

化 学

1973年8月

毛 主 席 语 录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

学校一切工作都是为了转变学生的思想。

马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。

目 录

绪言	(1)
----	-------

第一章 空气 氧气	(3)
-----------	-------

第一节 空气	(3)
--------	-------

第二节 氧气	(4)
--------	-------

第三节 燃烧和灭火	(6)
-----------	-------

第四节 原子	(7)
--------	-------

第五节 元素	(8)
--------	-------

第六节 分子式	(9)
---------	-------

习题	(10)
----	--------

第二章 水 氢气	(12)
----------	--------

第一节 水	(12)
-------	--------

第二节 氢气	(13)
--------	--------

第三节 原子核外电子的分布	(15)
---------------	--------

第四节 分子的形成	(17)
-----------	--------

第五节 化合价	(19)
---------	--------

第六节 化学方程式	(21)
-----------	--------

习题	(23)
----	--------

第三章 碳 硅	(25)
---------	--------

第一节 碳的单质	(25)
----------	--------

第二节 碳的化学性质	(27)
------------	--------

第三节 二氧化碳和碳酸钙	(29)
--------------	--------

第四节 一氧化碳	(31)
----------	--------

第五节 克分子 热化学方程式	(33)
----------------	--------

第六节 气体克分子体积	(37)
-------------	--------

第七节 硅及硅酸盐工业简介	(40)
---------------	--------

习题	(43)
----	--------

第四章 溶液	(46)
--------	--------

第一节 乳浊液 悬浊液 溶液	(46)
----------------	--------

第二节	溶解度	(47)
第三节	溶解与结晶	(50)
第四节	溶液的浓度	(52)
第五节	溶液的导电性	(56)
习题		(58)
第五章	碱 酸 盐 氧化物	(60)
第一节	碱	(60)
第二节	酸	(62)
第三节	碱的共性和酸的共性	(65)
第四节	盐	(68)
第五节	氧化物	(70)
第六节	单质、氧化物、碱、酸和盐的相互关系	(72)
习题		(74)
第六章	元素周期律	(77)
第一节	元素周期律	(77)
第二节	元素周期表	(78)
第三节	同位素和平均原子量	(83)
习题		(84)
第七章	氮 化学平衡	(85)
第一节	氮的合成 化学平衡	(85)
第二节	氮与铵盐	(90)
第三节	硝酸的制法 氧化-还原反应	(92)
第四节	硝酸与硝酸盐	(94)
习题		(96)
第八章	氯 离子反应	(99)
第一节	氯	(99)
第二节	氯气的工业制法 食盐水电解原理	(102)
第三节	离子反应	(104)
第四节	电解质溶液小结	(110)
习题		(111)
第九章	金属概论	(113)
第一节	铁和钢	(113)
第二节	铝	(119)

第三节	铜 钛	(124)
第四节	金属的通性	(126)
第五节	金属的腐蚀和防护	(129)
第六节	干电池和蓄电池	(133)
第七节	晶体结构和电化学小结	(134)
习题		(135)
第十章	有机化合物	(137)
第一节	有机化合物概论	(137)
第二节	烃	(139)
第三节	烃的衍生物	(146)
第四节	有机化合物小结	(150)
习题		(152)
第十一章	有机高分子化合物	(154)
第一节	高分子化合物概述	(154)
第二节	塑料	(156)
第三节	合成纤维	(161)
第四节	合成橡胶	(162)
习题		(164)
实验	一、粗食盐的提纯	(165)
	二、溶液的配制	(166)
	三、碱、酸、盐的性质	(167)
	四、电解质溶液 氧化-还原反应	(168)
	五、实验习题课	(170)
	六、金属的化学性质	(170)
	七、金属的腐蚀及防护	(172)
	八、有机溶剂的性质	(173)
附图	化学实验常用的仪器	(177)
附表	1. 元素周期表 (短式)	(179)
	2. 元素周期表 (长式)	(180)
	3. 碱、酸和盐的溶解性表	(181)
	4. 酸和碱的百分比浓度和比重	(181)

绪 言

宇宙间到处都是存在于我们意识之外的物质。物质的表现形式千差万别，有象星球那样大的天体，也有象各种岩石、动物、植物，以至我们肉眼看不到的微生物。这些物质都在不断地发生变化：天体在运行，岩石在风化，生物在新陈代谢……。它们都是自然科学研究的对象，自然科学研究的对象是运动着的实物（恩格斯）。

每一门科学都是分析某一个别的运动形式……。 （恩格斯）根据各种物质在变化后是否变成了新物质，可以把物质的变化分为两大类。象水的蒸发、铁的熔化等等都只改变物质的形态，并没有变成新物质，这种变化叫做物理变化，属于物理学研究的范围。还有另一类变化，它使物质变成了新物质，这种变化叫做化学变化（也叫做化学反应）。铁的生锈、煤的燃烧都是化学变化。化学就是研究物质的化学变化的科学。

〔实验〕 金属镁燃烧成为氧化镁——取一小段镁条，在空气中燃烧。将燃烧后所得到的氧化镁放入水中，稍加振荡，滴入一滴酚酞试液，显粉红色。

氧化镁本质上不同于金属镁，金属镁能在空气中燃烧，放出耀眼的白光，氧化镁却不能。氧化镁能微溶于水，滴入无色的酚酞试液显粉红色，金属镁却没有这样的性质。所以镁的燃烧是一种化学变化，燃烧后金属镁变成了另一种物质——氧化镁。

化学变化涉及物质的组成和结构的变化。一种物质变成了另一种物质，正是由于它的组成和结构发生了变化。镁条的性质不同于氧化镁，反映了它们的组成和结构的不同。为了掌握化学变化的规律，化学必须研究各种物质的组成和结构。所以从研究的内容来说，化学是研究物质的组成、结构、性质和化学变化规律的科学。

……认识世界的目的，只是为了改造世界，此外再无别的目的。自然界给我们提供了各种原料，例如各种矿石、石油、煤、以至于水和空气等等。为了物尽其用，必须对这些原料进行化学加工，就是使它们发生化学变化，成为有用的物质。从矿石中提炼金属，从石油中制取合成纤维，从煤、水和空气中制取化肥等等都是这样的实例。随着我们对于化学变化的规律性的认识的加深，化学正在一天天显示它在国民经济中的重要作用。

与此同时，也应该看到化学变化对人类不利的一面。有些物质本身有毒性，例如煤气中的一氧化碳和过去电镀工业中常用的氰化物等都是有毒的物质。有些化工厂的废气、废液或废渣会对周围环境造成污染，破坏生物资源，甚至直接影响人民的健康。在资本主义国家里，资本家只顾追求利润，有些地方环境污染已经到了极为严重的程度。在我国，党和政府历来重视劳动保护。近年来，在三废利用方面做了不少工作，使生产中的废物成为再生产的原料。变废为利，往往需要借助于化学加工。例如某硫酸厂生产中排出大量炉渣，经过化学加工，可以从炉渣中炼出铁，并提取多种贵重金属。又如某炼焦厂将脱硫液经过化学处理，回收硫氰化钠。这是制造聚丙烯腈纤维（一种合成纤维）的主要溶剂，又是制造腈纶染料的原料。

一切真知来源于直接经验。化学科学主要来源于生产实践和科学实验。当我们在实践中认识了一些化学变化以后，就可以从中找出一些规律性的联系。例如铁的生锈和木炭的燃烧从外表上看来似乎是两种很不相同的化学变化，但是深入研究这两种现象，可以发现铁和木炭在这些变化中都是与空气中的氧气起作用。又如铁的生锈和锻铁时的掉皮实质上是不同条件下发生的同一类化学变化；木炭的燃烧和用砂轮磨刀具时的火星四射实质上也是不同条件下发生的同一类化学变化。学习化学不应停留在记住一些孤立的事实，而应该透过化学变化的现象，了解其本质，掌握其规律，学会运用这些规律来指导生产实践活动。

中国应当对于人类有较大的贡献。在毛主席的革命路线指引下，我国的社会主义革命和建设都取得了伟大的成就。许多化学工业从无到有地建立了起来，化学科学的研究工作也得到了很大的发展。但是我国还是一个发展中的国家，生产和科学技术还比较落后，我们对于世界革命人民的贡献还是不多的。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。

第一章 空气 氧气

——内容提要——

本章第一节讨论空气由哪些物质组成，根据什么原理把它们分开，其目的是为了充分利用各种成分的特性。第二节讨论氧气的存在、制法和性质，也是为了充分利用氧气的特性。通过学习这两节，可以初步了解化学是从哪些方面研究物质的。

从氧气的性质会联系到燃烧——一种最常见的化学变化。第三节经过观察和分析，提高到理性上来认识燃烧现象，从而学习从本质上掌握燃烧与灭火的原理。

认识各种化学变化不能停留在现象上，而要深入理解其本质，为此必须研究物质的组成和结构。本章第四节以后讨论的原子和分子概念就是深入了解物质内部结构的初步知识。

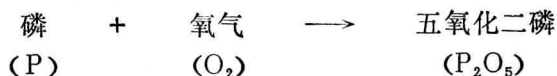
第一节 空 气

在我们周围的空间里，到处都是没有颜色、没有气味的空气。空气不仅是我们呼吸所不可缺少的东西，而且还是重要的工业原料。

空气不是一种纯净物质，而是两种以上物质混和在在一起的混和物。

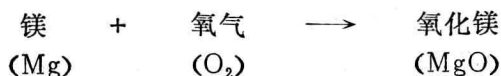
〔实验 1.1〕 黄磷在空气中燃烧——取一小颗黄磷，放在燃烧匙内，如图 1.1。点燃后，立即插入钟罩内，这时黄磷变成白烟状的五氧化二磷。不久，钟罩内的水面上升，约占原来空气体积的 $\frac{1}{5}$ 。

这一实验说明并不是全部空气都能支持黄磷燃烧。能支持黄磷燃烧的成分只占空气体积的五分之一。这一成分叫做氧气。黄磷燃烧时与氧气发生化学反应，可以用这样的反应式来表示：



在括号内的符号是分别表示这三种物质的，将在第五节和第六节里讨论。

以前做过镁条在空气中燃烧的实验，是镁和氧气发生化学反应，生成了氧化镁：



各种物质在空气中燃烧都是和空气中的氧气发生化学反应。炼铁、炼钢等生产过程中往

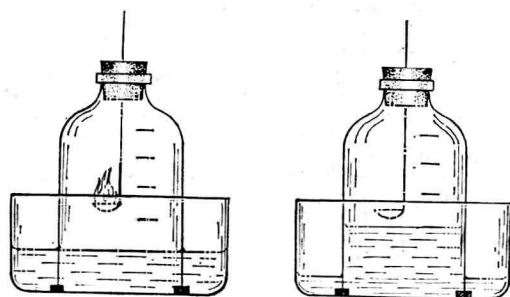


图 1.1 黄磷在空气中燃烧

炉子里鼓入空气，也是利用空气中的氧气。

除了氧气之外，约占空气体积 4% 的是另一种成分，叫做氮气。氮气不能支持黄磷燃烧。它不象氧气那样活泼，但是只要条件具备，也可以发生化学反应。化肥工业就是利用空气中的氮气为原料，使它在一定条件下转变成氨水和其他各种氮肥的。

经过精确的测定，知道氧气占空气体积的 21%，氮气占 78%，此外还有 1% 的其他气体——二氧化碳、水蒸汽和氩、氦、氖、氪、氙等。氩、氦、氖、氪、氙等气体的性质很不活泼，叫做惰性气体。这些气体中氩的含量最多，占空气体积的 0.94%。利用氩的惰性，可以在焊接时作为保护气，使焊件在焊接时避免与空气中的氧气接触。惰性气体可以充在灯泡或灯管中。霓虹灯和验电笔的氖管中充有氖气，它放电时发出红光。氦灯还可以用作航空、航海的指示灯。

惰性气体并不是绝对不变的，在一定条件下它们也能发生化学反应，变成另外一些物质。例如：氙气在一定条件下可以与氟气作用，生成六氟化氙。

空气的各种成分是由不同的微粒所组成。这种微粒叫做分子。也就是说，氧气由氧分子组成，氮气由氮分子组成……。一切纯净物质都是由该物质的分子组成的。例如，水是由水分子组成的，糖是由糖分子组成的。

虽然分子很小，我们看不见，摸不着，但是凭我们的感觉器官还是能够感觉到分子的存在。例如，晒衣服时，衣服上的水分以微小的颗粒——水分子逐渐分散到空气里，于是衣服就干了。又如一杯水中放进一小块糖，会使每一滴水都带有甜味，这是因为糖的分子分散到了水里的缘故。如果在房间的一角放一小杯氨水，立刻会在房间的各个部分嗅到氨的气味，这正是氨分子作用于我们的嗅觉神经时产生的感觉。

氧气发生化学反应的性能其实是氧分子的性能。不同物质的分子具有发生不同化学反应的性能，或者说，不同种的分子具有不同的化学性质。

纯净物是由同种分子组成的物质，混和物是由不同种分子组成的物质。氧气是纯净物，氮气、水、二氧化碳等也都是纯净物。空气则是混和物。

为了充分利用空气中各种成分的性能，例如氧气的支持燃烧的性能，氮气的可以制成化肥的性能，惰性气体的不活泼性等等，就需要把这些成分分开。工业上采取的方法是使空气先经过加压、降温等步骤变成液体，然后根据这些成分的沸点不同，使其先后变成气体蒸发出来。液态氮的沸点是 -196°C ，液态氧的沸点是 -183°C ，所以液态空气蒸发时，氮气比氧气先出来。得到的各种气体通常分别以高压装入钢瓶，以便贮运使用。

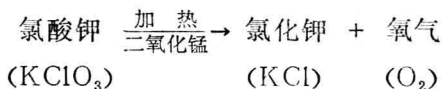
第二节 氧 气

1. 氧气的制法和性质

工业上用分离的方法从空气中取得氧气，实验室里则用含氧的物质经过化学反应制取氧气。

[实验 1.2] 氧气的实验室制法——在干燥的试管里，加入一些氯酸钾，并混入少量二氧化锰 (MnO_2)，按图 1.2 装好排水取气的装置。加热后，不久就有气体逸出，这气体就是氧气。

这一反应可以用下面的反应式来表示：



实验中加入的二氧化锰起着加快反应的作用。反应后，二氧化锰的性质和重量没有改变。凡是能够改变化学反应速度，而在反应后本身的化学性质和重量并不改变的物质叫做催化剂（触媒）。不同的反应常需采用不同的催化剂。

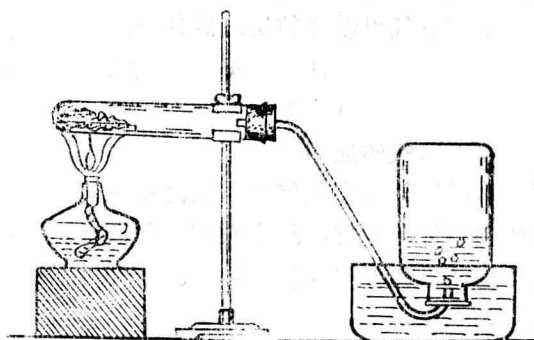


图 1.2 氧气的制取

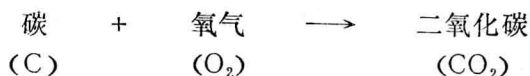
氧气是一种没有颜色、没有气味的气体。在标准状况（0℃ 和 1 大气压）下，每升氧气重 1.429 克，比空气略重（在标准状况下每升空气重 1.293 克）。它能微溶于水。

氧气的化学性质很活泼，前面先后做过的镁和黄磷在空气中燃烧的实验都是这些物质与空气中的氧气发生化学反应。凡是由两种或两种以上物质变成一种别的物质的反应，都叫做化合反应。任何物质和氧气化合的反应叫做氧化。

在纯氧中各种物质与氧气化合的反应进行得更为激烈。

〔实验 1.3〕 木炭在氧气里燃烧——在燃烧匙里放一小块木炭，加热到发红，伸进盛有氧气的集气瓶中，木炭立即激烈燃烧，并放出耀眼的白光。燃烧停止后，向瓶里倒进一些澄清的石灰水，振荡后石灰水变浑浊了，使石灰水浑浊的是瓶里的二氧化碳气体。

木炭在氧气里燃烧时发生碳和氧气的化合反应，反应式如下：



〔实验 1.4〕 铁丝在氧气里燃烧——把铁丝弯成螺旋状，一端紧系一段火柴梗。点燃火柴梗后，立即伸入氧气瓶中（瓶子里盛少量水或铺一薄层细砂）。可以看到，铁在氧

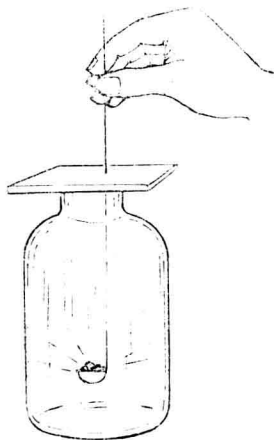


图 1.3 木炭在氧气里燃烧

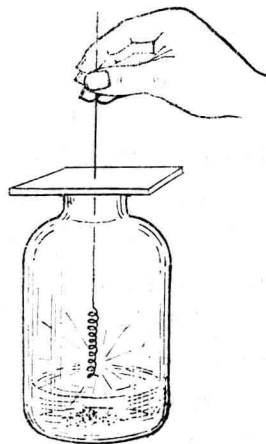
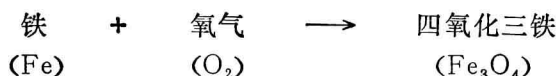


图 1.4 铁丝在氧气里燃烧

气里激烈地燃烧，火花四射。在瓶壁或瓶底有蓝黑色的固体——四氧化三铁生成。

铁在氧气里燃烧的反应式如下：



2. 氧气的应用

可燃性物质在氧气里燃烧比在空气里燃烧得更为猛烈，产生的温度也更高。炼钢时需要利用氧化的方法除去碳和一些杂质。近年来，我国陆续采用纯氧顶吹转炉炼钢法，就是用纯氧代替空气吹入炉内。这样可以提高炉温，缩短炼钢时间，同时也提高了钢的质量。

工业上还用乙炔在氧气里燃烧产生高温火焰，叫做氧炔焰，温度可达3000℃以上。这种火焰可以用来焊接（气焊）或切割（气割）金属。

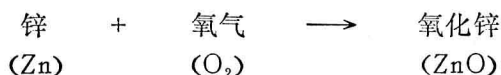
由于各种物质与纯氧反应时往往非常激烈，容易引起燃烧或爆炸，在生产上使用和贮运氧气的时候，必须注意安全。在盛氧气的钢瓶周围不能堆放木柴或油类等易燃物质。

在空气里，有些物质的氧化并不是非常激烈的。象呼吸、酿造、沤粪等都是些物质缓慢的氧化作用。

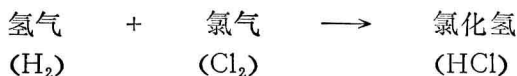
第三节 燃烧和灭火

人们常把发光、发热的化学反应叫做燃烧。镁的燃烧、黄磷的燃烧和木炭的燃烧都是这样的反应。

生产上除了利用燃烧取得动力（例如在汽车和拖拉机的内燃机中发生的作用）和热量（例如氧炔焰等）外，还利用燃烧制取某些工业原料。例如，油漆厂利用锌的燃烧制取白色颜料氧化锌：



又如盐酸厂利用氢气在氯气里燃烧制取氯化氢：



唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。物质能否燃烧首先取决于它的化学性质。但是如果不能使它与支持燃烧的物质（例如氧气）接触，如果不到一定的温度，可燃物质也是不能燃烧的。

〔实验 1.5〕汽油和松节油的燃烧——①取少量汽油，放入铁坩锅中，点燃后立即燃烧；②取少量松节油，放入铁坩锅中，在常温下点不着，需要预先加热，才能点燃。把铁坩锅放在冷水中冷却，火焰熄灭。

各种物质燃烧时所需要的最低温度叫做该物质的燃点（或着火点）。上述实验说明汽油的燃点低于松节油的燃点。

根据燃烧的条件，我们就可以采取防火与灭火的措施。这种措施不外乎两点：一是

设法使燃烧物与空气隔绝；二是降低燃烧物的温度，使它低于该物质的燃点。用水灭火就是因为水吸热变成了水蒸汽，使燃烧物的温度降低，同时水蒸汽包围在燃烧物的表面，使燃烧物暂时与空气隔绝。

二氧化碳比空气重，又不支持燃烧，所以也能用来使燃烧物和空气暂时隔绝，使火熄灭（见第三章）。常用的泡沫灭火器使用时喷射出二氧化碳气体，就是根据这一道理用来灭火的（见第八章）。

第四节 原 子

在第一节讨论空气的组成时，提出过分子的概念，并指出一切纯净物都是由同种分子组成的物质，例如氧分子、氮分子、水分子、二氧化碳分子、氯化氢分子……等等。

经过加热、通电或者其他的方法，我们可以使分子分裂，从而知道分子是由更小的微粒组成。我们把组成分子的小微粒叫做原子。例如氧分子由2个氧原子组成，氮分子由2个氮原子组成，水分子由2个氢原子和1个氧原子组成等等。当分子分裂成原子时，原物质的基本化学性质随之消失。

化学中的新时代是随着原子论开始的……物理学中的新时代是随着分子论开始的。

（恩格斯）在物理变化中并不涉及分裂分子的过程。例如水凝结为冰或者蒸发为水蒸汽，这是物理变化。变化前后水分子的组成没有改变，不论是液态、固态或气态的水，它的水分子都由2个氢原子和1个氧原子组成。化学变化就不是这样。它涉及分子分裂成原子和原子重新结合成另一种分子的过程。例如：氢气在氯气中燃烧生成氯化氢，反应前是氢分子（由2个氢原子组成）和氯分子（由2个氯原子组成），反应后则成为氯化氢分子（由1个氢原子和1个氯原子组成）：



图 1.5 形成氯化氢分子示意图

这是化学变化与物理变化根本不同的地方，因此研究化学不能停留在研究分子上，而必需深入到研究原子。

原子是非常小的颗粒，直径只有 10^{-8} 厘米，重量只有 $10^{-23} \sim 10^{-24}$ 克。在化学研究和化工生产上经常要用到原子的重量——原子量。如果以克为单位，原子量就将是一些很小很小的数值，所以有必要换一个小一些的单位。

起先用最轻的原子——氢原子作为比较的标准，把氢原子的重量定为一个单位，其他原子比氢原子重多少倍，就定为多少个单位。后来改用氧作标准，最近十年来又改用碳-12（一种碳原子）作为比较的标准。把碳-12的原子量定为12个单位（叫做12个碳单位，所以1个碳单位是碳-12原子重量的 $\frac{1}{12}$ ），再用比较的方法定出其它原子的原子量。例如氢的原子量是1.008个碳单位，氧是15.999个碳单位，氮是14.0067个碳单位……等等。1个碳单位相当于 1.66×10^{-24} 克。

原子虽小，经过科学实验，我们知道它还可以分成更小的微粒——原子核和电子。原子核由带正电荷的质子构成，除个别情况外还含有不带电的中子。原子核外有带负电荷的电子高速地绕核运转。原子核所带的正电荷数（也就是质子的正电荷总数）与核外电子带的负电荷总数相等，整个原子不显电性。

总结起来，原子的组成是这样的：

原子 $\left\{ \begin{array}{l} \text{电子（每个电子带一个单位负电荷）} \\ \text{原子核} \left\{ \begin{array}{l} \text{质子（每个质子带一个单位正电荷）} \\ \text{中子（不带电，最轻的氢原子核中没有中子）} \end{array} \right. \end{array} \right.$

质子数目（核电荷数）= 电子数目

质子和中子的质量相近，与氢原子的质量相仿。电子的质量只有氢原子质量的 $\frac{1}{1840}$ 。所以原子的质量主要集中在原子核上。

第五节 元 素

一滴水里包含着千千万万个水分子，每个水分子由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成，可见构成这些水分子的氢原子和氧原子的个数也是很多很多的。但是不论这个数目多么大，水分子里的原子种类却只有 2 种。一类是氢原子，它们的性质基本上相同；另一类是氧原子，它们的性质也基本上相同。我们把性质相同的一类原子叫做一种元素。水是由氢和氧两种元素组成的物质。

水分子里的氢原子和氯化氢分子里的氢原子是性质相同的，它们都属于氢元素；水分子里的氧原子和二氧化碳分子里的氧原子也是性质相同的，它们都属于氧元素。

除了氢和氧之外，前面学过的镁、铁、锌、碳、磷、氟、氯、氮、氩、氦、氖、氫、氙等都是元素。自然界里各种各样的物质都由为数不多的元素所组成。现在已经知道的元素共有 105 种，其中 12 种是人造的。

随着我们对物质结构的认识的深化，元素的概念也有所发展。性质相同的一类原子从本质上来说反映了它们具有相同的核电荷数（或核外电子数）这一事实。具有相同核电荷数的一类原子叫做一种元素。例如氢原子的核电荷数为 1，氧原子的核电荷数为 8……等等。附表 1 按各种元素的原子的核电荷数由小到大的顺序列出了所有已知元素的名称、符号和原子量。此表还反映了元素性质之间规律性的联系，将在第六章深入讨论。元素符号是各种元素的代号，它还表示这种元素的一个原子和它的原子量。例如，H 表示氢元素，又表示一个氢原子和氢的原子量——1.008。

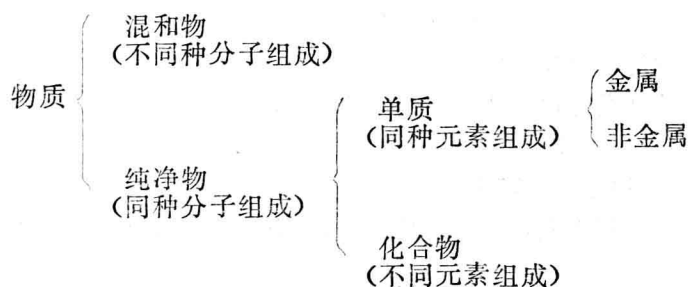
同一种元素的原子核所含的质子数目相同，但是所含的中子数目却未必相同。例如所有的氢原子核都含有 1 个质子，但是最轻的氢原子核里没有中子，稍重的氢原子核里有 1 个中子，最重的氢原子核里有 2 个中子。把质子数目和中子数目加在一起，分别叫这三种氢原子为氢-1（又名氕，音撇）、氢-2（又名氘，音刀）、和氢-3（又名氚，音川），它们是氢的三种同位素，都属于氢元素。它们的化学性质相同。作为原子量标准的碳-12 是碳的一种同位素，除此之外，碳还有一种同位素碳-13。它们的原子核所含质子数目都是 6 个，而中子数目则依次为 6 个和 7 个。

有些纯净物由同种元素组成，这样的纯净物叫做单质，例如氧气、氮气、铁、碳……等。有些纯净物由不同的元素组成，这样的纯净物叫做化合物，例如水、二氧化

碳、氯化氢……。凡是由两种元素组成的化合物，其中一种是氧元素的，都叫做氧化物，例如二氧化碳、氧化镁等都是氧化物。

元素大致可以区分为金属元素和非金属元素两大类。铁、镁、铝、锌等都属于金属元素，氢、氧、氮、碳、硫等都属于非金属元素。

根据已经学过的知识，我们可以把物质作一初步的分类：

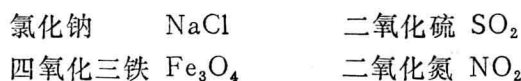


第六节 分 子 式

用元素符号表示单质或化合物分子组成的式子叫做分子式。

在每种物质的分子中，元素的种类和原子的个数都是一定的，所以每种物质都有一定的分子式。例如，二氧化碳的分子式是 CO_2 ，五氧化二磷的分子式是 P_2O_5 ，氯化氢的分子式是 HCl ，水的分子式是 H_2O 等等。氧气、氮气和氢气等单质的分子各包含2个原子，所以写成 O_2 、 N_2 和 H_2 。另外，象铁、镁、铜等金属和碳、磷、硫等固体非金属单质，因为结构比较复杂，习惯上只用元素符号来表示它们的分子式。例如铁的分子式写成 Fe ，碳的分子式写成 C 等。

写分子式的时候，通常把金属元素的符号写在左方，非金属元素的符号写在右方，在非金属元素跟氧元素组成的化合物的分子式里，非金属元素的符号写在左方，氧元素的符号写在右方。例如：



根据分子式，把组成这种物质的分子里所有原子的原子量加起来，就得到它的分子量。例如， CO_2 的分子量是

$$\begin{array}{ccccccc} 12 & + & 16 & \times & 2 & = & 44 \\ | & & | & & | & & \\ \text{碳的原子量} & & \text{氧的原子量} & & \text{氧原子个数} & & \end{array}$$

单位仍是碳单位，一般省略不写。

利用分子式，我们可以作一些有用的计算。

例1：硫酸铵是一种氮肥，它的分子式是 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，求其中所含氮元素的百分比。

解： $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的分子量是

$$(14 + 1 \times 4) \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 132$$

每个 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 分子含有 2 个 N 原子, 所以

$$\begin{aligned} \text{N}\% &= \frac{2\text{N}}{(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4} \times 100\% \\ &= \frac{28}{132} \times 100\% \\ &= 21.21\% \end{aligned}$$

答: 硫酸铵中含氮量为 21.21%。

例 2: 为了制取 10 公斤白色颜料氧化锌 (ZnO), 理论上需燃烧多少公斤锌?

解: $\begin{array}{ccc} & \text{Zn} & \text{ZnO} \\ & \text{原子量} = 65.4 & \text{分子量} = 65.4 + 16 = 81.4 \end{array}$

即 81.4 份 ZnO 需要 Zn 65.4 份, 所以制取 10 公斤 ZnO 需要 Zn 的重量为:

$$10 \text{ 公斤} \times \frac{65.4}{81.4} = 8.03 \text{ 公斤}$$

答: 约需要锌 8.03 公斤。

综上所述, 分子式具有下面几种含义:

分子式表示的意义	以 H_2O 为例
1. 表示物质的一个分子	表示一个水分子
2. 表示组成物质的各种元素	水由氢和氧两种元素组成
3. 表示物质的一个分子里各种元素原子的个数	水的一个分子里含有 2 个氢原子和 1 个氧原子
4. 表示物质的分子量	H_2O 的分子量是 $1 \times 2 + 16 = 18$

习 题

- 物理变化与化学变化有什么不同? 举例说明。
- 下列现象哪些是物理变化? 哪些是化学变化? 为什么?
 - 冰融化为水;
 - 木炭燃烧;
 - 煅烧石灰石制取石灰;
 - 从海水中晒盐。
- 用什么简单的方法可以区别下列气体: (1) 氧气, (2) 氮气, (3) 空气。
- 下列反应中哪些是化合反应?
 - 氢气和氧气反应生成水;
 - 乙炔在氧气里燃烧生成二氧化碳和水;
 - 锌在空气里燃烧生成氧化锌;
 - 氢气在氯气里燃烧生成氯化氢。
- 原子和分子有什么区别?
- 下列名词哪些是正确的? 哪些是错误的? 为什么?

水分子 水原子 氢分子 氢原子 二氧化碳分子 二氧化碳原子 氮分子 氮原子
- 在原子内部, 原子核和核外电子都是带电的粒子, 为什么整个原子不显电性?
- 元素和原子有什么区别? 元素符号 N 表示什么意义?

9. 写出下列元素符号所代表的元素名称和原子量:

Na Ca K Al Mg N Cl S

10. 写出下列元素的符号和原子量:

硅 氢 铁 铜 铅 溴 碳 磷

11. 举例说明什么是单质, 什么是化合物?

12. 写出下列分子式所代表的物质名称和分子量:

N₂ CO₂ H₂O O₂ MgO NaCl

13. 写出下列物质的分子式和分子量:

氢气 一氧化碳 五氧化二磷 氯化氢 二氧化硫

14. 计算下列氮肥的分子量:

硝酸铵 NH₄NO₃ 氯化铵 NH₄Cl 尿素 CO(NH₂)₂ 碳酸氢铵 NH₄HCO₃

15. 计算上述氮肥中所含氮元素的百分比。哪一种含氮百分比最高?

16. 一氧化碳分子中含碳百分之几? 二氧化碳分子中含碳百分之几?

17. 从 100 公斤二氧化硅 (SiO₂) 理论上可以制得纯硅多少公斤?

18. 在 100 公斤五氧化二磷中理论上含有磷多少公斤?

※ 19. 某工厂用的燃料含硫 1%, 烟道气里因此含有二氧化硫。如果这工厂每天烧这种燃料 50 吨, 燃料中的硫分都转化为二氧化硫, 则每天可以从烟道气回收二氧化硫多少吨?

※ 20. 实验测得氧化铜含氧 19.9%, 含铜 80.1%, 已知铜的原子量为 63.54, 氧的原子量为 16, 求氧化铜的分子式。

第二章 水 氢 气

——内 容 提 要——

本章第一、二节讨论水和氢气。水是和空气一样为我们所熟悉的物质，但是水是化合物，而空气则是混和物。混和物可以用物理方法把它的成分分开，化合物则必须用化学方法（就是使它发生化学反应）把它的成分分开，例如水可以用电解的方法来分开它的成分。

氢气和氧气是水的电解产物。氧气可以使别的物质氧化，氢气则可以使别的物质还原。本章初步学习氧化和还原这一对重要的概念，在第七章还要进一步讨论。

第三、四节深入讨论物质结构的知识：核外电子的分布和分子的形成。这些知识将在以后的学习中逐步加深。

第五节讨论化合价。懂得化合价的实质，在第五章之前是为了正确书写分子式，在第六章要由此讨论各种元素性质的规律性的联系，从第七章起则还要由此了解氧化-还原反应。

第六节化学方程式是化学的重要基础知识之一。化学方程式记载了化学变化的事实，反映了化学变化中各种物质之间的定量关系，在今后各章还要反复运用、巩固和加深。

第一节 水

水是一种最常见的化合物。纯净的水没有颜色、没有气味、没有味道，比热比较大，不容易导电。

既然化合物是两种以上元素组成的纯净物，我们可以利用化学反应把它们分开。化工生产上常使水发生化学反应，从中取得重要的工业原料——氢气。

〔实验 2.1〕 通电流使水分解——因为纯净的水不容易导电，为了增强导电能力，先在水中加入一些硫酸或氢氧化钠的溶液。装置如图 2.1。接通直流电后，电极上出现气泡，分别收集在两支试管中。一支试管中的气体体积是另一支试管中的气体体积的 2 倍。用点燃的木条分别检验这两支试管中的气体：能燃着的是氢气，使带有余烬的木条燃烧旺盛的是氧气。

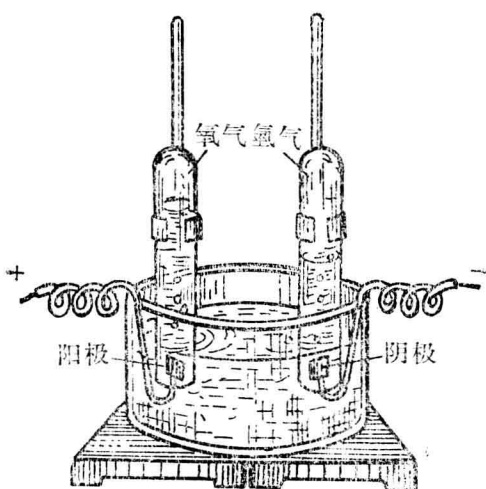


图 2.1 水的电解