

目 录

绪 言	(1)
-----------	-------

第一章 空气和氧气 原子和分子

第一节 空气	(2)
第二节 氧气的制法、性质和用途	(3)
第三节 原子和分子	(5)
第四节 原子的组成	(6)
第五节 元素和同位素	(7)
第六节 原子量	(8)
第七节 分子式和分子量	(10)
习题	(11)

第二章 氢气和水

第一节 氢气	(13)
第二节 水	(15)
第三节 单质、化合物和混和物	(17)
第四节 化合价	(17)
第五节 化学方程式	(18)
习题	(22)

第三章 原子结构 周期表

第一节 原子结构	(24)
第二节 化学键	(28)
第三节 周期表	(33)
习题	(34)

第四章 溶液

第一节 溶液 溶解过程	(35)
第二节 饱和溶液和溶解度 物质的结晶	(36)
第三节 溶液的浓度	(40)
第四节 电解质的电离	(44)
习题	(45)

第五章 碱、酸、盐、氧化物

第一节 烧碱和碱类	(46)
第二节 “三酸”和酸类	(49)
第三节 中和反应	(54)
第四节 盐类的性质	(56)
第五节 氧化物	(59)
习题	(60)

第六章 卤素 氧化—还原反应

第一节 氟气	(62)
第二节 溴和碘	(63)
第三节 卤素性质的比较	(64)
第四节 氧化—还原反应	(67)
习题	(68)

第七章 克原子 克分子

第一节 克原子 克分子	(69)
第二节 气体克分子体积	(72)
第三节 克分子浓度	(74)
习题	(76)

第八章 氮和磷 化学平衡

第一节 氮气	(79)
第二节 化学反应速度和化学平衡	(80)
第三节 氨和铵盐	(84)
第四节 磷及其化合物	(87)
习题	(89)

第九章 离子反应

第一节 强电解质和弱电解质	(90)
第二节 离子反应 离子方程式	(91)
第三节 盐的水解	(94)
习题	(97)

第十章 元素周期律

第一节 元素周期律	(100)
第二节 周期表里元素性质递变的规律	(100)
习题	(105)

第十一章 金属概论

第一节	金属的物理性质 金属键	(106)
第二节	金属的化学性质	(108)
第三节	钠	(110)
第四节	铝	(111)
第五节	钢铁	(114)
第六节	金属的腐蚀和防护	(115)
习题		(118)

第十二章 有机化学简介

第一节	有机化合物的特性	(120)
第二节	脂肪烃	(121)
第三节	甲醇 乙醇 醇类	(123)
第四节	甲醛	(124)
第五节	丙酮	(125)
第六节	有机酸及酯	(125)
第七节	苯 碳环族	(126)
〔附表 1〕	酸、碱和盐的溶解性质	(128)
	化学元素周期表	(129)

绪 言

自然界是由物质构成的。水、空气、土壤、食盐、矿石、煤、石油等都是物质。一切物质都在不停地运动和变化着。物质运动和变化的形式是多种多样的。有些物质发生变化时没有新物质生成，例如：水变成水蒸汽或水结成冰，只是水的状态发生了变化，而没有新物质生成。又如将一块糖研成粉末或在高温下使玻璃熔化，也都没有新物质生成，这类变化叫做物理变化。有些物质发生变化时生成了新物质，例如：铁生了锈，就变成一种褐色的粉末——铁锈。铁锈已经不是铁而是一种新物质。又如把二氧化碳通入石灰水的时候，石灰水就变浑浊，因为生成了细小的白色固体，这固体也是一种新的物质。这类有新物质生成的变化叫做化学变化。化学变化也叫化学反应。物质的变化不仅限于物理变化和化学变化两种，还有生物变化等其它形式。

化学是自然科学里的一门学科。“自然科学是人们争取自由的一种武装。”化学研究的是物质的组成、结构、性质及其变化规律。它是我们利用自然，改造自然，从而进行物质财富的生产，为社会主义建设创造物质条件的工具。在工业生产中，运用化学变化的规律可以把自然界的物质加工成各种产品。例如：用石油可以生产塑料、合成纤维、合成橡胶等新型材料；用食盐和水可以生产氯气、烧碱、盐酸等产品；用煤、空气和水可以生产化肥、炸药等产品。以上所述都属于化学工业。

在党的领导下，目前，全国人民正在为实现农业现代化、工业现代化、国防现代化、科学技术现代化，把我国建设成为一个社会主义强国而奋斗。化学工业与工农业生产、交通运输、国防建设、科学研究和人民生活都有密切的关系。化学不仅广泛应用于化工产品的生产，而且广泛应用于其他部门。象钢铁和其他金属的冶炼；一些矿物和工业产品成分的分析；化肥、农药的使用和保管以及物质的综合利用等方面都要用到化学知识。大搞综合利用是多快好省地发展社会主义生产，贯彻“厉行节约，反对浪费”方针的重要措施。我们掌握了化学就可以运用它对天然资源进行综合利用，还可以从工业“废气”、“废液”、“废渣”中提取宝贵的产品，做到变“废”为宝，化“害”为利，使天然资源得到合理的利用。

我国是有悠久文化历史的国家之一，我国很早就发明了某些化学工艺，象造纸、火药、瓷器等都是闻名世界的。在三千多年前的殷商时代，我们的祖先已经会制造青铜（铜锡合金）器；战国时代已能冶炼铁。其他如酿造、油漆、染色、制革、制糖等化学工艺，在我国历史上都有光辉的成就。

解放前，我国化学工业处于极端落后的状态，绝大部分化工原料和产品依靠外国进口。解放后，我国化学工业得到了迅速的发展。各种主要化工产品，如纯碱、烧碱、硫酸、合成氨、硝酸、化学肥料、抗菌素等产品都有很大的增长。塑料、合成橡胶、合成纤维、染料、农药等许多化工产品已经成批生产，质量上也达到了较高的水平。

我们学习化学，要以毛泽东思想为统帅，学习用辩证唯物主义观点分析问题、解决问题，认识和掌握物质变化的规律，要坚持理论联系实际的原则，努力学好三大革命实践所需要的化学基础知识。

第一章 空气和氧气 原子和分子

第一节 空 气

一、空气的成分

空气是多种气体的混和物。按体积计算，空气中各种气体的大致含量是：氮气占78%，氧气占21%，惰性气体、其它气体和杂质占1%。如图1—1所示。

【实验】 点燃蜡烛。打开钟罩的活塞，将钟罩罩在蜡烛上面，塞紧活塞。片刻烛火熄

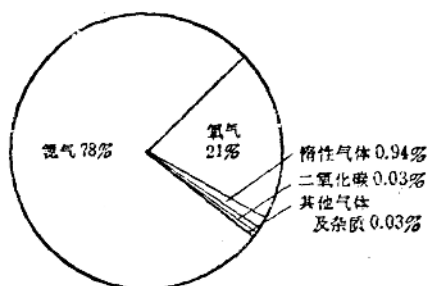


图 1—1 空气的成分

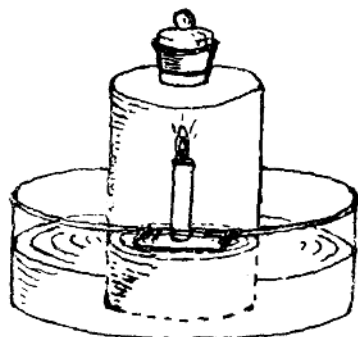


图 1—2 试验空气成份的装置

灭，水面上升至约 $\frac{1}{5}$ 高度的位置。打开活塞，迅速插入燃着的木条，火焰熄灭。表明氧气已燃尽，留下的氮气和惰性气体是不可燃的。

可见，空气是由氧气、氮气、惰性气体等组成的混和物，氧气约占空气体积的 $\frac{1}{5}$ 。在标准状况下 (0°C ，一个大气压) 每升空气重 1.293 克。

我国随着社会主义建设事业的发展，空气及其分离出的氧气、氮气和惰性气体已被广泛地应用在工农业生产和国防建设中。

二、氮气和惰性气体

氮气是无色、无味的气体。在通常状况下，它较难和其它物质发生化学反应，因此，在进行某些化学操作时，常用氮气代替空气作为保护气体，以防止参加反应的物质跟氧气发生化学反应。但是，在一定条件下，它却能和其他物质发生反应，在工业上用来制造氮肥（氨水、碳酸氢铵、硫酸铵等）、农药、炸药、医药等。另外，液态的氮还用于冷却机和冷却器作为冷源。

惰性气体是氦、氖、氩、氪、氙等几种气体的总称。它们都是无色、无味的气体，很难

和其他物质发生化学反应，因此叫做惰性气体。这些气体在空气中含量很少，只占空气体积的0.94%（其中氩气的含量最多，约占空气体积的0.93%），所以又叫稀有气体。利用惰性气体的惰性，在焊接火箭、飞机、坦克零件和制造半导体晶体管的过程中，常用氩气、氮气作保护气体。把氩气和氮气的混和气充在灯泡里，可使灯泡发光好，并延长使用寿命。

惰性气体在通电后会发出特殊颜色的光。

【实验】 充有氩气的玻璃管，通电后发出粉红色的光。

充入氖气的氖灯，通电后发出红光，它能穿透浓雾，所以氖灯可用作航空、航海的指示灯。灯管中充入氩气时发紫蓝色的光，霓虹灯就是利用这些惰性气体体制成的。

在石英管内充入氙气的氙灯，通电后能发出比日光灯强几万倍的强光，因此称为“人造小太阳”。

在潜水装置内，利用氧和氮的人造空气可使潜水员能在更深的水下工作，以防止昏眩及智力丧失。

第二节 氧气的制法、性质和用途

在通常状况下，氧气是一种无色、无味的气体。它比空气稍重，在标准状况下，每升氧气重1.429克。氧气微溶于水。常压下氧气在 -182.97°C 变成浅蓝色液体，在 -218.8°C 变成浅蓝色雪状固体。

我们把物质的状态、颜色、气味等不需要经过化学反应就能表现出来的性质叫做物理性质。

一、氧气的制法

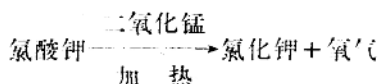
氧气可以由含氧的化合物或空气来制取。

在实验室常用氯酸钾或高锰酸钾来制取氧气。

【实验】 在试管中放入固体氯酸钾和少量二氧化锰*的混和物，加热，用排水集气法收集氧气（图1—3）

氯酸钾受热放出氧气的同时，还生成固体氯化钾。

这个化学反应可用下式表示：



工业上是从空气来制取氧气的。但要将氧气直接从气态空气中分离出来比较困难，因此在生产中首先把空气转化为液态空气，再使液态空气逐渐蒸发。在蒸发的过程中，由于空气里氮的沸点（ -195.8°C ）比氧的沸点（ -182.97°C ）低，所以氮先蒸发，因此液态空气中含氧就越来越多，经过多次反复，就可将氧气、氮气分离出来。为了运输方便，将氧气经过

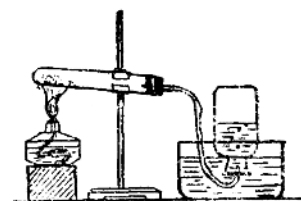


图1—3 制取氧气的实验装置

* 二氧化锰在此反应中起加速氯酸钾分解放出氧气的作用。

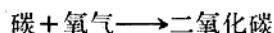
压缩机压缩到一定压力(150公斤/[厘米]²)，存放在氧气钢瓶中。

二、氧气的化学性质

氧气能和许多物质发生化学反应。

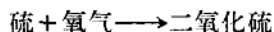
【实验】将木炭加热到发红，伸进盛有氧气的集气瓶中。木炭剧烈燃烧，发出白光。燃烧停止后，往瓶里倒入澄清的石灰水，石灰水变浑浊。

红热的木炭(木炭的化学成分是碳)跟氧气反应，生成的二氧化碳能使石灰水变浑浊。这个反应可表示如下：



实验证明，碳在氧气中的反应比在空气中的反应更剧烈。碳是煤的主要成分，煤燃烧主要是碳和空气里的氧气反应。燃烧时放出大量的热，所以煤是一种常用的燃料。

【实验】在燃烧勺里放入少量硫磺，加热到硫磺开始燃烧，发出淡蓝紫色的火焰，并生成一种有强烈刺激性气味的气体——二氧化硫，再伸进盛有氧气的集气瓶中，硫磺继续燃烧，并发出更明亮的蓝紫色火焰。硫跟氧气反应，生成二氧化硫。



【实验】把细铁丝弯成螺旋状，一端紧系一小段火柴梗，点着火柴梗，伸进盛有氧气的集气瓶中(瓶中盛少量的水)。铁丝在氧气中剧烈燃烧，火星四射，燃烧停止后，可看到有蓝黑色的固体四氧化三铁生成。

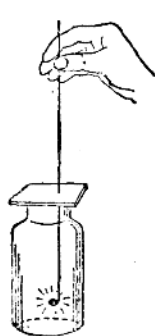
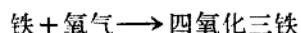


图1—4 木炭在氧气中燃烧

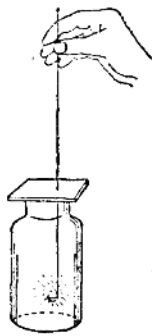


图1—5 硫在氧气中燃烧

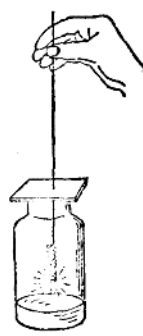


图1—6 铁丝在氧气中燃烧

以上实验证明，氧气是一种化学性质很活泼的气体。它不仅能跟碳、硫、铁发生化学反应，还能跟其他很多物质发生化学反应。反应剧烈时发光放热。

物质跟氧气发生的化学反应叫做氧化反应。上述三个反应都是氧化反应。反应中生成的新物质二氧化碳、二氧化硫、四氧化三铁称为氧化物。

我们把物质在参加化学反应时才表现出来的性质叫做化学性质。

三、氧气的用途

由于物质在氧气里燃烧比在空气里猛烈得多，所以工业上常使某些可燃性气体在氧气里燃烧来获得高温。例如工业上常用电石气（又叫乙炔）在氧气中燃烧，产生三千度的高温火焰——氧炔焰，用以焊接和切割金属。

比较先进的氧气顶吹转炉炼钢，就是利用氧气代替空气来炼钢的。

液氧炸药可用来开采矿石、开筑沟渠或挖掘地道。

在氧气不充足的地方工作，例如矿坑里的救护队或消防队在有毒或浓烟的环境里执行任务，还有飞行人员在高空航行，都需要戴一种特制的面具和携带储氧的钢瓶。

在医疗上常用氧气抢救中毒、窒息或患重病的病人。

我们要利用氧气对人类有益的方面，并注意防止它有害的一面。例如：由于氧和金属（如铁）容易发生化学反应，会使金属腐蚀；氧气和可燃性物质发生燃烧，有时会造成火灾等。

第三节 原子和分子

通过前面的学习我们知道氧气、氮气、碳、硫等，虽然有有的是气体，有的是固体但都是物质。这些物质又可以经过化学变化产生新的物质。如碳跟氧气反应可以生成二氧化碳，而碳和二氧化碳的化学性质完全不同，如碳可燃，二氧化碳却不可燃。氧气和氮气的化学性质也不相同，氧气较易和碳、硫、铁等物质发生化学反应而氮气则较难和其他物质发生化学反应。为什么不同的物质具有不同的化学性质呢？这是因为构成物质的分子不同的缘故。

分子非常小，我们的眼睛看不见，但是在日常生活中有很多事实使我们感觉到它确实存在。例如，在一定距离的地方可以闻到酒精和醋的气味，这是因为酒精和醋的分子不断地向四周飞散的缘故；湿的衣服能凉干，这是因为水分子离开衣服不断地飞散到空气里去的缘故。

我们把能保持物质化学性质的最小微粒叫做分子。同种物质的分子性质相同，不同物质的分子性质不同。例如构成氧气的氧分子的性质相同，而氧分子与构成氮气的氮分子的性质则不相同。

科学实验说明，分子是可分的，它是由更小的微粒——原子构成的。如果把一亿个组成氢分子的氢原子顺序排列起来才有一厘米长。

我们知道碳和氧能发生化学反应生成二氧化碳。反应前是碳原子和碳原子、氧原子和氧原子结合在一起；反应后则是碳原子和氧原子结合在一起。反应前后原子的结合方式虽然改变了，但在反应过程中，碳原子并没有变成氧原子，氧原子也没有变成碳原子。可见原子是物质参加化学反应的基本微粒。

总之，分子是由原子组成的，而无数个分子又组成了物质。例如：两个氧原子组成一个氧分子，许许多多氧分子组成了氧气，如图1—7所示。氧分子具有氧气的一切化学性质。两个氧原子与一个碳原子组成一个二氧化碳分子，无数二氧化碳分子组成了二氧化碳气体，如图1—8所示。二氧化碳分子具有二氧化碳的一切化学性质。分子或原子之间都有一定的间

隔，它们都处在不停的运动之中。

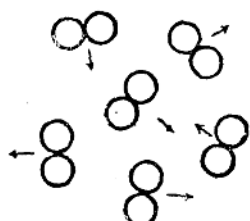


图1—7 氧气是由两个氧原子结合成的氧分子组成的

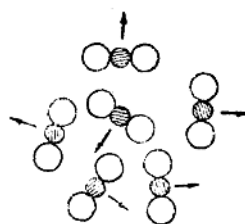


图1—8 二氧化碳气体是由两个氧原子和一个碳原子构成的二氧化碳分子组成的

第四节 原子的组成

毛主席教导我们：“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”物质的不同性质，是由物质内部的矛盾性所决定的，因此，要研究物质的组成、性质，就必须先研究组成物质的原子的内部矛盾性。

那么原子是如何组成的呢？原子是由原子核和电子所组成的。

十九世纪末、二十世纪初一系列科学实验证明，原子内有电子。例如，目前广泛应用的光电管，是一种金属片受光照射后释放出电子的装置。光是不带电的物质，因此，从金属片上逸出的电子一定是原先金属片内所有的。电子所带电量为 4.802×10^{-10} 静电单位。它的质量为氢原子质量的 $1/1840$ 。

电子的发现，使人类跨进了认识原子内部结构秘密的大门。但是，原子是否仅仅由电子组成的呢？我们知道这是不可能的。因为原子是电中性的。如果整个原子是由电子组成，那么原子应该带负电，而不会是电中性的。所以原子中一定还有带正电荷的微粒存在，它的核电荷数目必须和电子数目相等，整个原子才能保持电中性。

二十世纪初，人们又通过实验证明了这种带正电的微粒所带的电量和电子所带的电量相等。而且证明了它的质量几乎和氢原子的质量相等，这种微粒称为质子。

任何原子都含有质子。在一个原子中质子数目必然要和电子数目相同，这样才能使总的正电荷数目和负电荷数目相等，例如氢原子有一个电子，那么它必然含有一个质子。氧原子有8个质子，那么它必然同时有8个电子；氮原子有7个质子，那么它一定有7个电子。总之，在一个原子中质子数目一定和电子数目相同。

原子中除了有带负电的电子和带正电的质子以外，是否还有其他的粒子呢？

通过科学实验，发现了原子中还存在另外一种不带电的微粒称为中子。中子的质量几乎和质子的质量相等。在一个原子中，中子数和质子数可能相等，也可能不等。如氧原子中有8个质子和8个中子，数目相等；而用作原子弹的铀原子中有92个质子和143个中子，数目不相等。

我们知道了原子中有电子、质子、中子，但是它们在原子中又是怎样分布的呢？

原子是由带正电的原子核和核外运动着的带负电的电子两部分构成的。原子核内含有带

正电的质子和不带电的中子。一个质子带一个单位的正电荷，原子核所带的正电荷数等于质子数。因为电子的质量很小，约等于质子、中子质量的 $1/1840$ ，所以原子的质量几乎全部集中在原子核上，而核的体积又非常小，它的半径约为原子半径的十万分之一。如果把原子核放大成一颗小米粒那么大，那么原子的大小就相当于一个直径为100公尺的球。可想而知在如此小的体积中集中了几乎是原子的全部质量，因此原子核的密度是很大的。而核外的广大空间，是电子绕核运动的范围。

总结起来，原子的组成可概括如下：

$$\text{原子} \begin{cases} \text{电子 (带负电荷)} \\ \text{原子核} \begin{cases} \text{质子 (带正电荷)} \\ \text{中子 (不带电荷)} \end{cases} \end{cases}$$

$$\text{电子数} = \text{质子数 (核电荷数)}$$

原子的发现，虽然使人们对物质世界的认识前进了一步，然而在十九世纪以前，由于受当时生产力和科学水平的限制，尤其是受到机械唯物主义思想的影响，认为原子是物质最小的、不可再分的微粒。这种形而上学的观点，在一定时期内阻碍了人们对原子组成的研究。到十九世纪末期，随着生产力的发展和科学技术水平的提高，一系列科学实验促使人们发现原子并不是组成物质的最小微粒，打破了原子不可再分的形而上学观点。“事物都是一分为二的”。现在知道，不仅原子可分，原子核可分，电子、中子、质子也都是可分的，而且在一定条件下中子、质子可以互相转变。任何物质都是无限可分的。人类对物质的认识也是无穷无尽的，随着科学的发展，将对原子的结构有更深刻的认识。

第五节 元素和同位素

一、元素

我们知道原子是由质子、中子和电子构成的，同一种原子具有相同的质子数。我们把具有相同质子数的一类原子叫做元素。例如：氧气、二氧化碳、四氧化三铁中都含有8个质子的氧原子，我们把这类原子叫做氧元素。换句话说，氧气、二氧化碳，四氧化三铁的组成中都含有氧元素。

自然界中物质的种类非常多，有几百万种，但是，构成这些物质的元素种类并不多，到目前为止，才发现了105种元素。

根据元素的性质，可分为金属元素和非金属元素两大类。铜、铁、铝、钠等都是金属元素。它们具有特殊的金属光泽，能导电和传热，有可塑性。常温下，除汞外都是固体。另一类如氧、硫、碳、氯等都是非金属元素。它们通常是气态或固态，一般不能导电传热，没有金属光泽。但是金属和非金属之间并没有一个严格的界限，例如作为半导体材料的锗与硅，就兼有金属和非金属两种性质。

各种元素在自然界里的含量不同，从图1—9中可以看出地壳（包括水和大气）中含量最多的元素是氧。地壳主要是由氧、硅、铝、铁、钙等元素组成的。

二、元素符号

在化学上，各种元素都用一定的符号来表示。通常用它的拉丁文名称的字头，或再附加一个字母。例如，氧用“O”表示、硫用“S”表示、铁用“Fe”表示、氯用“Cl”表示。这些符号叫做元素符号。（参看表1—1）

写元素符号时，第一个字母必须大写，第二个字母必须小写，否则就容易发生错误，如“Co”表示钴原子，如果写成CO就错了，因为“CO”表示一氧化碳分子。

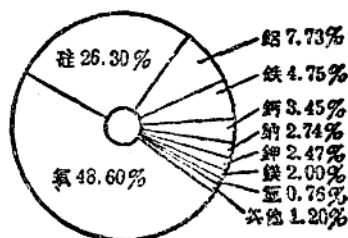


图1—9 地壳里所含各种元素的重量百分比

三、同位素

我们已知具有相同质子数的一类原子叫做元素。还知道在一个原子中，中子数和质子数可能相等，也可能不相等。那些质子数相同而中子数不同的原子就叫做这种元素的同位素。大多数元素是两种或两种以上的同位素的混和体。例如：氧元素有三种原子，其原子核中质子数都是8，中子数分别为8、9、10。为了表示这三种氧的同位素把它们质子与中子数之和写在元素符号的右上角： O^{16} 、 O^{17} 、 O^{18} 。自然界的碳有两种同位素，它们的质子数都是6，中子数分别为6、7，即 C^{12} 、 C^{13} 。又如自然界的氢有两种同位素，它们的质子数都是1，中子数为0、1，即 H^1 、 H^2 。

同一种元素的几种同位素由于它们的质子数相同，所以化学性质基本相同。因此，存在于自然界的元素是它的几种天然同位素的混和物。但是并不是所有已知元素都有天然同位素，如氟F、钠Na、铝Al和磷P等就未发现存在天然同位素。

第六节 原子量

我们已经知道，原子是很小很小的，例如1.008克氢中就有 6.023×10^{23} 个原子。但是原子虽小，却仍有一定的质量，如一个氢原子重 1.673×10^{-24} 克，一个碳原子重 1.993×10^{-23} 克。原子的质量是如此的小，以致于用现代的仪器还不能测出这么小的质量，况且我们也无法得到单个的原子。因此，原子的质量是用相对的数值来表示的。为此，首先要选定一个标准，然后才能比较各种不同原子的质量，正如选定某物质为1斤重，那么比它重一倍的是2斤，比它轻一半的是0.5斤一样。原子量就是用这种相对的数值来表示的。现在是采用 $C^{12} = 12$ 作为原子量的标准。有了一个标准，我们就可以来比较各种不同原子的质量，得出相应的原子量。例如，我们无法称量一个氢原子或一个氧原子的绝对质量，但是我们可以用实验的方法测出氧比氢重15.88倍，即：

$$\text{氢:氧} = 1:15.88$$

如果我们已经知道以 $C^{12} = 12$ 作标准时，氢的原子量为1.008，则：

$$\text{氢:氧} = 1.008:15.88 \times 1.008$$

$$= 1.008:16.00$$

即氧的原子量为16.00。同样，我们也可以用其他的实验方法测得：

$$\text{氧:硫} = 1:2.004$$

$$\text{氧:钠} = 1:1.438$$

而氧的原子量为16.00，则硫的原子量相应的为32.06，钠的原子量为23.00等等，这样相互比较就可以得出各种原子的原子量。当然原子量是用很精确的实验方法来测定的。

既然原子量是以 $C^{12}=12$ 作标准的，为什么在原子量表（见表1—1）中，碳C元素的原子量却有小数是12.011呢？这是因为碳有两种天然同位素—— C^{12} 及 C^{13} ，其中 C^{12} 占98.89%， C^{13} 占1.11%，这两种同位素的相对质量分别为12.0000及13.00335，而碳元素的原子量是这两种同位素的平均值，即：

$$12.0000 \times 98.89\% + 13.00335 \times 1.11\% = 12.01115$$

所以元素的原子量是以 $C^{12}=12$ 为标准而得到的某元素各同位素的相对质量的平均值。例如氢元素有两种天然同位素—— H^1 及 H^2 ，它们在自然界的重量百分含量分别为99.985%及0.015%；同位素的相对质量分别为1.007825及2.0140，所以氢元素的原子量为1.0079，即：

$$1.007825 \times 99.985\% + 2.0140 \times 0.015\% = 1.0079$$

表1—1 一些元素的名称、符号和原子量

元素名称	符号	原子量	元素名称	符号	原子量	元素名称	符号	原子量
氢	H	1.0079	钠	Na	22.98977	铁	Fe	55.847
氧	O	15.9994	钾	K	39.098	铅	Pb	207.2
氮	N	14.0067	镁	Mg	24.305	锡	Sn	118.69
氯	Cl	35.453	钙	Ca	40.08	铜	Cu	63.546
碳	C	12.011	钡	Ba	137.34	银	Ag	107.868
磷	P	30.97376	铝	Al	26.98154	金	Au	196.9665
硫	S	32.06	锌	Zn	65.38	汞	Hg	200.59
硅	Si	28.086	铬	Cr	51.996	锰	Mn	54.9380

• 金属的名称都有“金”字旁（汞除外），气态非金属的名称都有“气”字头，液态的有“?”字旁，固态非金属的名称均有“石”字旁。

第七节 分子式和分子量

一、分子式和分子量

从实践中人们认识到各种物质都具有一定的组成。为了便于研究，在化学上常用元素符号来表示物质的分子组成，这种式子叫做分子式。各种物质的分子式，是通过实验的方法首先测定了物质的组成，然后得出来的。

写分子式时，先把组成此物质的元素符号写出来，然后在元素符号的右下方写一个小的数字来表明这种物质一个分子所含原子的数目。例如氧气、氢气、氮气的分子式是：

O_2 氧分子 H_2 氢分子 N_2 氮分子 它表示了氧气、氢气、氮气各由氧元素、氢元素、氮元素组成，而且每个分子又各由两个原子构成。

由于物质的组成是固定不变的，所以一种物质只有一个分子式。

根据物质的分子式很容易算出它的分子量。分子中各原子量的总和就是分子量。例如查表可知氧的原子量=16.0，则氧的分子量= $16.0 \times 2 = 32.0$ 。水的分子式是 H_2O ，它表示水分子是由氢元素和氧元素组成；一个水分子由两个氢原子和一个氧原子构成；根据水的分子式可算出水的分子量= $1.0 \times 2 + 16.0 \times 1 = 18.0$ 。

分子式的含义归纳如下：

分子式具有的意义	以 H_2O 为例
1. 表明组成物质的各元素	水由氢和氧两种元素组成
2. 表明物质分子中各元素原子个数	水分子里含有两个氢原子和一个氧原子
3. 表明物质的分子量	水的分子量= $1.0 \times 2 + 16.0 \times 1 = 18.0$

写金属化合物和氯化物的分子式时，一般是把金属元素或氢元素的符号写在左方，非金属元素的符号写在右方。例如氯化铝的分子式是 $AlCl_3$ ，氯化氢的分子式是 HCl 。写非金属元素跟氧元素生成的化合物（非金属氧化物）的分子式时，非金属元素的符号写在左方，氧元素的符号写在右方。例如二氧化硫的分子式是 SO_2 。

在读分子式时，对于简单的由两种元素组成的化合物，都是先读写在右方的元素名称再读写在左方的元素名称。如 CaO 读作氧化钙； CO_2 读作二氧化碳； Fe_2O_3 读作三氧化二铁。

在书写化学符号时，必须注意区别各种不同的情况。例如“N”代表氮元素或一个氮原子；写作“2N”就表示两个氮原子；而“ N_2 ”则表示一个氮分子，同时还表示一个氮分子由两个氮原子组成。

元素符号、分子式等是学习化学和解决化学问题的工具。我们必须重视正确的书写和掌握化学符号的使用。

二、应用分子式的计算

应用分子式除了可以计算分子量以外，还可以计算物质中各种元素的重量百分比。

例 计算水中含氢的重量百分比。

水的分子式是 H_2O

水的分子量 $= 1.0 \times 2 + 16.0 = 18.0$

水中氢原子重量为2.0，所以水中含氢重量为：

$$\text{H} \% = \frac{2 \text{H}}{\text{H}_2\text{O}} \times 100\% = \frac{2.0}{18.0} \times 100\% = 11.1\%.$$

即氢在水中所占的重量百分比是11.1%。

习 题

1. 氢、氟、氯、溴、碘等几种气体为什么称为惰性气体？它们有哪些特性和用途？
2. 你根据哪些物理性质或化学性质来区分下列物质：
 - (1) 酒精和汽油。
 - (2) 氧气、氮气和二氧化碳。
3. 氧气的用途是决定于它的哪些重要性质？
4. 实验室里可以用什么物质，利用什么条件制取氧气？
5. 用分子运动观点解释下列现象：
 - (1) 水和冰的挥发。
 - (2) 汽油的挥发。
6. 试说明如何由质子、中子、电子组成原子。
7. 原子既然是由带电微粒组成的，为什么整个原子并不显电性？
8. 为什么说原子的质量主要集中在原子核上？
9. 什么叫做元素？现在已知的元素有多少种？
10. 写出下列元素符号所代表的元素名称和原子量。Na、Ca、N、K、Al、Mg、Pb、Ba、

Si.

11. 写出下列元素的符号：

氮、氧、硫、碳、氢、铁、铜、汞、银

12. 什么叫做同位素？举例说明。
13. 写出三氧化二铁和二氧化氮的分子式。
14. 计算下列各物质的分子量。

水 H_2O

氯酸钾 KClO_3

氧化钙（生石灰） CaO

硫酸 H_2SO_4

碳酸钙（石灰石） CaCO_3

碳酸钠 Na_2CO_3

15. 试计算：

(1) 氨 (NH_3) 中含氮的重量百分比。

$$A = 83.3\%$$

(2) 四氧化三铁中含铁的重量百分比。 $Fe = 72.4\%$

16. 不用计算单凭思考来确定一下，在等重量的硫化亚铁 FeS 和黄铁矿 FeS_2 里哪一种含的铁多？

17. 计算硫化亚铁 FeS 和黄铁矿 FeS_2 中各含硫 (S) 百分之几？

$$FeS \text{ 中 } S = 36.3\%$$

$$FeS_2 \text{ 中 } S = 55.3\%$$

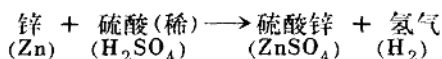
第二章 氢 气 和 水

第一节 氢 气

氢气是一种无色、无味的气体。它是所有气体中最轻的，在标准状况下，一升氢气重0.08987克。极难溶于水。常压下，氢气在 -252.8°C 变成液体。

一、氢气的制法

在实验室中，常用锌（Zn）和稀硫酸（ H_2SO_4 ）或盐酸（HCl）反应制取氢气，其反应如下：



因为氢气极难溶于水，所以可用排水集气法来收集（图2—1）。这种收集气体的方法易于控制，而且收集到的气体较纯。凡难溶于水，或不与水发生化学反应的气体如氧气、氮气都可采用此法收集。

氢气也可采用排空气集气法收集。由于氢气比空气轻，所以集气瓶口应向下，气体导管口要插到瓶的底部（图2—2）。

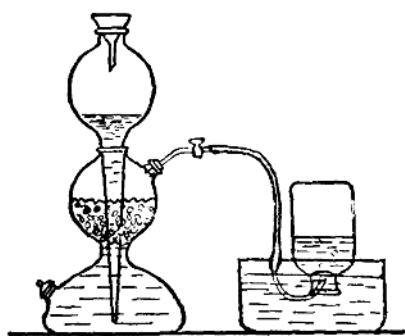


图2—1 用排水集气法收集氢气

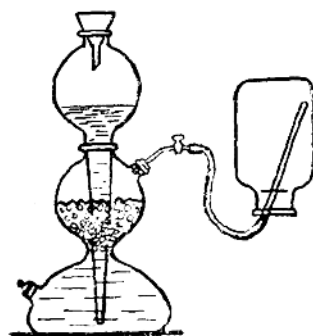
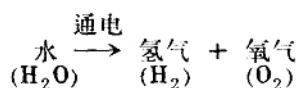


图2—2 用排空气集气法收集氢气

工业上，常用电解水法制取氢气，其反应如下：



此外，还可以从水煤气、天然气和石油裂化气中获得氢气。电解食盐水也可得到氢气。

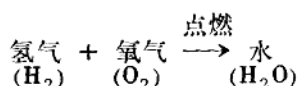
我国工人阶级在大搞综合利用的过程中，还从发酵“废气”中回收了大量的氢气，开辟了氢气的新来源，为工业的迅速发展做出了新的贡献。

二、氢气的化学性质

1. 氢气的可燃性

【实验】在导管口点燃纯氢气，有很淡的兰色火焰。把一干燥的烧杯罩在火焰上，不久就会看到在烧杯壁上出现了雾状物，随后又变成了很小的水滴。

实验证明，氢气具有可燃性。它与空气中的氧气在一定条件下发生剧烈的化学反应，生成水并放出大量的热。其反应如下：



在一定条件下，由两种或两种以上的物质生成一种新物质的反应叫做化合反应。上述反应就是一例。前面讲过的氧化反应也属于化合反应。

氢气跟氧气的反应在不同的条件下，以不同的形式进行。纯净的氢气安静地在空气中燃烧；但如果氢气与空气按一定比例混和（氢气体积占4—74.2%），点燃就会发生爆炸。

【实验】将氢气充满一带小孔的铁筒（小孔预先用橡皮塞塞紧）后，迅速用玻璃片盖好，并拔去橡皮塞，在小孔处点燃氢气。开始氢气安静的燃烧，不久发出巨大的爆鸣声，铁筒跳起，并发出火光。

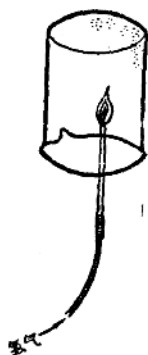


图2—3 氢气的燃烧

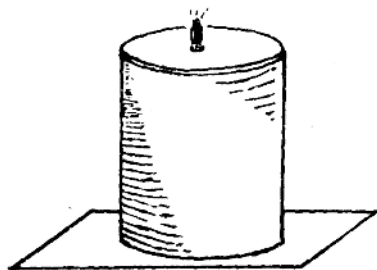


图2—4 氢气的爆鸣

因此，在处理氢气时要注意安全。使用氢气发生器必须远离火焰。点燃氢气前，一定要检查氢气的纯度。

检查氢气纯度的简单方法，就是把氢气收集在一个小试管中，把管口向下，移到煤气灯火焰上。如果听到尖锐的爆鸣声，表明氢气不纯，遇火有爆炸的危险；如果轻轻地响一声，则表明氢气较纯。这种方法叫爆鸣法。

2. 氢气的还原性

氢气不仅能跟氧气直接反应，还能夺取某些氧化物里的氧。

【实验】把氧化铜（CuO）放在干燥的试管里，先通入氢气排净玻璃管中的空气，然