

药 剂 专 业 教 材

无 机 化 学

广州军区军医学校 主编

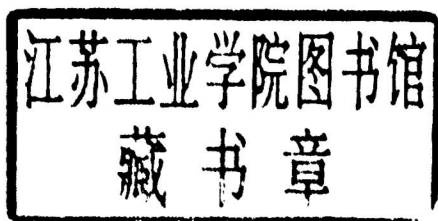
中国人民解放军总后勤部卫生部

一九八一年五月

药剂专业教材

无机化学

广州军区军医学校 主编



中国人民解放军总后勤部卫生部

一九八一年五月

药 剂 专 业 教 材
无 机 化 学
中国人民解放军总后勤部卫生部

●
中国人民解放军战士出版社出版发行
中国人民解放军第七二一五工厂印刷

●
787×1092毫米16开本 20.5印张 537,000字
1981年5月第1版
1981年5月广州第1次印刷

说 明

为提高部队药工人员的专业技术水平，我部委托广州军区后勤部卫生部、军医学校主持，由北京、沈阳、南京、福州、广州、武汉、成都军区的军医学校等单位共同编写了这套药剂专业教材，供培训中级药工人员专用。全套教材包括《数学》、《物理学》、《英语》、《人体解剖生理学》、《医用微生物学与寄生虫学》、《无机化学》、《有机化学》、《分析化学》、《生物化学》、《药用植物学》、《物理学》、《拉丁文》、《中草药学》、《药物化学》、《中草药成分化学》、《药剂学》、《军队药材供应管理学》共十七本，实验指导均附于书后。在编写过程中，各单位注意根据部队特点，加强基础理论、基本知识和基本技术的内容。初稿编出后又经各军医学校会审定稿。

各单位在使用本教材时，可根据具体情况，对内容作适当调整。为了进一步提高教材质量，希望在教学注意总结经验，提出修改意见，以便修订时参考。

总后勤部卫生部

一九八〇年八月

目 录

第 一 章 化学的基本概念	(1)
第一节 物质和物质的变化	(1)
第二节 分子和原子	(2)
第三节 元素、单质和化合物	(4)
第四节 分子式	(5)
第五节 化合价	(6)
第六节 摩尔和气体摩尔体积	(8)
第七节 化学方程式	(11)
第八节 当量和当量定律	(14)
第九节 化学反应的基本类型	(17)
第 二 章 无机物的分类	(20)
第一节 氧化物	(20)
第二节 碱 类	(22)
第三节 酸 类	(23)
第四节 盐 类	(25)
第五节 各类无机物之间的相互关系	(28)
第 三 章 原子结构和周期系	(30)
第一节 原子的组成	(30)
第二节 核外电子的运动状态	(31)
第三节 核外电子的排布规律	(35)
第四节 元素周期律和元素周期表	(40)
第五节 元素的性质和原子结构的关系	(42)
第六节 同位素	(45)
第 四 章 分子结构与晶体	(48)
第一节 离子键理论	(48)
第二节 共价键理论	(53)
第三节 分子间引力与氢键	(67)
第四节 晶 体	(72)

第 五 章 化学反应速度和化学平衡	(77)
第一节 化学反应速度	(77)
第二节 化学平衡	(82)
第 六 章 溶 液	(88)
第一节 溶液的概念	(88)
第二节 溶解度	(90)
第三节 溶液的浓度	(93)
第四节 稀溶液的通性	(97)
第 七 章 胶体溶液	(102)
第一节 分散系的概念	(102)
第二节 胶体溶液的分类	(103)
第三节 胶体的制备	(104)
第四节 胶体的性质	(105)
第五节 溶胶的稳定性和聚沉	(107)
第六节 高分子溶液	(109)
第七节 凝 胶	(111)
第 八 章 电解质溶液与溶液的酸碱性	(112)
第一节 电离学说	(112)
第二节 用分子结构理论来解释电离学说	(113)
第三节 电离度	(114)
第四节 酸、碱和盐的电离	(116)
第五节 弱电介质的电离平衡	(117)
第六节 水溶液的酸碱性	(121)
第七节 离子反应和离子反应方程式	(125)
第八节 同离子效应和缓冲溶液	(126)
第九节 盐类的水解	(131)
第十节 难溶电解质的沉淀平衡	(135)
第十一节 酸碱的质子论与电子论	(140)
第 九 章 络合物	(144)
第一节 络合物的基本概念	(144)
第二节 络合物的结构	(147)
第三节 络离子的离解平衡	(149)

第四节	螯合物的概念	(152)
第五节	络合物的应用	(153)
第十 章	氧化还原	(156)
第一节	氧化还原的概念	(156)
第二节	电极电势	(160)
第三节	氧化还原平衡和电极电势的应用	(166)
第四节	氧化还原反应式的配平	(168)
第五节	氧化还原当量	(170)
第十一章	卤素	(173)
第一节	通性	(173)
第二节	单质	(174)
第三节	卤化氢	(178)
第四节	卤化物	(181)
第五节	卤素的含氧酸及其盐	(183)
第六节	类卤化合物	(186)
第十二章	氧族元素	(189)
第一节	氧和过氧化氢	(189)
第二节	硫	(192)
第三节	硫化氢和金属硫化物	(193)
第四节	二氧化硫、亚硫酸及其盐	(196)
第五节	三氧化硫、硫酸及其盐	(198)
第六节	硫代硫酸盐及其它硫的含氧酸盐	(201)
第七节	主要离子的鉴定	(204)
第十三章	氮族元素	(207)
第一节	通性	(207)
第二节	氮和磷	(208)
第三节	氨和铵盐	(210)
第四节	亚硝酸及其盐	(212)
第五节	硝酸及其盐	(213)
第六节	磷酸及其盐	(216)
第七节	砷、锑、铋及其重要化合物	(217)
第八节	主要离子的鉴定	(219)

第十四章 碳族和硼族元素	(223)
第一节 通性	(223)
第二节 碳及其氧化物	(224)
第三节 碳酸及其盐	(227)
第四节 硅及其重要化合物	(229)
第五节 硼及其重要化合物	(231)
第六节 铝及其重要化合物	(233)
第七节 铅及其重要化合物	(235)
第八节 主要离子的鉴定	(237)
第十五章 碱金属和碱土金属	(240)
第一节 金属的通性	(240)
第二节 碱金属和碱土金属的性质及用途	(247)
第三节 碱金属和碱土金属的氧化物及氢氧化物	(249)
第四节 碱金属和碱土金属的盐类	(251)
第五节 硬水及其软化	(253)
第六节 主要离子的鉴定	(254)
第十六章 过渡元素	(257)
第一节 概述	(257)
第二节 铜和银及其重要化合物	(260)
第三节 锌和汞及其重要化合物	(266)
第四节 铬及其化合物	(271)
第五节 锰及其化合物	(275)
第六节 铁、钴及其重要化合物	(278)
实验部分	(283)
实验室规则	(283)
实验一 基本操作(一)	(283)
实验二 基本操作(二)	(287)
实验三 基本操作(三)	(290)
实验四 无机物的分类	(292)
实验五 化学反应速度和化学平衡	(293)
实验六 溶液	(295)
实验七 胶体溶液	(296)
实验八 电解质溶液(一)	(297)

实验九 电解质溶液 (二)	(298)
实验十 络合物	(299)
实验十一 氧化还原反应	(300)
实验十二 卤素	(301)
实验十三 氧和硫	(302)
实验十四 氮族元素	(304)
实验十五 碳族和硼族元素	(305)
实验十六 碱金属和碱土金属	(307)
实验十七 过渡元素 (一)	(308)
实验十八 过渡元素 (二)	(309)

附录	(310)
一、国际原子量表 (1973)	(310)
二、酸、碱溶液的比重与百分浓度对照表	(312)
三、无机酸、碱在水中的电离常数	(314)
四、难溶化合物的溶度积 (K_{sp})	(315)
五、络合物的稳定常数	(316)
六、元素周期表	(318)

第一章 化学的基本概念

第一节 物质和物质的变化

一、物质的运动形式

世界是由物质构成的。生活用品柴、米、油、盐；学习用品笔、墨、纸、砚；生产产品石油、钢铁；打仗用的飞机、大炮；药剂工作中经常接触到的酒精、小苏打、生理盐水和各种器械等等，无一不是物质。那么，什么是物质呢？列宁说：“物质是作用于我们的感觉器官而引起感觉的东西”。所以，物质是存在于我们的主观意识之外，且不以人的意志为转移的客观实在。当然，我们每个人所接触到的事物是很有限的，实际上，物质世界是“大至无外”，“小至无内”，至今用最现代化的仪器，也只是认识了其中的一部分。应当指出的是，物质是抽象出来的总的概念，与物体不同，物体是在空间占有一定位置，并且具有一定质量和形状的东西。如一根木棒，一根钢锭，一块玻璃片，一个棉球，一个药丸等。

不同的物体，可由同一种材料(或成分)构成，或者其中含有同一种材料(或成分)。例如在铁锭、铁板、铁钉中都含有铁。在化学上，把构成物体具有一定性质的材料(或成分)叫做“物质”，也有人叫做“化学物质”或“物素”。化学上所研究的物质就是指这种构成物体的“化学物质”，而不是广义的“物质”。

一说到物质就和运动分不开，世界是永恒运动着的物质世界，一成不变的东西是没有的。整个宇宙，大至天体，小至“基本粒子”，从生物类到人类社会无一不在运动着，物质的运动形式是多种多样的。概括起来可分为两大类，一类是物理运动（又叫物理变化）。一类是化学运动（又叫化学变化）。凡物质的变化仅限于物质的外貌、状态等，而不生成新物质的变化叫做物理变化。例如，在一个大气压下将水加热到 100°C 时变成水蒸气，而水冷却到 0°C 时又会结成冰。又如，把中草药研成粉，把铝块拉成线，都只是物质的外貌和状态发生了变化，并没有生成新物质，所以它们都是物理变化。凡物质的变化产生了本质不同的新物质叫做化学变化，或叫化学反应。如铁的生锈，药物的变质等，就是化学变化。同时，也必须认识到这两种运动形式不是孤立的静止的，而是互相有联系的和可以转化的。例如化学变化可以变成电运动，而加热又往往可以引起化学变化。又如煤的燃烧是化学变化，而它同时又产生热发出光，并且煤的外观、颜色也相应发生变化，这些则属于物理变化。因此说，化学变化和物理变化既有区别，又有联系，它们之间并不是截然分开的。

二、化学的研究对象和重要性

化学是一门自然科学，它是研究物质化学运动的学科，具体说，化学是研究物质的

组成、结构、性质和变化规律的科学。其研究目的是揭示物质的内部矛盾性及其相互间的联系，以用来为人类服务。

化学在我国国民经济建设中占有重要地位。几乎没有一个部门不需要化学。自然界只供给我们原料，例如水、空气、矿石、煤、谷物、木材等。只凭自然界已有的原料，远不能满足人类多种多样的需要。用化学方法可以从天然原料中制造出适合人类需要的各种产品。化学还能帮助我们吧工农业的副产品或“三废”（指废气、废水、废料）加以利用，达到综合利用天然资源，真正做到“物尽其用”。例如，过去，人们仅把煤作为燃料全部烧掉，而今天，利用化学方法可从煤制得氮肥、染料、炸药、塑料、杀虫剂等很多有用的物质。总之，利用化学可以变许多物质无用为有用、小用为大用、一用为多用、有害为有益，达到利用自然和改造自然的目的。

化学与医药工作有着十分密切的关系。以药学为例，从动、植物组织中提取有效成分；用化学原料合成无机和有机药物；药物的纯度检查和含量测定；药剂的制备和处方的调配，以及药品和器械的应用和保管，都需要运用化学的原理和技术。因此，化学是医药学的一门重要基础课。

无机化学是研究化学元素和无机化合物的化学，它是药学教学中最基础的化学课程。学习无机化学目的在于熟悉和掌握重要的化学元素和无机化合物的组成、结构、性质和变化的规律，并为学习其他化学课程和药学专业课程奠定必要的化学基础。

三、物质的性质

不同的物质在相同的条件下，常常发生不同的变化，如汽油点火即燃烧，而水则不能；蔗糖具有甜味，而食盐却是咸的。这是因为各种物质都有它们各自的性质。我们就是根据物质的性质来认识和辨别它们的。物质的性质可分为物理性质和化学性质两大类。

物质的有些性质如色、臭、味、比重、熔点、沸点、溶解度、传热性、导电性等，不需要发生化学变化就能够表现出来，这类性质叫做物理性质(Physical properties)。

物质的有些性质如可燃性、酸碱性、对光、热的稳定性、氧化还原性，要在发生化学变化的时候才能表现出来，这类性质叫做化学性质 (Chemical properties)。

第二节 分子和原子

一、原子—分子论

原子分子论是化学重要的基本理论，其基本内容如下：

(一) 一切物质都是由分子组成的。分子是物质能够独立存在的最小质点。它保持着物质的一切化学性质。

(二) 分子是由更小的质点——原子所构成的。原子是化学反应中最基本的质点。

(三) 同种物质的分子在质量、大小和性质上完全相同；不同物质的分子，则不同。

(四) 同种原子的质量、大小和性质相同；不同原子，则不同。

(五) 分子和原子都处于不停的运动之中。

原子-分子论的建立，使人们的认识接触到了物质的本质，它揭示了化学变化无非是分子（一种或两种）中的原子重新组合而产生了新的分子，即生成了新的物质。倘若在一种物质的分子中，原子运动的结果不足以产生新的分子，则分子运动的效应就明显地表现出来了。就可产生象物质的扩散、固体的熔化、液体的汽化、气体的液化和液体的凝固等物理变化。尽管现在原子结构的理论和同位素的发展，已超过原子-分子论的范围，但在普通化学的化学反应中，原子-分子论仍是最基本的理论。

二、原子量和分子量

(一) 原子量：原子虽然很微小，但它仍具有一定的质量，并且不同种原子的质量是不同的。例如：

一个氢原子的质量是0.000,000,000,000,000,000,000,001,672克

一个氧原子的质量是0.000,000,000,000,000,000,000,026,56克

一个碳原子的质量是0.000,000,000,000,000,000,000,019,9克

这样小的数字，在记忆和进行计算时都很不方便，所以在化学上采用一种特殊的单位——碳单位来表示原子的相对质量。一个碳单位是碳(C^{12})原子质量的 $\frac{1}{12}$ ，即

$$\begin{aligned}\text{一个碳单位} &= \text{碳}(C^{12})\text{原子质量的 } \frac{1}{12} \\ &= \frac{0.000,000,000,000,000,000,000,0199\text{克}}{12} \\ &= 0.000,000,000,000,000,000,000,001,66\text{克} = 1.66 \times 10^{-24}\text{克}\end{aligned}$$

因此，原子量就是用碳单位来表示的一个原子的质量。而不是原子的实际质量。

例如：1个氢原子的质量是1个碳单位的1.008倍。

$$\frac{1\text{个氢原子重 } 1.67 \times 10^{-24}}{1\text{个碳单位 } 1.66 \times 10^{-24}} = 1.008$$

所以氢原子量等于1.008碳单位。

同理，1个氧原子的质量是1个碳单位的15.9994倍，所以氧的原子量等于15.9994碳单位。在实际应用中，通常把碳单位三字省去，例如氢的原子量是1.008，氧的原子量是15.9994等等。

(二) 分子量：分子是由原子所组成，所以物质的分子量，就是组成这种物质的分子中各原子的原子量的总和。例如水的分子是由两个氢原子和一个氧原子所组成的，所以，

$$\text{水的分子量} = 1.008 \times 2 + 16 = 18.016$$

同理，硫酸(H_2SO_4)的分子量 = $1.008 \times 2 + 32.06 + 16.00 \times 4 = 98.08$

第三节 元素、单质和化合物

一、元素

(一) 元素的定义

世界上的物质种类繁多，而构成各种各样物质的分子却只有一百多种不同种类的原子。我们把具有相同性质的同一类原子的总称叫元素。目前已知的元素（包括天然的和人造的）已有107种。这一百多种元素，形成了千千万万种化合物。

(二) 元素的名称

所有元素的中文名称都只用一个字，通常把元素分为金属与非金属两大类。金属元素都用“金”作偏旁，如金、银、铜、铁等；只有一种液体金属元素，仍沿用“汞”的名称，未加“金”偏旁。

非金属元素在常温是气态的用“气”字头，如氢、氧、氮等；常温是固态的用“石”偏旁，如硫、磷、碳等；常温是液态的只有一种溴，用“氵”偏旁。

化学元素的读音，一般来说，都是按偏旁发音的。例如“镡”念作“鲁”，“氩”念作“山”，“砷”念作“艾”等等。自然，这也是“一般说来”，也有不少例外的，例如，“钡”念作“哈”，“钹”念作“鹅”，“铂”念作“伯”，“钷”念作“颇”，“氮”念作“淡”等。

有四种化学元素的名称，常被读错：一是铬，应读作“各”，但常误读作“洛”；二是铈，应读作“它”，但常误读作“陀”；三是氯，应读作“绿”，现常误读作“碌”；四是钭，应读作“亢”，现常读作“抗”。

至于化学元素的外文名称，在命名时，往往都是有一定含义的，或者是为了纪念发现的地点，或者是为了纪念某科学家，或者表示某一元素的某一特性。现各举一例。如镅的原意是“美洲”，因为它是在美洲发现的；钽是为了纪念化学元素周期律发现者门捷列夫；氩的原意是“不活泼”，后来证明它是惰性气体的一员。

(三) 元素的符号

为了使用方便，将每种元素都给予固定的符号。国际通用的符号是，用元素拉丁名的第一个字母，例如氧的元素符号就是“O”（Oxygenium），氢元素的符号是“H”（Hydrogenium）。如果第一个字母已被其他元素使用，则再加一个其他字母。如用“C”（Carbonium）代表碳，钙就用Ca（Calcium）来代表。但必须注意，如果是一个字母，必须用大写；如果是两个字母，第一个字母必须大写，第二个字母必须小写，否则容易发生错误，例如Co表示钴元素，如写成CO就代表一氧化碳了。

常见的元素和符号如下：

Al	Bi	Cr	Hg	N	S	Ag	Br	Cu	I
铝	铋	铬	汞	氮	硫	银	溴	铜	碘

Na	Si	As	C	F	K	O	Zn	B	Ca
钠	硅	砷	碳	氟	钾	氧	锌	硼	钙
Fe	Mg	P	Ba	Cl	H	Mn	Pb		
铁	镁	磷	钡	氯	氢	锰	铅		

元素符号的意义：

- (1) 代表一种元素，例如：C 代表碳元素；
- (2) 代表这种元素一个原子，C 代表一个碳原子；
- (3) 代表这种元素一个原子量，C 代表一个碳原子量12。

二、单质

分子是由同一种元素的原子构成的物质叫做单质。如氧气 (O_2)、氮气 (N_2)、氯气 (Cl_2) 分别是两个氧原子、氮原子、氯原子构成的，所以它们都是单质。象铁虽然它的结构复杂，但它是由若干个铁原子构成，也是单质。单质是自然界游离存在的元素。

三、化合物

物质的分子是由两种或两种以上元素的原子构成的，这种物质叫做化合物。如水分子是由两个氢原子和一个氧原子所构成的，水就是化合物；硫酸是由两个氢原子，一个硫原子和四个氧原子构成的，硫酸也是化合物。现在已知的天然存在和人工制造的化合物在三百多万种以上。大量事实证明：任何化合物，不论来源和制法如何，其化合物的组成，所含元素的质和量（即元素种类和各元素原子个数）是严格一定不变的。或者说每种化合物所含各元素的质量比是固定不变的，这个规律称为定组成定律。

混合物是由不同分子组成的物质。因此它既不是单质，也不是化合物，它是由单质和单质，化合物和化合物，或单质和化合物混合而成的。例如空气就是由各种气体组成的混合物。一般说来，混合物可以通过物理方法把各组分分离开来。

第四节 分子式

用元素符号表示物质分子组成的式子，叫做分子式。

一、单质分子式的写法

单质分子是由一个原子构成的，例如，氦 (He)、氖 (Ne) 等惰性气体，它们的元素符号也就是它们的分子式。

单质分子是由两个或三个原子组成的，例如氧、氢、氮、臭氧等气体，在它们元素符号的右下方，用小数字表明这种单质的一个分子里所含原子的个数，所以它们的分子式分别为 O_2 、 H_2 、 N_2 、 O_3 。

一些固体的单质分子，因它们的结构比较复杂，习惯上只用元素符号来表示它们的分子式。例如，铁的分子式是Fe，磷的分子式是P。

二、化合物分子式的写法

化合物的分子式，首先要知道这种物质含有那些元素，以及一个分子中含有每种元素原子的个数，然后写出元素符号，并在元素符号的右下角标明各种元素原子的个数。如二氧化碳分子含有一个碳原子和二氧原子，所以其分子式为 CO_2 。

写化合物分子式的时候，两种或两种以上元素符号的前后顺序不能随意写，有一定的规定，对最简单的“二元化合物”分子式的写法，一般是金属元素符号在左方，非金属元素符号写在右方，例如，食盐的分子式写为 NaCl 。在非金属和氧组成的化合物分子式里，非金属元素符号写在左方，氧的符号写在右方，如二氧化硫的分子式写为 SO_2 。这种二元化合物分子式的读法是先读右方元素，后读左方元素中间加“化”字，如 CO_2 ，读作二氧化碳； NaI ，读作碘化钠； Fe_3O_4 ，读作四氧化三铁。

化合物里的元素常常有两个或多个原子结合成一个原子团，此种原子团在参加化学反应时作为一个整体，不易分开，特称它们为根，如氢氧根 OH ，硫酸根 SO_4 等。在写分子式时，如果化合物的分子里有两个或两个以上相同的根时，则在根的符号外加括号，并在括号外注明数字。例如，氢氧化铝的分子是由一个铝原子和三个氢氧根所组成，其分子式为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

三、分子式的意义

- (一) 代表一种物质的组成，即是由哪种或哪几种元素组成的；
- (二) 代表该物质一个分子；
- (三) 代表该物质一个分子量；
- (四) 如为化合物分子，则又代表其组成元素间质量比关系。

例如： H_2O 代表水这种化合物

代表一个水分子

代表一个水分子量18.016

代表分子中氢和氧的质量比是 $1.008 \times 2 : 16 = 1.008 : 8$ 。

因此，我们可以根据分子式，计算出分子式中各元素的质量百分比。

〔例〕计算硫酸铵的含氮百分比

〔解〕一个硫酸铵分子 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 中含有两个氮原子，氮的原子量是14，硫酸铵的分子量 $= 2 \times (14 + 1 \times 4) + 32 + 16 \times 4 = 132$

$$\begin{aligned}\therefore \text{氮}\% &= \frac{\text{氮的原子量} \times 2}{\text{硫酸铵的分子量}} \times 100\% \\ &= \frac{28}{132} \times 100\% = 2.12\%\end{aligned}$$

第五节 化合价

一、化合价的初步概念

各种元素的原子与别种原子化合时，其化合能力各不相同。例如一个氧原子可以和

一个钙原子化合形成 CaO ，和两个氢原子化合形成 H_2O 。为了表达这种化合能力，就提出了化合价的概念，即把元素的原子之间按一定数目相互化合的能力，叫做元素化合价。因为一个氢原子最多只能与其他元素的一个原子化合，所以把氢的化合价定为1。元素的化合价就是指与该元素的一个原子相化合的氢原子的个数。例如，在氯化氢 HCl ，水 H_2O ，氨 NH_3 和甲烷 CH_4 中表现出，氯、氧、氮、碳分别与1、2、3、4个氢原子化合，所以氯是1价，氧是2价，氮是3价，碳是4价。

元素的氧化物多于元素的氢化物，所以也常用氧的化合价为2作标准来决定其他元素的化合价。例如在 K_2O 、 Al_2O_3 、 P_2O_5 、 SO_3 等化合物中，可以推算出K的化合价是1，Al的化合价是3，P的化合价是5，S的化合价是6。

化合价的概念不仅适用于原子，也适用于化合物中作为一个整体而参加化学反应的原子团，如氢氧根（OH），化合价为1；硫酸根（ SO_4 ）的化合价为2。

二、可变化合价及正、负化合价

不少元素的化合价不只一种，S在 SO_2 中是4价，在 SO_3 中是6价。不少元素的化合价是可变的，要根据它与别的元素组成化合物的情况来辨别其化合价的高低。

在两种元素组成的化合物里，必有一种元素的化合价是正价，另一种元素为负价。同一化合物的正价总数的绝对值等于负价的总数绝对值，换言之，正价和负价的代数和等于0。一般的规律是氢为正1价，氧是负2价。例如

$$\text{在H}_2\text{O中} +1 \times 2 + (-2) = 0$$

三、化合价的一般规律

下面把化合价的一般规律归纳如下：

（一）元素只有和别的元素形成化合物时，才表现出化合价，所以单质的化合价为0。

（二）一般情况下氢是正1价，氧是负2价。

（三）金属元素常为正化合价。

（四）非金属元素与金属元素形成化合物时为负化合价，与氧形成化合物时为正化合价。

（五）化合物中正负化合价的代数和等于零。

根据这些规律可以推算化合物中某元素的化合价。

〔例〕确定在磷酸（ H_3PO_4 ）分子中磷元素的化合价。

〔解〕根据正价总数和负价总数的代数和等于零的原则，列出：

$$(+1) \times 3 + X + (-2) \times 4 = 0$$

$$X = 5$$

∴磷酸分子中，磷的化合价是5

表1—1，表1—2是一些重要元素的常见化合价表和一些重要原子团的化合价表。

表1—1

重要元素的常见化合价表

元素名称	元素符号	最常见化合价	元素名称	元素符号	最常见化合价
氢	H	+ 1	铁	Fe	+ 2, + 3
硼	B	+ 3	铜	Cu	+ 1, + 2
碳	C	- 4, + 4, + 2	锌	Zn	+ 2
氮	N	- 3, + 3, + 5	砷	As	+ 3, + 5
氧	O	- 2	溴	Br	- 1
氟	F	- 1	银	Ag	+ 1
钠	Na	+ 1	锡	Sn	+ 2, + 4
镁	Mg	+ 2	锑	Sb	+ 3, + 5
铝	Al	+ 3	碘	I	- 1
硅	Si	+ 4, - 4	钡	Ba	+ 2
磷	P	- 3, + 3, + 5	铂	Pt	+ 4
硫	S	- 2, + 4, + 6	金	Au	+ 3
氯	Cl	- 1, + 1, + 5	汞	Hg	+ 1, + 2
钾	K	+ 1	铅	Pb	+ 2, + 4
钙	Ca	+ 2	铋	Bi	+ 3, + 5
铬	Cr	+ 3, + 6	锰	Mn	+ 2, + 4 + 7

表1—2

常见原子团的化合价表

价 别	原 子 团 名 称
正 1 价	铵根(NH_4^+)
负 1 价	氢氧根(OH^-) 硝酸根(NO_3^-) 碳酸氢根(HCO_3^-) 高锰酸根(MnO_4^-) 亚硝酸根(NO_2^-) 醋酸根(Ac^-)
负 2 价	硫酸根(SO_4^{2-}) 亚硫酸根(SO_3^{2-}) 碳酸根(CO_3^{2-}) 硫代硫酸根($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) 硅酸根(SiO_3^{2-})
负 3 价	磷酸根(PO_4^{3-}) 硼酸根(BO_3^{3-})

第六节 摩尔和气体摩尔体积

一、摩尔 (mol)

我们已经学习了分子和原子的知识,知道分子和原子都是很小的微粒。例如,一滴水里就包含有几万亿个水分子。各种各样的物质,只要你取出它一小撮或一小粒,它里面所含的原子或分子的数目都是非常庞大的。在不同的场合,不同的需要,描述