

钢中常见元素快速分析

上 册

2.1

贵阳钢厂中心试验室

普通化学基本知识

TG142.1

21

3:1

目 录

绪言

第一章 化学的基本概念和定律

第一节	原子——分子学说	(5)
第二节	元素 单质和化合物 混合物	(6)
第三节	原子量和分子量 克原子和克分子	(7)
第四节	亚佛加德罗定律 气体克分子体积 气体 分子的运动特性——气体方程式	(12)
第五节	化学的基本定律——质量守恒定律 定组 成定律 倍比定律	(19)
第六节	元素符号 化学式 化合价	(21)
第七节	化学反应的基本类型 化学方程式	(24)
第八节	当量定律	(28)

第二章 无机物的分类

第一节	金属和非金属	(35)
第二节	氧化物	(36)
第三节	硷类	(38)
第四节	酸类	(39)
第五节	盐类	(41)

第三章 原子结构和元素周期律

第一节	原子结构	(45)
第二节	元素周期律和元素周期表	(52)

• 1 •



V311 A815378

第三节	原子结构与元素周期律的关系·····	(60)
第四章	溶液	
第一节	溶液的一般概念·····	(65)
第二节	溶解·····	(67)
第三节	溶液的浓度·····	(72)
第四节	各种浓度的相互换算·····	(78)
第五节	标准溶液的配制·····	(81)
第五章	化学反应速度与化学平衡	
第一节	化学反应速度·····	(86)
第二节	可逆反应与化学平衡·····	(93)
第六章	电解质溶液	
第一节	电离学说·····	(102)
第二节	电离度和酸、硷、盐的电离·····	(105)
第三节	电离常数和溶度积原理·····	(109)
第四节	同离子效应和缓冲溶液·····	(113)
第五节	水的电离 PH值·····	(116)
第六节	络合物·····	(120)
第七节	盐类的水解·····	(122)
第七章	氧化还原反应概论	
第一节	氧化还原概要·····	(124)
第二节	氧化还原反应速度·····	(128)
第三节	氧化还原电极电位·····	(130)
第四节	氧化还原滴定曲线·····	(135)
第五节	氧化还原指示剂·····	(141)
第八章	比色分析	
第一节	比色分析的一般原理·····	(145)

第二节 比色分析法及仪器·····	(149)
第三节 比色分析法的误差·····	(154)
第九章 分析天平	
一 分析天平的构造·····	(156)
二 砝码及游码·····	(159)
三 天平的零点 平衡点和灵敏度·····	(159)
四 称量方法·····	(160)
五 天平的维护和使用规则·····	(161)

绪 言

自然界是由客观存在的各种各样的物质所组成。人类在与自然界长期斗争的过程中，逐渐认识了自然现象和自然发展的规律，并进一步把这些知识应用到生产实践中去，从而创立和发展了自然科学。化学是自然科学中的一门学科。

一 化学研究的对象

自然界中，一切物质都处在不断运动、变化和发展中。人们为了认识自然和改造自然，就必须研究自然界中客观存在的物质的运动。

物质的运动形式是多种多样的。根据现代科学已经达到的认识，物质的运动形式大致可以分为物理的、化学的、生物的几种。这些运动形式既互相联系，又互相区别。每一种运动形式都有其特殊的本质，这种本质为其自身的特殊矛盾（特性）所决定，而每一门自然科学则是物质具有某种运动形式的反映。化学是研究物质由分子分割到原子的化学运动形式的一门科学，主要研究物质的组成、结构、性质及其相互关系和化学变化的规律。

物质只是它的外形或状态发生变化而没有变成新物质的运动形式叫做物理运动或物理变化。例如，在通常情况下水加热到 100°C 就会沸腾，由液态变成气态的水蒸汽；而在 0°C 时，水结成冰，由液态变成固态。

物质在运动中有新物质产生的运动形式叫做化学运动或化学变化。通常又叫做化学反应。例如，硫磺在空气中燃烧生成二氧化硫；铁在潮湿的空气中生锈等。

某物质在一定条件下，具有一定的特性，以区别于其他物质，而每一种物质的特性是其各种性质的总和。通常把物质的性质分为两类，一类为物理性质，一类为化学性质。

物质的某些性质，不经过化学变化就能表现出来者叫物理性质。例如，颜色、光泽、气味、状态、熔点、沸点、硬度、比重等。

而只有在发生化学变化时，才能表现出来的叫化学性质。例如，铁生锈、硝酸加热分解放出二氧化氮等。

开始，人们并不把物质分为有机物和无机物。后来随着科学和分析技术的迅速发展，近代化学工作者分析了大量的有机化合物以后，发现所有的有机化合物都含有碳元素，多数含有氢元素，其次还含有氧、氮、卤素及其它元素。因此，有机化合物就是指含碳、氢的化合物及其衍生物。有机化学就是研究碳氢化合物及其衍生物的科学。除有机化合物以外的一切物质（包括碳的氧化物、碳酸盐等）为无机物。研究无机物的科学就是无机化学。这样，化学科学就分为两个分支，即有机化学和无机化学。本书主要是讨论无机化学。

到了十六世纪，欧洲资本主义的生产方式逐步出现，科学也得到了一定的发展。十七世纪元素的概念渐次确立，分析化学便开始成长为化学科学中的一个独立的科目。到了十九世纪，由于工农业及科学事业发展的需要，分析化学也随之得到了迅速发展。二十世纪随生产的发展，仪器分析——光电比色、光谱、极谱、色层等等分析方法发展特别迅速，

使分析化学在工业生产中，对原料选择、成品检验、操作过程的控制及技术改进等起着重要的作用。

二 化学的重要性

化学对于国民经济的发展具有重大的意义，几乎没有一个生产部门能够离开化学。自然界中只供给我们原料，例如，水、空气、矿石、燃料等，而人们可以通过化学方法，从自然界提供的原料中制出各种金属、合金及化工产品等以适于人类需要。化学在促进尖端科学技术的发展方面也是必不可少的，例如，火箭使用的高能燃料，原子能和平利用需要的特殊原材料，其它如半导体材料，同位素的研究和应用等，都与化学科学有关。化学对工农业生产，医药卫生的发展也具有重要意义。工业分析在钢铁工业生产中起着指导生产、鉴定产品质量的重要作用。由此可见，化学在整个国民经济中占着极为重要的位置。

三 我国在化学、化工方面的成就

我国是世界上具有悠久文化历史的国家之一，我国劳动人民对化学曾有过不少有价值的贡献。早在公元前二千五百年——二千年，我国就开始冶炼青铜，约公元前四百年（战国时代）已有炼铁技术，使用铁器，汉代时已有“盐铁论”的技术著作。造纸、陶瓷、火药都是祖国劳动人民早已传颂中外的伟大发明。在酿造、油漆、染色、制革、制糖、煤和石油的开发、使用、药物研究等方面，我国人民都有光辉的成就。

但是，由于几千年来的封建统治，近百年来帝国主义的

侵略和掠夺及国民党反动派的压迫，使我国科学技术的发展受到了阻碍。

中华人民共和国成立之后，在党中央和毛主席的英明领导下，使我国的政治、经济、科学文化得到了全面发展。我国的钢产量由解放初期的九十多万吨增加到二千多万吨。石油达到了自给有余，还大力支援世界革命。硫酸、烧碱、纯碱、化肥以及过去不能制造的一些化学品，如纯化学试剂、催化剂、特种水泥、高能绝缘材料、抗菌素等均能自制。人工合成胰岛素的制成，人造地球卫星返回地面等标志着我国科学技术达到了世界先进水平。随着社会主义革命和建设的发展，不久的将来，我国的化学和其它工业必将得到空前发展。

第一章 化学的基本概念和定律

第一节 原子——分子学说

公元前五世纪，希腊哲学家德莫克里特曾认为一切物质都是由极小的、不连续的、不可再分的微粒即原子所组成。他认为分割物质只能到最小粒子为止。我国古代的哲学家墨翟（公元前479—381）提出物质不能无限制分割的观点，他认为物质到了不能分为一半时就不能把它砍开了，达到这种情况的物质他称为端。这些观点就是近代原子学说的萌芽。

在一定实验基础上，俄国科学家罗蒙诺索夫于1741年提出了原子和分子的概念。

1804年英国科学家道尔顿，根据更多的实验证据，提出了他的原子假说，认为原子为物质最后不能分割的质点，并引入了原子量的概念。

1811年意大利物理学家亚佛加德罗在分子运动学说中引入了分子的概念。以后又经过了许多科学家的工作，原子和分子的假说才发展成为原子—分子学说。

原子—分子学说是化学的理论基础，其要点如下：

一）分子由不同元素或相同元素的原子所组成，是能保持其特性的最小单位。同种分子性质和质量皆相同，不同分子性质和质量皆不相同。

二）原子是在化学变化中不能分割、不能毁灭的最小微粒。

三）同一元素的原子其性质和质量皆相同，不同元素的

原子其性质和质量皆不同。

四) 一切原子或分子都处在不断运动的状态中。

第二节 元素、单质和化合物、混合物

一、元素

原子的种类很多，在普通化学上把核电荷数相同，即化学性质相同的一类原子叫做元素。

元素是一定种类原子的统称，不管这些原子是游离状态的或者存在于化合物的分子内，都可以叫做元素。例如“氧元素”这个名称，可适用于游离状态的氧原子，也可适用于组成水分子(H_2O)内的氧原子。

二、单质和化合物

如果物质的分子只是由同一种元素的原子组成，这类物质就叫做单质。例如氢气和氧气的分子各由同一种元素所组成，故氢气和氧气都是单质。

一般气态单质的分子往往含有两个原子，例如氢气的分子由两个氢原子组成；氧气的分子是由两个氧原子所组成。

如果物质的分子是由不同种类元素的原子组成，这类物质就叫做化合物。例如水的分子是由氢和氧两种元素的原子所组成；氨的分子是由氮和氢两种元素的原子组成。所以水和氨都是化合物。

分子的种类目前已有几百万种，但组成物质的元素种类却不太多，到目前为止，已发现105种（其中12种是人工制成的），而常见的只有几十种。

三、纯物质与混合物

我们日常所接触的物质有纯物质和混合物之分，所谓纯

物质就是只含有一种分子的物质。混合物则是含有多种分子而其中每种分子各自保持其原有性质的物质。例如将铁粉和硫磺粉均匀地混合在一起，虽然肉眼观察起来好象是一种物质，但铁粉和硫磺粉仍保持其原有的性质，用磁铁就可以将两者分开。

要获得完全不含其它分子的纯物质是十分困难的，因此在实际工作中把允许杂质的最高含量作为物质纯度的指标。在我国，把化学试剂分为实验室试剂、化学纯试剂、分析纯试剂、保证试剂等四个等级。其中保证试剂纯度最高，适用于作工业分析的基准物质或特别精确的分析；分析纯试剂用于一般精密的分析和科研工作；化学纯试剂用于普通的工业分析；实验室试剂用作一般化学实验室或教学上使用。另外还有作为特殊用途的基准试剂、光谱纯试剂或高纯试剂等，这些高纯试剂的杂质含量以百万分之一（P、P、m）或十亿分之一（P、P、b）来表示。

第三节 原子量和分子量 克原子和克分子

一、原子量和分子量

在讲原子量和分子量之前，我们先简单介绍一下原子的组成。原子的组成可粗略的概括如下：

原 子 核	{	质子—每个质子带一个单位正电荷，质量为一个碳单位。
		中子—中子是不带电荷的粒子，质量为一个碳单位。
		电子—每个电子带一个单位负电荷，质量为一个碳单位的 $\frac{1}{1840}$

原子核内的基本粒子是带正电荷的质子（每个质子带一单位正电荷）和不带电荷的中子，故整个原子核是带正电荷的，也称为核电荷。

任何一种元素原子的核电荷数与质子数相同，核外电子数也与它相同，所以整个原子是电中性的。

物质都是有质量的，所以组成物质的分子以及组成分子的原子也是有质量的，从原子的组成来看，电子的质量很小，只有质子质量的 $\frac{1}{1840}$ ，因此原子的质量近似于原子核的

质量，亦即近似于该原子所含的质子与中子的质量之和。原子量就是表示不同原子的相对质量。根据现代物理方法，用质谱仪已经将一切种类的原子真实质量精确地测定出来。

例如：

一个氢原子的质量等于 1.67×10^{-24} 克

一个氧原子的质量等于 2.66×10^{-23} 克

显然，原子的质量是很小的，若以克为单位表示原子的质量，很不方便。因此，国际上采用了一个相对数值，就是用碳原子质量的 $\frac{1}{12}$ 为一个单位来计算原子的质量。这个单位

叫做碳单位。用碳单位表示原子的相对质量就是原子量〔注〕。其意义就是将碳—12原子的质量规定为12，其它原子的质量与它比较所得的相对数值就是这种原子的原子量。通常以A表示。

注：国际原子量委员会决定采用1971年国际原子量，以碳—12等于12为基准。这个新标准使全部原定的原子量减小0.0043%，为一般化学工作者可忽略。

同理，用碳单位表示分子的相对质量，所得的相对数值就是该分子的分子量。分子量也就是组成物质的分子中所含各种原子的质量之总和。通常以M表示。

在写原子量或分子量时，通常省去“碳单位”一词。例如氢的原子量为1.008；氧的原子量为16；氢的分子量为2.016。

二、克原子和克分子

为了适应生产和科学实验的需要，化学工作者在实践中找到了一种既表示物质质量，又表示物质的原子（或分子）个数的特殊量度单位，这就是克原子和克分子。

通过电解实验，测定电解获得一定量的物质所需要的电量来推算出这一定量的物质的原子数目。例如经测定获知，电解银盐溶液时在阴极上要获得107.9克银所需的电量为96500库仑（1个银离子在阴极上得到1个电子变为一个银原子）。由物理实验获知，每个电子的电量是 1.602×10^{-19} 库仑，即是每通过 1.602×10^{-19} 库仑的电量时在阴极上可得到一个银原子，所以通过96500库仑的电量时，得到的银原子数为N，故

$$N : 96500 = 1 : 1.602 \times 10^{-19}$$

$$\text{所以 } N = \frac{96500 \times 1}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.023 \times 10^{23}$$

就是说107.9克银里含有 6.023×10^{23} 个原子。

对于这个数值N曾以十多种方法进行测定，其结果皆相同，N都等于 6.023×10^{23} ，化学上把 6.023×10^{23} 个原子的集体叫做克原子，即是1克原子的任何元素都含有相同数目（ 6.023×10^{23} 个）的原子。这个数值N在自然科学上称为亚

佛加德罗常数。所以只要知道有多少个这样的原子集体即是克原子的数目，就可以知道其中含有的原子个数。

由于各种元素的原子量不同，所以相同原子数的任何元素，它们的总质量并不相同。例如1克原子的氢是1.008克，1克原子的硫是32克等。

1克原子任何元素的总质量叫做该元素的克原子量。克原子量在数值上等于元素的原子量，而以克为单位。通常以G A表示。

由上可知，克原子是一种特殊的量度单位。某元素的1克原子既表示含有一定数目（即N个）的原子，又表示其质量等于以克为单位的该元素的原子量。例如1克原子氧元素，含有 6.023×10^{23} 个氧原子，重16克。

克原子数、克原子量和克数之间的关系是：

$$\text{克原子数} \times \text{克原子量} = \text{克数}$$

克分子和克原子有相同的含义。例如HCl的分子量跟氢（H）的原子量之比是36.5:1即1个HCl分子的质量是H原子质量的36.5倍，故在36.5克HCl里所含的HCl分子数必等于1克氢里所含原子数。同理，只要称取和物质分子量相同的克数的任何物质，它所含的分子数都跟1克氢里所含的原子数相等，都等于 6.023×10^{23} 。因此，化学上把 6.023×10^{23} 个分子的集体叫做克分子。1克分子任何物质的总质量叫做该物质的克分子量。克分子量在数值上等于该物质的分子量，而以克为单位，通常以G M表示。

克分子也是一种特殊的量度单位。某物质的1克分子既表示含有一定数目（N）的分子，又表示其质量等于以克为单位的该物质的分子量。例如1克分子水含有 6.023×10^{23}

个分子，重18克。

同理，克分子数、克分子量和克数之间的关系是：

$$\text{克分子数} \times \text{克分子量} = \text{克数}$$

为了弄清楚克原子或克分子与物质质量之间的关系，现

举例如下：

例1 1克氧是多少克原子？

解： 氧的原子量是16，所以1克原子氧是16克，1克氧则等于：

$$\frac{1 \text{ 克}}{16 \text{ 克/克原子}} = 0.0625 \text{ 克原子}$$

可见，1克氧等于0.0625克原子。

例2 64克氧气是多少克分子？

解： 氧的分子量是32，1克分子氧是32克，64克氧则等于：

$$\frac{64 \text{ 克}}{32 \text{ 克/克分子}} = 2 \text{ 克分子}$$

可见，64克氧等于2克分子。

例3 3克分子硫酸是多少克硫酸？

解： 硫酸的分子量是98，1克分子硫酸是98克，故3克分子硫酸就等于：

$$3 \text{ 克分子} \times 98 \text{ 克/克分子} = 294 \text{ 克}$$

可见，3克分子硫酸等于294克。

由以上例题计算可知：

物质的克原子数（或克分子数）

$$= \frac{\text{物质的克数}}{\text{物质的克原子量(或克分子量)}}$$

第四节 亚佛加德罗定律 气体克分子体积 气体分子的运动特性——气体方程式

一、亚佛加德罗定律

1811年意大利物理学家亚佛加德罗指出：在同温、同压下，相同体积的任何气体都含有相同数目的分子，这个假说后来已为实验所证实。现代叫做亚佛加德罗定律。

前面所述，1克分子的任何物质都含有相同数目的分子即 N (6.023×10^{23}) 个。根据亚佛加德罗定律，相同数目的气体分子，在同样状况下体积相同，则每1克分子气体的体积在相同状况下都相等（由于含有相同数目 6.023×10^{23} 个分子）。

二、气体克分子体积

在化学反应中，有气体参加反应或生成物为气体时，常用气体的体积表示其数量，因为测量气体的体积，较称其重量更为方便，而在实际生产中，有时要从气体的体积来计算它的重量，有时又要从气体的重量来计算它的体积，所以必须明了气体的体积和重量之间的关系。

我们已熟知气体的体积和温度、压力有关，一定量的气体，在温度升高时，体积要增大，压力加大时，体积要缩小。故讨论气体的体积时，应说明它所处的温度和压力条件。要比较气体的体积，必须在同一温度和同一压力的条件下进行。为此，人们规定温度为摄氏零度，压力为1大气压（即760毫米汞柱）时的状况为标准，叫做标准状况。

在标准状况下1克分子气体所占的体积，可以从气体在该状况下测得的密度来求出。例如氢气在标准状况下的密度