



贵州省中学试用课本

# 化学

高中上册



PDG



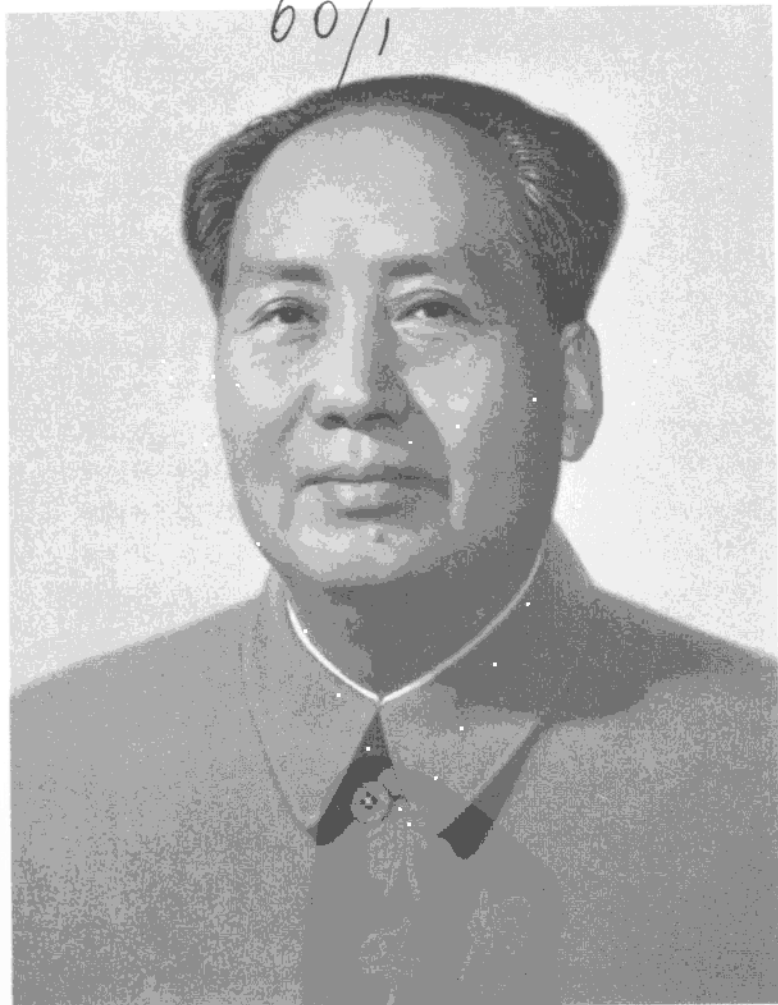
## 毛主席语录

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

学生也是这样，以学为主，兼学别样，即不但学文，也要学工、学农、学军，也要批判资产阶级。学制要缩短，教育要革命，资产阶级知识分子统治我们学校的现象，再也不能继续下去了。

实现无产阶级教育革命，必须有工人阶级领导，必须有工人群众参加，配合解放军战士，同学校的学生、教员、工人中决心把无产阶级教育革命进行到底的积极分子实行革命的三结合。工人宣传队要在学校中长期留下来，参加学校中全部斗、批、改任务，并且永远领导学校。在农村，则应由工人阶级的最可靠的同盟者——贫下中农管理学校。

G4 G4  
60/1



13.4  
13/1

# 目 录

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第一章 物质结构和元素周期律.....            | 1  |
| 第一节 原子结构和元素周期律.....            | 1  |
| 第二节 元素周期表.....                 | 9  |
| 第三节 分子结构.....                  | 15 |
| 第四节 从原子结构的观点认识氧化——还原反应.....    | 21 |
| 第二章 氯碱工业.....                  | 24 |
| 第一节 氯碱工业的今昔.....               | 24 |
| 第二节 食盐水的电解.....                | 26 |
| 第三节 电解食盐水的生产过程.....            | 30 |
| 第四节 氯气和它的重要化合物.....            | 33 |
| 第五节 离子反应.....                  | 37 |
| 第六节 克分子和克分子浓度.....             | 41 |
| 第三章 合成氨.....                   | 45 |
| 第一节 我国合成氨工业的飞跃发展.....          | 46 |
| 第二节 合成氨的原理及化学平衡.....           | 48 |
| 第三节 氨的工业制法.....                | 54 |
| 第四节 氨氧化制硝酸.....                | 58 |
| 第五节 硝酸的性质.....                 | 61 |
| 第六节 硝酸铵的生产.....                | 64 |
| 第七节 碳酸氢铵的生产.....               | 66 |
| 学生实验.....                      | 69 |
| 实验一 离子反应 盐的水解.....             | 69 |
| 实验二 配制 0.5M 的氯化钠溶液 100 毫升..... | 70 |
| 实验三 硝酸的性质.....                 | 71 |

## 毛主席语录

马克思主义的哲学认为,对立统一规律是宇宙的根本规律。这个规律,不论在自然界、人类社会和人们的思想中,都是普遍存在的。矛盾着的对立面又统一,又斗争,由此推动事物的运动和变化。

### 第一章 物质结构和元素周期律

我们在初中化学里已经学过,物质是由分子组成的,分子是由原子组成的。同种元素的原子性质相同,不同种元素的原子性质不同。这是什么原因呢?伟大领袖毛主席教导我们:“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。”原子内部的结构就是影响原子性质的根本原因。为了更好地认识自然、改造自然,理解物质变化的实质和规律,就需要了解原子内部的结构。

#### 第一节 原子结构和元素周期律

##### 一、原子结构

伟大领袖毛主席教导我们:“事物都是一分为二的。”虽然原子是一种极小的微粒,但还是可以再分。近代的科学实验

证实,原子由原子核和核外电子构成。

“一切对立的成份都是这样,因一定的条件,一面互相对立,一面又互相联结、互相贯通、互相渗透、互相依赖”。原子核和电子正是这样一组对立的成份:一方面,原子核带正电荷,电子带负电荷,两者不相同,互相对立;另一方面,也正因为它们带的是异性电荷,形成了静电引力,所以又互相吸引、互相联结,构成了原子这个矛盾对立的统一体。由于一切原子的核所带的正电荷数跟核外电子所带的负电荷数相等,所以整个原子不显电性。

毛主席教导我们:“由于一定的条件才构成了矛盾的同一性,所以说同一性是有条件的、相对的。”因此,只是在一定的条件下,原子核和电子才能共居于原子这个统一体内。在另外的一些条件下,统一物就会分解,发生化分和化合等化学变化。

在原子里,原子核位于整个原子的中心,占有很小很小的体积。电子在原子核外以极高的速度绕核运动。氢原子是最简单的原子,氢的原子核只带一个单位正电荷,核外只有一个电子。图



图 1-1 氢原子 1-1 是氢原子结构的示意图 (实际上电子绕核运动的情况是很复杂的,并不象示意图中那样简单)。

每个电子只带有一个单位的负电荷。电子的重量很小,只有氢原子重量的 $\frac{1}{1840}$ 。所以,原子的重量几乎都集中在它的核上。

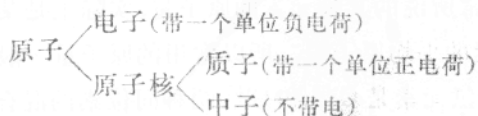
## 二、原子核和同位素

原子核虽然极小,但近代科学实验证明,原子核也是可以分的。原子弹就是根据原子核分裂时放出巨大的能量这一道理制成的。原子核由质子和中子组成。质子是一种带正电的微粒,每个质子带有一个单位的正电荷,它的重量约等于氢原子的重量(相当于一个氧单位)。中子不带电荷,重量跟质子大约相等。因此,原子核所带的正电荷数就等于原子核里所含的质子数。按元素核电荷数递增顺序排列而得到的元素的编号,叫元素的原子序数。元素的原子序数与它的核电荷数相同。原子核内质子和中子数目的和等于该原子的原子量的整数值。因此,核内中子数等于原子量整数值与原子序数的差。即:

原子核里的中子数 = 元素的原子量 - 核电荷数

例如,氟的原子量是 19, 氟的核电荷数(质子数)为 9, 所以氟原子核里的中子数  $= 19 - 9 = 10$ 。

归结起来,原子结构是这样的:



核电荷数(质子数) = 电子数

在研究原子核的组成时,还发现:同一种元素的原子虽然具有相等的核电荷数,但可以具有不同的原子量。实际上大多数元素都是核电荷数相同而原子量不同的多种原子的混合物。这种核电荷数相同而原子量不同的同一元素的多种原子

叫同位素。

同位素的核里既然带有相同的核电荷，又具有不同的原子量，这说明它们的原子核里一定有相同的质子数和不同的中子数。所以从原子核组成的角度看来，同位素是原子核里具有相同质子数和不同中子数的同一元素的多种原子。

例如已经发现氢有三种同位素，它们的原子量约分别为1、2、3氧单位。因为它们的原子核只有1个质子，所以它们的中子数就各不相同。

(1)同位素  ${}_1\text{H}^1$  [注] 的原子核不含中子， $1-1=0$ ；

(2)同位素  ${}_1\text{H}^2$  的原子核含有  $2-1=1$  个中子；

(3)同位素  ${}_1\text{H}^3$  的原子核含有  $3-1=2$  个中子。

通常的氢实际上是  ${}_1\text{H}^1$  (学名氕) 和  ${}_1\text{H}^2$  (学名氘) 两种同位素的混合物， ${}_1\text{H}^3$  (学名氚) 含量极微。氚可用人工方法制得。氕，又称重氢。氘，又称超重氢。氢弹就是由氢的同位素氘和氚制成的。

几乎所有的元素都有数目各不相同的同位素。在天然存在的某种元素里，各同位素所占的百分比是一定的。由此可见，我们通常所说的某种元素的原子量，实际上是某种元素所含各同位素的平均原子量，所以常用的原子量一般都带有小数。例如，氯元素是  $\text{Cl}^{35}$  和  $\text{Cl}^{37}$  两种同位素的混合物，在天然存在的氯元素里， $\text{Cl}^{35}$  约占 75%， $\text{Cl}^{37}$  约占 25%，所以氯的原子量约等于 35.5。

由于同位素的发现，我们应对元素下一个更为确切的定

---

[注] 元素符号右上角的数字表示原子量(取整数)，左下角的数字表示原子序数。

义：元素是具有相同核电荷数的一类原子的总称。

“人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。”同位素在工农业生产上有着很重要的用途。例如：在冶金工业上，利用钴( $\text{Co}^{60}$ )来探测、判断高炉炉衬受腐蚀的程度，还可以用 $\text{Co}^{60}$ 发出的射线检查金属材料中的裂痕和气泡等。在农业上，用放射性同位素 $\text{C}^{14}$ 研究植物的光合作用。在医学上，则可用放射性同位素来诊断和治疗某些疾病，如可用 $\text{Co}^{60}$ 来治疗癌症等。

### 三、原子核外电子的排布及元素周期律

前面讲过，原子是由原子核和电子所组成的，电子在核外按一定的距离绕核高速运转。随着核电荷数的增加，核外的电子数也相应增加。那么，核外电子到底是怎样排布的，有没有什么规律呢？伟大领袖毛主席教导我们：“一切客观事物本来是互相联系的和具有内部规律的”。电子在核外正是以一定规律分层排布的。

下面我们来研究原子序数从1—18的各元素的原子核外电子排布情况(见图1-2)。

氢原子(原子序数是1)的结构最简单，它的核只带1个正电荷，核外只有1个电子以一定距离绕核高速运转。氦原子(原子序数是2)的核带2个正电荷，核外有2个电子以同样的距离绕核高速运转，核对这2个电子的吸引力是相等的。氢是一种惰性元素。

锂原子(原子序数是3)的核带3个正电荷，有一对离核

较近的电子,但它还有1个离核较远的电子,核对此电子的吸引力比前2个电子的吸引力弱得多。因此,锂原子有两个电子层:第一层上有2个电子,第二层上有1个电子。从锂到铍,从铍到硼,……按原子序数递增的顺序依次下去,每当原子核上增加一个质子,第二电子层上就增加1个电子,一直到第二电子层上达到8个电子的氖原子为止。氖又是一种惰性元素。

钠原子(原子序数是11)的核带11个正电荷,核外第一电子层也有2个电子,第二层上也有8个电子,另外还有1个电子比第二层上的电子离核还要远,处于第三电子层上。从钠到镁,镁到铝,……按原子序数递增的顺序依次下去,原子核上每增加1个质子,第三电子层上也就增加1个电子,一直到这一层上的电子数满足8个为止。这第三电子层具有8个电子的元素又是一种叫做氩的惰性元素。

图1-2表示的是原子序数为1—18的各元素的原子结构示意图。

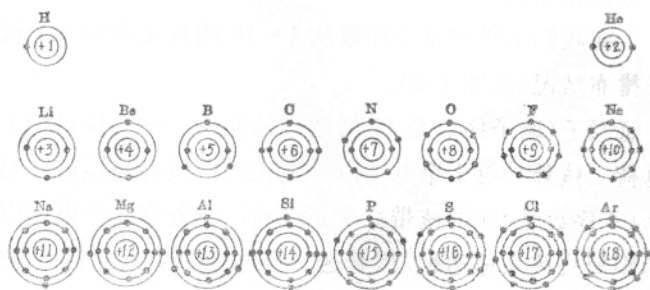


图 1-2 原子序数为 1—18 的各元素的原子结构示意图

原子核外各电子层包含的电子的数目，如果已经达到可以容纳的最多电子数，那么这一电子层就叫做饱和层。如果没有达到它可以容纳的最多数，那么这一电子层就叫做不饱和层。各个电子层所能容纳的最多电子数，一般具有如下的规律：

(1)在第  $n$  电子层里，电子的数目最多是  $2n^2$  个。例如第一电子层至多只能容纳 2 个电子，第二电子层最多容纳 8 个电子，等等。

(2)最外电子层最多只能容纳 8 个电子(第一层只能为 2 个)；次外层的电子数不超过 18 个。

从图 1-2 可以看出，按原子序数递增的顺序，从 H 到 He，最外层电子数由 1 增至 2；从 Li 到 Ne，最外层电子数由 1 增至 8；从 Na 到 Ar，最外层电子数由 1 增至 8。至于原子序数大于 18 的元素，它们最外层电子的排布也总是由 1 增加到 8。我们将这种每隔一定的数目，在新的基础(如电子层增加)上，又重新出现相似情况(最外层电子数相同)的现象，叫做周期性。

由于元素的原子最外层电子数的周期性变化，就必然导致元素及它们的化合物的性质出现周期性的变化。我们把这种元素性质作周期性变化的规律，叫做元素周期律。

另外，从图 1-2 还可以看到，惰性元素的原子最外电子层的电子数目为 8(除氦为 2 外)。在一般条件下，它们不易与其他物质起反应，这是由它们的原子结构所决定的。原子核外最外电子层达到饱和(即具有 8 个电子)的结构为原子的稳定结构。除惰性元素外，所有元素的最外电子层均未达到稳定

结构,但都有形成稳定结构的趋向。如果这种趋向越大,说明这种元素越活泼。一般地说,元素的原子容易失去电子的,这种元素显金属性,如果失去电子的倾向越大,这种元素的金属性越强。元素的原子容易获得电子的,这种元素显非金属性,如果获得电子的倾向越大,这种元素的非金属性越强。

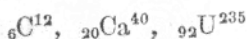
伟大领袖毛主席教导我们:“人的正确思想,只能从社会实践中来,只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。”关于原子结构的理论,是广大劳动人民在长期的生产斗争和科学实验的基础上总结出来的。这个理论的产生,使人类对自然界的认识大大深化了一步,有力地推动了对客观世界的改造。但是,“在生产斗争和科学实验范围内,人类总是不断发展的,自然界也总是不断发展的,永远不会停止在一个水平上。”因此,我们要以战无不胜的毛泽东思想为武器,不断地去认识世界和改造世界,“不断地总结经验,有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。”

## 学 和 用

(1)已知氮的原子量是 14, 原子序数是 7; 钾的原子量是 39, 原子序数是 19。说出这二种元素的原子核的组成。

(2)氧元素有  $O^{16}$ 、 $O^{17}$ 、 $O^{18}$  三种同位素, 它们的原子核组成有什么不同。

(3)说出下列各元素的原子核的组成:



(4)到目前为止发现有 104 种元素, 如果因此就说“有 104 种不同的原子”, 这句话对不对? 为什么?

(5)画出下列元素的原子核外电子排布情况:

Kr(原子序数是 36);      I(原子序数是 53);

K(原子序数是 19);      Ba(原子序数是 56)。

## 第二节 元素周期表

伟大领袖毛主席教导我们:“人的认识,主要地依赖于物质的生产活动,逐渐地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律性、人和自然的关系”。劳动人民在长期的社会实践过程中,发现了元素,掌握了元素的性质,找出了元素之间的内在联系和变化规律。元素周期律的发现和元素周期表的创造就是劳动人民认识自然和改造自然斗争的结晶。

### 一、元素性质递变的周期性

“每一物质的运动形式所具有的特殊的本质,为它自己的特殊的矛盾所规定。”元素的性质决定于原子结构的内在矛盾,即原子的最外层电子数和核外电子层的层数。

在上一节我们就谈到,元素的原子核外最外层电子数的周期性变化,必然地反映到各种元素及它们的化合物的性质上。这里,我们具体地比较一下原子序数为 1—18 的各元素及它们的化合物的性质(见表 1-1)。

原子序数为 1 的元素是氢。氢在它的氧化物( $\text{H}_2\text{O}$ )或其他的化合物里,化合价一般为 +1 价。原子序数为 2 的元素是氦,它是一种惰性元素,一般不与其他任何元素反应,它的化合价为零。

原子序数为3的元素是锂，它是一种很活泼的金属，能与水猛烈反应生成强碱  $\text{LiOH}$ ，与氧反应生成碱性氧化物  $\text{Li}_2\text{O}$ 。锂在它的所有化合物里都是+1价。原子序数为4—9的各元素和它们的化合物的性质，可以参看表1-1，这里不再一一叙述。原子序数为10的元素是氖，与氦一样，一般不与其他元素反应，它的化合价为零。

从锂到氖，这些元素性质的变化有什么特点呢？从表1-1中可知，从锂开始，它们在含氧化合物里的化合价由+1(锂)增至+5(氮)。在气态氢化物里的化合价是由-4(碳)增至-1(氟)。这一列的结尾是化合价为零的惰性元素氖。

这一列里的第一个元素是锂，它是一种很活泼的金属。铍的金属性较锂弱。硼则主要表现出非金属性，它以下的碳、氮、氧、氟都是非金属元素，它们的非金属性随着原子序数的递增而增强，到氟是一种非常活泼的非金属元素。

由此可见，这列元素性质递变的规律性是随着原子序数的增加，元素的化学性质由金属性逐步的过渡到非金属性，最后以化学性质极不活泼的惰性元素结尾。

接着的下一个元素(即图1-2中第三列的第一个元素)是原子序数为11的钠，它是一种非常活泼的金属元素，在低温下就能与水发生猛烈的反应，生成的  $\text{NaOH}$  碱性比  $\text{LiOH}$  更强，钠与氧反应生成的  $\text{Na}_2\text{O}$  是碱性氧化物。钠在它所有化合物里的化合价也都是+1。所以，钠和原子序数为3的锂，在元素性质及化合物的组成、性质等方面都很相似，但是钠的金属性比锂更强些。同样，原子序数为12的镁元素与原子序数为4的铍元素；原子序数为13的铝元素与原子序数为5的硼元

素的性质也都很相似。依次往下,硅与碳、磷与氮、硫与氧、氯与氟等元素的性质都很相近。但后一系列的各元素的金属性都较上一系列的相对元素较强。这一系列的结尾是原子序数为18的惰性元素氩,它与氦相似,化合价为零。所以元素性质的周期性变化不是简单的、机械的重复,而是在新的基础上的重现。

从钠到氯这一列元素与从锂到氟这一列元素相似,它们在含氧化合物里的化合价是由+1(钠)增至+7(氯)。在气态氢化物里的化合价是由-4(硅)增至-1(氯)。在第三列元素里,钠表现出来的金属性最强,镁比钠弱,铝比钠更弱,发展到硅就主要表现出非金属性质,以后的磷、硫、氯三元素的非金属性依次增强,氯是这一列元素中非金属性最强的元素。这一列的最后一个元素氩,又是惰性元素。

从上所述,参看表1-1,我们知道,从锂到氟,从钠到氩的这两列元素里,各元素单质的性质、化合物的组成、在含氧化合物里的最高正化合价、在气态氢化物里的负化合价、元素的金属性和元素的非金属性,以及元素氧化物对应水化物的酸、碱性等等,都随着原子序数的增加而起着周期性的变化。

如果按元素原子序数递增的顺序继续排列下去,到元素的相似性质重新出现,又转过来重迭地排列下去。这样,就构成一个表,这个表叫做元素周期表(见书末)。

## 二、元素周期表的结构

从表1-1和元素周期表里,可以看出各元素的名称、元素符号、原子序数、原子量和原子结构,还可以看出元素性质

的变化规律。我们学习元素周期表,对于认识物质及其变化,学好化学基础知识,更好地为三大革命运动服务,是有帮助的。下面我们来分析元素周期表的结构。

**1. 周期和列** 在元素周期表中,有七个横的组成部分,这就是七个周期。每一周期(除第一和第七周期外)都是由活泼的金属元素开始,按原子序数的递增逐步发展到惰性元素结尾。例如,第一周期,由  $H \rightarrow He$ , 仅 2 个元素;第二周期,由  $Li \rightarrow Ne$ , 共有 8 个元素;第三周期,由  $Na \rightarrow Ar$ , 也有 8 个元素。同一周期的元素,具有相同的电子层数。

在元素周期表中,有 10 个横列,每一个横列叫做一列,用 1、2、3……表示。

周期又分为短周期和长周期。在元素周期表中,只有一个横列的,如第一、第二、第三周期称为短周期。从第四周期开始,每周期有二个横列,称为长周期。第四、五周期各有 18 个元素。第六周期有 32 个元素(其中包括在结构和性质上都极为相似,在元素周期表里仅占一格的镧系元素)。第七周期到现在为止,已发现 18 个元素,这是一个尚不完整、有待进一步发现的周期。

现在,我们以第四周期的元素为例,来认识长周期的特点(如表 1-2)。

在这一周期里的第一列元素中,从钾到锰的 7 个元素,它们的最高化合价是由 +1 价的钾逐步增加到 +7 价的锰, +7 价锰的后面,不是象短周期那样的出现惰性元素,而是性质相似的铁、钴、镍三元素,它们的性质与短周期里任何元素的性质都不相似,因而将它们排在第 VIII 纵行,组成第 VIII 类元素。

表 1-2

|           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 元素名称      | 钾  | 钙  | 钪  | 钛  | 钒  | 铬  | 锰  | 铁  | 钴  | 镍  |
| 元素符号      | K  | Ca | Sc | Ti | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni |
| 原子序数      | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 最高正化合价    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 3  | 3  | 3  |
| 元素名称      | 铜  | 锌  | 镓  | 锗  | 砷  | 硒  | 溴  | 氪  |    |    |
| 元素符号      | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |    |    |
| 原子序数      | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |    |    |
| 最高正化合价[注] | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |    | 0  |    |    |

接在第Ⅷ类元素后面的又是由+1价的金属铜，+2价的金属锌，下面的元素的化合价又逐步上升，最后以惰性元素氪结尾。我们将联系着长周期里二个列的这三个元素（如铁、钴、镍，钌、铑、钯等），称为过渡性元素。

**2. 类和族** 元素周期表里，有九个纵行，每一个纵行里的元素称为一类，因此有九类元素，每个纵行的上端用罗马数字Ⅰ，Ⅱ……Ⅶ，Ⅷ表示，这个罗马数叫做类序数。例如第一纵行的类序数即为Ⅰ，第五纵行的类序数即为Ⅴ。

同类元素最外层的电子数相同，因而，它们的最高正化合价一般都相同，就是这类元素的类序数（第Ⅷ类元素除外）。例如，第Ⅰ类元素（锂、钠、钾……）的类序数为Ⅰ，它们都是+1价。又如惰性元素（氦、氖、氩……）的类序数为0，因为它们最外层电子已达饱和，一般不与其他元素反应，它们的化合

[注] 铜最常见的化合物是+2价的；溴的+7价化合物，到目前为止还没有发现、制得。