

鐵路职工教材

普通化学

杭州鐵路局編



人民鐵道出版社

基 芒

P4
357



铁路职工教材

普通化学

杭州铁路局编

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第010号

新华书店发行

人民铁道出版社印刷厂印

书号1504 开本 $787 \times 1092 \frac{1}{2}$ 印张8 $\frac{1}{2}$ 插页1 字数207千

1959年10月第1版

1959年10月第1版第1次印刷

印数0,601—1,200册

统一书号: K7043.80 定价(4)0.51元

緒 論

我們知道自然界是由各种各样的物質組成的，化学就是研究物質本性和它的变化的科学。化学所研究的对象，是物質的組成、結構、性質及物質的变化，以及研究这些变化而发生的种种現象；同时，还要研究各种物質間的規律性联系和各种物質变化的規律。

化学的研究，首先通过觀察和記述事实开始，并且为了洞察物質变化的本質，还要通过实验加以証实。把观察所得的事实及实验結果加以分析和綜合，最后就有可能歸納出定律。这就是一般研究化学的方法。

根据化学研究的对象及方法，就可以找出和发现物質間的变化客觀規律和內在联系。人們就可以使自然界的变化和力量为人类服务，为社会造福。

在現代生活中，特別是在生产活动中，化学起着非常重要的作用。自然界里只供給我們原料，如矿石、煤、石油、木料和盐等。把这些原料用化学方法处理，就可以得到工业、农业、国防上和日常生活中适合于人类需要的各种产品。例如，从矿石中炼出多种金属，制成各种机器和农具；从煤和石油中制出汽油、染料、肥料、炸藥、医药和杀虫剂等；利用食盐制成重要的酸和碱；利用水和空气合成人造肥料；利用木材制成酒精、紙張和人造絲等等。要生产这些物質，先得知道这些变化是怎样进行的和在什么样的条件下进行的，也就是要知道化学变化的一般規律。

近几十年以来，由于化学科学的发展，在工业生产上已經获得了巨大的成就，它不仅最經濟地利用着天然資源和一

切廢物，而且化學是研究和探求製造各種產品新的和更有效的方法的科學。這樣，人類的生產活動，將不再受自然界的支配，生產事業的發展，將更好地由人類的需要來決定。

我國古代化學生產發展得很早。殷周時代已經有了精美的青銅器，戰國時代已能冶鐵，甚至能煉鋼。其他如造紙、火藥、釀造、瓷器工藝技術等都是我國古代勞動人民的光輝成就。但由於長期受到封建主義的統治，又由於近百年來又受到帝國主義的侵略、壓迫，使我國化學這門科學在近代處於停滯落後的狀態。解放以後，在黨和政府的正確領導下，在全國勞動人民的辛勤勞動下，化學和其他科學一樣，獲得了空前的發展和巨大的成就，從而改變了化學工業落後的面貌。例如，我國過去最薄弱的鋼鐵工業，在短短的幾年內，得到了神速的發展，鋼鐵的產量從1952年的135萬噸到1958年的1108萬噸。目前，我國正在興建50多個鋼鐵企業，這將改變我國原來顯得落後的鋼鐵工業面目，而成為世界上生產鋼鐵較多的國家之一。今年黨中央提出年產鋼1200萬噸的號召，相信我國勞動人民在黨的正確領導下，鋼鐵的生產將可獲得更大的躍進。又如，石油和橡膠過去大部分是依賴國外進口，現在國內的產品是逐年增加，而且人造石油、人造橡膠工廠也正在大量的興建。其他如氮肥、磷肥、農藥、醫藥、染料、塑料、酸和鹼等工業的發展和研究，都有效地配合了國家社會主義經濟建設的需要。

黨和政府一向對化學科學非常的重視，在一天等於二十年的新形勢下，我國的化學已進入空前繁榮的境地。現在我們已經能夠製造工業上所需要的一切金屬和品質優良的特种合金；製成富有經濟價值的高級航空汽油和代替金屬的塑料；製成具有科學意義的人造脂肪和人造蛋白質；此外，如建立了原子能反應堆，放射性同位素被廣泛地用在冶金、化

学、机器、石油、建筑等工业和农林、医疗等科学研究方面；又如，活性染料等的迅速发展，更进一步地证明了我国的化学科学在飞跃发展，并在许多地方已经达到了世界上最先进的水平。我们今后还要继续建立起现代化的钢铁工业、有色金属工业、机器制造工业、电力工业、燃料工业、基本化学工业；我们也要发展交通运输事业、轻工业和农业。要完成这个任务，化学研究与化学工业将起着非常重要的作用。如为了机器制造业的发展，需要冶炼各种品质优良的金属材料；为了交通运输业的发展，需要各种燃料；为了提高农作物产量，需要各种化学肥料和农药杀虫剂；此外，我们还需要大量的水泥、纸张、人造纤维和各种药物等等。在社会主义经济建设里，很难找到与化学工业无关的生产部门。如何满足以上的这一切需要，正是我们研究化学的任务，也就是要以化学知识，利用我国丰富的资源，来为我国实现社会主义和过渡到共产主义社会服务。

目 录

緒論

第一章 化学的基本概念	1
第一节 原子 - 分子論.....	1
第二节 化学式.....	2
第三节 化学反应的类型.....	5
第四节 克原子 克分子.....	6
第五节 当量定律.....	9
第六节 根据分子式和化学方程式的計算.....	12
第七节 气体克分子体积.....	14
第八节 气态物質分子量的測定.....	16
第二章 卤族元素	20
第一节 氯.....	20
第二节 氯化氢和盐酸.....	23
第三节 溴、碘、氟.....	27
第四节 卤族元素的通性.....	28
第三章 門捷列夫周期律和元素周期表	30
第一节 門捷列夫的周期律.....	30
第二节 元素周期表.....	34
第三节 周期表的意义.....	39
第四章 原子結構	42
第一节 原子結構的基本概念.....	42
第二节 元素的性質和原子結構的关系.....	49
第三节 原子結構和周期律.....	52
第五章 分子結構	56
第一节 化学鍵.....	56

第二节	极性分子和非极性分子	61
第三节	氧化还原反应	62
第四节	晶体结构	67
第六章	化学反应速度和化学平衡	73
第一节	化学反应速度	73
第二节	化学平衡	77
第七章	溶液	82
第一节	溶液的一般概念	82
第二节	溶液的浓度	83
第三节	門捷列夫的水化理論	87
第四节	溶液的性質	89
第五节	溶液的导电性 电解	96
第六节	阿侖尼烏斯电离理論	97
第七节	电离的强弱	99
第八节	礆、酸、盐的电离	103
第九节	离子互换反应	106
第十节	水的电离	108
第十一节	盐类的水解	109
第十二节	电解的应用	111
第八章	金属	116
第一节	金属的物理性質	116
第二节	金属的化学性質	119
第三节	原电池	122
第四节	金属的腐蝕及其防止	124
第五节	从矿石中冶炼金属	128
第六节	合金	129
第七节	鈉和鉀	133
第八节	鎂和鈣	138

第九节 銅	142
第十节 鋁	147
第十一节 鐵	153
第十二节 其他重要金屬	172
第九章 非金屬	179
第一节 惰性气体	179
第二节 硫和它的化合物	181
第三节 氮和它的化合物	186
第四节 磷和它的化合物	193
第五节 碳和它的化合物	196
第六节 硅和它的化合物	202
第十章 有机化合物	209
第一节 有机化合物总論	209
第二节 烴 (碳氫化合物)	217
第三节 鏈烴的重要衍生物	235
第四节 碳水化合物	251
第五节 高分子化合物	258
实验 1 認識卤素的性質	266
实验 2 “电离学說”的实验	268
实验 3 金屬的銹蝕和防銹的方法	270
实验 4 鋁和它的化合物的性質	273
实验 5 鋼的淬火和回火	274
实验 6 烴的实验	275

第一章 化学的基本概念

第一节 原子 - 分子論

化学所研究的是物質，是一些物質变成另一些物質的变化，以及伴随这些变化所发生的各种現象。

化学这一門科学的理論基础是原子 - 分子論。分子論的基本內容可以簡要地說明如下：

1. 一切物質都由分子構成，分子是物質的能夠獨立存在的最小微粒，它保持着这种物質的化学性質。
2. 同种物質的分子在重量、大小和其他性質上完全相同，不同物質的分子在重量、大小和其他性質上都不相同。
3. 一切分子都处于不断运动的状态。
4. 分子相互間都具有間隔。

科学上积累了許多事实，証實了物質是由分子构成的。像扩散、固体的熔化、液体的汽化和凝固、气体的液化等等物理現象都是分子真實存在的証明。用电子显微鏡可以拍摄某些物質分子的照片，这是說明物質由分子构成的最有力的証据。

在物理現象里，物質的分子沒有破坏，所以物質也就保持不变。分子是分割物質而不失去它的化学性質的最小微粒。

在化学反应里，物質的分子受到破坏，生成了新物質的分子。

原子論的基本內容可簡要地說明如下：

1. 物質的分子是由更小的微粒——原子組成。原子就是在化學反應里不能再分的最小微粒。

2. 同種原子在重量、大小和其他性質上都相同。

3. 一切原子都處於不斷的运动狀態。

化學反應就是由於原子的运动而發生的。在化學反應里，一種或幾種物質的分子受到破壞，這些分子里的原子組成新物質的分子。

化學反應是原子真實存在的有力證明。因為化學反應的過程說明了分子可以分成更小的微粒——原子。

具有相同化學性質的同種原子叫做元素。元素在游离狀態的時候組成單質。單質的分子是由同一種元素的原子組成。元素在化合狀態的時候組成化合物。化合物的分子是由不同種元素的原子組成。

原子-分子論說明了自然界里的一切物質都是由分子構成的，分子都是由原子組成的；這就揭露出自然界物質在構成上的共同的地方。同時說明了分子和原子是不斷運動着的，化學反應是由於原子運動的結果。

第二節 化 學 式

1813年貝齊里烏斯提出用元素的拉丁名稱的第一個字母或第一個和另一個字母來表示該元素，這些字母叫做**化學符號**。例如，氧 Oxygenium 用“O”表示，氫 Hydrogenium 用“H”表示，汞 Hydrargyrum 用“Hg”表示等。化學符號不僅代表着元素，同時在量的方面還有着一定的意義。例如，“O”一方面代表1個氧原子，另一方面又代表着16個氧單位的氧或1克原子的氧等。

把化學符號組合起來就得到單質或化合物的**化學式**。化學式分為兩類：**最簡單化學式**（最簡式或實驗式）和**真實化**

学式（分子式）。根据分析法所求得化合物的組成和該化合物中所含的元素的原子量，我們就可以确定該化合物的最簡式；除上述条件外，如果还能由实验测出該化合物的分子量，我們就可以完全确定它的分子式了。

例如，根据分析苯的組成結果（含炭92.31%、氢7.69%）与碳和氢的原子量（ $C = 12$ 、 $H = 1$ ），可以得出在苯中碳原子数和氢原子数之比为 $1 : 1$ ，从而确定了苯的最簡式为 CH 。可是苯的分子式还无法确定，它可以是 CH 或 C_2H_2 或 C_3H_3 ……………等。只有在测定了苯的分子量等于 78 后，才可以确定苯的分子式为 C_6H_6 ，而不能是别的。

但是，有一类物质，例如氧化銅，根据它的百分組成与銅和氧的原子量可以求出它的最簡式为 CuO 。由于沒有方法能够测定象氧化銅这一类物质的分子量，因此，也就无法确定它的分子式。为了方便起见，就把那些无法测定它們的分子量的物质的最簡式当作分子式。例如 CuO 既是氧化銅的最簡式，又可当作氧化銅的分子式。

和化学符号一样，分子式不仅代表着单质或化合物，同时在量的方面还有一定的意义。例如， C_6H_6 一方面代表 1 个苯分子，另一方面又代表 78 个氧单位的苯或 1 克分子的苯。 CuO 也是这样。

如果应用元素的化合价这一概念，往往可以很简单地确定化合物的化学式。例如，鋁是 3 价的，氧是 2 价的，当鋁和氧化合时是 2 个鋁原子和 3 个氧原子相互結合，所以氧化鋁的化学式为 Al_2O_3 。

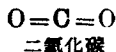
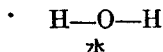
必須注意，并不是所有按照化合价写出来的化学式所代表的化合物实际上都能存在，因此，要按照化合价来組成化学式，只有当我们知道这种化合物能形成时才有意义。但必須指出单质中元素的化合价为零。

化合价的概念还可以从单个原子推广到作为一个整体而参加化学反应的原子团。这种原子团叫做**根**。例如，在水（ H_2O ）中氢氧根（ OH ）是和1个氢原子相结合的，因而是1价；在硝酸（ HNO_3 ）中硝酸根（ NO_3 ）是和1个氢原子相结合的，因而也是1价；在硫酸（ H_2SO_4 ）中硫酸氢根（ HSO_4 ）是1价的，硫酸根（ SO_4 ）则是2价的，其余依此类推。

应用根价来确定较复杂的化合物的化学式往往更为方便，今以硫酸铝为例来说明。铝是3价的，硫酸根是2价的，所以硫酸铝的化学式为 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

由此可以看出，当知道了元素和根的化合价后，通常就可以很快的写出许多化合物的化学式，而不必再去机械地记忆它们。

在化学中，也常用到**结构式**。结构式不仅指出化合物的分子是由什么原子组成的，并且还指出这些原子在分子中是怎样结合的。从下面所列出的几个最简单的化合物的结构式，就可以清楚地看出原子在分子中结合的情形：



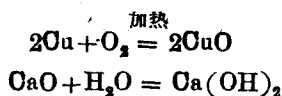
在很多情况下，根据结构式可以解释化合物的性质，可以知道该化合物中元素的化合价等。结构式在有机化学中特别重要。

在化学中，分子式具有丰富的涵义。它首先直接指出某物质是由什么元素组成的，每1个分子中所含有各种元素的原子数；其次根据分子式可以算出物质的分子量、化合物的组成、在稳定状态下一定重量的气体所占有的体积等。

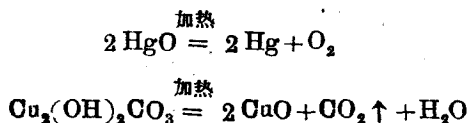
第三节 化学反应的类型

物质的化学反应是多种多样的，但是化学反应的基本类型可以分成以下的四种：

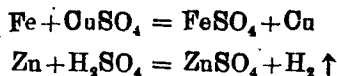
1. **化合反应** 在这种反应里，两种或两种以上物质的分子生成一种新物质的分子。铜在空气里加强热和生石灰跟水的作用都是这种反应的例子。



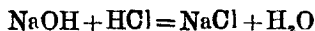
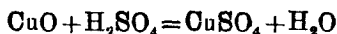
2. **分解反应** 在这种反应里，一种物质的分子分成几种其他物质的分子。氧化汞和碱式碳酸铜的加热分解都是这种反应的例子。



3. **置换反应** 这是单质跟化合物的反应，在这种反应里，单质分子里的原子代替了化合物分子里另一种元素的原子，反应的结果是生成了一种新的单质和一种新的化合物。铁置换硫酸铜溶液里的铜，和锌置换硫酸里的氢都是这种反应的例子。



4. **复分解反应** 在这种反应里，两种化合物互相交换它们的成份而生成两种新的化合物，所交换的成份可能是化合物分子里的一个或几个原子，也可能是几个原子结合的原子团。氧化铜跟硫酸和氢氧化钠跟盐酸的反应，都是这种反应的例子。



在上面的一些反应里，铜跟氧气的化合、氧化汞和碱式碳酸铜的分解等等反应都需要加热。加热能够使物质分子的运动加快，使分子跟分子的碰撞次数增加，因而加热往往能够使化学反应的进行加速。

第四节 克原子 克分子

化学上关于物质的重量，通常是用克做单位的，重量很小的分子和原子是用氧单位的；除此以外，还用一些特殊的单位，例如克原子和克分子。应用了克原子和克分子，不但可以表示出物质的重量，而且还可以表示出一定重量的物质里所含的原子数和分子数。

如果我们取一些氢气和氧气，使这两种气体里的原子数相同。各取 1 克的氢气和氧气，那是达不到这个目的的。因为每一个氧原子的重量大约是氢原子重量的 16 倍，所以 1 克氧气里所含的氧原子数也只有 1 克氢气里的 $\frac{1}{16}$ 。显然只有 16 克氧气里所含的氧原子数才能够跟 1 克氢气里所含的氢原子数相等。

我们还可以推知，多少重量的硫里所含的原子数跟 1 克氢气里所含的氢原子数相等。每一个硫原子的重量都是氢原子的 32 倍，所以 1 克硫里的原子数只有 1 克氢气里的 $\frac{1}{32}$ 。也就是说，只有 32 克硫里所含的硫原子数才能跟 1 克氢气里所含的氢原子数相等。

我们把每一种元素，都推算一下，就会得出一个共同的结论：一定重量的任何元素，如果它的克数跟它的原子量的

数目相同，含有的原子数就等于1克氢气所含的原子数（精确地说应该是1.008克氢，但为了便于理解和以后的计算上的便利起见，就取它的整数）。

元素的一定的量，用克做单位来表示，在数目上跟它的原子量相同，这一定的量叫做克原子。

氢的原子量是1，1克原子氢就是1克；氧的原子量是16，1克原子氧就是16克；硫的原子量是32，1克原子硫就是32克。克原子通常用GA来表示。

1克原子的任何元素都含有同数的原子。这个数字现在也已经研究出来了，大约等于 6.02×10^{23} 个原子。

“克原子”和“原子”这两个概念不要混淆起来，原子非常小，即使把原子量最大的原子100万个放在一起也不能用天平来称。至于克原子不要说是1个，那怕10万分之一，也能称出它的重量来。

图1表明了1克原子的铁、锌、铅等元素所占的体积之比。

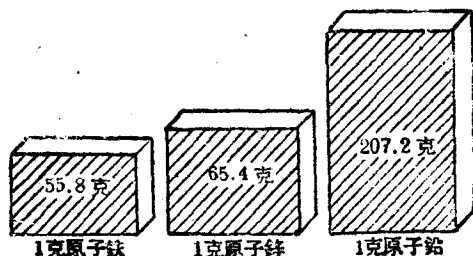


图1 1克原子的几种金属

如果我们取一些水，使这些水里的分子数跟1克氢气所含的氢原子数相同。水的分子量是18氧单位，氢的原子量是1氧单位，所以1个水分子的重量是氢原子重量的18倍。由此可见，18克水里所含的水分子数就等于1克氢气里所含

的氢原子数。

物質的一定的量，用克做單位来表示，在数目上跟它的分子量相同，这一一定的量叫做克分子。

要計算物質的克分子，首先算出它的分子量，把分子量的数目用克做单位来表示，就是这物質的克分子。水的分子量是18，1克分子水是18克，二氧化碳的分子量是44，1克分子的二氧化碳是44克。18克水和44克二氧化碳里所含有的分子数都跟1克氢气里所含有的氢原子数相同。克分子通常用GM来表示。

1克分子的任何物質都含有同数的分子，也就是 6.02×10^{23} 个分子。

图2表明了1克分子水、硫酸等几种物質所占的体积的比。

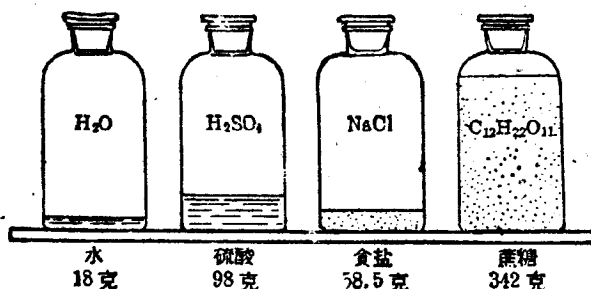


图2 1克分子的几种物質

我們已經知道，克原子和克分子是衡量元素和物質重量的单位，在化学上是常常使用的。

那末怎样把某一重量的元素用克原子来表示和某一重量的物質用克分子来表示呢？

例題1. 160克硫里含有几个克原子硫？

硫的原子量是32，1克原子硫是32克。所以160克硫里

含有 $\frac{160}{32} = 5$ 克原子硫。

要把多少克元素换算成几个克原子，只要用元素的克原子去除元素的重量。

例题2. 196 克硫酸里含有多少克分子？

硫酸的分子量是 $1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$ ，硫酸的 1 克分子是 98 克。所以 196 克硫酸里含有 $\frac{196}{98} = 2$ 克分子硫酸。

要把多少克物质换算成几个克分子，只要用物质的克分子去除物质的重量。

怎样计算几个克分子物质的重量呢？

例题3. 2.5 克分子水等于多少克？

水的分子量是 $1 \times 2 + 16 = 18$ ，1 克分子水是 18 克。2.5 克分子水是 $18 \times 2.5 = 45$ 克。

要把几个克分子物质换算成多少克物质，只要用克分子数去乘物质的克分子。

第五节 当量定律

研究不同元素相互化合或不同化合物相互作用时重量间的关系，引入了当量的概念，发现了当量定律。应用当量和当量定律，可以清楚地表明物质相互作用时重量间的关系。为了说明当量定律，应该先说明当量的涵义。

某元素和 8 份氧或 1 份氢（精确的数值是 1.008 份氢）相化合时，或从化合物中置换此量的氧或氢时所需的量，叫做该元素的当量。

由实验测得，3 份硫和 8 份氧相化合生成二氧化碳，16 份硫和 1 份氢相化合生成硫化氢，23 份钠可从水中置换出 1