

无机化学

上册

湖南长岭炼油厂

出 版 说 明

本书是根据我厂职工教育工作的需要，请湖北化工石油学院李国材副教授来我厂编写的，主要内容是无机化学的基础知识，并注意到结合我厂催化剂等生产装置的实际。我们欢迎使用本书的同志对本书提出改进意见。

湖南长岭炼油厂

一九七九年十月

目 录

绪言	(1)
第一章 空气 氧气	(5)
第一节 空气	(5)
一、空气的组成	(5)
二、大气压力	(7)
三、液态空气	(9)
四、惰性气体	(10)
第二节 氧气	(11)
一、氧气的制法	(11)
二、氧气的性质和用途	(12)
三、氧化和燃烧	(13)
四、氧的同素异形体——臭氧	(15)
习 题	(16)
第二章 氢气 水 过氧化氢	(18)
第一节 氢气	(18)
一、氢气的制法	(18)
二、氢气的性质和用途	(18)
第二节 水	(23)
一、水的性质	(24)
二、水的组成	(25)
三、饱和水蒸气和水蒸气压力	(28)

第三节 过氧化氢·····	(30)
习 题·····	(31)
第三章 分子和原子 元素和单质 ·····	(34)
第一节 分子和原子·····	(34)
一、分子的类型·····	(34)
二、分子量和原子量·····	(34)
第二节 元素和单质·····	(37)
一、化学元素符号·····	(37)
二、分子式·····	(38)
三、化合价和化合物的分子式·····	(40)
习 题·····	(44)
第四章 物质不灭定律 化学方程式 ·····	(47)
第一节 物质不灭定律·····	(47)
第二节 化学方程式·····	(48)
一、化学方程式的种类·····	(48)
二、写作化学方程式的两个基本原则·····	(52)
三、分子式和化学方程式的计算举例·····	(54)
习 题·····	(56)
第五章 氯和钠 ·····	(58)
第一节 食盐·····	(58)
一、氯和钠的原子结构·····	(58)
二、氯化钠的分子形成·····	(60)
三、氯化钠的溶解过程——电离·····	(62)
第二节 氯气 盐酸·····	(65)
一、氯气的制法·····	(66)
二、氯气的性质和用途·····	(66)

三、盐酸·····	(69)
第三节 钠 氢氧化钠·····	(72)
一、钠的性质·····	(72)
二、钠盐·····	(73)
三、氢氧化钠·····	(77)
习 题·····	(78)
第六章 酸 碱 盐 ·····	(82)
第一节 电解质和非电解质·····	(82)
一、溶液的导电性·····	(82)
二、电离学说·····	(84)
第二节 酸、碱、盐·····	(87)
一、含氧酸和不含氧酸·····	(87)
二、氧化物和酸碱盐的关系·····	(91)
三、两性氢氧化物·····	(93)
四、酸碱概念的相对性·····	(99)
五、酸碱的强弱·····	(100)
六、元素的化合价和它的氧化物的 酸碱性·····	(101)
七、酸碱的新概念(酸碱的质子理论)·····	(102)
八、强电解质和弱电解质·····	(104)
九、离子方程式·····	(106)
习 题·····	(110)
第七章 溶液的 性质 ·····	(114)
第一节 溶液和溶解度·····	(114)
一、溶剂、溶质、溶液和溶解度·····	(114)
二、溶液是混合物呢、还是化合物?·····	(115)
三、饱和、不饱和、过饱和 溶液·····	(116)

四、温度对于溶解度的影响	(118)
五、结晶和结晶水	(121)
六、水溶液的水蒸气压力	(121)
第二节 溶液的浓度	(124)
一、一般常用浓度的表示法	(124)
二、化学反应用的浓度表示法	(125)
三、配制溶液举例	(129)
四、关于摩尔作为质量的单位问题	(132)
习 题	(134)
第八章 胶体溶液	(137)
第一节 胶体和胶体溶液	(137)
一、晶体和胶体	(137)
二、分散系和胶体溶液	(138)
第二节 胶体溶液的制备和性质	(141)
一、胶体溶液的制备	(141)
二、胶体溶液里胶团的结构	(142)
三、亲液胶体和憎液胶体	(144)
四、凝胶和溶胶	(147)
习 题	(148)
第九章 元素周期律 物质结构	(150)
第一节 元素周期律	(150)
一、元素的分类	(150)
二、化学元素周期表	(153)
三、周期表内元素性质变化的规律性	(155)
第二节 原子结构	(159)
一、电子云和电子层	(159)

二、核外电子的排布	(163)
三、核的结构和同位素	(166)
四、原子结构和元素周期律的关系	(167)
第三节 分子结构和化学键	(171)
一、离子键和共价键	(171)
二、配位键	(175)
三、氢 键	(176)
四、金属键	(177)
五、晶体的分类	(178)
习 题	(179)
第十章 硫 硫酸	(183)
第一节 硫族元素	(183)
一、硫族元素通性	(183)
二、单质硫	(183)
三、硫化氢和硫化物	(184)
四、硫的氧化物	(188)
第二节 硫酸	(190)
一、接触法制硫酸	(190)
二、硫酸和亚硫酸	(192)
三、硫酸盐、亚硫酸盐和硫代硫酸盐	(195)
四、有关氧化还原反应的问题	(197)
习 题	(201)
第十一章 化学平衡	(204)
第一节 化学反应速度和化学平衡	(204)
一、浓度和质量的关系	(204)
二、质量作用定律	(205)

三、有效碰撞和活化能	(207)
四、化学反应速度常数和化学平衡常数	(210)
第二节 化学平衡	(214)
一、同相平衡和异相平衡	(215)
二、浓度、压力(压强)、温度对平衡移动的影响 ...	(220)
三、可逆反应和不可逆反应	(222)
四、有关平衡常数的计算举例	(224)
习 题	(226)
第十二章 电离平衡	(232)
第一节 弱电解质的电离平衡	(232)
一、电离度和表观电离度	(232)
二、电离平衡和电离平衡常数	(233)
三、水合氢离子和水的离子积	(238)
四、酸碱滴定和酸碱指示剂	(244)
第二节 盐的水解和缓冲溶液	(251)
一、盐的水解	(252)
二、缓冲溶液	(255)
习 题	(258)
第十三章 氮和磷	(262)
第一节 氮族元素 氮	(262)
一、氮气的制备和性质	(262)
二、氨的合成	(263)
三、氨的性质	(266)
四、硝酸和硝酸盐	(268)
五、亚硝酸和亚硝酸盐	(273)
第二节 磷	(275)

一、单质磷和磷的同素异形体	(275)
二、磷的氧化物和含氧酸	(277)
三、磷酸盐和过磷酸钙	(278)
习 题	(279)
第十四章 碳和硅	(282)
第一节 碳族元素·碳	(282)
一、自然界中的碳	(282)
二、碳的同素异形体	(283)
三、二氧化碳和一氧化碳	(286)
四、氰化氢和氰化物	(290)
五、氰酸和硫代氰酸	(292)
六、燃 料	(293)
七、自然界中碳的循环	(295)
第二节 硅	(296)
一、单质硅	(296)
二、二氧化硅	(298)
三、硅酸和硅酸盐	(299)
四、分子筛	(303)
习 题	(305)
第十五章 碱金属和碱土金属	(308)
第一节 碱金属	(308)
一、碱金属通性	(308)
二、碱金属的氧化物和氢氧化物	(309)
三、碱金属盐类	(311)
第二节 碱土金属	(313)
一、碱土金属通性	(314)

二、氧化物和氢氧化物	(314)
三、碱土金属盐类	(316)
习 题	(318)
第十六章 铜族元素 锌族元素	(320)
第一节 铜族元素	(320)
一、铜族元素通性	(321)
二、铜及其化合物	(321)
三、银及其化合物	(325)
四、金及其化合物	(327)
第二节 锌族元素	(328)
一、锌族元素通性	(328)
二、锌、镉、汞的化合物	(329)
第三节 电池和氧化还原的关系	(332)
一、电池和电解槽	(333)
二、标准氧化电势	(336)
习 题	(341)
第十七章 硼和铝 稀土元素 (镧系)	(345)
第一节 硼	(345)
一、硼和硼化合物	(345)
二、硼砂珠反应	(347)
三、硼烷和硅烷	(348)
第二节 铝	(349)
一、铝的制法、性质和用途	(350)
二、铝盐	(352)
三、氢氧化铝和氧化铝	(353)
第三节 钪族元素 稀土元素	(356)

一、镧系元素金属的性质和电子层结构	(356)
二、稀土元素的化合物	(357)
三、锆系元素	(360)
习 题	(361)
第十八章 锡和铅 钛和锆	(363)
第一节 锡和铅	(363)
一、锆、锡、铅的氧化物和氢氧化物的酸碱性 ..	(363)
二、锡和锡化合物	(364)
三、铅和铅化合物	(366)
第二节 钛和锆	(368)
一、钛和钛化合物	(369)
二、锆和锆化合物	(370)
习 题	(370)
第十九章 V、VI、VII三族金属元素	(372)
第一节 砷、铋、铊、钒	(372)
一、砷和砷化合物	(372)
二、铋和铋化合物	(374)
三、铊和铊化合物	(375)
四、钒和钒化合物	(376)
第二节 铬、钼、钨	(377)
一、铬的化合物	(378)
二、钼的化合物	(381)
三、钨的化合物	(382)
第三节 锰和铈	(382)
一、锰的化合物	(383)
二、铈	(386)

习 题	(387)
第二十章 铁族元素 铂族元素	(390)
第一节 铁族元素	(390)
一、铁和钢	(390)
二、铁和铁化合物	(394)
三、从金属的腐蚀谈到马口铁和白铁	(398)
四、钴和镍	(403)
第二节 铂族元素	(406)
一、铂和钯	(406)
二、铱和铑	(408)
三、钨和钨	(408)
习 题	(409)
第二十一章 络合物	(412)
第一节 复盐和络盐	(412)
一、什么是络离子和络合物?	(412)
二、络离子的配位数	(415)
三、简单离子和络离子的关系	(421)
四、复盐和络盐的关系	(422)
第二节 硅酸铝和硅铝酸盐	(424)
一、什么是酸?	(424)
二、关于 SiO_2 和 Al_2O_3 的酸性 问题	(427)
三、硅酸铝和硅铝酸	(428)
四、关于硅铝酸盐的酸中心问题	(429)
习 题	(431)
附 录	(433)

绪 言

我们人类生活在周围世界中，每日无数次与自然物——动植物（包括微生物）和无生物——相接触，且能观察自然界的各种现象。这一切自然物和自然界的现象是离开我们的意识而独立存在的，同时又是我们感觉的源泉。我们是通过认识自然界的各种现象而认识自然物的存在的。我们把这一切的自然物叫做物质。

世界上没有不运动的物质，也没有无物质的运动。毛主席指出：“人的认识物质，就是认识物质的运动形式，因为除了运动的物质以外，世界上什么也没有，而物质的运动则必取一定的形式。”物质的运动形式是多种多样的，按照从低级到高级的顺序排列起来，可分为机械的、物理的、化学的、生物的以及人类社会的五种。化学主要是研究物质的化学运动形式。

物质通常有三种聚集状态，叫做物质的三态，即固态、液态和气态。在一定条件下，这三种状态可以相互转化。在常温常压下，水是液体，温度降低到一定程度时，液态水可以凝固成为固态的冰；温度升高到一定程度时，水可以沸腾而气化为水蒸汽，其实液态水在常温下已在变为气体了，只是气化的程度没有沸腾那么厉害罢了。所谓常温就是指在室温（ 20°C ）左右；所谓常压就是一个大气压力。在科学上规定：在空气中一个大气压力下，液态水结冰的温度为 0°C ，液态水沸腾的温度为 100°C ，在水结冰和水沸腾的温度之间划分为100等分，每一等分叫做 1°C 。水结冰或气化为水蒸

汽，冰融化为水或水蒸汽凝结为水，这些都是水的运动形式，这种运动形式只是物质三态之间的变化，只是水的状态变化，而水并没有变成新的物质。象这样物质的三态变化的运动形式，叫做物理运动或物理变化。除了物质的三态变化以外，分子的热运动和电、光、声等都是物理运动。

在日常生活中，我们也常常碰到另一类物质变化的现象。例如，煤炭的燃烧，碳和空气中的氧气相互作用生成二氧化碳气体，并产生热和光；铁以及铁制品在潮湿空气里生锈。这类物质的变化有一个共同特点，就是原物质的组成发生了变化，转变成另一种新的物质。这种有新物质产生的运动形式叫做化学运动或化学变化。也常叫做化学反应。

物质的某些性质，不经过化学变化就能表现出来，这些性质叫做物理性质，例如：颜色、气味、状态、熔点、沸点、硬度等。物质的另一些性质，只有在发生化学变化时才表现出来，这些性质叫做化学性质，例如：煤碳燃烧、铁生锈、动植物腐烂等。

物质的变化，无论物理变化也好，化学变化也好，都一定伴随着能量的变化，因为运动就包含着能量，而物质和运动是不可分割的。例如：水气化为水蒸汽时吸收热能，凝固为冰时放出热能。恰相反，水蒸汽冷凝为水时放出热能，冰融化为水时吸收热能。这些是物理变化伴随能量变化的例子。又如：碳燃烧变成二氧化碳时放出热能，把石灰石（碳酸钙）放在高温窑里加热分解成为生石灰（氧化钙）和二氧化碳时吸收热能。相反地，墙壁上石灰与空气中二氧化碳化合生成坚固的碳酸钙的反应是放热的。至于二氧化碳，如果设法使它分解成为碳和氧气，那就必然是吸热反应。

物质是由分子组成的，物质可以分割成为分子，分子是保持原物质的化学性质不变的最小微粒，但物质在分割成为分子的前后，它的物理性质是起了变化的，至少聚集状态起了变化。分子又可分割为原子，原子是发生化学变化的基本微粒，化学变化（或化学反应）实际上是不同原子或同样原子的重排。原子是由原子核和核外的电子组合而成的，所以原子可以再分割为核和电子；原子核还可以分割为质子和中子。中子、质子、电子，这些叫做基本粒子。按照辩证唯物主义的观点，这些基本粒子将来也会被分割成更小的粒子，物质是无限可分的。

化学反应就是原子的重排。研究原子的化分（即化学分解，把两个或多个原子分开）和化合（即化学结合，把两个或多个原子结合起来），研究在怎样的条件下按照我们所需要的方式化分和化合，以及化分和化合运动中的能量变化怎样，等等，这些就是化学这门科学的主要任务。

学习化学，掌握了物质的化学运动规律，我们就有可能有目的地进行物质的转化工作，以廉价而资源丰富的水、空气、煤、石油以及各种矿石为原料，制造出各种产品，如酸碱、化肥、农药、炸药、药品、合成纤维、合成塑料和合成橡胶等，从日常生活所需到尖端工业的各种特殊材料。石油的精炼，包括各种燃料油和各种化工原料的生产，都需要高深的化学知识。近年来在工业上大搞综合利用，把废气、废液和废渣变为有用的物质，消除空气和水的污染，改善环境卫生，造福人民，也成为化学这门科学的迫切任务。

毛主席教导我们：“实践的观点是辩证唯物论的认识论之第一的和基本的观点，”我们要紧密结合工农业生产实际，

特别要结合本厂实际的有利条件,努力学习化学,攀登科学高峰,为在本世纪我国实现四个现代化而贡献出自己的力量。

习 题

- 1.是不是一定要我们感觉到的东西才叫做物质?为什么?
- 2.为什么说人类的社会运动也是物质运动的形式?
- 3.是不是所有的物质都一定有物质三态的变化?
- 4.为什么水结冰的温度恰好是 0°C ,水沸腾的温度恰好是 100°C ?

5.什么叫做物理变化?什么叫做化学变化?试判定下列各变化,哪种属于物理变化?哪种属于化学变化?

- (1)电流通过灯泡而发光;(2)敲打锣鼓发出声音;
(3)生石灰加水变成熟石灰;(4)玻璃打碎;(5)蓝黑墨水变黑;
(6)食物的消化;(7)煤油灯发光;(8)煮饭和炒菜;
(9)石油的分馏;(10)柴油的裂化。

6.举例说明:哪些物理变化是吸热的?哪些物理变化是放热的?哪些化学变化是吸热的?哪些化学变化是放热的?

7.你怎样理解化学反应是不同的原子或相同的原子的重排?

8.分子可分割成原子,问原子又分割成什么粒子?

第一章 空气 氧气

第一节 空 气

人们生活在地球表面的空气层里，其情形好象海底动物生活在水层下面一样。空气对于人类的重要更甚于水对于鱼类。没有食物没有水，人们还可维持几天的生命。如果没有空气，几分钟内就要死亡。地球表面的空气层，通常称为大气。鱼在海底深处承受着上面的水层压力，而人在地面上承受着上层的大气压力，尽管我们并不经常注意到大气压力的存在。

空气这么重要，那么空气究竟是由哪些气体组成的呢？大气压力不仅表明空气层的压力，而且作为工业用的压力单位经常碰到，有必要着重讲解一下。

一、空气的组成

空气是多种气体的混合物，其中主要的成分是氮气和氧气。就体积讲来，氮气约占整个空气的 $\frac{4}{5}$ ，而氧气约占 $\frac{1}{5}$ 。可作一个实验，观察其结果如何。如图1—1所示，在一个水槽的水面上放置一个小凹形铁盘(1)，盘内放一小块黄磷(白磷)(2)，然后罩上一个钟形罩(3)。取下罩塞(4)，插入一根烧红的铁丝点燃黄磷后，立即塞上罩塞(4)。黄磷在罩内燃烧生成白烟五氧化二磷(5)，不一会火灭了，白烟溶解于水消失了，则见罩内水面上升约至 $\frac{1}{5}$ 体积。如果需要量准这个体积，必须在罩外加水至与罩内水面平齐。这个