

化 学

中山医学院药系化学教研组编

一九七七年八月

目 录

第一章 化学基本概念	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、元素符号和原子量	3
第四节 分子式和分子量	5
第五节 克分子、克原子和气体克分子体积	6
第六节 化合价(或原子价)	7
第七节 定组成定律与元素的当量	9
第八节 物质不灭定律与化学方程式	11
第二章 无机物分类	16
第一节 单质——金属、非金属	16
第二节 氧化物	17
第三节 硷	18
第四节 酸	19
第五节 盐	21
第三章 溶液	26
第一节 水	26
第二节 溶液的概念	29
第三节 溶解的过程	30
第四节 溶解度	30
第五节 溶液浓度的表示方法	31
第六节 溶液的配制与浓度的换算	32
第四章 元素周期律、原子结构和化学键	37
第一节 元素周期律和周期表	37
第二节 原子结构	39
第三节 同位素	42
第四节 离子键	45
第五节 共价键	45
第六节 配位键和络合物	48
第七节 氢键	50
第五章 电解质溶液	53
第一节 电解质与非电解质	53
第二节 强电解质和弱电解质	55

第三节	弱电解质的电离平衡和电离平衡移动	56
第四节	酸、硷、盐的电离	60
第五节	离子反应和离子方程式	62
第六节	酸、硷、盐的当量和克当量浓度	64
第六章	溶液的pH值和缓冲溶液	69
第一节	水的电离及溶液的酸硷性	69
第二节	酸硷指示剂及溶液pH测定法	71
第三节	盐的水解	73
第四节	缓冲溶液	76
第七章	溶液的渗透压	82
第一节	渗透现象和渗透压	82
第二节	渗透压与溶液的浓度和温度的关系	83
第三节	与医学有关的一些渗透作用	85
第八章	氧化还原	89
第一节	氧化还原	89
第二节	氧化剂与还原剂	90
第九章	有机化合物概论	93
一、	有机化合物和有机化学	93
二、	有机化合物的一般性质和结构	93
三、	有机化合物的结构式	95
四、	有机化合物的立体概念	95
五、	有机化合物的分类	96
六、	有机化学物与国民经济的关系	97
第十章	烃——有机化合物的母体	99
概论		99
第一节	饱和开链烃	99
一、	烷烃的来源	100
二、	烷烃的同系列和异构现象	100
三、	烷烃的命名	102
四、	烷烃的物理性质	103
五、	烷烃的化学性质	104
第二节	不饱和烃	105
一、	不饱和烃的命名	105
二、	不饱和烃的性质	105
第三节	芳香烃	106
一、	芳香烃的来源	107
二、	芳香烃的异构现象和命名	108
三、	芳香烃的性质	109

第四节 脂环烃	110
第五节 与医学有关的烃类化合物	111
第十二章 卤代烃	115
一、卤烃的分类和命名	115
二、卤烃的主要化学性质	116
三、几种重要的卤烃	117
第十三章 醇、酚、醚	120
概论	120
第一节 醇类	120
一、醇的分类和命名	120
二、醇的物理性质	122
三、醇的化学性质	123
四、几种重要的醇类化合物	126
第二节 酚类	127
一、酚的分类和命名	127
二、酚的性质	128
三、几种重要的酚类化合物	129
第三节 醚类	130
第四节 硫醇	131
第十四章 醛和酮	134
概论	134
一、醛和酮的分类和命名	134
二、醛和酮的性质	135
三、几种重要的醛和酮	138
第十五章 羧酸	141
第一节 羧酸的分类	141
第二节 羧酸的命名和常见的羧酸	142
第三节 羧酸的物理性质和主要化学性质	143
第四节 几种重要羧酸	148
第十六章 胺、酰胺和尿素	152
第一节 胺类	152
一、胺的结构和分类	152
二、胺的命名	153
三、胺的物理性质	154
四、胺的主要化学性质	154
五、几种重要的胺类化合物	157
第二节 酰胺	158
一、酰胺的结构和命名	158

二、酰胺的性质	159
三、重要的酰胺	159
四、磺胺类药物	159
第三节 尿素及它的衍生物	160
一、尿素的主要化学性质	161
二、亚氨基脲	161
三、酰脲	161
第十七章 具有复合功能基的羧酸	164
概论	164
第一节 氨基酸	164
一、氨基酸的分类和命名	164
二、氨基酸的物理性质	166
三、氨基酸的化学性质	166
第二节 羟基酸	167
一、羟基酸的分类和命名	167
二、羟基酸的物理性质	168
三、羟基酸的化学性质	168
四、旋光性和旋光异构	169
五、重要的羟基酸	171
第三节 酮酸	172
一、丙酮酸	172
二、 β -丁酮酸	172
第十八章 杂环化合物	176
概论	176
第一节 杂环化合物的分类和命名	176
第二节 几种含有杂环基本结构的化合物	177
第十九章 碳水化合物	181
概论	181
第一节 单糖	182
一、单糖的结构	182
二、葡萄糖	185
三、果糖	186
四、半乳糖	187
五、核糖和脱氧核糖	187
第二节 双糖	188
一、蔗糖	188
二、麦芽糖	188
三、乳糖	189

第三节 多糖	189
一、淀粉	190
二、糖元	190
三、纤维素	191
第二十章 脂类化合物	192
概论	193
第一节 油脂	193
一、油脂的组成	193
二、油脂的物理及化学性质	194
第二节 类脂	196
一、磷脂	196
二、固醇类和胆固醇	197
三、糖脂	198
四、蜡	198
第二十一章 中草药的有效成分	200
概论	200
第一节 生物硷	200
第二节 甙类	203
附录	205
一、医疗上常见的单质	205
二、医疗上常见的氧化物	205
三、几种常见的硷	206
四、几种常见的酸	206
五、医疗上常见的盐	207
六、硷、酸和盐的溶解性表	208
七、常用酸、硷溶液浓度表	208
八、氢离子浓度与溶液pH值换算表	209
九、医药常用溶液所含离子的毫当量 (mEq)	210
十、常用缓冲溶液的配制	211
十一、各章练习题中计算题答案	212

补充教材

第二十二章 吸附和胶体	214
第一节 吸附作用	214
第二节 分散系	215
第三节 溶胶的制备和淨化	216
第四节 溶胶的几种性质	217

第五节	高分子化合物溶液 (简称高分子溶液)	221
第六节	高分子溶液的几种性质	221
第七节	凝 胶	223
第八节	凝胶的几种性质	223
第二十三章	络合物	225
第一节	复合物与络合物	225
第二节	维尔钠配位学说	226
第三节	络合物的命名	228
第四节	络合物在溶液中的稳定性	229
第五节	螯合物	231
第六节	络合物的应用	233
第二十四章	化学反应速度和化学平衡	235
第一节	化学反应速度	235
第二节	影响反应速度的因素	235
第三节	化学平衡	238
第四节	影响化学平衡的因素	240

化 学 实 验

化学实验基本知识	1
一、实验规则和常识	1
二、化学实验常用仪器	3
三、基本操作方法	3
(一) 玻璃仪器的洗涤方法	3
(二) 粗天平的使用	4
(三) 酒精灯的使用	4
(四) 过滤	5
(五) 量筒或量杯的使用	5
(六) 容量瓶	5
(七) 移液管及刻度移液管	7
(八) 滴定管	7
实验一 粗食盐的精制	10
实验二 酸、硷、盐的性质	11
实验三 一定浓度溶液的配制	14
实验四 中和滴定 (一)	17
实验五 盐的水解、同离子效应和缓冲溶液	18
实验六 烃、醇、酚和醚的化学性质	20
实验七 醛、酮和羧酸的化学性质	23
实验八 羟基酸、胺、酰胺和尿素的化学性质及旋光异构现象的原子模型作业	26

实验九 糖和油脂的化学性质	28
---------------------	----

补充化学实验

实验十 分析天平的称量(附简单玻璃用具的制作)	32
实验十一 蒸馏水及氧的制备	35
实验十二 中和滴定(二)	36
实验十三 中和滴定(三)	41
实验十四 九种阳离子和四种阴离子的分析反应	47
实验十五 电解质溶液的导电和溶液的渗透现象	52
实验十六 溶液pH值的测定及pH计的使用	53
实验十七 胶体和吸附	57
实验十八 常量法测定有机物的熔点和沸点	58
化学实验次序表(供参考)	61

第一章 化学基本概念

“自然科学是人们争取自由的一种武装”。化学是自然科学中的一个分支，它是研究物质的组成、结构、性质和化学变化规律的一门科学。它是我们利用自然、改造自然，为社会主义革命和建设服务的有力武器。

化学与医学有着密切的关系，人体的一切生理现象，都是以体内物质的各种化学变化为基础的；疾病的防治，也都离不开许多化学知识。所以，化学是医学院学员学习医学课程及以后在防治工作中应用有关化学知识的一门基础课。

本章内容主要是介绍有关化学的基本概念，包括：物质和物质的变化；分子和原子；元素及元素符号；原子量和分子量；化合价和当量；化学反应类型及化学方程式等。学习这些内容，是为学好以后各章准备必要的基础。

第一节 物质和物质的变化

一、物质的概念

自然界是由不断变化着的物质所组成的，所以说世界是物质的。什么是物质呢？伟大导师列宁提出了关于物质的定义：**“物质是作用于我们的感官而引起感觉的东西，物质是我们感觉到的客观实在”**。例如，空气、水、食盐、蔗糖、硫黄、石灰、酒精、玻璃、铜、铁、煤、石油、橡胶、塑料等都是物质。

一切物质都是永远不停地运动变化着的。伟大领袖毛主席教导我们：“人的认识物质，就是认识物质的运动形式，……自然界存在着许多的运动形式，机械运动、发声、发光、发热、电流、化分、化合等等都是”。因此，物质的运动形式是多种多样的。下面介绍物理变化和化学变化。就是物质运动中的两种形式。

二、物理变化和化学变化

我们知道，水在一般情况下是液态，当它受热时就会变成气态的水蒸汽，水蒸汽遇冷又凝结成水，当水冷却到摄氏零度（ 0°C ）时结成固态的冰，冰受热又融化成水。尽管水、水蒸汽、冰在不同温度下状态不同，但都是同一种物质，它们的化学性质和组成并没有改变。物质仅在状态上发生改变，而没有生成另一种新物质的变化，叫做物理变化。日常生活中，经常遇到很多物理变化，象上面所讲的例子外，其他如米、麦磨成粉，玻璃受热熔化……等等都是物理变化。

在自然界里还有一类跟物理变化不同的变化。例如，铁在潮湿的空气中会生铁锈，木炭燃烧时生成二氧化碳，这些变化中物质的本性发生了改变，并有另一种物质生成。凡产生与原来物质性质完全不同的新物质的变化，叫做化学变化，也叫做化学反应。例如，木炭的燃烧，药品变质，炸药爆炸等都是化学变化。人体的生理现象和病理现象大多与体内的化学变化有关，如消化、呼吸等都是在起着复杂的化学变化。

三、物理性质和化学性质

在自然界中存在千千万万种不同的物质，我们要认识一种物质，或者要区别一种物质和另外一种物质，都必须根据物质的性质来辨别或认识它们。物质在参加化学变化时表现出来的性质叫做物质的**化学性质**。例如，铁在空气中生锈，这就是铁的一种化学性质；木炭可以燃烧，就是木炭的一种化学性质。当物质的本质不发生变化（没有产生另一种新物质）时所表现的性质，叫做物质的**物理性质**。颜色、光泽、气味、味道、比重①、沸点②、冰点③（熔点）、溶解性、导电性和传热性等，都是物质的物理性质。例如，纯水是无色、无臭、无味的液体，在一大气压下，水的沸点是 100°C ，冰点是 0°C ，这些性质就是水的物理性质。每一种物质都有它自己的一定的物理性质和化学性质，我们就是根据它的物理性质和化学性质来认识它。

第二节 分子和原子

一、分 子

自然界是由物质组成的。物质又由什么组成的呢？科学实验证明，一切物质都是由能够独立存在并保持原物质化学性质的最小微粒组成的，这种微粒叫做**分子**。一滴水是由千千万万的水分子组成的，一块蔗糖是由许许多多的蔗糖分子组成的。当水蒸发变成水蒸汽，是因为水的分子不断离开液面飞散到空气中去，但水蒸汽分子的性质和水一样没有改变；糖溶解在水里变成糖水，是因为蔗糖的分子扩散到水里去了，糖水里的糖分子还是甜的，性质并没有改变。

关于分子的概念，可概括如下：（1）分子是组成物质的一种最小微粒，它能够独立存在并保持原物质的化学性质；（2）同一种物质分子的大小、重量和其他一切性质都相同。物质不同，组成这些物质的分子也不同；（3）分子是处于不停运动着的状态，温度愈高，分子的运动越快；（4）分子和分子之间保持一定的距离，这种距离，常随温度、压力而改变。如果距离很大，该物质可能就是气态，如果较小可能就是液态或固态。

二、原 子

唯物辩证法认为，一切物质都是无限可分的。物质是由分子组成，分子是由更小的微粒所组成，这种组成分子的微粒叫做**原子**。例如，一个水分子是由两个氢原子和一个氧原子组成，一个氧分子由两个氧原子组成等等。

注：①比重 某物质的重量与 4°C 时同体积的水的重量之比，叫做该物质的比重。

例如，水的比重是1，水银的比重是13.6。

②沸点 液体受热沸腾时的温度，叫做液体的沸点，此时液体的蒸

汽压力等于外界大气压力。

③冰点（熔点）液体遇冷凝结成固体时的温度，叫做液体的冰点。固

体受热熔化时的温度叫做固体的熔点。同一物质的冰点和熔点温度

相同。

原子是参加化学变化的基本粒子。在化学变化中，分子可以被分解为原子，而原子也可以互相结合成分子，但在化学变化中，一种原子不能变成另一种原子。例如，水分子可以分解为氢和氧两种原子，这两种原子很活泼，它们立即分别结合成氢分子和氧分子，这就是水分子分解成原子，原子又结合成分子的过程，这过程可示意如下：

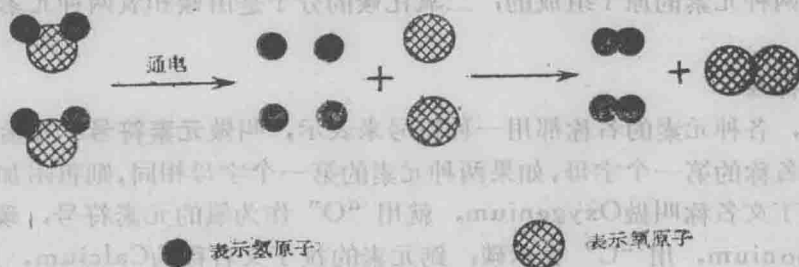


图 1—1 水分子分解为原子，原子又结合成分子的示意图

但氧原子在化学变化中不能变成氢原子或其他原子，所以说，原子是化学变化的基本粒子。

关于原子的概念，可概括如下：(1) 原子是组成分子的基本微粒，物质的分子都是由一定种类，一定数目的原子组成；(2) 同一种类的原子其性质相同，不同种类的原子其性质不相同；(3) 原子都处于不停的运动状态。

从原子、分子的概念来看，物质的物理变化只是分子的运动状态和分子间的距离发生了变化，并没有发生分子分割为原子的变化；而化学变化实质上是原物质的分子遭到破坏，被分成为原子，即“化分”；原子再重新组合成新物质的分子，即“化合”。

第三节 元素、元素符号和原子量

一、元素

原子是组成分子的微粒，不同种类的原子其性质不同。不同分子中可以含有相同种类的原子，如氧分子中的氧原子，二氧化碳分子中的氧原子，水分子中的氧原子，以及其他含氧物质中的氧原子。人们发现不同物质中的氧原子在性质上都是一样的，就是说，它们是同一种类的原子。化学上把同一种类的原子通称为一种元素或化学元素。因此，元素就是同一种类原子的总称。

自然界的物质有千千万万种，但从生产实践和科学实验中，人们认识到所有的物质都不外是由一百多种元素所组成的。到目前为止，已经发现的元素有105种，一般常见的元素约有二、三十种。

元素可分为金属与非金属两大类。金属元素的中文名称都是用“金”字旁的（汞是例外的一种），例如，铝、银、铜、铁、铅等。非金属元素它们的中文名称有的用“石”字旁，表示平常呈固体状态，如碳、硫、碘等；有些非金属元素中文名称用“气”字头，表示平常呈气体状态，如氢、氧、氮、氯、氟等；溴也是非金属元素，它用“氵”

旁表示平常呈液体状态。

在自然界中，有的物质的分子是由同种元素的原子组成的，这种物质叫做单质。例如，氢气与氧气都是一种单质，它的分子分别由氢元素的原子与氧元素的原子组成。另外，有的物质的分子是由不同元素的原子组成的，这种物质叫做化合物。例如，水的分子是由氢和氧两种元素的原子组成的，二氧化碳的分子是由碳和氧两种元素的原子组成的。

二、元素符号

在化学上，各种元素的名称都用一种符号来表示，叫做元素符号。元素符号是采用元素的拉丁文名称的第一个字母，如果两种元素的第一个字母相同，则再附加一个字母。例如，氧的拉丁文名称叫做Oxygenium，就用“O”作为氧的元素符号，碳元素的拉丁文名称为Carbonium，用“C”表示碳；钙元素的拉丁文名称为Calcium，用“Ca”表示钙。元素符号用一个字母表示，必须大写，如果用两个字母表示的元素符号，第一个字母大写，第二个字母必须小写，否则容易引起混乱和误会，例如钴的元素符号为Co，如果写成CO，那就成为碳和氧两种元素的符号了。Mg表示镁元素，如果写成mg就错了，因为mg不是元素符号，而是表示毫克这个重量单位了。

元素符号具有下面三种意义：

元素符号具有的意义

以C为例

1. 表示一种元素

表示碳元素

2. 表示这个元素的一个原子

表示一个碳原子

3. 表示这个元素的原子量

表示碳的原子量为12

三、原子量

一切元素的原子都是很小的，很轻的，既看不到，也不能用最精密的天平直接称量，但是各种原子的相对重量（指一种原子比另一种原子重或轻多少倍）却可以用仪器测量

表 1—1 医学上常用的元素及原子量

元素名称	元素符号	原子量	元素名称	元素符号	原子量
砷	As	75	氢	H	1
铝	Al	27	汞	Hg	201
银	Ag	108	碘	I	127
硼	B	10.8	钾	K	39
钡	Ba	137	镁	Mg	24
溴	Br	80	锰	Mn	55
碳	C	12	氮	N	14
钙	Ca	40	钠	Na	23
钴	Co	59	氧	O	16
氯	Cl	35.5	硫	S	32
铜	Cu	63.5	磷	P	31
氟	F	19	铅	Pb	207
铁	Fe	56	锌	Zn	65

出来。原子量就是表示不同原子的相对重量。国际上把一种碳原子的原子量规定为12作为比较的标准。其他原子的原子量即可与此标准相比较而求得。例如, 1个镁原子的重量为1个碳原子的重量的2倍。因为碳的原子量为12, 故镁的原子量即为24。所有已知元素的原子量, 都已经过精确的测定, 其数值见本书第五章表5—1的元素周期表中。

上表(表1—1)列出的是医学上常用的元素及原子量。

为了学员学习化学时计算方便起见, 在表中列出的原子量仅是近似值。至于在生产及科研上原子量小数部分应取几位, 应根据实际需要的准确度来决定。

第四节 分子式和分子量

一、分子式

物质的分子是由各种元素的原子组成的。在化学上每种元素都用一定的符号来表示, 因此, 可以利用元素符号表示物质分子的组成。这样, 用元素符号来表示物质分子组成的式子叫做物质的分子式。

物质的分子式是用实验的方法得出来的, 是物质分子组成的客观反映。因此, 只有先知道这种物质含有哪几种元素, 以及每一个分子中所含各种元素的原子个数, 才能得出物质的分子式。

单质的分子是由同种元素的原子结合而成的。许多气态单质的分子是由两个原子组成, 例如, 氢和氧的分子就是这样, 它们的分子式分别为 H_2 , O_2 ; 一般固态单质如铁、铜、碳这类物质通常用元素符号来表示。

化合物的分子是由不同元素的原子结合而成的。这些物质分子式的写法, 一般把金属原子写在左边, 非金属原子写在右边, 当一个分子中某一种元素的原子个数超过一个时, 在该元素符号右下角用数字标明它的原子个数, 如原子个数为1时不必写出。例如, 氯化铁的分子是由一个铁原子和三个氯原子组成, 分子式写成 $FeCl_3$ 。氧和其他元素组成的化合物的分子式中, 氧的元素符号都写在右边, 如 CO_2 , H_2O 等。

二、分子量

前面讲过, 物质的分子是由各种元素的原子组成的, 物质的分子都有一定的重量。物质的分子量等于该物质的一个分子中各个原子的原子量之和。如果我们知道了单质或化合物的分子式, 就可根据分子式把所有原子的原子量加起来, 就是该物质的分子量。

【例一】求氧(O_2)的分子量

解: 由原子量表查出氧(O)的原子量=16

O_2 的分子量=2个氧的原子量= $2 \times 16 = 32$

【例二】求二氧化碳的分子量

解: C的原子量=12 O的原子量=16

CO_2 的分子量=C的原子量+2个O的原子量= $12 + 2 \times 16 = 44$

三、化合物分子中各元素的重量比

从化合物的分子式可以计算该化合物中各元素的重量比。计算方法是先写出化合物的分子式, 然后求出分子中各元素的原子总重量, 最后求出元素的重量比。

【例】求水(H_2O)分子中氢和氧的重量比

解: 氢: 氧
原子个数 2: 1
元素重量比 $2 \times 1 : 1 \times 16 = 2 : 16$
即 1: 8

四、分子式代表的意义

分子式具有下列几种意义:

分子式具有的意义	以 H_2O 为例
1. 代表某物质的一个分子	代表一个水分子
2. 表明组成该物质的各元素	水由氢和氧两种元素组成
3. 表明该物质一个分子中各元素的原子个数	水分子中有 2 个氢原子和 1 个氧原子
4. 表明该物质的分子量	水的分子量是 18
5. 表明组成该物质的各元素重量比	水中 $\text{H} : \text{O} = 1 : 8$

第五节 克分子、克原子和气体克分子体积

一个分子或一个原子的真实重量非常小, 不容易称量出来, 所以在生产实践和科学实验中表示物质的重量时, 除采用“克”为重量单位外, 还经常采用“克分子量”(或克分子)、“克原子量”(或克原子)等重量单位。

一、克分子, 克原子

一定重量的某物质, 用克做单位来表示, 在数值上等于它的分子量时, 这一定重量叫做该物质的一克分子量或一克分子。例如, 氧的分子量是 32, 它的一个克分子就等于 32 克; 水的分子量是 18, 它的一个克分子就等于 18 克。

实验证明, 一个克分子的任何物质中都含有 6.023×10^{23} 个分子。因此一个克分子的任何物质实际上就是该物质的 6.023×10^{23} 个分子的重量。

如果某物质的重量相当于多少个克分子, 就是该物质的克分子数。物质的重量与克分子数有如下的关系:

$$\frac{\text{物质的重量(克)}}{\text{物质的克分子(量)}} = \text{克分子数}$$

【例】求 36 克的水是多少个克分子的水?

解: H_2O 的分子量 = 18

一个克分子的 $\text{H}_2\text{O} = 18$ 克

$$\text{水的克分子数} = \frac{36}{18} = 2$$

答: 36 克的水等于 2 个克分子的水。

同样，在某元素的原子量数值后面以克作单位时，所表示的量就是该元素的一克原子量或一克原子。例如，钠的原子量是23，则23克钠就是它的1个克原子，2个克原子的钠应重 $23 \times 2 = 46$ 克。

实验证明，一个克原子的任何元素中都含有 6.023×10^{23} 个原子。因此，一个克原子的任何元素实际上就是该元素的 6.023×10^{23} 个原子的重量。

应该注意：克分子和克原子虽然是衡量物质的一种重量单位，但与克、斤等重量单位有所不同，如一克水和一克氧的重量是相等的，但一个克分子的水（18克）和一个克分子的氧（32克）的重量却是不同的，但所含的分子数目是相等的。只要我们理解这些重量单位的意义，使用时就不会引起混乱和错误。

二、气体的克分子体积

前面讲过，一个克分子的任何物质中，都含有相同数目的分子（即 6.023×10^{23} 个分子），如果这些物质是气体，它们的一个克分子所含的分子数目当然是一样的，但一个克分子的任何气体的体积是否一样呢？实验证明，在标准状态（ 0°C 和一大气压）下，一个克分子任何气体所占的体积都是22.4升。这22.4升的体积叫做气体的克分子体积。

根据气体的克分子体积，可以计算一定重量气体在标准状态下的体积（见例题），也可以计算化学反应中有关的气体在标准状态下的体积（见本章第九节）。

【例一】 求11克的二氧化碳在标准状态下所占的体积是多少升？

解：1个克分子 $\text{CO}_2 = 12 + 16 \times 2 = 44$ （克）

$$44\text{克} : 11\text{克} = 22.4\text{升} : x\text{升}$$

$$x = \frac{11 \times 22.4}{44} = 5.6 \text{ (升)}$$

答：11克的二氧化碳在标准状态下占有5.6升的体积。

【例二】 求在标准状态时10升氧是多少个克分子的氧？

解：1个克分子氧在标准状态下所占体积为22.4升

$$\text{在标准状态下10升氧的克分子数为} \frac{10}{22.4} = 0.446$$

答：在标准状态下10升氧是0.446个克分子的氧。

第六节 化合价(或原子价)

一、化合价概念

各种元素的原子相互结合成分子时，原子的数目是有一定的。例如：

氯化氢



水



氨



甲烷



从上面的例子可以看出：一个氯原子与一个氢原子化合，一个氧原子与二个氢原子化合，一个氮原子与三个氢原子化合，一个碳原子与四个氢原子化合，这些元素的原子都能与不同数目的氢原子化合，说明各元素的原子的化合能力是不同的。这种原子互相化合的能力通常用化合价（或原子价）来表示。因此，某元素的原子与一定数目的其他

元素的原子化合的能力，叫做这种元素的化合价。不同的元素有不同的化合价，即不同的元素有不同的化合能力。

二、决定化合价的几个原则

1. 通常把氢元素的化合价定为1作为标准，其他元素的化合价可以由该元素的一个原子和多少个氢原子化合来决定。例如，氯化氢(HCl)分子中的氯是一价，水(H₂O)分子中的氧是二价。同理，氨(NH₃)分子中的氮是三价，甲烷(CH₄)分子中的碳是四价。

如果某元素不能与氢直接化合，但能与已知化合价的元素化合时，则某元素的化合价亦可决定。例如，已知氧的化合价为二价，则氧化镁(MgO)中镁的化合价必为二价。

2. 各种元素的化合价不但有大小不同，而且有正价和负价之分，只有正价元素才能与负价元素化合。因此，在化合物里必定有的元素显正价，有的元素显负价。(关于正、负化合价的本质问题，以后在第五章还要讲到)氢元素通常显+1价，氧元素通常显-2价。在一个化合物里，如含有氢或氧原子，就可以推知其他元素的正、负价了。例如，H⁺¹Cl⁻¹，N⁻³H₃⁺¹，Ca⁺²O⁻²，C⁺⁴O₂⁻²等。

当金属与非金属形成化合物时，金属显正价，非金属显负价。例如，Na⁺¹Cl⁻¹，K₂⁺¹O⁻²，Zn⁺²O⁻²等。凡与氧元素作用生成化合物的非金属通常显正价。例如，N⁺⁴O₂⁻²，S⁺⁶O₃⁻²等。

3. 有些元素在不同条件下能生成价数不同的化合物。例如Fe⁺²Cl₂⁻¹，Fe⁺³Cl₃⁻¹，S⁺⁴O₂⁻²，S⁺⁶O₃⁻²等。

4. 元素的化合价是元素的原子形成化合物时所表现出来的一种能力，所以单质的化合价为零。

5. 由于化合物是呈电中性的，所以在化合物里，元素的正价总数与负价总数一定相等，即正、负化合价的代数和等于零。例如，在Al₂⁺³O₃⁻²中，(+3)×2+(-2)×3=0

表 1-2

常见元素的价化合

化合价	元素或原子团(根)
一 价	H ⁺¹ ，K ⁺¹ ，Na ⁺¹ ，Ag ⁺¹ ，Cl ⁻¹ ，Br ⁻¹ ，I ⁻¹ NH ₄ ⁺¹ (⁺ 根)，OH ⁻¹ (氢氧根)，CN ⁻¹ (氰根)，NO ₃ ⁻¹ (硝酸根)
二 价	Ca ⁺² ，Mg ⁺² ，Zn ⁺² ，Fe ⁺² ，Pb ⁺² ，Hg ⁺² ，Cu ⁺² ，S ⁻² CO ₃ ⁻² (碳酸根)，SO ₄ ⁻² (硫酸根)
三 价	Al ⁺³ ，Fe ⁺³ ，As ⁺³ ，P ⁺³ ，N ⁻³ PO ₄ ⁻³ (磷酸根)
四 价	Pb ⁺⁴ ，Mn ⁺⁴ ，S ⁺⁴ ，C ⁺⁴
五 价	As ⁺⁵ ，P ⁺⁵
六 价	S ⁺⁶
七 价	Mn ⁺⁷ (如KMnO ₄ (高锰酸钾)中的Mn ⁺⁷)

上表中所列的硫酸根、氢氧根等是由几个原子组成的原子团，化学上称为“根”，但在化学变化时，通常“根”好象一个原子一样进行反应，所以“根”也有化合价，叫做根价。

三、化合价的应用

根据所有化合物中正、负化合价代数和等于零这一规律，化合价有下面两个应用：（1）从已知元素化合价书写分子式；（2）从分子式判断元素的化合价。

【例一】写出铝与氧化合生成氧化铝的分子式。

解：铝与氧化合生成氧化铝，铝是+3价，氧是-2价，3与2的最小公倍数为6。

$$\text{铝的原子数} = \frac{6}{3} = 2, \text{氧的原子数} = \frac{6}{2} = 3.$$

所以氧化铝的分子式是 Al_2O_3 。

【例二】硫酸的分子式是 H_2SO_4 ，求硫的化合价。

解：已知氢为+1价，氧为-2价，设硫的化合价为x。根据化合物中正、负化合价的代数和为零的规律，可得：

$$\begin{aligned} (+1) \times 2 + x + (-2) \times 4 &= 0 \\ x &= +6 \end{aligned}$$

答：硫酸分子中硫的化合价为正6价。

第七节 定组成定律与元素的当量

一、定组成定律

前面讲过，化合物的分子是由不同元素的原子组成的，组成分子的每一种元素的原子数目是有一定的。各种元素的原子都有它自己的重量，所以组成化合物分子中各元素的重量比也是有一定的。例如，不管从那里取来的水，只要是纯净的水，经过分析之后，发现水分子中氢和氧的重量比都是1:8，而不是任意量相化合的。

实验证明，任何化合物不论用什么方法得到，只要是同一化合物，都有一定不变的重量组成，这个规律叫做定组成定律。

二、当量的概念

我们研究不同元素相互化合的重量关系时，可以将下列含氢化合物来进行比较。

HCl	H_2O	NH_3	CH_4
$\text{H} : \text{Cl}$	$2\text{H} : \text{O}$	$3\text{H} : \text{N}$	$4\text{H} : \text{C}$
元素重量比 1 : 35.5	$2 \times 1 : 16$	$3 \times 1 : 14$	$4 \times 1 : 12$
即 1 : 35.5	1 : 8	1 : 4.67	1 : 3

从上面这些化合物的元素重量比，可知：

每1份重量的氢可分别与 $\begin{cases} 35.5 \text{ 份重量的氯} \\ 8 \text{ 份重量的氧} \\ 4.67 \text{ 份重量的氮} \\ 3 \text{ 份重量的碳} \end{cases}$ 相化合