

 以全国课程为标准  内容打破区域限制



高中先修课程

解决初高中衔接难题
定位高中课程先修问题
应对高中自主招生选拔
升学考试获取优异成绩

化学

耿 鋆◎编著



上海交通大学出版社

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

高中先修课程·化学

施 华 编著

上海交通大学出版社

内容提要

本书具有知识上初高中衔接,对初中有关知识进行加深、完善;力求形成科学的化学素养,以定性知识为主,定量知识为辅;力求进行思维的初高中衔接,由“是什么”的思维模式转变为“为什么”、“实际生活以及化工生产如何应用”的思维模式等特点。本书还附设了较为典型的试题。

图书在版编目(CIP)数据

高中先修课程. 化学 / 施华编著. —上海: 上海交通大学出版社, 2014
ISBN 978-7-313-12301-5

I. ①高… II. ①施… III. ①中学化学课—高中—教学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 262627 号

高中先修课程·化学

编 著: 施 华

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 昆山市亭林印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

字 数: 502 千字

版 次: 2015 年 5 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-12301-5/G

定 价: 38.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 23.75

印 次: 2015 年 5 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0512-57751097



主观和客观的断隔,使初中课程和高中课程成为两个互不关联的自封闭系统,难以沟通更谈不上共融。学生智能在两个不相关的环境中被动成长,就像先被装在一个小套子里,然后突然再装进一个大套子里,这就带来两个问题:一是初中的部分学科优秀生没有先修高中课程的机会,只能把宝贵的时间用于重复劳动,在初中的教学内容中低层次循环,获得的是越来越熟练的解题技能而失去了智慧;二是进入高中以后的不适应,课程内容的特点、认知能力的层次、学习方式的差异成为众多学生升入高中后面临的巨大挑战,造成一部分学生成绩滑坡,长期遭受难以忍受的身心负担。

有识之士早已关注到这一点,试图用多种方法打通这种壁垒,最常见的就是提供“衔接课程”,但收效甚微,原因恐怕在于定位有问题,“衔接课程”主要解决的是初三与高一之间的对接问题,很像在初中和高中这两个“房间”之间接上了一个“管子”或“通道”,初中生只能从中嗅出飘过来的一丝课程气息或窥视高中课程的一棱一角,无法满足自己的学习需要。要想真正解决问题,可能需要彻底打通这两个“房间”之间的“隔墙”,让学有余力者直达高中课程。至此,有人会说,那干脆把高中教材直接给初中生好了,问题不就解决了吗?否!因为这对大部分学生要求太高,无法顺利进行学习。这就是说,我们需要开发一种全新的课程,这种课程要从学生的最近发展区出发,把初中课程中的主要内容,小坡度地拓展到高中课程的体系中去,它可能不会帮助读者完全解决高中课程的所有学习问题,但会帮他形成正确的认知观念和学习方法,有效破除整个高中课程中可能要面对的关键障碍,使高中学习从容不迫,学有大成。也就是说这种课程应该是初高中两个课程体系之间的整体“对话”而非两者之间简单的首尾相接。这就是“高中先修课程”的由来。

“高中先修课程”编写理念:

- 承继大学先修课程之脉。
- 填补初高中结合之空白。
- 创设该形态课程之先河。



“高中先修课程”内容特点：

- 选题依据全国和上海的课程标准，内容打破区域限制，对所有省市具有广泛适用性。
- 选题均从初中课程中生成出来，再融合到高中课程中去，体现现有基础的重要性，使读者学习顺畅，卓有成效。
- 选题立足高中课程的核心内容，体现对高中课程的先修，使读者与高中课程零距离，提前适应高中课程，有效化解将来的学习障碍。
- 选题适当关注系统性和完备性，体现初高中两大课程体系的共融，使读者的学习实现真正意义上的贯通。

“高中先修课程”读者对象是优秀初中生，其功能定位为：

- 解决高中课程先修问题。
- 应对高中自主招生选拔。
- 升学考试获取优异成绩。

读者们，既然翅膀硬了就该飞翔！但世界上总有太多的人、太多的理由、太多的方式去禁锢你们……我们希望“高中先修课程”能强健你的心智，放飞你的思想！

甬说了！飞吧……

张雪明

2014年3月24日



近年来,由于初高中学生的认知和学习方法等方面的差异,高一新生普遍感觉化学难学。因初高中课程教学目标不同,初中教材犹如“撒胡椒面”,让学生“知其然”;而高中教材达到“知其所以然”的初级层次,强调知识的系统化、理论化,以及一定层次的实际应用。基于此,高一新生感觉化学难学就不足为奇了。

本书就是为了解决上述问题,使其尽快投入到高中的学习中。其特点如下:

1. 力求做好知识上的初高中衔接

本书首先对初中有关知识进行加深、完善。如原子结构的拓展;单质、氧化物(包括两性氧化物)、酸碱盐的分类以及性质的加深;拓展了氧化还原反应等。

2. 力求让学生形成科学的化学素养

高中化学主要以定性知识为主,定量知识为辅,因此化学知识的掌握,其基本层次是记忆、重现,直至简单模仿。较高层次是要学会分类、归纳、推理、类比以及联想;学习时需要理解性记忆,而不是机械记忆;要更加重视实验,亲自动手探究和思考,将化学中的总结性知识变为形成性知识,这样得到的知识才最为深刻。本书就对上述化学认知进行了类似的加工。

3. 力求进行思维上的初高中衔接

本书将初中教材上的“是什么”的思维模式转变为高中教材上的“为什么”、“实际生活以及化工生产如何应用”的思维模式。在本书中到处有这样的思维模式,力求活学活用。

4. 附设了一些较为典型的试题

掌握知识是一方面,运用知识是另一方面。本书在每一讲后附设了一些典型试题,帮助同学们理解、消化并加深对化学知识的理解。



总之,上述思想能否在本书中得到充分贯彻,取决于广大教师和同学们的评判。因时间仓促,加之水平有限,上述目标不一定达成,有不当之处,恳请谅解并提出宝贵意见和建议,以期完善!



目录

第一讲 你知道一滴水有多少个水分子 /001

第一节 元素与原子、分子、离子 /001

第二节 核外电子排布规律 /019

第三节 门捷列夫与元素周期表 /032

第四节 气体摩尔体积 /050

第五节 物质的量浓度 /059

第二讲 你知道化学反应的分类吗 /071

第一节 物质的分类 /071

第二节 化学反应的四种类型 /096

第三节 氧化还原反应 /123

第三讲 你知道化学反应的热效应吗 /147

第一节 化学反应热效应的本质 /147

第二节 几种化学反应热及其表示方法 /174

第三节 物质溶解和结晶热效应 /185

第四讲 你知道电解质在水中的行为吗 /198

第五讲 你知道化学反应有快有慢的原因吗 /231

第六讲 你知道化学反应能按照人的意愿进行吗 /255



第七讲 你知道钢铁为何会生锈 /286

第一节 钢铁的冶炼原理及其性质 /286

第二节 钢铁生锈原因——原电池 /315

第八讲 你知道酸雨的成因吗 /335

第一节 二氧化硫的形成 /335

第二节 氮氧化物的形成 /355

第一讲

你知道一滴水有多少个水分子

一滴水有多少个水分子？也许每一个同学都会思考这个问题！

其实这个问题不难用初中学习时的物质的量和阿伏伽德罗常数(N_A)解决。

物质的量是七个基本物理量之一，其单位为摩尔(mol)。其他六个基本物理量是长度、时间、质量、电流强度、发光强度、热力学温度，它们的国际单位分别是米(m)、秒(s)、千克(kg)、安培(A)、坎德拉(cd)、开尔文(K)。

物质的量和阿伏伽德罗常数都是联系宏观和微观的桥梁。其中物质质量(m)、物质的量(n)和摩尔质量(M)、微粒数(N)以及阿伏伽德罗常数(N_A)之间的关系为：

$$m \xrightarrow[\times M]{\div M} n \xrightarrow[\div N_A]{\times N_A} N$$

这样我们可以依据上述关系计算一滴水的水分子数：

由于一般情况下，20滴水为1 mL，水的密度为1 g/mL。即水分子数 $N = n \times N_A = 1 \text{ mL} / 20 \times 1 \text{ g/mL} \div 18 \text{ g/mol} \times 6.02 \times 10^{23} = 1.67 \times 10^{21}$ (个)。

一滴水有如此多的 H_2O 分子，如果人工去数，“子子孙孙无穷匮也”。这也间接说明：微观世界中的分子、原子是如此之小！

正是如此，人类探究原子和分子经历了非常漫长的过程。

第一节 元素与原子、分子、离子

一、元素

1. 概念

初中时我们学习过元素。元素是指具有相同核电荷数，即质子数的同一类原子的总称。

具体地说，元素又称化学元素，指自然界中一百多种基本的金属和非金属物质，它们只由一类原子组成，其原子中的每一原子核中具有同样数量的质子，用一般的化学方法不能使之分解，并且能构成一切物质。

1923年,国际相对原子质量委员会作出决定:化学元素是根据原子核电荷的多少对原子进行分类的一种方法,把核电荷数相同的一类原子称为一种元素。

到2007年为止,总共有118种元素被发现,其中94种是存在于地球上,其他是人工合成的元素。

元素是一种宏观概念。

2. 元素发展史

自然界的物质由什么组成?这个问题困扰着先哲先贤。战国晚期《尚书》认为,自然界由五行组成。所谓“五行”由金、木、水、火、土组成(见图1.1);古希腊亚里士多德认为自然界是由火、空气、水和土四“元素”组成。而古代的炼丹士又在亚里士多德元素论的基础上,加上了水银、硫磺和盐三种“元素”。更为有意思的是,柏拉图将几何结构作为构成物质的基本“元素”,而将不明确的“元素”划为正十二面体(见图1.2)。

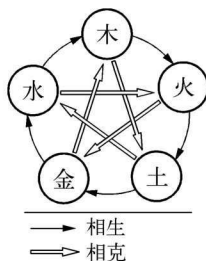


图 1.1

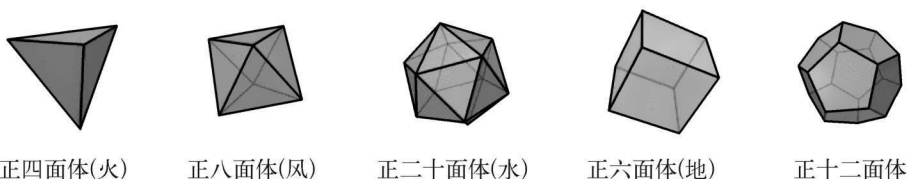


图 1.2

1661年英国化学家玻意耳对前者大胆质疑,出版了《怀疑派的化学家》一书。书中写道:“现在我把元素理解为那些原始的和简单的或者完全未混合的物质。这些物质不是由其他物质所构成,也不是相互形成的,而是直接构成物体的组成成分,而它们进入物体后最终也会分解。”这是第一个比较接近现代元素概念的认识了。

1789年天才化学家拉瓦锡在发表的《化学基础论说》一书中列出了他制作的化学元素表,一共列举了33种化学元素,实际上对自然界认识又加深了。拉瓦锡将列出的元素分为4类:

- (1) 属于气态的简单物质,可以认为是元素:光、热、氧气、氮气、氢气。
- (2) 能氧化和成酸的简单非金属物质:硫、磷、碳、盐酸基、氢氟酸基、硼酸基。
- (3) 能氧化和成盐的简单金属物质:锑、砷、银、钴、铜、锡。铁、锰、汞、钼、金、铂、铅、钨、锌。
- (4) 能成盐的简单土质:石灰、苦土、重土、矾土、硅土。

从这个化学元素表可以看出,拉瓦锡把单质、非单质均列为元素,甚至把光和热也当作元素了。

19世纪初,道尔顿创立了近代原子学说,并着手测定相对原子质量。他将化学元素的概念和组成物质的相对原子质量联系起来,使每一种元素成为具有一定(质)量的同类原子。

直到19世纪后半叶,在俄国化学家门捷列夫建立化学元素周期表时,明确指出元素的基本属性是相对原子质量。他认为元素之间的差别集中表现在不同的相对原子质量上。他提出应当区分单质和元素两个不同概念,指出在红色氧化汞中并不存在金属汞和气体氧,只是元素汞和元素氧,它们以单质存在时才表现为金属和气体。这个论点与我们现在对元素的理解是十分吻合的。

有关门捷列夫与元素周期表,我们将在本章第三节中讲述。

3. 元素起源

有关物质和化学元素的起源,一种普遍流行的理论认为宇宙的起源及其演化到今天这种形式是开始于“热的大爆炸”。由于某种原因,发生爆炸后物质均匀地分布在整个空间,开始是以中子的形式存在,然后衰变为质子、电子和反中微子。虽然原始爆炸的核反应会产生某些数量的氦,但随后宇宙中的绝大部分物质便以氢的形式存在。星系团中的各种恒星就是由这种物质凝集而成的,同时开始了元素的建造过程。

通过对不同星球化学元素的分析表明:在太阳系和有些恒星中元素丰度差异很大,但总的来说化学元素在组成上却具有惊人的一致性。在宇宙中,氢无疑是最丰富的一种元素,约占原子(或核)总数的88.66%,氦的丰度约为氢丰度的 $1/8$ (11.3%),这两种元素加在一起已占宇宙原子总数的99.9%以上和宇宙质量的99%左右。

二、原子与分子

1. 概念

初中我们学过“原子”概念:原子是化学变化中的最小微粒。这意味着原子不能用化学方法拆分,只能用物理方法拆分。而与此相对应的分子是化学变化中的最小微粒。即化学反应是反应物中的分子首先变成原子,然后原子再重新组合成分子,即生成物。

分子可以由原子组成,如一个 H_2 分子由2个H原子组成,1个HCl分子由1个H原子和1个Cl原子组成。常温下是气体、液体,或者易升华、熔沸点很低的物质一般由分子构成。如 H_2 、HCl气体、液溴 Br_2 、硫单质 S_8 、白磷 P_4 是由分子构成的物质。Ar是由原子直接构成的,或者说稀有气体是单原子分子。

事实上,原子间可以高温融合,发生核聚变;也可以发生衰变,放出 α 粒子(即氦核)或 β 粒子(即电子)。

2. 原子发现史

公元前400多年,古希腊哲学家德谟克利特提出物质是由原子组成的“古典原子论”,但其后约二千年之间,都没有足够的证据可以证明原子的存在。我国战国晚期惠施认为物质是无限可分的,墨子则认为分割物质是有条件的,若不能再分,被分割的物质就达到了“端”这个层级。

1809年英国科学家道尔顿根据物质在化学反应中所表现的定量关系——定组成定律和倍比定律,提出了近代原子学说。即:化学元素均由不可再分的微粒——原子

构成;原子在化学变化中不可再分;同一元素的原子在质量和性质上均相同,不同元素的原子在质量和性质上不同;不同元素化合时,原子均按简单整数比结合。

阿伏伽德罗毕生致力于化学和物理学中关于原子论的研究。阿伏伽德罗从盖-吕萨克定律得到启发,于 1811 年提出了一个对近代科学有深远影响的假说,即阿伏伽德罗定律:在相同的温度和相同压强条件下,相同体积中的任何气体总具有相同的分子个数。但他这个假说却长期不为科学界接受,主要原因是当时科学界还不能区分原子和分子,同时由于有些分子发生了离解,出现了一些阿伏伽德罗假说难以解释的情况。直到 1860 年,阿伏伽德罗假说才被普遍接受。阿伏伽德罗定律对科学的发展,特别是对相对原子质量的测定工作,起了重大的推动作用。有人说:原子-分子理论的提出,使得化学成为一门真正的科学。

1903 年英国科学家汤姆孙发现电子,提出了原子的葡萄干面包模型。他认为:原子中的正电荷均匀分布在整個原子的球形体内,电子均匀地分布在这些正电荷中,就像将葡萄干洒在面包上一样。这是第一个亚原子结构理论。

原子还能不能再分? 原子精细结构的近代概念是 20 世纪以来一批才智卓越的物理学家和化学家的研究成果。1909 年,卢瑟福做了一个著名的实验,即 α 粒子散射实验,由此提出了著名原子结构行星模型:

卢瑟福利用金良好的延展性,用 α 粒子撞击金箔。实验发现:大部分的 α 粒子什么也没撞着,沿原方向前进,仅极少数的 α 粒子会发生偏转或反弹。卢瑟福根据此实验进行如下解释:由于金原子核体积小,带正电荷,质量比 α 粒子大,当 α 粒子撞击含有数千个原子厚度的金箔时,大部分 α 粒子直接穿透金箔,唯有接近或碰到金原子核的 α 粒子受到同性电荷的排斥力,才会产生偏转或反弹。但是这种情形所占的比率很少,因此原子核在原子中所占的体积很小。

实验结论清晰地揭示了原子还可以再分,原子由原子核和核外电子构成。原子很小,而原子核更小,其直径约为原子的 $1/10\ 000$,如果氢原子的直径像一个棒球场直径,则原子核的大小就如一只蚂蚁。

图 1.4 即为原子中原子核和电子的大小关系示意图。

随着科学技术的发展,发现原子由原子核和核外电子构成,原子核又由质子和中子构成。现在称为基本粒子的中子、质子和电子等本身的可分性也许存在着极限,1964 年美国物理学家默里·盖尔曼和 G·茨威格各自独立提出:一个质子和一个反质子在高能下碰撞,就会产生一对几乎自由的夸克。夸克具有分数电荷,是基本电量的 $2/3 \sim 1/3$ 倍,自旋为 $1/2$ 。

近年来,随着实验技术的发展,科学家已经发现了正



图 1.3

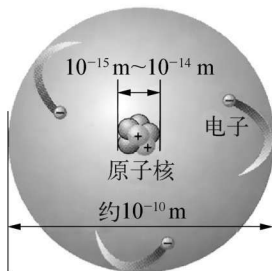


图 1.4

电子、反物质等。有关基本粒子以及原子核的结构模型等方面的问题均属于原子物理学的范畴。

3. 原子核的组成和同位素概念

1) 质量数

原子的全部质量几乎都集中在原子核中。原子核由带正电的质子和不带电的中子组成。由于原子为电中性,所以原子中的核外电子数应与其原子核内的质子数相等。若令核电荷数的符号为 Z ,对于中性的原子来说则有:

$$\text{核电荷数}(Z) = \text{核内质子数} = \text{核外电子数}$$

研究表明:质子质量为 $1.672\,6 \times 10^{-27}$ kg,中子质量为 $1.674\,8 \times 10^{-27}$ kg,两者通常视为相等(近似地)。在实际应用于化学计量时,常用质量为 $1.992\,7 \times 10^{-26}$ kg 的碳原子作为标准,取其质量的 $1/12$ 为原子的相对质量的单位(质量为 $1.660\,6 \times 10^{-27}$ kg)。经过换算,质子和中子的相对质量分别是 1.007 和 1.008,通常取近似的整数为 1。若忽略电子质量,将原子核内所有的质子和中子的相对质量数相加,其和即等于这个原子核(或原子)的质量数。若质量数用符号 A 表示,中子数用 N 表示,则:

$$\text{质量数}(A) = \text{质子数}(Z) \times 1 + \text{中子数}(N) \times 1, \text{可简化为 } A = Z + N$$

上述关系式表明了与原子本性关系极为密切的 3 个基本量:质子数、中子数与原子的相对质量。若元素为 X ,可用符号 ${}_Z^AX$ 表示这个元素,有了 A 和 Z 数值,同学们不难求得核中的中子数 N 。

2) 同位素

研究表明:同一种元素中往往存在不同种原子。这是由于同种元素的原子核中可以有不同的中子数。例如天然氢元素的原子核中只含有一个质子,但中子数却可以有 0、1 和 2 三种,分别为 ${}_1^1\text{H}$ 、 ${}_1^2\text{H}$ 、 ${}_1^3\text{H}$ 。 ${}_1^1\text{H}$ 的中文为氕,但并不常用; ${}_1^2\text{H}$ 记为 D,中文为氘或称为重氢; ${}_1^3\text{H}$ 又记作 T,中文为氚或称为超重氢。近年来,还人工合成了 ${}_1^4\text{H}$ 、 ${}_1^5\text{H}$ 、 ${}_1^6\text{H}$ 、 ${}_1^7\text{H}$,但这些人工合成氢原子很不稳定。

我们通常把质子数相同,中子数不同的原子互称为同位素。

显然,同位素属于同一元素,核电荷数相同,但质量数不同。

由于元素的化学性质主要决定于其核电荷数和核外的电子数及其排布,所以同位素的化学性质几乎完全相同(氢的同位素之间略有差别),但一般物理性质不同。

化学上把具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子叫作核素。例如,原子核里有 6 个质子和 6 个中子的碳原子,质量数是 12,称为碳-12 核素,或写成 ${}^{12}\text{C}$ 核素。这是我们学过的阿伏伽德罗常数的参照值,即 $12\text{ g } {}^{12}\text{C}$ 所含 ${}^{12}\text{C}$ 原子的数量即为阿伏伽德罗常数。阿伏伽德罗常数是一个准确值, 6.02×10^{23} 是一个近似值。

除 ${}^{12}\text{C}$ 外,碳原子核里有 6 个质子和 7 个中子的碳原子,质量数为 13,称 ${}^{13}\text{C}$ 核素,还有 ${}^{14}\text{C}$ 。其中 ${}^{14}\text{C}$ 能进行考古,即所谓 ${}^{14}\text{C}$ 断代法。

人体中碳元素占整个身体质量的 18%。生物体的每克碳内含有大约 500 亿个

^{14}C , 其中每分钟大约有 10 个 ^{14}C 衰变。生物体活着的时候会因呼吸、进食等不断从外界摄入 ^{14}C , 最终体内 ^{14}C 与 ^{12}C 比值与环境一致(该比值基本不变), 达到动态平衡。当生物体死亡后, ^{14}C 摄入停止, 遗体中 ^{14}C 衰变而使遗体中的 ^{14}C 与 ^{12}C 比值发生变化。由于 ^{14}C 半衰期(消耗一半所花费的时间)为 $5\,730$ 年, 正负误差 40 年。故可测定的时间范围在 $58\,000 \sim 62\,000$ 年。通过测定 ^{14}C 与 ^{12}C 比值就可以测定该生物的死亡年代。如果需要更古老的测定, 完全可以用其他半衰期更长的放射性元素。

氧元素有 ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O 三种核素。其中 ^{18}O 比黄金还贵。

具有多种核素的元素称为多核素元素。自然界仅有一种核素存在的元素称为单核素元素, 如氢、氟、铝、钠等 20 种元素。

质子数为偶数的元素, 可有较多的稳定核素, 一般不少于 3 个, 而质子数为奇数的元素, 通常只有一个稳定核素, 从不会多于两个, 这是由核子的结合能所决定的。

图 1.5 示出了元素与同位素稳定度的关系。

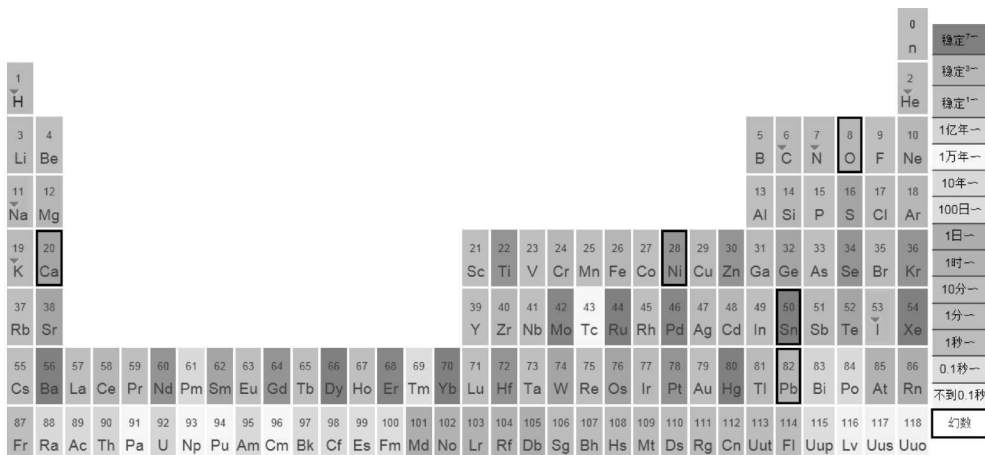


图 1.5

有趣的是: 天然存在的物质中, 不论某种元素是处于化合态或游离态, 各种同位素所占的原子分率是不变的。例如氯由 75.77% 的 ^{35}Cl 和 24.23% 的 ^{37}Cl 所组成; 氧则由 99.759% 的 ^{16}O 、 0.037% 的 ^{17}O 和 0.204% 的 ^{18}O 所组成。通常把某种同位素所占的原子分率称为丰度。由此还可以推导出: 同位素丰度之比 = 原子个数之比 = 物质的量之比, 不等于质量之比。

元素的平均相对原子质量便可由下式算出:

$$M = \sum_{i=1}^n b_i \cdot M_i$$

式中 M ——元素 X 的平均相对原子质量;

M_i ——X 元素的某种同位素的相对原子质量;

b_i ——该同位素的丰度;

n ——X 元素中所包含的同位素种类数;

符号 $\sum_{i=1}^n$ ——对从 $i=1$ 到 $i=n$ 的 n 项乘积求和。

同学们所查的相对原子质量表就是平均相对原子质量。

若将同位素相对原子质量用同位素质量数代替,其他不变,可得到近似相对原子质量。这是我们经常要应用的。

由此可见:

元素是相同核电荷数(即核内质子数)的同一类原子的总称。只要质子数确定,则元素确定;而质子数和中子数(或质量数)确定后,方可确定原子。由于大多数元素的原子存在同位素,且丰度为小数,因此国际相对原子质量表中的数据均为小数。

三、离子

1. 概念

离子是带电的原子或原子团。与分子、原子一样,离子也是构成物质的基本粒子。

离子是原子由于自身或外界的作用而失去或得到一个或几个电子使其达到稀有气体原子的最外层电子结构,即最外层电子数为 8 个或 2 个(氦原子)的稳定结构。

最外层电子数小于 4 的原子或半径较大的原子,较易失去电子(一般为金属元素,如:钾 K,钙 Ca 等)达到相对稳定结构;而最外层电子数不少于 4 的原子(一般为非金属元素,如碳 C 等)则较易获得电子趋向达到相对稳定结构。当原子最外层电子达到饱和状态时,性质最稳定,一般为稀有气体原子结构(除外,最外层有 2 个电子,性质也很稳定)。

一般阳离子半径小于其原子半径,阴离子半径大于其原子半径。

对于气态微粒(原子、离子)进行半径大小比较,我们可以先比较电子层数,若电子层数相同,则核电荷数越大,核对外层电子的吸引力越强,半径越小;若电子层数不相同,电子层数越大,微粒半径越大。如气态 Ca^{2+} 和 K^+ ,电子层数相同,Ca 核电荷数大,则 Ca^{2+} 半径小;若是水合钙离子和水合钾离子,则水合钙离子离子半径大。

高中阶段一般是比较气态微粒的半径大小。

2. 衡量元素的原子得失电子难易的两个物理量——电离能和电负性

1) 电离能

电离能就是气态的基态(最低能量状态)原子失去最外层电子所吸收的能量。用 I 表示。

若电离能 I 代数值越小,表明原子越容易失去电子,元素的金属性越强。反之,元素非金属性越强。如 Na 原子第一电离能 $I_1 = 496 \text{ kJ/mol}$,而 Mg 原子第一电离能 $I_1 = 738 \text{ kJ/mol}$,因此 Na 原子比 Mg 原子更易失去电子,因此 Na 比 Mg 元素金属性强。

2) 电负性

电负性是指某元素原子吸引成键电子对能力的量度。吸引电子能力越强,则元素

一般情况下,活泼金属和活泼非金属能组成离子化合物,如 NaCl 是由阳离子 Na^+ 和阴离子 Cl^- 构成的。

1) 原子结构示意图表示

图为, Na⁺离子结构示意图为.

(1) 概念。所谓电子式就是用·或×表示原子最外层电子的式子。

$$\text{H}\cdot \quad \text{He:} \quad \text{Li}\cdot \quad \text{Be:} \quad \cdot\text{B:} \quad \cdot\dot{\text{C}}: \quad \cdot\dot{\text{N}}: \quad :\dot{\text{O}}: \quad :\ddot{\text{F}}\cdot \quad :\ddot{\text{Ne}}:$$

(3) 简单阳离子电子式：即为离子符号。如钠离子电子式为 Na^+ 。

对于较复杂离子化合物、共价单质或化合物的电子式,可从简单电子式入手。如 NaH 是离子化合物,其电子式为 $\text{Na}^+[\text{H}:]^-$, Na_3N 也是离子化合物,其电子式为

$$\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{N}}\text{:}]^{3-}\text{Na}^+; \text{而 HCl 电子式为 } \text{H} \times \ddot{\text{Cl}} \text{:}, \text{H}_2 \text{ 电子式为 } \text{H} \times \text{H}.$$

细心的同学不难发现：对于离子化合物，元素最外层电子发生了完全得失，变成类似于稀有气体的稳定结构，因而用正负号表示；而 H_2 由于 H 与 H 吸引电子能力相同，因此两两共用，没有电子完全得失；HCl 分子中，虽然 Cl 原子吸引电子能力强于 H 原子，但 Cl 原子远未达到完全吸引，因此也只有电子的两两共用，从而都达到 H 最外层为 2 个电子，Cl 最外层为 8 个电子的稳定结构，这样达到双赢局面，形成的共用电子对偏向 Cl 原子，偏离 H 原子。因而 HCl 分子中，H 仍显 +1 价，Cl 显 -1 价。

H₂中有一对共用电子,其结构式可表示为 H—H;HCl 中也有一对共用电子,其结构式可表示为 H—Cl。

对于很复杂的电子式必须从化学键角度理解,我们将在第三讲解决。

例 1 某硫原子的质量是 $a \text{ g}$, ^{12}C 原子的质量是 $b \text{ g}$, 若 N_A 只表示阿伏伽德罗常