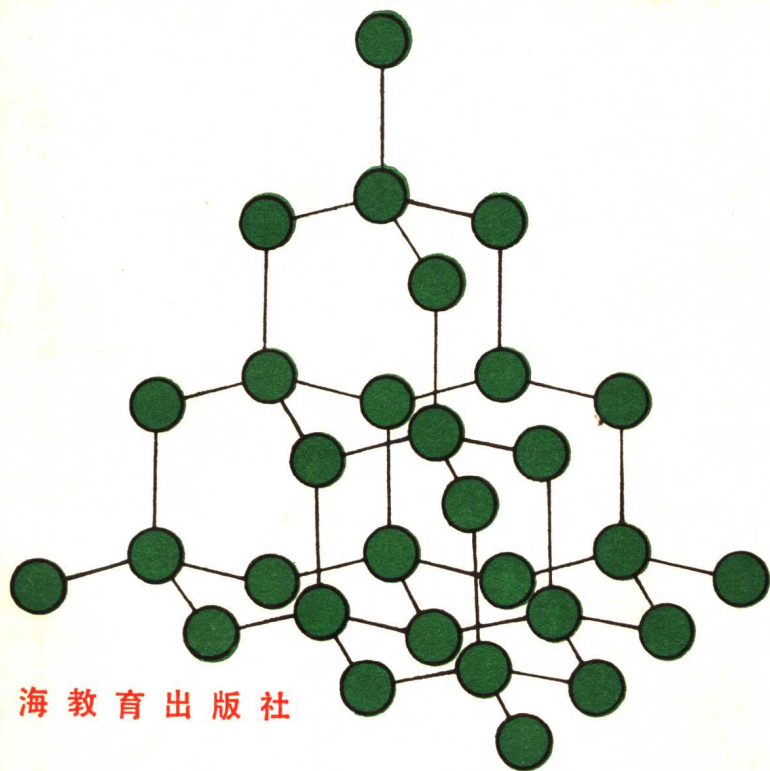


初中化学教学参考丛书

酸碱盐

SUAN JIAN YAN



上海教育出版社

初中化学教学参考丛书

酸 碱 盐

胡学增 徐忠麟

上海教育出版社

内 容 提 要

掌握单质、氧化物、酸、碱、盐知识和它们之间的反应规律是学好中学化学的重要基础之一，它也是对初中化学的归纳和总结。因此这部分内容无疑成为初中化学教学的重点和难点。为了帮助广大初中化学教师掌握重点，突破难点，本书着重介绍了物质的分类，单质、氧化物、酸、碱、盐的主要性质及相互反应的规律，同时对中学范围内某些不符合一般反应规律的特例作了较详细的分析，并举例说明这些规律在实验室和化工生产中的应用，是初中化学教师的一本重要参考书，也可供高中化学基础好的学生阅读。

初中化学教学参考丛书

酸 碱 盐

胡学增 徐忠麟

上海教育出版社出版

(上海永嘉路 123 号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 3.25 字数 65,000

1984 年 4 月第 1 版 1984 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—25,000 本

统一书号: 7150·3134 定价: 0.28 元

前 言

无机物相互反应的规律在初中化学教学中占有重要地位。这部分内容对初三学生所学的元素化合物知识作了归纳和总结,也为他们今后深入学习化学知识打下基础。了解无机物的分类,掌握各类无机物相互反应的一般规律,还能大大减少初学者学习化学的记忆量,使他们逐步认识物质结构和物质性质之间的关系,以利培养学生的科学思维方法和逻辑推理的能力。

因此,本书根据初级中学课本《化学》第五章的内容,对单质、氧化物、酸、碱、盐以及它们之间的相互反应关系作一些分析和说明。全书共分三章。第一章主要写无机物的分类以及它们的组成和结构。第二章介绍各类无机物相互反应的规律,分析反应的条件。第三章简单地介绍用无机物反应规律来分析、推断物质的制取、分离、提纯和鉴定原理及方法。每章后面配有练习题,帮助读者巩固和加深对这一章内容的认识和理解。

书中所用到的理论和有关知识都不超过中学化学教学大纲的范围,因此,本书主要供初中化学教师在备课和教学时参考。

限于我们的水平和经验,书中定有不妥和疏漏之处,希望广大读者批评指正。

胡学增 徐忠麟

1983.3

目 录

前 言

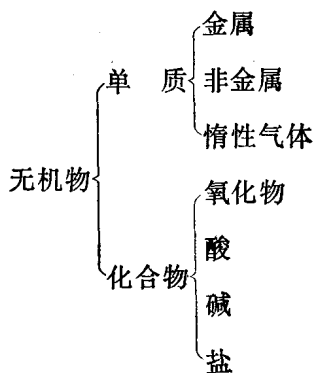
第一章 无机物的分类、组成及其代表物	1
第一节 单质	1
一、金属	2
二、非金属	6
第二节 氧化物	10
一、氧化物的分类	10
二、氧化物的一般制法	13
第三节 酸	16
一、酸的定义	16
二、酸的分类和命名	18
三、酸跟指示剂的反应	21
第四节 碱	23
一、碱的定义	23
二、碱的分类	24
三、碱的性质	25
四、碱的制法	26
第五节 溶液的 pH 值	27
一、pH 值的含义	27
二、pH 值的测定	29
三、酸碱指示剂	30
第六节 盐	32
一、盐的分类	32

二、盐的命名	35
三、常见盐的分解反应	36
参考练习题	39
参考练习题解答要点	43
第二章 各类无机物相互反应的条件和规律	46
第一节 金属跟其他无机物的反应	46
一、金属跟非金属的反应	46
二、金属跟酸溶液的反应	48
三、金属跟盐溶液的反应	50
第二节 非金属跟其他无机物的反应	53
一、非金属跟氧的反应	54
二、非金属元素间的置换反应	55
三、非金属单质跟碱溶液的反应	56
第三节 氧化物跟其他无机物的反应	56
一、酸性氧化物跟碱的反应	56
二、碱性氧化物跟酸的反应	57
三、碱性氧化物跟酸性氧化物的反应	59
第四节 酸跟其他无机物的反应	60
一、酸跟碱的中和反应	60
二、酸跟盐的复分解反应	62
三、酸跟盐的氧化还原反应	64
第五节 碱跟盐的反应	65
一、碱跟盐反应的条件和一般规律	65
二、强碱跟铵盐的反应	66
第六节 盐跟其他无机物的反应	67
一、盐跟盐反应	67
二、两种盐在溶液中相互促进水解的反应	68
参考练习题	69

参考练习题解答要点	73
第三章 无机物相互反应规律的应用	76
第一节 在制取新物质中的应用	76
第二节 在物质分离和提纯中的应用	82
第三节 在物质鉴定和鉴别中的应用	83
参考练习题	87
参考练习题解答要点	91
附录 酸、碱和盐的溶解性表(20°C)	94

第一章 无机物的分类、组成及其代表物

到目前为止，我们已经知道并得到公认的元素有 107 种*，其中天然存在的有 94 种，其余是由人工合成的。由这些元素组成的物质现在已经有几百万种，其中大多数是有机化合物，无机物只不过有几万种。这些无机物可以按照它们的组成和性质分类如下表。



本章主要讨论各类无机物分类的依据、结构特点以及它们各自常见代表物的重要物理性质。

第一节 单 质

元素是具有相同核电荷数（即质子数）的一类原子的总

* 1982 年西德科学家制得了第 109 号元素。

称。由同种元素组成的物质叫做单质。元素和单质是不同的，但是在以前很长一段时间里，化学家把这两者混淆起来，他们认为元素是不能用化学方法分解的纯物质，也就是单质*。直到原子-分子论建立后，才把单质和元素区别开来。原子-分子论认为单质是由分子构成的，元素就是同类的原子。随着人们对物质结构的逐步了解，认识到各种元素原子的核电荷数不同，引起原子的性质不同。还发现，单质也不完全是由分子构成的，有些单质（例如惰性气体、金刚石等）是由原子直接构成的，金属单质是由金属离子和自由电子构成的。不论构成单质的微粒是原子还是分子，每一种单质都是由同种元素组成的。即使同一种元素，有的还可以形成几种不同的单质，它们互称同素异形体。例如，氧气和臭氧都是由氧元素组成的，但它们是两种性质不同的单质，它们是氧元素的同素异形体。又如，碳元素可以形成金刚石、石墨和无定形碳等单质。我们说金刚石是由碳元素组成的，但不能说金刚石就是碳元素。

不同的元素，它们原子最外层的电子数不同，得失电子有难有易，它们组成的单质性质不同，根据这一些可以把元素分成金属元素、非金属元素和惰性气体元素。它们组成的单质分别叫做金属、非金属和惰性气体。本节着重讨论金属和非金属。

一、金属

在常温下，除了汞是液态的以外，其他金属都呈固态。金属还有许多共同的性质，例如都有金属光泽，容易导电、传热，还有延展性，所以能进行锻压、拉制等机械加工。金属为什么

* 现在有些欧美国家的教材中，元素和单质还是不分。

有这些共同的性质呢？这是由金属晶体*的结构所决定的。

在金属晶体里，金属原子按照一定的规律，一个挨一个、一层接一层地紧密堆积在一起，形成很稳定的结构。金属原子为什么能紧密地结合在一起呢？因为金属原子最外层的电子数比较少（小于4），半径较大，金属原子容易失去这些最外层电子形成金属离子。释出的价电子在整个晶体里自由移动，这些电子叫做自由电子。金属离子跟自由电子之间有较强的作用，这种作用使金属原子紧密地堆积着。图1是金属铝晶体的结构示意图。

自由电子的存在和紧密堆积的结构，使金属有一些共同的性质。金属中自由电子能吸收可见光，随即又放射出来，所以金属一般有金属光泽。在外界电场的作用下，自由电子能作定向流动，形成电流，因而金属容易导电。在金属受热的部分，金属离

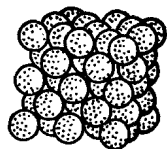


图1 铝晶体结构示意图

子的振动加快，跟自由电子的碰撞次数增多，通过自由电子的运动，把能量传递给邻近的离子。继续这样的传递，很快使整块金属的温度均匀，所以金属容易导热。当金属受到外力作用时，晶体里各层之间发生相对滑动，但由于自由电子的运动仍能保持各层间的相互作用，使金属发生形变而不致断裂，因而金属有延展性。常见金属的物理性质见表1。

金属原子在化学反应中容易失去最外层的电子，变成金属阳离子， $M - ne = M^{n+}$ ，因此金属有还原性。金属原子结构不同，使各种金属原子失去电子有难有易，还原性的强弱也就不一样。金属钠在冷水里很容易失去电子而变成钠离子，铁却几乎不能跟冷水作用。铁能跟盐酸反应，失去铁原子的最

* 晶体是指有一定几何形状和固定熔点的固态物质。

表 1 常见金属的主要物理性质

名 称	符 号	晶 体 颜 色	密 度 (克/厘米 ³)	熔 点(°C)	沸 点(°C)
钾	K	银白色	0.86	63.65	774
钙	Ca	银白色	1.55	839	1484
钠	Na	银白色	0.97	97.81	882.9
镁	Mg	银白色	1.7	648.8	1090
铝	Al	银白色	2.70	660.37	2467
锌	Zn	青白色	7.1	419.58	907
铁	Fe	银白色	7.9	1535	2750
锡	Sn	银白色	7.3	231.97	2270
铅	Pb	银白色	11.3	327.5	1740
铜	Cu	紫红色	8.9	1083.4	2567
汞	Hg	银白色(液体)	13.55	-38.87	356.58
银	Ag	银白色	10.5	961.93	2212

外层电子，变成 2 价的铁离子(Fe^{2+})，而铜不能跟稀盐酸反应。铜能跟硝酸反应，铜原子失去外层电子，变成 +2 价的铜离子，而金就不能跟硝酸反应。

一般来说，原子半径大而最外层电子数较少的金属原子，因为核对最外层电子的引力较弱，容易失去最外层的电子，表现出较强的还原性。比如钾和钙，前者原子半径大，最外层电子数少，所以还原性钾比钙强。镁和钙，虽然它们原子的最外层电子数都是 2，但钙的原子半径比镁大，所以钙的还原性比镁强。

我们通常所说的金属活动性顺序，实际上就是金属的还原性顺序。下面是一些金属的活动性顺序：

钾钙钠镁铝锰锌，
铬铁钴镍锡铅(氢)，
铋铊铜汞银铂金。

金属活动性顺序，是十九世纪的化学家们在实验化学的基础上总结出来的。他们根据金属在溶液里跟其他金属离子间的置换能力，金属跟酸、跟水等反应的剧烈程度来判断金属活动性的强弱。金属钠和钙在水溶液里能跟水起反应，置换出水中的氢。因此，这两种金属的活动性强弱，就根据它们和水反应的剧烈程度来判断。金属钠跟水反应剧烈，迅速产生氢气。金属钠颗粒较大时，还会使产生的氢气燃烧或爆炸。金属钙在水里却没有这种剧烈的反应现象。根据实验现象，很容易得出金属钠的活动性比钙强。在过去的金属活动性顺序表中，金属钠就排在钙的前面。

但是，我们前面已经说过，金属活动性顺序实际上就是金属原子失去电子的还原性顺序，是指在水溶液里金属原子失去电子形成水合金属阳离子的难易程度，而这又跟反应的速度即反应的剧烈程度是不完全一致的。实验测定，钙在水溶液里失去电子形成钙离子所需的能量，比钠形成钠离子所需的能量小，这说明钙容易失去电子，还原性(即金属活动性)比钠强。因此，现在的金属活动性顺序表中，钙排在钠前面。钙跟水反应的剧烈程度不如钠，是因为钙的密度比水大而沉入水底，反应后的生成物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 又是微溶的。随着反应的进行，生成的氢氧化钙浓度逐渐增大，并且包围着金属钙，阻碍了钙跟水的进一步反应，因此反应速度就逐渐减小。

金属活动性顺序表，对于判断金属跟酸，金属跟盐，金属跟水发生置换反应的可能性以及反应进行的程度是有用处的。在表中，越位于前面的金属越活泼，越后面的金属越不活

活泼。在氢前面的金属，能从非氧化性酸(如盐酸和稀硫酸)里置换出氢气；在氢后面的金属不能发生这种置换反应。在较前面的金属，能从较后面的金属的盐溶液里置换出这种金属。两种金属在表里相距越远，这种置换反应进行得越彻底。钾、钙、钠等金属能从水里置换出氢气，它们跟其他金属的盐溶液反应，不是置换出其他金属，而是从水里置换出氢气。金属活动性顺序表的应用见表 2。

表 2 金属活动性顺序表的应用

金属活动性顺序	K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H) Cu Hg Ag Pt Au											
金属在溶液里形成阳离子的能力(还原性)	渐弱											
金属离子在溶液里结合电子的能力(氧化性)	渐强											
金属跟氧反应	常温时易被氧化	常温时能被氧化	常温、干燥空气里不被氧化	—	加热时能被氧化	不能被氧化						
金属跟水反应	常温时能置换水中的氢	加热时能置换水中的氢		—	不能置换							
金属跟酸反应	能置换稀酸(除稀硝酸)里的氢				—	不能跟稀酸反应						
					能跟硝酸或浓硫酸反应	不能跟硝酸或浓硫酸反应						
在自然界里的存在	仅以化合态存在				呈化合态和游离态存在	仅呈游离态存在						

二、非金属

在常温下，非金属单质除溴呈液态外，其他都呈固态或气态。固体非金属的物理性质，跟金属的性质有很大的差别。它

们一般都没有金属光泽(固态碘和石墨除外), 是电和热的不良导体, 性很脆, 大多有特定的颜色, 如碳是黑色的, 硫是黄色的, 磷是红色或黄白色的。气体单质的熔点、沸点都很低, 一般在 0°C 以下。固体非金属单质的熔沸点也有很大差异, 例如金刚石的熔点高达 3550°C , 而单质硫在 113°C 时就熔化了。常见非金属的物理性质见表 3。

表 3 常见非金属单质的物理性质

名 称	符 号	室温时颜色	密 度*	熔点($^{\circ}\text{C}$)	沸点($^{\circ}\text{C}$)
氢气	H_2	无色(气体)	0.08987	-259.14	-252.5
碳	C	无色(金刚石)	3.51	3550	4827
		灰黑色(石墨)	2.25	2652	4827
氮气	N_2	无色(气体)	1.2505	-209.86	-195.8
磷	P	黄色或白色(白磷)	1.82	44.1	280
		红色(红磷)	2.20	590	416 升华
氧气	O_2	无色(气体)	1.429	-218.4	-183.0
硫	S	黄色(固体)	2.07	112.8	444.6
氯气	Cl_2	黄绿色(气体)	3.24	-100.98	-34.6

* 气体的密度单位是克/升, 固体的密度单位是克/厘米³。

非金属单质在物理性质上的差异跟它们的原子结构, 特别是晶体结构有关。非金属元素的原子最外层电子大多是 4~7 个(氢和硼分别是 1 个和 3 个), 它们不象金属原子那样容易失去最外层电子, 而倾向于得到电子, 使最外电子层达到稳定结构。非金属元素的原子都是通过共用电子对结合的。非金属在形成晶体时有如下的两种结合情况。

一种情况是同种非金属元素的原子, 先由共用电子对形

成分子,再由这些分子间的作用力使分子结合在一起,形成非金属晶体。气态和液态以及大多数固态非金属,都是由分子构成的。氧气、氢气、氯气等气体,液态溴,硫和磷等非金属固体,都属于这种情况。

由于分子间的作用力不同,分子间的距离就不一样,因而非金属呈现出气态、液态和固态。从图2中可以看出,在固态物质中分子间距离最小,说明分子间的作用力较大;而在气态物质中分子间距离最大,说明分子间作用力较小。



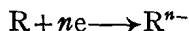
图2 碘的固体、液体和气体的分子间距离比较示意图

固体液化和液体气化时都要吸收能量,通常用加热来提供能量。分子间的作用力比较弱,稍一受热,作用力就进一步减弱,使分子间距离增大,表现出三态变化。因此,这种由分子构成的非金属晶体,它们的熔点、沸点都比较低。

另一类非金属晶体是由许许多多同种非金属元素的原子,彼此间以共用电子对结合在一起,形成一种坚实的空间网状结构。在这种非金属晶体中,不存在一个一个的小分子,而可以认为所有的原子联结而构成一个巨型的分子或大分子。共用电子对的结合力很强,大约是分子间作用力的十倍以至几十倍。因此,要使这类晶体液化或气化,就要破坏这种结合力,必须消耗较多的能量。所以,它们的熔点和沸点都是很高的。金刚石和硅都属于这种晶体。图3是金刚石的晶体结构

示意图。

非金属元素的原子在化学反应中容易结合电子，变成最外电子层达到稳定结构的阴离子。



上式只表示非金属元素原子有获得电子的倾向，具有氧化性，并不是说非金属元素在化学反应中都能得到电子而变成阴离子。

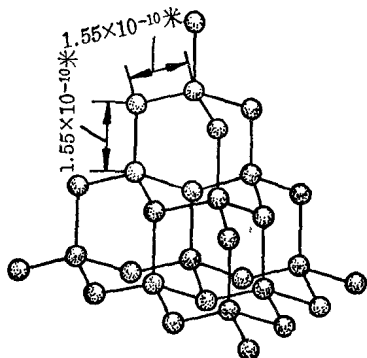


图 3 金刚石晶体结构示意图

当两种非金属反应时，反应双方的原子都有获得电子的倾向，不可能发生电子的得失，只能通过共用电子对形成共价化合物。但是，各非金属元素的原子结构不同，它们吸引共用电子对的能力有大有小。例如硫和氧，它们的原子结构简图

分别是 $(+16) 2 \ 8 \ 6$ 和 $(+8) 2 \ 6$ 。从这些示意图知道，它们原子

的最外层电子数相同，但是硫原子核外多一个电子层。因此，硫的原子半径比氧大，核对最外层电子的吸引力比氧弱。在硫跟氧反应形成的共价化合物中，共用电子对偏向于氧，所以硫显正价，氧显负价。

除了氟以外，大多数非金属元素既有氧化性，又有还原性。硫、磷、碳等能够跟金属反应，说明它们有氧化性。它们又能跟活泼的非金属（如氧气等）反应，说明它们有还原性。例如，白磷能在空气里自燃，硫、碳等在加热时能跟氧气反应甚

至燃烧,表现它们有还原性。因此,非金属元素大多有可变的化合价,有正价和负价。

第二节 氧化物

一、氧化物的分类

氧气是性质活泼的非金属,它能够跟大多数单质反应生成氧化物。氧和另一种元素组成的化合物叫做氧化物。根据定义我们就很容易判断 MgO 、 CO_2 、 Al_2O_3 等是氧化物,而 O_2 、 SO_4^{2-} 、 NaOH 、 OH^- 、 KCl 等都不是氧化物。

在氧化物中,氧元素以外的另一种元素是金属元素或非金属元素。由金属元素组成的氧化物叫做金属氧化物,由非金属元素组成的氧化物叫做非金属氧化物。

根据化学性质的不同,氧化物分酸性氧化物、碱性氧化物和两性氧化物三类。

(一)酸性氧化物

酸性氧化物的特点是能够跟碱反应生成盐和水。如二氧化硫和二氧化碳都能跟氢氧化钠反应,分别得到 Na_2SO_3 和 Na_2CO_3 ,因此,二氧化硫和二氧化碳都是酸性氧化物。多数非金属氧化物属于酸性氧化物。有些具有可变价态的金属,它们的高价态氧化物(例如 Mn_2O_7 、 CrO_3 、 WO_3 等)也能跟碱反应生成盐,它们也属于酸性氧化物。

酸性氧化物对应的水化物都是含氧酸,因此也可以说酸性氧化物是成酸的氧化物。可溶性的酸性氧化物都能跟水化合而生成酸,生成的酸也是可溶的。不溶性的酸性氧化物不能跟水化合形成对应的酸。比如正硅酸(H_4SiO_4)是不溶性的酸,它不能由对应的 SiO_2 (不溶于水)和 H_2O 反应来