



《中学课程课外读物》

北京市海淀区教师进修学校主编

高二化学

自学解难



重庆出版社 华夏出版社

中学课程课外读物

高二化学自学解难

附 参 考 答 案

北京市海淀区教师进修学校主编

重庆出版社 华夏出版社

一九八七年·重庆

责任编辑 叶小荣

高二化学自学解难

重庆出版社、华夏出版社出版
新华书店重庆发行所发行 重庆新华印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张9 字数210千
1987年7月第一版 1987年7月第一版第一次印刷
印数：1—200,000

ISBN 7-5366-0100-X

G·70

书号：7114·600 定价：1.30元

前 言

为了帮助具有中等文化水平的青年和初、高中学生更好地掌握中学课程内容，并提高他们的文化科学知识水平，由部分教学经验比较丰富的中学教师和教学研究人员编写了这套《中学课程课外读物》。它包括语文、数学、外语、政治、历史、地理、物理、化学、生物等学科。

课外读物应该有利于课堂教学。编写时，我们注意依据教学大纲，紧密结合教材，体现各学科自身的特点，突出重点，剖析难点，开阔视野，启迪思维，开发智力，培养能力，力求使这套书成为中学生和知识青年的具有针对性、启发性、实用性的课外读物，成为家长指导和检查学生学习的助手，并可供教师备课时参考。

这套读物的《化学自学解难》部分，其特点是突出了化学是一门以实验为依据的基础科学，它不仅可以帮助学生丰富化学知识，又能紧密配合课堂教学，而且还体现了编者的教改经验。书中的每一讲都包括：“读读、想想”“例题、习题”和“练练、做做”等三部分内容。

“读读、想想”部分，主要是明确本讲的主要内容、重点难点、知识的内在联系以及学习方法等。其中涉及的思考问题供学生分析和判断，帮助提高分析问题和解决问题的能力。

“例题、习题”部分，精选了部分有针对性的综合练习

题，目的是让学生进一步掌握本讲的重点和难点，加深对化学基础知识的理解，领会解题的思路。

“练练、做做”部分，选择了A、B两组练习题。A组题侧重于基础知识的考查。B组题注意了加强综合性和灵活性。这两组题供读者学完这一讲后，自我练习时选用。书后附有各讲练习题的答案，以便读者检查学习效果。

书中有*的部分，表示国家教育委员会颁布的“两种要求”中“较高要求”的内容。

《化学自学解难》共分四册（初三、高一、高二、高三各一册），参加本册书编写的有：

北京大学附属中学 刘石文

清华大学附属中学 吴效衡

北京六十七中学 唐云汉

全书由北京市海淀区教师进修学校王家骏、孙贵恕、解桂珍审定。

由于编者水平所限，书中难免有疏漏或不足之处，欢迎读者批评指正。

北京市海淀区教师进修学校

目 录

| | |
|-------------------------|--------|
| 第一讲 化学键和分子结构 | (1) |
| 一、读读、想想 | (1) |
| (一) 离子键 | (1) |
| (二) 共价键 | (5) |
| (三) 非极性分子和极性分子 | (10) |
| (四) 分子间作用力 | (13) |
| *(五) 氢键 | (14) |
| 二、例题、习题 | (15) |
| (一) 例题 | (15) |
| (二) 习题 | (19) |
| 三、练练、做做 | (20) |
| A 组 | (20) |
| B 组 | (25) |
| 第二讲 氮族 | (31) |
| 一、读读、想想 | (31) |
| (一) 氮族元素 | (31) |
| (二) 氮气 | (35) |
| (三) 氨 铵盐 | (39) |
| (四) 硝酸 硝酸盐 | (46) |
| (五) 磷 磷酸 磷酸盐 | (51) |
| (六) 氧化-还原反应方程式的配平 | (54) |

| | |
|------------------------|-------|
| 二、例题、习题 | (56) |
| (一) 例题 | (56) |
| (二) 习题 | (63) |
| 三、练练、做做 | (66) |
| A 组 | (66) |
| B 组 | (68) |
| 第三讲 化学反应速度和化学平衡 | (72) |
| 一、读读、想想 | (72) |
| (一) 化学反应速度 | (72) |
| (二) 化学平衡 | (81) |
| (三) 影响化学平衡的条件 | (85) |
| (四) 合成氨工业 | (91) |
| 二、例题、习题 | (93) |
| (一) 例题 | (93) |
| (二) 习题 | (97) |
| 三、练练、做做 | (100) |
| A 组 | (100) |
| B 组 | (103) |
| 第四讲 硅胶体 | (109) |
| 一、读读、想想 | (109) |
| (一) 碳族元素 | (109) |
| (二) 硅及其重要化合物 | (111) |
| (三) 硅酸盐工业简述 | (117) |
| (四) 胶体 | (119) |
| 二、例题、习题 | (124) |
| (一) 例题 | (124) |
| (二) 习题 | (129) |

| | |
|--------------------------|-------|
| 三、练练、做做 | (132) |
| A 组 | (132) |
| B 组 | (137) |
| 第五讲 电解质溶液 | (142) |
| 一、读读、想想 | (143) |
| (一) 强电解质和弱电解质 | (143) |
| (二) 电离度和*电离常数 | (146) |
| (三) 水的电离和溶液的pH值 | (152) |
| (四) 盐类的水解 | (158) |
| (五) 酸碱的当量浓度 | (166) |
| (六) 酸和碱的中和反应 | (175) |
| (七) 原电池 金属的腐蚀和防护 | (178) |
| (八) 电解和电镀 | (181) |
| 二、例题、习题 | (188) |
| (一) 例题 | (188) |
| (二) 习题 | (193) |
| 三、练练、做做 | (195) |
| A 组 | (195) |
| B 组 | (197) |
| 第六讲 镁 铝 | (203) |
| 一、读读、想想 | (204) |
| (一) 金属键 | (204) |
| (二) 镁和铝的性质 | (208) |
| (三) 镁和铝的重要化合物 铝的冶炼 | (218) |
| (四) 硬水及其软化 | (226) |
| 二、例题、习题 | (227) |
| (一) 例题 | (227) |

| | |
|---------------|-------|
| (181) (二) 习题 | (232) |
| (182) 三、练练、做做 | (234) |
| (183) A 组 | (234) |
| (184) B 组 | (236) |
| (185) 附：参考答案 | (241) |

第一讲 化学键和分子结构

我们已学习过，一种元素的性质主要决定于该元素的原子核外电子排布，但常见的物质中，除惰性气体外都不是以单原子的形式存在的，而是以原子与原子相互结合成分子或晶体的形式存在的。因此，寻找影响物质性质的微观原因时，除了要考虑原子结构方面的因素以外，还必须考虑分子结构、晶体结构方面的因素。所谓分子结构和晶体结构，就是指原子或原子团、离子等微粒在分子或晶体内的结合方式和空间排列。本讲就是学习原子是怎样相互结合，以及分子结构、晶体结构与物质性质的关系等初步知识。

一、读读、想想

自然界中有几百万种物质，各有自己的独特性质，但都由一百多种元素中的某些元素的原子结合而成。原子既然可以结合成稳定的分子或晶体，就说明原子间必然存在着相互作用。在分子或晶体内，相邻的两个或多个原子间强烈的相互作用，叫做化学键。

化学键的主要类型有离子键、共价键和金属键等。

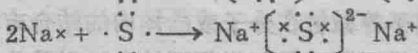
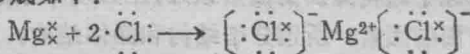
(一) 离子键

1. 离子键的形成

当活泼金属(如碱金属、碱土金属)与活泼非金属(如卤

素、氧族元素)反应时,活泼金属原子的电离能很小,容易失电子而成阳离子,活泼非金属原子很容易结合电子而成阴离子。阴阳离子间由于静电引力而互相吸引,但当它们充分接近时,离子的电子云之间及原子核之间产生排斥力,当吸引力和排斥力相等时,相互作用达到平衡,这时体系的能量最低,于是阴阳离子间形成了稳定的化学键。阴阳离子间通过静电作用而形成的化学键叫做离子键,通过离子键结合而成的化合物叫做离子化合物。第IA、IIA族的活泼金属元素跟第VIA、VIIA族的活泼非金属元素化合时都能形成离子键。

离子化合物的形成过程可用电子式表示,如 $MgCl_2$ 和 Na_2S 的形成如下:



2. 离子晶体

离子化合物在室温下通常是晶体,离子间通过离子键结合成的晶体叫做离子晶体。在离子晶体内,阴、阳离子按一定规律在空间排列。如图1—1所示,在 $NaCl$ 晶体里,每个 Na^+ 离子同时吸引着6个 Cl^- 离子;每个 Cl^- 离子也同时吸引着6个 Na^+ 离子,我们把每个离子周围所吸引的带异性电荷

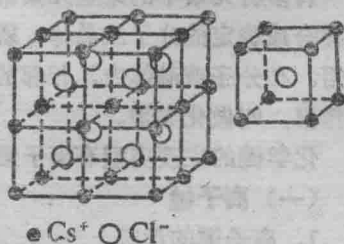
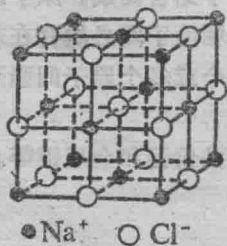


图1-1 $NaCl$ 的晶体结构

图1-2 $CsCl$ 的晶体结构

的离子数叫做该离子的配位数。在NaCl晶体里Na⁺和Cl⁻的配位数都是6，在CsCl晶体里Cs⁺和Cl⁻的配位数都是8。同一种离子在不同的晶体里配位数可以不同，但每种晶体中，离子的配位数则是一定的，离子的配位数一般在8以内。在离子晶体里不存在单个分子，但晶体里，阴、阳离子数目的比则是一定的，如NaCl、CsCl晶体里，阴、阳离子的个数比都是1:1。因此，严格说来NaCl、CsCl等不应叫分子式，而应是用元素符号表示物质组成的化学式。

离子晶体内，由于离子键结合牢固，离子只能在结点上振动，没有自由移动的离子，因此，离子化合物有较高的熔点和沸点，较高的硬度。质脆，晶体时不导电，熔化或溶于水后有自由离子产生时，才能导电。

离子晶体内离子间相互结合力的大小，可用晶格能来表示。并规定：从气态阴、阳离子结合成1摩尔晶体时所放出的能量叫做该晶体的晶格能。离子晶体的晶格能越高，表示离子化合物越稳定，熔点、沸点也越高，硬度也较大。

3. 离子结构对离子化合物性质的影响

(1) 离子的电荷

离子是带电荷的原子或原子团，离子间的作用力是离子所带的相反电荷所产生的，离子所带的电荷越多，阴、阳离子间的静电引力越大，从而使离子晶体的晶格能增大，该物质的熔点、沸点相应升高。例如：

| 离子晶体 | NaCl | MgO | CaO | Al ₂ O ₃ |
|-------|------|------|------|--------------------------------|
| 熔点(℃) | 801 | 2825 | 2927 | 2054 |
| 沸点(℃) | 1465 | 3260 | 3500 | 2980 |

(2) 离子半径

阳离子半径比相应的原子半径小，这是因为当原子失去最外层的电子而形成阳离子时，不仅减少一个电子层，而且因核外电子减少而使原子核对其余各层的电子吸引力增强，使各层电子比中性原子时更靠近原子核。

阴离子半径比相应的原子半径大，这是因为当原子获得电子而形成阴离子时，因核外电子数目增多，减小了原子核对各个电子的吸引力而增加了电子之间的相互排斥力，使电子云较为疏松，半径则增大。

对于电子层结构完全相同的离子，随着核电荷数的逐渐增加，离子半径逐渐减小。例如：

| 离子 | ${}_{9}\text{F}^{-}$ | ${}_{11}\text{Na}^{+}$ | ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$ | ${}_{13}\text{Al}^{3+}$ |
|---------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 核外电子排布 | $1s^2 2s^2 2p^6$ | $1s^2 2s^2 2p^6$ | $1s^2 2s^2 2p^6$ | $1s^2 2s^2 2p^6$ |
| 离子半径(10^{-10} 米) | 1.33 | 0.97 | 0.65 | 0.5 |

离子半径的大小对离子化合物的性质也有重大影响。在离子晶体里，离子半径越小，离子间的作用力越大，从而晶体的晶格能也越大，使该物质的熔点也越高。例如：

| 离子化合物 | NaF | KF | RbF | CsF |
|--------------------------|------|------|------|------|
| 熔点($^{\circ}\text{C}$) | 995 | 858 | 775 | 703 |
| 阳离子半径(10^{-10} 米) | 0.97 | 1.33 | 1.47 | 1.67 |

(3) 离子的电子层结构

主族元素所形成的离子的电子层一般是饱和的，离子的

核外电子层结构一般和相应的惰性元素的电子层结构相同。
例如：

第二周期的Li、Be所形成的 Li^+ 、 Be^{2+} 等离子最外层是两个电子，其电子层结构与氦原子相同；第二周期的O、F所形成的 O^{2-} 、 F^- 等离子与第三周期的Na、Mg、Al所形成的 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 等离子，它们的最外层是8个电子，其电子层结构与氩原子相同；第三周期的S、Cl所形成的 S^{2-} 、 Cl^- 等离子与第四周期的K、Ca所形成的 K^+ 、 Ca^{2+} 等离子，它们的最外电子层也是8个电子，其电子层结构与氩原子相同。

副族元素和第Ⅷ族元素所形成的离子的电子层常常是不饱和的。例如， Fe^{3+} 最外层有13个电子， Cu^{2+} 最外层有17个电子等等。

离子的电子层结构对离子化合物的性质也有一定的影响。例如， Na^+ 和 Cu^+ 都是+1价离子，半径也接近， Na^+ 半径为0.95， Cu^+ 半径为0.94(单位皆为 10^{-10} 米)，但 Na^+ 外层电子构型为 $2s^2 2p^6$ ，而 Cu^+ 外层的电子构型是 $3s^2 3p^6 3d^{10}$ 。它们所形成的同类型化合物性质存在较大的差异。例如， NaCl 易溶于水，而 CuCl 几乎不溶于水等。

(二) 共价键

1. 共价键的形成

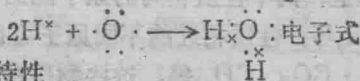
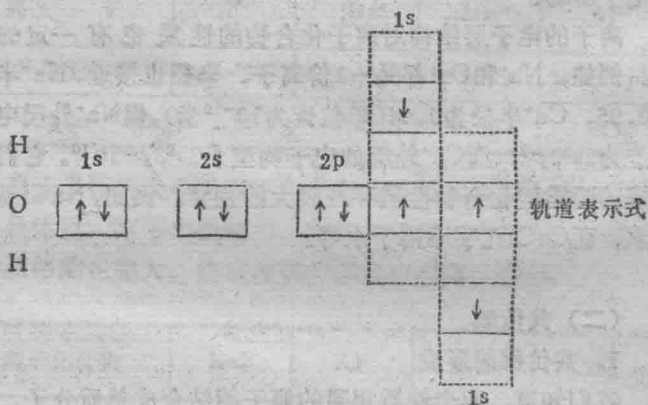
我们知道，两个性质相同的原子能结合成单质分子，如 H_2 、 Cl_2 、 N_2 等；性质相近的不同原子可以结合成化合物分子，如 HCl 、 CO_2 、 CH_4 等，这些物质在由非金属原子结合成分子的过程中不会有电子的得失，它们之间不能形成离子键。那么，这些分子又是怎样形成的呢？它们是通过共价键而形成的分子。所谓共价键，就是原子间通过共用电子对(电

子云重叠) 而形成的化学键。

共价键是怎样形成的呢? 首先成键原子的双方都具有未成对电子, 且自旋方向相反。这些自旋方向相反的未成对电子, 可以偶合构成电子对, 每一对电子偶合成一个共价键。自旋方向相反的未成对电子在同一轨道上配对时, 体系能量降低, 形成稳定的共价键, 这是符合泡利不相容原理和能量最低原理的。另外, 电子配对是通过电子云重叠来完成的, 电子云重叠越多, 体系能量越低, 所形成的共价键越稳固。因此, 共价键是尽量采取电子云密度最大的方向进行重叠, 使两核间的电子云密集, 从而增强原子间的相互作用形成的。

用轨道表示式、电子式可以表示共价键的形成过程。

例如: H_2O 分子的形成



2. 共价键的特性

共价键和离子键在本质上是完全不同的, 离子键是通过原子间得失电子形成的, 共价键是通过原子间共用电子对形成的。另外, 共价键还有自己的特性即方向性和饱和性, 而

离子键则没有这两个特性。

(1) 共价键的饱和性

一个原子有几个未成对电子，就可和几个自旋相反的电子配对成键，这就是共价键的饱和性。例如，两个氢原子各有一个未成对电子，且自旋相反，它们就能配对成键，结合成 H_2 ，如果第三个氢原子趋近于 H_2 ，却不能再形成电子对而生成 H_3 分子。

(2) 共价键的方向性

由于共价键的形成是尽可能沿着电子云密度最大的方向，而我们知道，除 s 轨道的电子云无方向性外，其它轨道(p 轨道、 d 轨道等)的电子云都具有一定的伸展方向。所以，当 s 电子和 p 电子配对成键时，只有沿着 p 轨道的对称轴方向重叠才是最大的重叠，才能形成稳定的共价键，这就是共价键有方向性的原因(图1-3)。(但当 s 电子云之间重叠成键时，则是没有方向性的。如 H_2 分子中的共价键。)

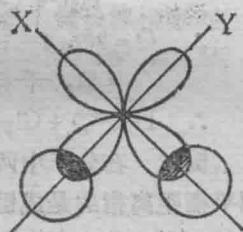
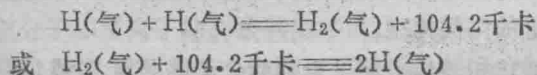


图1-3 硫化氢分子的成键

3. 共价键的键能、键角、键长

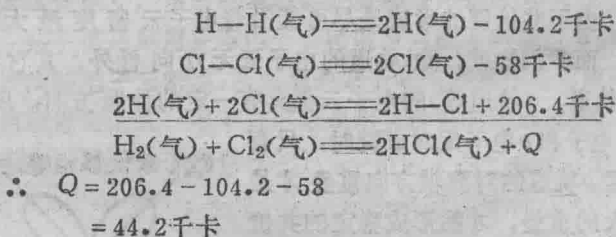
键能 键能是从能量的观点衡量化学键强弱的物理量。并规定，在气态下，某两个原子间形成1摩尔键时所释放出的热量，或拆开1摩尔键时需吸收的热量为该化学键的键能，单位是①千卡/摩尔。例如：



① 1千卡 = 4.186千焦

键能越大，表示化学键越牢固，含有该键的分子越稳定。例如：H—Cl 键能为 103.2千卡/摩尔，H—I 为 71.4千卡/摩尔，HCl比HI就稳定得多，HI 受热易分解，而HCl一般受热却很难分解。

键能和反应热有密切的联系，利用键能数值可以估算反应热。例如：已知 H—H 和 Cl—Cl，H—Cl 的键能分别为 104.2、58、103.2(千卡/摩尔)，则H₂和Cl₂反应生成HCl的反应热为，



键长 在分子中两个原子核间的平衡距离叫做键长。所谓平衡距离指的是成键原子间引力和斥力达到平衡时原子核间的距离。其中引力主要是由自旋相反的未成对电子之间成键时所产生的，斥力是由原子核间、电子之间所引起的。通常，两个原子间所形成的键越短，越牢固。

键角 在分子中键和键之间的夹角叫做键角。键角是反映分子空间结构的重要因素之一。由于共价键具有饱和性和方向性，因此，分子内键角的大小是一定值，从而决定了分子具有一定的空间构型。

利用键角和键长数据可以判断分子的几何构型(即空间结构)。例如：

水分子中两个O—H键的夹角是 104.5°，这就说明水分