

数理化基础知识

H_2O

HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4

HCl , H_2S , HCN

无机化学

山东科学技术出版社

数理化基础知识

无机化学

《无机化学》编写组

山东科学技术出版社

内 容 提 要

本书是《数理化基础知识》中的一本，主要介绍了无机化学基本概念和基本定律，溶液，化学反应，元素周期律和原子结构，常见元素及其化合物的重要性质、反应规律和重要应用等基础知识。还编有26个简单易行的实验，以提高读者实际操作能力。每节后有练习题，每章后有小结和复习题，书末附有习题答案。本书通俗易懂，联系实际，突出重点。

本书对具有初中以上文化水平的读者，是一本很好的自学用书，也是一本在校学生很好的学习参考书，还可作为中等业余学校的教材用。

数理化基础知识

无机化学

《无机化学》编写组

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东人民印刷厂印刷

*

787×1092毫米32开本 17.75印张 372千字

1983年9月第1版 1983年9月第1次印刷

印数：1—8,000

书号 13195·91 定价 1.50元

编者的话

数学、物理、化学是重要的基础学科。它已经渗透到人们的全部实践活动。纵览宇宙，运算天体，探索粒子之微，揭示生命之谜，从高深抽象的科学理论，到人们丰富繁杂的日常生活无处不用数理化。今天，在向四化进军中，越来越显示出学好数学、物理、化学的重要作用。

从提高整个中华民族的科学文化水平出发，为配合业余教育的全面开展，满足广大读者自学的迫切需要，特别是为了帮助考大学的青年和在校学生加深对课本知识的理解，提高分析问题和解决问题的能力，我们编写了这套《数理化基础知识》。其中，《代数》3册，《几何》、《三角》、《解析几何》、《微积分》各一册；《物理》4册；《无机化学》、《有机化学》各一册。

在编写过程中，我们根据成人和速成的特点，参照教育部现行中学教学大纲的内容，由浅入深，循序渐进，着重讲清数学、物理、化学的基本概念和基本知识，对每一章中的关键性问题都做了重点介绍，并重视了运算技巧的训练和分析总结解题规律。每册书都选有一定数量的综合性习题，在选习题时还注意了习题的典型性，以培养读者举一反三的能力。每章后有小结，难度大的习题有提示，每册书末有答案备查。

这套基础知识丛书，可供中等业余学校作教材用，也可作为知识青年和干部的自学用书，还可供考大学的青年和在校学生学习参考。

目 录

引言	(1)
第一章 化学基本概念和基本定律	(3)
第一节 物质的变化	(3)
第二节 分子 原子	(6)
第三节 元素 元素符号	(12)
第四节 原子量	(15)
第五节 分子式 分子量	(16)
第六节 化合价	(20)
第七节 化学方程式	(24)
第八节 摩尔	(30)
小结	(35)
复习题一	(38)
第二章 空气 氧气	(42)
第一节 空气的组成和分离	(42)
第二节 稀有气体的性质和用途	(43)
第三节 氧气	(44)
小结	(49)
复习题二	(50)
第三章 氢气 水	(52)
第一节 氢气	(52)
第二节 水	(59)
小结	(65)
复习题三	(67)

第四章 溶液 胶体	(69)
第一节 溶液 悬浊液 乳浊液	(69)
第二节 溶解和结晶	(70)
第三节 溶解度	(75)
第四节 溶液的浓度	(83)
第五节 胶体	(96)
小结	(102)
复习题四	(104)
第五章 化学反应速度与化学平衡	(106)
第一节 化学反应速度	(106)
第二节 化学平衡	(113)
第三节 化学平衡的移动	(119)
小结	(125)
复习题五	(127)
第六章 元素周期律和原子结构	(129)
第一节 元素周期律和元素周期表	(129)
第二节 原子结构	(135)
第三节 原子结构与元素周期律	(151)
小结	(164)
复习题六	(165)
第七章 化学键与分子结构	(168)
第一节 化学键	(168)
第二节 分子间作用力	(184)
第三节 晶体结构	(190)
小结	(197)
复习题七	(198)
第八章 电解质溶液和电离平衡	(200)
第一节 电解质	(200)

第二节	水的电离	·····	(212)
第三节	盐的水解	·····	(218)
小结	·····		(226)
复习题八	·····		(227)
第九章	氧化—还原反应	·····	(230)
第一节	基本概念	·····	(230)
第二节	干电池和蓄电池	·····	(239)
第三节	金属的腐蚀和防护	·····	(241)
第四节	电解与电镀	·····	(247)
小结	·····		(251)
复习题九	·····		(254)
第十章	卤族元素	·····	(256)
第一节	卤族元素的通性	·····	(256)
第二节	卤素单质	·····	(260)
第三节	卤化氢	·····	(266)
第四节	卤素的含氧化合物	·····	(272)
第五节	氯碱工业	·····	(278)
小结	·····		(283)
复习题十	·····		(286)
第十一章	氧族元素	·····	(288)
第一节	氧族元素的通性	·····	(288)
第二节	氧化物 过氧化物	·····	(290)
第三节	硫和它的化合物	·····	(293)
第四节	接触法制硫酸	·····	(304)
小结	·····		(311)
复习题十一	·····		(315)
第十二章	氮族元素	·····	(317)
第一节	氮族元素的通性	·····	(317)

第二节	氮和它的化合物	(320)
第三节	磷和它的化合物	(334)
第四节	合成氨工业	(341)
第五节	硝酸工业	(349)
小结		(353)
复习题	十二	(359)
第十三章	碳族元素	(361)
第一节	碳族元素的通性	(361)
第二节	碳	(364)
第三节	硅	(375)
第四节	硅酸盐工业	(382)
小结		(387)
复习题	十三	(390)
第十四章	碱金属和碱土金属	(392)
第一节	碱金属和碱土金属的通性	(392)
第二节	碱金属和碱土金属的单质	(395)
第三节	碱金属和碱土金属的化合物	(402)
第四节	纯碱工业	(408)
小结		(413)
复习题	十四	(416)
第十五章	铝	(418)
第一节	铝	(418)
第二节	铝的化合物	(422)
第三节	铝的冶炼	(426)
小结		(429)
复习题	十五	(431)
第十六章	铁	(432)
第一节	铁的性质	(432)

第二节	铁的化合物	(435)
第三节	生铁的冶炼	(440)
第四节	钢的冶炼	(446)
第五节	合金	(452)
	小结	(455)
	复习题十六	(459)
第十七章	过渡元素	(461)
第一节	过渡元素的通性	(461)
第二节	几种过渡元素	(467)
第三节	络合物	(479)
	小结	(487)
	复习题十七	(489)
实验部分		(491)
实验一	加热方法	(491)
实验二	玻璃操作和塞子钻孔	(496)
实验三	氧气的制备和性质	(500)
实验四	氢气的制备和性质	(502)
实验五	溶液和胶体	(503)
实验六	化学反应速度与化学平衡	(507)
实验七	同周期、同主族元素性质的递变	(510)
实验八	电离平衡和盐类水解	(512)
实验九	氧化—还原反应	(515)
实验十	卤素	(517)
实验十一	硫及其化合物	(520)
实验十二	氮和磷	(524)
实验十三	碱金属、碱土金属	(527)
实验十四	铝及其化合物	(530)
实验十五	铁及其化合物	(532)

实验十六 络合物的生成和性质	(534)
习题答案	(537)
附录一 酸、碱和盐的溶解性表 (20℃)	(556)
附录二 常用酸液、碱液的百分比浓度、 比重和当量浓度.....	(557)
附录三 弱酸、弱碱的电离常数表	(557)
元素周期表	

引 言

无机化学是化学的一个分支。它主要研究无机物的组成、性质、结构及化学变化的规律。

无机化学有着悠久的历史。早在十五世纪末，在制造药剂、冶金等方面有了进展，积累了较多的无机化学知识，并发现了许多化合物，如硝酸、硫酸、氨、矾等。十八世纪到十九世纪，无机化学已成为一门独立的体系。质量守恒定律、原子论、分子论等相继确立，为无机化学奠定了理论基础。到了1808年，英国化学家道尔顿（Dalton J., 1766—1844）提出原子论后，随着就发现了不少新元素，如锂、钠、钾、镁、钙等。1869年，俄国化学家门捷列夫（Менделеев Д.И., 1834—1907）发现了周期表，使无机化学又有所发展，新元素、新的化合物不断发现。二十世纪三十年代以来，无机化学更是得到了迅速发展，尤其是五十年代后，大量无机化合物的合成和发现，并采用现代物理化学方法进行研究，应用新的实验手段，从而对无机物结构和变化规律有了比较系统的认识，形成了较完整的理论体系。

无机化学随着生产的发展，积累了越来越多的新资料和新内容，并且与其它学科相互渗透和交叉，又派生出了不少新的分支学科，如生物无机化学、无机固体化学等。无机化学与生物、物理、数学之间的相互渗透，也加速了本身的发展。

无机化学是一门实验性很强的学科，一方面通过实验，加深对基本理论、基础知识的认识，并提高观察、分析问题的能力。另一方面新实验手段的应用，如电子计算机的应用，使无机化学在实验方面发生了革命性的变化，达到了较高的水平。

无机化学是基础学科，在科学技术和生产中都起着重要的作用。本书用现代的观点，简要介绍了周期律、物质结构、化学平衡、电解质电离、氧化—还原反应等理论知识，并用理论说明无机物内在的本质的联系，从而掌握化学变化的规律。同时也扼要地介绍了重要元素及化合物的特性、典型反应等基本知识。为了突出无机化学的实验性，本书还选编了一部分实验，以引起读者的重视，并培养他们具有一定的实验技能。

第一章 化学基本概念和基本定律

第一节 物质的变化

一、物质的状态

物质以固体、液体、气体三种状态存在，各种状态都有各自的特征而互相区别。然而物质的三种不同状态在一定的条件下又是可以互相转化的。例如，水在通常状况下是液体，若加热至沸点，水便由液体转化成气体（水蒸气）；若使水温降至 0°C 时，水便由液体开始转化为固体（冰）。

（一）固体

组成固体的粒子排列比较紧密，它们只能在某一固定的位置上作热振动，而不能自由运动，因此固体具有一定的形状。自然形成而有一定几何形状的固体物质称为**晶体**，如食盐，明矾，蓝矾等。另外，如玻璃、石蜡、松香、橡胶、沥青等固体物质，它们没有一定的晶体结构和几何外形，这些物质称为**无定形固体或非晶态物质**。

由于条件不同，同一物质可以形成晶体，也可以形成无定形固体。如石英是二氧化硅的晶体，而燧石则是二氧化硅的无定形固体。

（二）液体

组成液体的粒子相互间引力明显，保持紧密的接触，与气体相比，液体的分子运动受到较大的束缚。因此液体具有

流动性，它的形状随容器的形状而定，几乎不能被压缩。

液体在沸点以下，可以从表面蒸发成气体；当受热至沸点时，液体内部也开始变成气体。

（三）气体

组成气体的分子间距较大，彼此的引力较小，所以气体分子可以自由运动。气体的体积受温度，压力的影响显著，具有压缩性，它的形状因容器不同而改变。

气体具有扩散性。把一种气体引入一个抽空的容器内，它立即分布在其中并充满整个容器。因此将几种不同的气体放在一起，它们很快就较均匀地混和起来。

一般固体受热到一定的温度便熔化为液体。但是有的物质受热时，在还未熔化之前就发生了分解，如碳酸氢铵，氧化汞，碳酸钙等。也有的固体受热时，可以越过熔化为液体的阶段，由固体直接变成蒸气，这种现象叫**升华**，如碘、萘等。

二、物质的变化

（一）物理变化

我们知道，水在适当条件下，变成水蒸气；灯丝通电时呈现白炽，这些都是物质的外形和状态的变化，这种只发生物质的状态或外形的改变，没有生成新物质的变化，叫做**物理变化**。物理变化是物质运动的一种形式。

（二）化学变化

我们常遇到不同于物理变化的另一种物质运动的形式，如铁制品在潮湿的空气里生锈，木炭在空气里燃烧。象这样有新物质生成的变化称为**化学变化**，这些新物质在化学组成

和性质上都与变化前有所不同。化学变化又叫化学反应。化学变化往往伴随着发生某种形式能量的释放或吸收，如发光，热量的吸收或放出、颜色的改变、沉淀的生成、气体的放出等。

物理变化和化学变化又是互相联系的。在化学变化的过程中往往伴随着物理变化例如蜡烛燃烧产生二氧化碳和水是化学变化。在燃烧过程中固态蜡烛受热熔化便是物理变化。

三、物质的性质

物质的性质就是物质自身所具备的特征。

(一) 物理性质

不经过化学变化就能表现出来的物质的性质叫做物理性质。物质常见的物理性质包括：状态、颜色、气味、熔点、沸点、硬度、密度、比热、溶解性等。

物质的物理性质一般是指一个大气压、常温状况下的性质。若压力温度发生改变，则某些物理性质也相应发生改变。因此在特定条件下的物理性质要注明特定情况。

(二) 化学性质

须发生化学变化时才能表现出来的物质的性质，叫化学性质。如：氢气在氧气或空气里燃烧，表现出氢气具有可燃性；二氧化碳气体通入澄清的石灰水后，石灰水即刻变浑，表现二氧化碳能与氢氧化钙反应的性质。

习 题 1—1

1. 下列变化是物理变化还是化学变化？为什么？

(1) 煨烧石灰石 (2) 汽油挥发 (3) 火药爆炸 (4) 小麦磨成面粉 (5) 地瓜干酿酒 (6) 铜锭轧成铜条 (7) 鸡蛋变臭

2. 试举出日常生活里三个物理变化和三个化学变化的例子。

3. 叙述你所知道的关于铜、水和酒精的性质,在这些性质中哪些是物理性质? 哪些是化学性质?

4. 你根据物质的哪些性质鉴别下列各对物质? (1) 水和酒精 (2) 铜和铝 (3) 食盐和蔗糖 (4) 煤末和黑火药 (5) 醋和煤油

第二节 分子 原子

一、分 子

分子是构成物质的一种微粒。它非常小,平时我们眼睛看不到它,但是分子的存在,从日常生活中就可以说明。例如:将几滴醋撒落在地上,立即可以闻到它的气味。这是因为醋酸分子的不断运动扩散到空气中去了。

物质单个的分子不能保持该物质某些物理性质,而化学性质仍然能够保持着。所以说分子是能够独立存在的保持物质化学性质的一种微粒。

分子处于不断运动的状态,如水的蒸发,就是水分子的不断运动,克服了分子间的吸引而从液面逸出,扩散到液体上面的空间里去了。分子之间是有间隔的,但间隔的大小因物质的状态、温度、压力等因素的不同而不同。如物体的热胀冷缩,就是温度升高或降低使分子间的间隔增大或变小而造成的。同种分子其质量的大小及性质完全相同,不同种的分子其质量大小及性质则不同。

二、原 子

分子是由更小的微粒——原子组成。原子是化学变化中的最小微粒。

有些物质是由原子直接构成的。如金属、某些非金属、稀有气体等；有些物质是由分子构成，而这些分子是一定数目的原子结合而成。如氢气、氧气、氯气、氮气等为双原子分子。

化学变化是原子运动的一种形式。在化学变化时，是分子的断裂而原子重新组合成新分子，原子本身是不变化的，即不生成另一种原子。原子以不同的组合方式组成了数百万种物质的分子。

三、原子的组成

原子虽小，但它可以再分。

原子是由居于原子中心的带正电荷的一个原子核和核外若干个带负电荷的电子组成。原子核又是由质子和中子组成的。一个质子带一个单位正电荷（电量为 1.602×10^{-19} 库仑），它的质量为 1.6726×10^{-24} 克。中子不带电，质量为 1.6749×10^{-24} 克。原子核所带的正电荷数就是核内质子数目。

原子核外有高速运动的电子。一个电子带一个单位的负电荷（电量为 1.602×10^{-19} 库仑），它的质量为 9.109×10^{-28} 克，是质子质量的 $\frac{1}{1837}$ 。

由于整个原子是电中性的，所以原子核所带的电量与核