和“化学純”（普通分析和研究用）等。要將不純的物質提純，需要进行加工，而这种加工有时是很麻煩的，因此純度越高，成本也越高。我們在使用化学藥品时，必須从工作要求出发，如果是作精密的實驗，就要使用純度較高的或純度很高的化学藥品，但是，如果在并不需要高純度的情況下，而使用了高純度的化学藥品，这就造成了不應該的浪費。

四、物质不灭定律

现在我们谈谈，物质发生化学变化后，它的性质改变了，可是物质变化前后的总重量有没有改变呢？

煤燃烧后，只剩下一些灰；酒精燃烧后，什么也看不见了；铁生锈后，重量增加了，我们怎样从这些各种各样的现象中找出其中的规律呢？这就必须进行科学的实验。

现在，将燃着的蜡烛放入大的干燥的烧瓶中（图1-3），这时我们将看到烧瓶内壁附有許多水滴。再将蜡烛从烧瓶中拿出来，将澄清的石灰水注入烧瓶中，并加以摇荡，那么，石灰水便变得混浊起来（这是碳酸气存在的证明）。这个实验证明，蜡烛燃烧时生成了水和碳酸气。

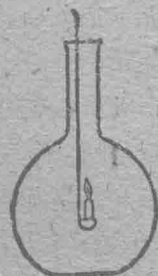


图1-3. 蜡烛在烧瓶里燃烧。

但是，变化前后的物质的总重量有没有改变呢？再做下面的实验：

将蜡烛置于天平的一个盘上，在蜡烛上面挂着一个带网的玻璃筒，里面装有能吸收蜡烛燃烧时生成物——碳酸气和水蒸汽——的物质（生石灰和烧碱的小块）。在天平的另一个盘上放砝码，使天平平衡。然后点燃蜡烛。这时我们看到，蜡烛逐渐烧掉，可是放蜡烛的这边却重起来（图1-4）。可见，燃烧时生成的水和碳酸气比烧掉的蜡烛还重。为什么会重起来呢？原来是空气里的氧气参加了燃烧，多出的重量就是参加反应的氧气的重量。如果将烧掉的蜡烛的重量与参加反应的氧气的重量计算在一起，就恰好

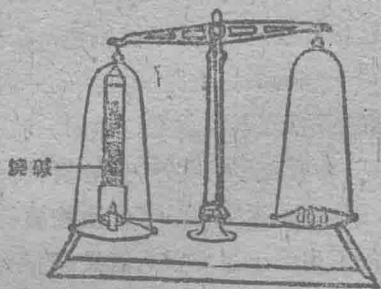


图1-4. 蜡烛燃烧时生成的水和碳酸气比蜡烛还重。

等于生成的碳酸气和水蒸汽的总重量。

鉄生鏽后重量增加也是一样的道理，是因为鉄和空气中的气、水蒸汽作用变成了鉄鏽，如果将参加反应的氧气、水蒸汽的量計算进去，則反应前后物質的总重量必定是相等的。

科学家根据很多次实验結果，得出下面的結論：

在任何化学反应里，参加反应的各物質的总重量，必定等于反应后生成物的总重量，这是物質变化的一个基本規律，叫做物質不灭定律。

为什么反应前后，物質的总重量不变呢？因为，物質是由分組成的，在化学反应里，原有物質的分子破坏了，但組成这些分的原子並沒有消失，原先有多少个原子，反应以后还是多少个，它們在变化过程中組成了新的分子，生成了新的物質。在化学变化中，原子的重量不改变，所以反应前参加反应的物質的总重量必定等于反应后生成物的总重量。

任何物質的生成，都是从其他物質变化而来，不能无中生有一粒种子播下去，生长发育成一株庄稼，开花結籽，是由于吸收土壤里的水分、养料、空气里的碳酸气等物質，在阳光的作用下，经过复杂的变化而成为根、莖、叶、花和籽的。这說明物質世界是老早就已經存在的，物質不能創造，也不能消灭，只能从一些物質轉变为另一些物質。这是大自然的一条法則，不管你承認不承認，願意不願意这样，事实总是这样的。我們学习化学，就是要掌握自然的法則、物質变化的規律，使物質按照人們的需要来变化。

物質不灭定律除了体现物質的永恒存在之外，在化学研究上和化工生产上也有重大意义。例如，一定量的氧化汞分解生成多少克氧气和多少克汞，这中間有一定的关系。如果我們分解 27 克氧化汞得到 25 克汞，那末生成的氧气一定是 2 克。同样的道理，工业上根据物質不灭定律，可以从原料的用量計算出产物的重量，如

达不到这个标准,那就说明原料没有充分被利用,还有可能提高生产率,以达到节约原料的目的。

五、原子和分子的重量是怎样表示的

物质是由分子构成的,分子是由原子构成的,物质有重量,当分子和原子也有重量,不过由于它们是极小的粒子,因此,它们的重量也是非常微小的。例如,经过科学家的精密的测定:

氢原子的重量是 0.0000000000000000000000001663 克,

氧原子的重量是 0.00000000000000000000000026608 克,

汞原子的重量是 0.0000000000000000000000003336 克。

这样小的数字,对我们记忆和应用太不方便了。所以化学上采用原子重量的 $\frac{1}{16}$ 作为衡量一切原子和分子的重量单位,这种单位叫做氧单位。

假如把 1 个氧原子放到图 1-5 所画的那么大,将它分成 16 小块,那末每一小块就是 1 个氧单位。

原子的重量用氧单位来表示时,就叫做原子量。例如,氧的原子量 = 16 氧单位;氢原子的重量约为氧原子重量的 $\frac{1}{16}$,氢原子量 = 1.008 氧单位;汞原子比较重,汞的原子量 = 200.61 氧单位。

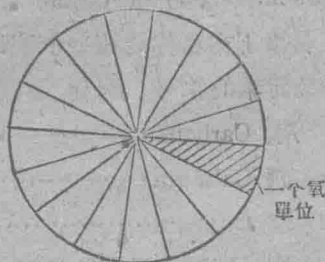


图 1-5. 氧单位和氧原子重量的关系。

分子的重量用氧单位来表示时,就叫做分子量。分子是由原子构成的,分子量就等于分子中各原子量的总和。例如,氧分子中含有 2 个氧原子,所以氧的分子量 = 16 氧单位 $\times$ 2 = 32 氧单位;氧化汞的分子中含有 1 个汞原子和 1 个氧原子,氧化汞的分子量 = 200.61 氧单位 + 16 氧单位 = 216.61 氧单位,等等。在表示原子量和分子量时,通常把“氧单位”三字省去,例如,氧的分子量

=32, 但是必須記住这个数值是指氧单位数。

六、化学中的符号

我們知道, 化学是研究物质和物质变化的科学, 物质的种类很多, 化学变化又是多种多样, 为了研究方便起见, 化学上采用一些简单的符号来表示各种物质和物质所发生的化学变化。

1. 元素符号 在化学上, 各种元素都是用符号来表示的, 这种符号叫做元素符号。通常是采用元素拉丁文名称的第一个字母写成大楷来表示每一种元素的。例如, 氢的拉丁文名称叫 Hydrogenium, 它的化学符号就是 H; 氧的拉丁文名称叫 Oxygenium, 它的化学符号是 O 等等。

不同元素的拉丁文名称的第一个字母有时相同, 例如碳——Carboneum, 钙——Calcium, 铜——Cuprum 等。在这种情况下, 就取拉丁文名称的第一个字母大写, 并在其中另取一个字母小写, 作为元素的符号。例如, 下面各元素的符号为:

碳 Carboneum.....C

钙 Calcium.....Ca

铜 Cuprum.....Cu

这是国际上通用的符号。

元素符号不仅代表一种元素, 还代表该元素的一个原子。例如, O 代表氧元素, 也代表一个氧原子; Cu 代表铜元素, 也代表一个铜原子, 等等。

现将拉丁文字母的大写和小写及其读音列举如下:

大写字母	A	B	C	D	E	F	G	H	I
小写字母	a	b	c	d	e	f	g	h	i
读 音	(埃)	(必)	(西)	(地)	(衣)	(埃弗)	(葛)	(埃取)	(喂)
大写字母	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
小写字母	j	k	l	m	n	o	p	q	r
读 音	(搞)	(开)	(埃耳)	(埃阔)	(埃恩)	(啊)	(批)	(秋)	(阿尔)

大写字母	S	T	U	V	W	X	Y	Z
小写字母	s	t	u	v	w	x	y	z
讀 音	(埃史)	(梯)	(又)	(維衣)	(达布溜)	(埃克斯)	(歪)	(最)

第一个字母相同的元素符号要多注意，不要搞混了。为了便于大家对比和记忆，现将常见的元素列举如下：

H 氫	Hg 汞	He 氦	Hf 鈳			
C 碳	Ca 鈣	Cu 銅	Cs 銨	Cl 氯	Co 鈷	Cr 鉻
N 氮	Na 鈉	Ne 氖	Ni 鎳	Nb 鈮		
S 硫	Sr 銻	Se 硒	Si 硅	Sn 錫	Sb 銻	So 銻
Mn 錳	Mg 鎂	Mo 鉬				
B 硼	Bi 鉍	Be 鈹	Ba 鋇	Br 溴		

从上面可以看出，元素的中文名称也有各种不同的写法：

(1)“金”字旁的，表示在常温下为固体状态的金属元素，如铁、铜、镉、锰等。

(2)“气”字头的，表示在常温下为气体状态的非金属元素，如氢、氧、氮、氯等。

(3)“石”字旁的，表示在常温下为固体状态的非金属元素，如碳、硫、磷、碘等。

(4)“丿”或“水”旁的，表示在常温下为液体状态的元素，如汞（水银）、溴。在常温下为液体状态的，也就只有这两个元素，其他的元素大部分都是固体状态的，少数是气体状态的。

2. 分子式 分子是由原子构成的，知道了组成分子的原子的种类和数量，就可以将元素符号组合起来表示分子的组成。例如，氧分子是由两个氧原子构成的，氧分子可用“O₂”来表示；水分子含