

普通高级中学新教材（试验本）同步立体训练

北京九所名校



高三化学

第三册（上）

本书主编 张绛珠 北京石景山区中学化学教研室主任 高级教师

北京大学附中

教

清华大学附中

师

北京师范大学附中

编

北京四中

写

北京师范大学实验中学

中国人民大学附中

组

团结出版社 ● 知识出版社

普通高级中学新教材（试验本）同步立体训练

北京九所名校金牌解题

高三化学

（第三册·上）

主 编 向佐初
副主编 鲁 月

本书主编：

张绛珠：北京市石景山区中学化学教研室主任、
高级教师

团结出版社
知识出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

北京九所名校金牌解题.高三化学.第三册·上.试验本/向佐初主编;张绛珠分主编. - 北京:团结出版社,知识出版社,2000.7

ISBN 7-5015-2666-4

I. 北... II. ①张... III. 化学课-高中-教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 67150 号

北京九所名校金牌解题丛书编委

胡国燕	刘德齐	戴凤春	张燕华	阮国杰
陈伟聪	刘晓昭	冀幼华	李建华	郝铁英
范仲平	张绛珠	郑妍	李意如	刘锄非
羿阳	鲁月	李妍华	余传隆	马玉森
吴建新	张美莉	杨春明	陈杰勋	陈鸿征
陈家骏	容建新	范雅妍		

本书撰稿者

张绛珠	周亚宏	王永森	张景富	张莉	杜素英
尹鲜芝	薛艳梅	檀猛	檀梓栋	张季	张卫徐元

出版: 团结出版社 知识出版社 (北京市东皇城根南街 84 号)

[电话 (010) 8205.9220 6513.3603(发行部)6524.4792(编辑部)]

<http://www.tuanjiebs.com> E-mail: unitypub@263.net

经销: 全国新华书店

印刷: 长沙鸿发印务实业有限公司

开本: 787×1092 毫米 16 开 印张: 7.25 字数: 117 千字

版次: 2001 年 7 月 第二版 印次: 2002 年 7 月 (长沙) 第二次印刷

书号: ISBN 7-5015-2666-4/G·1308

定价: 8.00 元(平) (如有印装差错, 请与本社联系)

目 录

教材解析

第一单元	晶体的类型与性质	(1)
第一节	离子晶体、分子晶体和原子晶体	(1)
第二节	金属晶体	(8)
第二单元	胶体的性质及其应用	(12)
第一节	胶体	(12)
第二节	胶体的性质及其应用	(14)
第三单元	化学反应中的物质变化和能量变化	(18)
第一节	氧化还原反应方程式的配平	(18)
第二节	重要的氧化剂和还原剂	(23)
第三节	离子反应的本质	(29)
第四节	化学反应中的能量变化	(38)
第五节	燃烧热和中和热	(43)
第四单元	电解原理及其应用	(45)
第一节	电解原理	(45)
第二节	氯碱工业	(57)
第五单元	硫酸工业	(60)
第一节	接触法制硫酸	(60)
第二节	关于硫酸工业综合经济效益的讨论	(66)

测试卷

第一单元	晶体的类型与性质	(71)
第二单元	胶体的性质及其应用	(77)
第三单元	化学反应中的物质变化和能量变化	(80)
第四单元	电解原理及其应用	(85)
第五单元	硫酸工业	(90)
期中考试卷		(94)
期末考试卷		(99)
测试卷参考答案		(104)

第一单元 晶体的类型与性质

第一节 离子晶体、分子晶体和原子晶体

一、重点难点分析

【重点】

1. 晶体

(1)概念:通过结晶形成的具有规则的几何外形的固体,叫晶体.如 NaCl 是无色立方晶体.

(2)晶体有规则外形的原因:在晶体里构成晶体的微粒(如分子、原子、离子)是有规则地排列的,晶体有规则的几何外形是构成晶体的微粒的有规则排列的外部反映.构成固体的微粒若是无规则地堆积,它的外形也就无规则,该固体为非晶体.

2. 离子晶体

(1)离子晶体

离子间通过离子键结合而成的晶体叫离子晶体.以离子键结合的化合物是离子化合物,离子化合物在常温下以离子晶体的形式存在.如 NaCl、CsCl、CuSO₄、KNO₃、(NH₄)₂SO₄ 等离子化合物,在常温下都是离子晶体.

(2)离子晶体中不存在分子

离子晶体中的阴、阳离子不是杂乱无章地堆积,而是按一定规律在空间排列.在每个阳离子周围排列一定数目的阴离子,在每个阴离子周围排列一定数目的阳离子,阴、阳离子由静电引力作用相互结合.如在 NaCl 晶体中,不存在单个的 NaCl 分子,每个 Na⁺ 离子同时吸引着 6 个 Cl⁻ 离子,每个 Cl⁻ 离子周围也同时吸引着 6 个 Na⁺ 离子.在 NaCl 晶体中,阳离子与阴离子数目之比是 6:6=1:1.所以,化学式 NaCl 是表示该离子晶体中离子的个数比. CsCl 晶体中,每个 Cs⁺ 离子同时吸引着 8 个 Cl⁻ 离子,每个 Cl⁻ 离子同时吸引着 8 个 Cs⁺ 离子.在 CsCl 晶体中阴离子与阳离子的个数比是 8:8=1:1,化学式 CsCl 就是表示这种晶体中阴、阳离子之比.

(3)离子晶体的物理性质

①离子晶体具有较高的熔点、沸点,难挥发.离子晶体中,阴、阳离子间有强烈的相互作用(离子键),要克服离子间的相互作用力使物质熔化和沸腾,就需要较多的能量.因此,离子晶体具有较高的熔点、沸点和难挥发的性质. NaCl、CsCl 的熔点分别是 801℃、645℃;沸点分别是 1413℃、1290℃.而共价化合物 H₂O 的熔点为 0℃、沸点为 100℃,这就低得多了.

②离子晶体硬而脆.离子晶体中,阴、阳离子间有较强的离子键,离子键表现了较高的硬度.当晶体受到冲击力作用时,部分离子键发生断裂,导致晶体破碎.

③离子晶体不导电,熔化或溶于水后能导电.离子晶体中,离子键较强,离子不能自由移动,即晶体中无自由移动的离子,因此,离子晶体不导电.当升高温度时,阴、阳离子获得足够能量克服了离子间相互作用,成了自由移动的离子,在外界电场作用下,离子定向移动而导电.离子化合物溶于水时,阴、阳离子受到水分子作用变成了自由移动的离子(或水合离子),在外界电场作用下,阴、阳

离子定向移动而导电。

④大多数离子晶体易溶于极性溶剂(如水)中,难溶于非极性溶剂(如汽油,煤油)中。当把离子晶体放在水中时,极性水分子对离子晶体中的离子产生吸引,使晶体中的离子克服了离子间的作用而使用,变成在水中自由移动的离子。

3. 分子晶体

(1)分子间作用力

又叫范德华力。分子间作用力不是化学键,且比化学键弱得多。如 HCl 分子间的作用力为 21kJ/mol ,而 HCl 分子中 H-Cl 键能为 431kJ/mol 。分子间作用力对物质物理性质有影响。分子晶体要熔化、要气化、要溶解都要克服分子间的作用力。分子间作用力越大,物质熔化和气化时需要的能量就越多,物质的熔点和沸点就越高。

(2)分子晶体

分子间以分子间作用力构成的晶体叫做分子晶体。如冰,干冰等。由于分子间作用力很弱,因此,分子晶体具有较低的熔点、沸点和较小的硬度,且熔化成液体都不导电。

4. 原子晶体

(1)原子晶体

相邻原子之间以共价键相结合而形成空间网状结构的晶体叫做原子晶体。如金刚石、晶体硅、二氧化硅。

(2)原子晶体中不存在分子

原子晶体中的微粒是原子,这些原子以共价键结合向空间发展形成空间网状结构。因此,在晶体中不存在单个分子。所以原子晶体的化学式如 SiO_2 代表二氧化硅中硅元素和氧元素原子个数比为 1:2,并不代表分子。

(3)原子晶体的物理性质

原子晶体中,原子间用较强的共价键相结合,要使物质熔化和气化就要克服共价键作用,需要很多的能量。因此,原子晶体一般都具有很高的熔点和沸点,并难溶于水。如金刚石的熔点高于 3550°C ,沸点 4827°C 。

5. 石墨晶体

(1)石墨晶体结构

石墨晶体是层状结构,在每一层内,碳原子排列成六边形,一个个六边形排列成平面的网状结构,每一个碳原子都跟其他 3 个碳原子相结合。在同一层内,相邻的碳原子以共价键相结合,层与层之间以范德华力相结合。

(2)石墨晶体不是原子晶体。是原子晶体与分子晶体之间的一种过渡型晶体。

(3)石墨的物理性质

由于石墨结构的特殊性,它的物理性质为熔点很高,有良好的导电性,还可做润滑剂。

6. 晶体类型判别

金属晶体:金属单质,合金。

离子晶体:含离子键的物质:可溶性碱,大部分盐,少量金属氧化物及“类盐”。

原子晶体:仅有几种,金刚石、金刚砂(SiC)单质 Si(晶体)、石英。

分子晶体:大部分有机物、所有酸、非金属单质。

7. 物质熔沸点的判断

原子晶体原子间键长越短,键能越大,共价键越稳定,物质熔沸点越高,反之越低。

离子晶体阴阳离子半径越小,电荷数越高,离子键越强,熔沸点越高,反之越低.

金属晶体金属原子的价电子数越多,原子半径越小,金属阳离子与自由电子静电作用越强,金属键越强,熔沸点越高,反之越低.

分子晶体分子间作用力越大,物质的熔沸点越高,反之越低(具有氢键的分子晶体熔沸点反常地高).

- (1)组成和结构相似的分子晶体,分子量越大,分子间作用力越强,物质的熔沸点越高;
- (2)在高级脂肪酸油脂中,不饱和程度越大,熔沸点越低;
- (3)烃、卤代烃、醇、醛、羧酸等有机物一般随着分子里碳原子数增多,熔沸点升高.
- (4)同分异构体:同分异构体链烃及其衍生物的同分异构体随着支链增多,熔沸点降低.
- (5)相同碳原子数的有机物,分子中官能团不同,一般随着分子量增大,熔沸点升高,官能团相同时,官能团数越多熔沸点越高.

8. 晶体类型一般规律为

原子晶体 > 离子晶体 > 金属晶体 > 分子晶体

【难点】

1. 相似相溶原理

极性分子是易溶于极性分子中(如 HCl 易溶于水),非极性分子易溶于非极性分子中(如 Br₂ 易溶于 CCl₄ 中).

2. 结合化学键以及晶体的分类

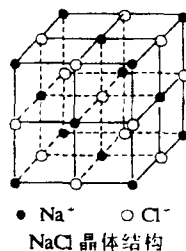
根据物质的化学式以及结构特点判断属于哪种晶体,进而分析其物理性质(硬度、熔沸点、导电导热性、水溶性)以及与其他物质进行物理性质上的比较.对于分子晶体来说,同一类型的分子晶体如 F₂、Cl₂、Br₂、I₂,随着分子量增大,分子间作用力增大,导致熔沸点升高.

3. 晶体化学式的确定

某些晶体的组成,可用平均分配法来确定.下面举例用该法确定几种晶体的组成.

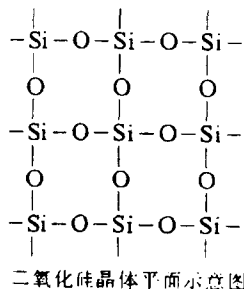
(1)氯化钠晶体

根据氯化钠的晶体结构,以一个中心 Cl⁻ 为例,它周围有 6 个 Na⁺. 每个 Na⁺ 周围又有 6 个 Cl⁻, 即每个 Na⁺ 被 6 个 Cl⁻ 均分,其中中心 Cl⁻ 周围有 6 个 Na⁺, 共提供的 Na⁺ 数相当于 $6 \times 1/6 = 1$ 个,即 Na⁺ 与 Cl⁻ 的个数最简比为 1:1, 所以氯化钠晶体的最简式应为 NaCl.



(2)二氧化硅晶体

根据二氧化硅的晶体结构平面示意图可得,每个硅氧四面体的中心 Si 原子与 4 个 O 原子以共价键相结合,而每个 O 原子又与 2 个 Si 原子结合,故 1 个 O 原子需被 2 个中心 Si 原子均分,每个 O 原子都给中心 Si 原子提供了其 1/2 个.那么每个中心 Si 原子周围 4 个 O 原子共提供的 O 原子为 $4 \times 1/2 = 2$ 个,即 Si 原子与 O 原子个数最简比为 1:2,故二氧化硅晶体的最简式为 SiO₂.



(3)碳化硅晶体

碳化硅晶体的结构与金刚石的结构相似,每个 C 原子与周围 4 个 Si 原子以共价键结合,形成正四面体结构,每个 Si 原子又与周围 4 个 C 原子以共价键结合,向空间延伸,形成立体网状结构.任意确定一正四面体中心的一个原子为讨论对象,如 C 原子,它周围有 4 个 Si 原子,而每个 Si 原子又被 4 个 C 原子均分,所以每个 Si 原子仅向中心 C 原子提供了其 1/4, 4 个 Si 原子共向该 C 原子提供的 Si 原子相当于 $4 \times 1/4 = 1$

个.故碳化硅晶体中 C 与 Si 的原子个数比为 1:1,碳化硅的最简式为 SiC.

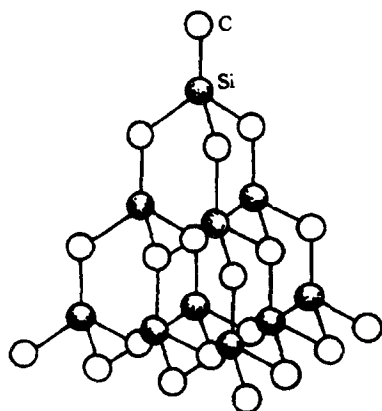
这类原子型共价化合物和分子型共价化合物不同,它们的熔点很高,硬度也很大.因为它要使它发生状态变化,将涉及 Si 和 C 之间的共价键的断裂,这是很不容易的.

4. 化合物的类型与晶体类型的判断

化合物的类型的判断:注意与离子键、共价键的关系.晶体类型的判断:注意抓晶体的特点.

5. 晶体的空间构型

要善于展开空间想象,抓准每个质点为几个环,或几个面,或几个立方体所共有.



二、典型例题分析

例 1 下列物质所属的晶体类型分类正确的是

金刚砂 SiC 的结构

	原子晶体	分子晶体	离子晶体
A	石墨	冰	金刚石
B	萤石	固态氨	食盐
C	石膏	氯化铯	皓矾
D	金刚石	干冰	芒硝

分析:根据晶体的组成微粒间的相互作用这两方面判断,石墨、萤石、石膏不是原子晶体,氯化铯是离子晶体,A、B、C 分类均有错,芒硝是硫酸钠晶体,是离子晶体,只有 D 的分类正确.

答案:D

例 2 共价键、离子键和范德华力是构成物质微粒间的不同作用,下列物质中只含有上述一种作用的是()

- A. 干冰 B. 氯化钠 C. 氢氧化钠 D. 碘

分析:干冰是分子晶体,分子内存在共价键,分子间存在范德华力,A 不符.氯化钠是离子晶体,只存在离子键,B 符合.氢氧化钠是离子晶体,不仅存在离子键,还存在 H-O 间共价键,C 不符.碘也是分子晶体,分子内存在共价键,分子间存在分子间作用力,D 不符.

答案:B

例 3 在解释下列物质性质的变化规律与物质结构间的因果关系时,与键能无关的变化规律是()

- A. HF、HCl、HBr、HI 的热稳性依次减弱
B. 金刚石的硬度大于硅,其熔、沸点也高于硅
C. NaF、NaCl、NaBr、NaI 的熔点依次减低
D. F₂、Cl₂、Br₂、I₂ 的熔、沸点逐渐升高

分析:HF、HCl、HBr、HI 热稳性依次减弱是因为它们的共价键键能逐渐减小的原因,与键能有关,A 不符;金刚石硬度大于硅,熔、沸点高于硅是因 C-C 键键能大于 Si-Si 键键能,B 不符;NaF、NaCl、NaBr、NaI 的熔点依次减低是它们的离子键键能随离子半径增大逐渐减小的原因,C 也不符;

F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 为分子晶体,熔、沸点高低由分子间作用力决定,与键能无关.

答案:D

例 4 碳化硅(SiC)是一种晶体,具有类似金刚石的结构,其中碳原子和硅原子的位置是交替的,在下列三种晶体中:①金刚石,②晶体硅,③碳化硅,它们的熔点由高到低的是()

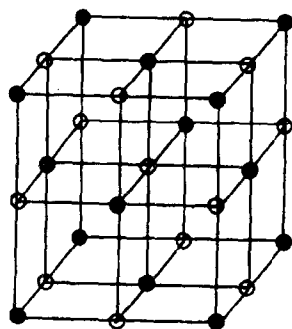
- A. ①③② B. ③①② C. ②③① D. ②①③

分析:金刚石,晶体硅都是原子晶体,由题意可知碳化硅也是原子晶体.原子晶体熔、沸点高低由键能决定,键能大小与键长有关.键长越短,键能越大,熔点越高;而原子半径大小是决定键长的重要因素.根据碳和硅在周期表中的位置可知, $r_C < r_{Si}$,从而推知键长 $C-C < C-Si < Si-Si$,即可得出结论,A 正确.

答案:A

例 5 食盐晶体是由钠离子,且均为等距离的钠离子(图中的“●”)和氯离子(图中的“○”)组成的,且均为等距离的交错排列.已知食盐的密度是 $2.2\text{g}/\text{cm}^3$,阿伏加德罗常数为 $6.02 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}$.在食盐晶体中两个距离最近的钠离子中心间的距离最接近于()

- A. $3.0 \times 10^{-8}\text{cm}$ B. $3.5 \times 10^{-8}\text{cm}$
C. $4.0 \times 10^{-8}\text{cm}$ D. $5.0 \times 10^{-8}\text{cm}$



分析:由 NaCl 晶体结构可知,1 个 NaCl 晶胞由 8 个小立方体构成,每个小立方体的 8 个顶点分别由 4 个 Na^+ , 4 个 Cl^- 相邻占据,如图,每个 Na^+ 、 Cl^- 都只有 $1/8$ 占据在小立方体中,因而每个小立方体含有 Na^+ 为 $1/8 \times 4 = 1/2$ 个, Cl^- 为 $1/8 \times 4 = 1/2$ 个,故每个小立方体含有 NaCl 为 $1/2$ 个,设每个小立方体的边长为 $a\text{cm}$,则有 $a^3 \times 2.2 = \frac{1}{2} \times 58.5 \div (6.02 \times 10^{23})$

答案: $a \approx 2.8 \times 10^{-8}(\text{cm})$.两个最近的钠离子的中心距离 $d = \sqrt{2}a = 4 \times 10^{-8}(\text{cm})$ 故选 C.

例 6 下列各组物质,前者的沸点高于后者的是()

- A. 干冰与固态二硫化碳 B. NaCl 晶体与 KCl 晶体
C. 金刚石与晶体硅 D. 干冰、氧化钠、二氧化硅

错选 A、D

分析:A 中干冰与固态 CS_2 均为分子晶体,其熔、沸点取决于分子间作用力,结构相似的物质,一般相对分子质量越大,分子间作用力也越大.故干冰的熔点比固态 CS_2 低. B 中 NaCl 的离子键强于 KCl,所以 KCl 熔点低于 NaCl 熔点. C 中金刚石与晶体硅的比较取 $C-C$ 、 Si-Si 的强弱. D 中干冰分子晶体,氧化钠是离子晶体、二氧化硅原子晶体,熔点为干冰 $<$ 氧化钠晶体 $<$ 二氧化硅晶体.

正确答案:选 B、C

例 7 某物质的晶体中有 A、B、C 三种元素,其排列方式如图所示(其中前后两面心上的 B 原子未能画出),晶体中 A、B、C 的原子个数之比依次为()

- A. 1:3:1 B. 2:3:1 C. 2:2:1 D. 1:3:3

错选 B、C、D

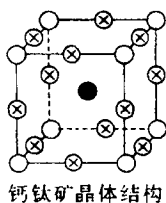
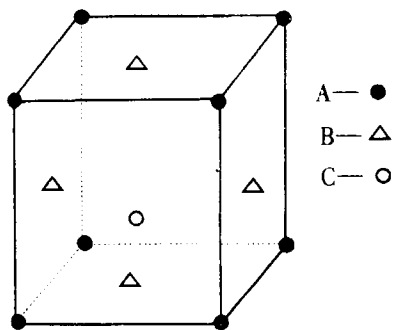
分析:本题错选 B、C、D,没有理解 A、B、C 点对晶体的贡献.根据晶体学中的各点贡献 A 点为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$, B 点为 $6 \times \frac{1}{2} = 3$, C 点为 1.故比例为 1:3:1.

正确答案:选 A

例 8 对晶体结构图形的观察,应有三维空间的认识.如左图是高温超导领域中的一种化合物钙—钛矿(氧化物)晶体结构中具有代表性的最小重复单元.(1)在该晶体中每个钛离子周围与它最近且等距离的钛离子有几个?(2)该晶体中氧、钙、钛的微粒个数比是多少?

分析:从这个晶体结构中最小的重复单元(晶胞)出发,可以得到如下认识:(1)与此晶胞同层,它的左、右、前、后紧密排列着多个与它完全相同的晶胞;它们的上方、下方也紧密排列着多层晶胞.(2)每个氧离子为同一层 4 个晶胞共用;每个钛离子为相邻两层的 8 个晶胞共用;每个 Ca 离子只属于一个晶胞.因此,每个钛离子周围与它最近且等距离的钛离子有 6 个,位于它上、下、左、右、前、后,距离刚好为晶胞的边长.

晶体中氧、钙、钛的微粒个数比就是一个晶胞内的微粒个数比: $12 \times \frac{1}{4} : 8 \times \frac{1}{8} : 1$
即 3:1:1



答案:①6 个 ②3:1:1

例 9 碘溶解在 CCl_4 中呈紫色,溶解在乙醇中呈棕色.研究表明,呈紫色表明碘未跟溶剂发生显著反应.已知碘在液体石蜡中,温度不同时,可呈紫色或棕色.试回答:温度低时应呈现____色,温度高时应呈现____色,其原因是_____.

分析:温度低时,分子动能小,分子间作用力大,易使碘与溶剂反应;高温时,分子间作用力小,使碘不易与溶剂反应.

答案:温度低时为棕色,温度高时为紫色.

例 10 球碳分子的发现与合成是近年来的重大科研成果,无论在理论和应用方面都有重大的意义,例如 C_{60} 是由 60 个碳原子构成的分子,形状像一个足球,碳原子位于球面上,它的光学特性、超导性能和能捕捉其他原子的特点,引起人们的巨大兴趣.据此可知:球碳分子、石墨、金刚石互为同素异形体.问:金刚石、石墨和球碳分子组成晶体,哪种相对比较容易溶于有机溶剂?并比较三者的密度大小?说明理由.

分析:据题给信息,球碳分子为分子晶体,在溶解时只需破坏分子间作用力,故它最容易溶于有机溶剂;金刚石的碳原子间全部都是共价键相连,密度最大,球碳分子组成的晶体,分子间以范德华力吸引,密度最小.

例 11 下列物质溶于水后化学键发生变化的是()

- A. Na_2SO_4 B. KOH C. NH_4Cl D. HCl

错解:C. 错选的原因是不了解化学键发生变化即指不再是原来的化学键了,对于离子晶体溶于水后,电离成阳、阴离子,原来的离子键削弱了,并没有发生改变.对于共价化合物,有的在水分子的作用下,共价键断裂,形成自由移动的离子,则原来的共价键发生了变化,故正确答案为 D.

例 12 下列物质按熔点由高到低顺序排列的是()

- A. CH_4 、 H_2O 、 H_2S 、Si、NaCl B. NaCl、 H_2O 、 H_2S 、 CH_4 、Si
C. CH_4 、 H_2S 、Si、NaCl、 H_2O D. Si、NaCl、 H_2O 、 H_2S 、 CH_4

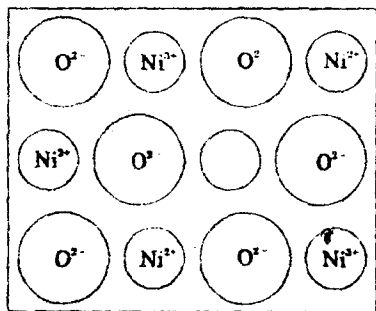
解析:判断物质熔沸点的高低一般可依据物质的晶体类型做出粗略地预测,同类型的晶体一般容易比较,如同类型的离子晶体,其离子核间距小,电荷数越大,则离子键越强,晶体熔沸点越高;分子晶体,组成结构相似,分子量越大,范德华力越大熔沸点越高,但某些物质分子,由于形成氢键

(如 H_2O)、熔沸点反常升高. 根据上述规律, 可判断 D 为正确答案.

例 13 (1999 年全国高考题)

(1) 中学教材上图示了 NaCl 晶体结构, 它向三维空间延伸得到完美晶体. NiO (氧化镍) 晶体的结构与 NaCl 相同, Ni^{2+} 与最邻近 O^{2-} 的核间距离为 $a \times 10^{-8} \text{cm}$, 计算 NiO 晶体的密度 (已知 NiO 的摩尔质量为 $74.7 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

(2) 天然的和绝大部分人工制备的晶体都存在各种缺陷, 例如在某种 NiO 晶体中就存在如图 7 所示的缺陷: 一个 Ni^{2+} 空缺, 另有两个 Ni^{2+} 被两个 Ni^{3+} 所取代. 其结果晶体仍呈电中性, 但化合物中 Ni 和 O 的比值却发生了变化. 某氧化镍样品组成为 $\text{Ni}_{0.97}\text{O}$, 试计算该晶体中 Ni^{3+} 与 Ni^{2+} 的离子数之比.



有缺陷的 NiO 晶体结构示意图

1999 年普通高等学校招生全国统一考试化学学科的第 33 题, 题型新颖, 源于课本, 既考查了学生对课本知识掌握的情况, 又考查了学生分析问题、解决问题的能力, 是对学生综合素质的测试.

分析: (1) 1cm^3 中阴、阳离子总数 = $\left(\frac{1.00 \text{cm}}{a \times 10^{-8} \text{cm}}\right)^3$

$$1 \text{cm}^3 \text{ 中 } \text{Ni}^{2+} - \text{O}^{2-} \text{ 离子对数} = \left(\frac{1.00 \text{cm}}{a \times 10^{-8} \text{cm}}\right)^3 \times \frac{1}{2}$$

$$\text{密度} = \frac{\left(\frac{1.00 \text{cm}}{a \times 10^{-8} \text{cm}}\right)^3 \text{cm}^{-3} \times 74.7 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}} = \frac{62.0}{a^3} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

(2) 现将本题第 (2) 小题 (见高考试题) 的解法归纳如下
此题解法一般可分为以下 4 类共 8 种方法.

(一) 电荷守恒法

解 1: 设 Ni^{3+} 为 $x \text{ mol}$, Ni^{2+} 为 $(0.97 - x) \text{ mol}$.

$$3x \text{ mol} + 2 \times (0.97 - x) \text{ mol} = 2 \times 1 \text{ mol}$$

$$x = 0.06 \frac{n(\text{Ni}^{3+})}{n(\text{Ni}^{2+})} = \frac{6}{91}$$

解 2: 设 $\frac{n(\text{Ni}^{3+})}{n(\text{Ni}^{2+})} = \frac{x}{y}$, 有 $1 \text{ mol Ni}_{0.97}\text{O}$.

则 Ni^{3+} 为: $\frac{x}{x+y} \times 0.97 \text{ mol}$, Ni^{2+} 为: $\frac{y}{x+y} \times 0.97 \text{ mol}$.

$$\frac{x}{x+y} \times 0.97 \text{ mol} \times 3 + \frac{y}{x+y} \times 0.97 \text{ mol} \times 2 = 2 \times 1 \text{ mol}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{6}{91}$$

(二) 列方程组(式)法

解 3: 设有 a 个 Ni^{3+} , b 个 Ni^{2+} , c 个 O^{2-} .

$$\begin{cases} 3a + 2b = 2c \\ \frac{a+b}{c} = \frac{0.97}{1} \end{cases} \quad \text{解得: } \frac{a}{b} = \frac{6}{91}$$

解 4: 设 NiO 为 $x \text{ mol}$, Ni_2O_3 为 $y \text{ mol}$.

$$\begin{cases} x + 2y = 0.97 \\ x + 3y = 1 \end{cases} \quad \text{解得: } \begin{cases} x = 0.91 \\ y = 0.03 \end{cases}$$

$$\frac{n(\text{Ni}^{3+})}{n(\text{Ni}^{2+})} = \frac{6}{91}$$

解 5: 用 Ni, O 原子个数之比.

Ni_2O_3 视为 $\text{NiO}_{\frac{3}{2}}$, 设 $x \text{ mol}$ } 组成 $\text{Ni}_{0.97}\text{O}$

NiO 为 $y \text{ mol}$

$$\frac{n(\text{Ni})}{n(\text{O})} = \frac{x + y}{\frac{3}{2}x + y} = \frac{0.97}{1} \quad \text{解得: } \frac{x}{y} = \frac{6}{91}$$

(三) 十字交叉法

解 6: 化合价的十字交叉, 在 $\text{Ni}_{0.97}\text{O}$ 中 Ni 化合价为 $\frac{2}{0.97}$.

$$\begin{array}{ccc} \text{Ni}^{3+} 3 & & \frac{6}{97} \\ & \searrow & \nearrow \\ & 2 & \\ & \nearrow & \searrow \\ \text{Ni}^{2+} 2 & & \frac{97}{91} \end{array} \quad \frac{n(\text{Ni}^{3+})}{n(\text{Ni}^{2+})} = \frac{\frac{6}{97}}{\frac{97}{91}} = \frac{6}{91}$$

解 7: 角码的十字交叉.

$$\begin{array}{ccc} (\text{Ni}_2\text{O}_3)\text{Ni}_{\frac{2}{3}}\text{O} & \frac{2}{3} & 0.03 \\ & \searrow & \nearrow \\ & 0.97 & \\ & \nearrow & \searrow \\ \text{NiO} & 1 & \frac{91}{100} \end{array} \quad \frac{n(\text{Ni}_{\frac{2}{3}}\text{O})}{n(\text{NiO})} = \frac{0.03}{\frac{91}{300}} \quad \frac{n(\text{Ni}^{3+})}{n(\text{Ni}^{2+})} = \frac{0.03 \times \frac{2}{3}}{\frac{91}{300}} = \frac{6}{91}$$

(四) 文字叙述法

解 8: 100 个氧原子对应 97 个 Ni 原子, 由 Ni^{2+} 到 Ni^{3+} 增加 1 个正价, 缺 1 个 Ni^{2+} 会使 2 个 Ni^{2+} 成为 Ni^{3+} , 那么空缺 3 个 Ni^{2+} , 则有 6 个 Ni^{2+} 成为 Ni^{3+} .

$$\frac{n(\text{Ni}^{3+})}{n(\text{Ni}^{2+})} = \frac{6}{97 - 6} = \frac{6}{91}$$

第二节 金属晶体

一、重点难点分析

【重点】

1. 金属的三种分类方法:

(1) 黑色金属 (Fe、Cr、Mn) 和有色金属 (Fe、Cr、Mn 以外的金属); (2) 重金属 (密度大于 $4.5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) 和轻金属 (密度小于 $4.5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$); (3) 常见金属和稀有金属.

2. 金属晶体是由金属离子跟自由电子之间通过金属键形成的.

在常温下, 除汞为液体外, 其余的都是固体.

3. 金属键的强弱跟离子半径、离子电荷有关, 离子半径越小所带电荷越高, 则金属键越强, 金

属的熔沸点越高,硬度越大.

4. 金属晶体的物理共性:

金属光泽、良好的导电导热性,良好的延展性.

* 金属单质属于金属晶体,构成晶体的微粒是金属阳离子和自由电子,晶体内的作用力是金属键.金属晶体的共性是:都是电和热的良导体,有优良的延展性(即机械加工性能),不溶于一般溶剂.其熔点高低与硬度大小则不相同,与晶体内金属键的强弱相关.一般说,金属的自由电子越多、原子半径越小,金属键越强,形成的金属晶体熔沸点越高,硬度越大,反之,则低而小.因此同周期的金属单质,从左→右(如钠、镁、铝)熔沸点升高,硬度增大;同主族金属单质,从上→下(如碱金属),熔沸点下降,硬度渐小.

4. 四类晶体的熔沸点的比较

①原子晶体 > $\left\{ \begin{array}{l} \text{离子晶体} \\ \text{或部分金属晶体} \end{array} \right.$ > 分子晶体(一般)

②原子晶体:看键长→成键原子半径

离子晶体:离子半径与电荷

分子晶体: $\left\{ \begin{array}{l} \text{相对分子质量(组成和结构相似的)} \\ \text{分子的极性} \end{array} \right.$

金属晶体:金属键 $\left\{ \begin{array}{l} \text{核电荷} \\ \text{价电子} \\ \text{半径} \end{array} \right. \rightarrow \begin{array}{l} \text{同周期} \\ \text{同主族} \end{array}$

【难点】

1. 为什么整块金属会具有金属光泽而金属粉末常呈暗灰色或黑色?

由于金属原子以最紧密堆积状态排列,内部存在自由电子,所以当光线投射到它的表面上时,自由电子可以吸收所有频率的光,然后很快放出各种频率的光,这就使绝大多数金属呈现银灰色以至银白色光泽.而金显黄色,铜显赤红色,铋为淡红色,铯为淡黄色,铅是灰蓝色,是由于它们较易吸收某些频率的光.

在粉末状态时,金属的晶面取向杂乱,晶格排列得不规则,吸收可见光后辐射不出去,所以为黑色.

2. 黑色金属划分的来历?

答 因为铁的表面常常生锈,盖着一层黑色的四氧化三铁与棕褐色的三氧化二铁的混合物,看上去就是黑色的,所以人们称之为:黑色金属”.常说的:黑色冶金工业”,主要是指钢铁工业,因为最常见的合金钢是锰钢与铬钢,这样,人们把锰与铬也算成是“黑色金属”了.

3. 化学键与晶体结构 首先要从整体上认识它们之间的相互关系.参看表

4. 在复习中特别要注重从内因、外因的关系分析化学键、分子结构、晶体结构对物质性质的决定性影响.

①从原子结构的特点出发分析单质或化合物中的微粒(分子、原子、离子)间强烈的相互作用所形成的化学键,切实掌握化学键的概念、分类、实质与特征.参看表

表 化学键与晶体结构

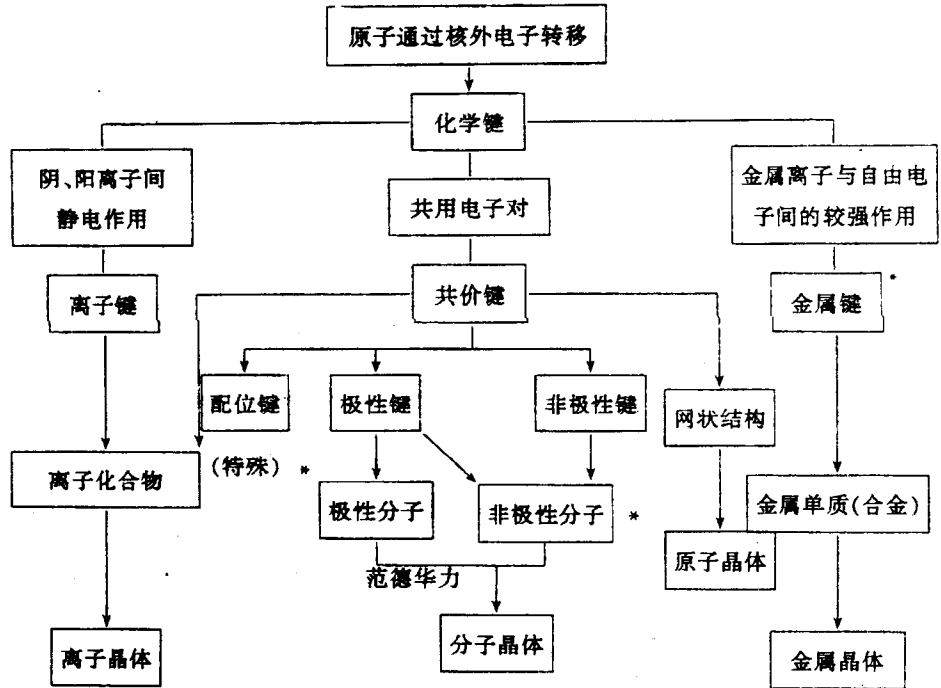


表 几种化学键的比较

类 型 比 较	离子键	共 价 键			金属键
		非极性键	极性键	配位键	
本 质	阴、阳离子间通过静电作用形成	相邻原子间通过共用电子对(电子云重叠)与原子核间的静电作用形成			金属阳离子与自由电子间作用
成键条件 (元素种类)	成键原子的得、失电子能力差别很大(金属与非金属之间)	成键原子得、失电子能力相同(同种非金属)	成键原子得、失电子能力差别较小(不同非金属)	成键原子一方有孤对电子(配位体)另一方有空轨道(中心离子)	同种金属不同金属(合金)
特 征	无方向性饱和性	有方向性饱和性			无方向性
表示方式 (电子式)	$\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$	$\text{H}:\text{H}$	$\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ [\text{H}:\text{N}:\text{H}]^+ \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	
存 在	离子化合物(离子晶体)	单质 H_2 , 共价化合物 H_2O_2 , 离子化合物 Na_2O_2	共价化合物 HCl , 离子化合物 NaOH	离子化合物 NH_4Cl	金属单质(金属晶体)

②从构成物质的微粒种类及其相互作用掌握各类晶体的性质特点

表 晶体的基本类型与性质

		离子晶体	分子晶体	原子晶体	金属晶体
举例		NaCl、CsCl	CO ₂ 、He	SiO ₂ 、C	Na、Fe
组成晶体微粒		阴、阳离子	分子	原子	金属阳离子和自由电子
微粒间相互作用		离子键	分子间作用力	共价键	金属键
物理性质	熔沸点	较高	较低	高	较高
	硬度	较大	较小	大	较大
	其他	在熔融状态下或水溶液中能够导电		一般不导电,个别半导体	导电、导热、延展性、有金属光泽

二、典型例题分析

例1 金属的下列性质中和金属晶体无关的是()

- A. 良好的导电性 B. 反应中易失电子 C. 良好的延展性 D. 良好的导热性

分析:备选答案 A、C、D 都是金属共有的物理性质,这些性质都是由金属晶体所决定的.备选答案 B,金属易失电子是由原子的结构决定的,所以和金属晶体无关.

答案:B.

例2 物质结构理论推出:金属的晶体中金属离子与金属电子之间的强烈相互作用,叫金属键.金属键越强,其金属的硬度越大,熔沸点越高.且据研究表明,一般说来金属原子半径越小,价电子数越多,则金属键越强.由此判断下列说法错误的是()

- A. 镁的硬度大于铝 B. 镁的熔沸点低于钙
C. 镁的硬度大于钾 D. 钙的熔沸点高于钾

分析:本题为信息给予题.主要考查自学能力、思维能力和原子结构知识.

根据题目所给信息:镁和铝的电子层数相同.价电子数 $Al > Mg$.离子半径: $Al^{3+} < Mg^{2+}$ 金属键强弱 $Mg > Ca$.所以 B 合题意.用以上比较方法可推出:电荷数 $Mg^{2+} > K^{+}$;离子半径: $Mg^{2+} < Na^{+} < K^{+}$.所以金属键: $Mg > K$,硬度: $Mg > K$ 所以 C 不合题意.钙和钾元素位于同一周期.价电子数: $Ca^{2+} > K^{+}$;电子电荷数: $Ca^{2+} > K^{+}$;离子半径: $K^{+} > Ca^{2+}$;金属键: $Ca > K$ 熔点: $Ca > K$,所以 D 不合题意.

答案:A、B.

例3 下列有关金属元素的特征叙述正确的是()

- A. 金属元素的原子具有还原性,离子只有氧化性 B. 金属元素的化合价一定显正价
C. 金属元素在不同化合物中的化合价均不相同 D. 金属元素的单质在常温下均为金属晶体.

分析:本题主要考查金属元素的性质特征,着重考查共性之外的特性.

A 项因多价金属的低价金属离子既有氧化性又有还原性.故错.B 项中,因金属原子最外层电

子数很少,核对外层电子的引力小,只能失电子,不能得电子,所以在其化合物中一定显正价,是正确的.C项:有变价的金属元素在不同的化合物中其化合价不同.但没有变价的金属元素在不同化合物中其化合价均相同.所以不完全正确.D项:Hg在常温下为液态,所以不正确.答案:B.

第二单元 胶体的性质及其应用

第一节 胶体

一、重点难点分析

【重点】

内容主要包括胶体的概念、胶体的性质、制备方法及简单应用.为了更好地掌握这部分知识,我们应当有更多的感性认识,要多联系一些较为熟悉的日常生活的例子.如:豆浆、豆腐、牛奶、粥等等.

1. 胶体:分散质微粒直径在 $10^{-9} - 10^{-7}$ 米之间的分散系

胶体 {

按分散质不同 {分子胶体:如淀粉溶液
粒子胶体:如 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
按分散剂不同 {液溶胶(又称溶胶):如 AgI 胶体
气溶胶:雾、烟
固溶胶:如烟水晶,有色玻璃

2. 几种分散系的比较:

分散系	溶 液	胶 体	浊 液
分散质微粒直径	$< 10^{-9}\text{m}$	$10^{-9} \sim 10^{-7}\text{m}$	$> 10^{-7}\text{m}$
外 观	均一透明	多数均一透明	不均一,不透明
分散质微粒组成	单个分子或离子	分子集合体	许多分子集合体
能否透过滤纸	能	能	不 能
能否透过半透膜	能	不 能	不 能
实 例	盐水、碘酒	淀粉溶液	泥水、鱼肝油

【难点】

1. 胶体的本质特征是:分散质微粒直径在 $10^{-9} \sim 10^{-7}\text{m}$ 之间的分散系,若分散质微粒直径大于 10^{-7}m 的分散系则为浊液,浊液分悬浊液(分散质为固体小颗粒)和乳浊液(分散质为小液滴).若分散质微粒直径小于 10^{-9}m 的分散系,则为溶液.

2. 胶体的净化方法——渗析:利用胶体微粒不能透过半透膜而分子或离子能透过半透膜的性

质.而除去溶在胶体中的分子或离子等杂质的过程.它不同于盐析,盐析是利用过量电解质降低胶体溶解度而使胶体析出的可逆过程.二者均可作为分离物质的办法.

3. 常见胶体的制备方法:①氢氧化铁胶体:向沸水中滴加饱和 FeCl_3 溶液: $\text{FeCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{沸水}) = \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$.注意在生成不溶物的胶体(如 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体)时,不写“↓”符号.②碘化银胶体:将 8—10 滴 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液滴入 $10\text{mL } 0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 KI 溶液中(浓度不能过大,否则生成 AgI 沉淀): $\text{AgNO}_3 + \text{KI} = \text{AgI}(\text{胶体}) + \text{HNO}_3$.③制硅酸胶体:把 1mL 水玻璃(Na_2SiO_3 水溶液)加入到 $5\text{—}10\text{mL } 1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸溶液中, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{SiO}_3(\text{胶体}) + 2\text{NaCl}$.④淀粉和蛋白质胶体的制备是将它们直接溶于水制得.

二、典型例题分析

例 1 用下列方法来制备溶胶:① 0.5mol/L BaCl_2 溶液和等体积 2mol/L 硫酸相混合并振荡;②把 1mL 饱和三氯化铁溶液逐滴加入 20mL 沸水中,边加边振荡;③把 1mL 水玻璃加入 $10\text{mL } 1\text{mol/L}$ 盐酸中,用力振荡.可行的是()

- A. ①② B. ①③ C. ②③ D. ①②③

分析:制备胶体时,反应物浓度不能太大,像①只能得到沉淀,而不能得到胶体,②、③可制得,故选 C.

答案:C.

例 2 若对某胶体进行电泳实验时,胶体微粒向阴极移动,则对该胶体溶液进行如下各种操作中,不能使胶体发生凝聚的是()

- A. 加入硫酸镁饱和溶液 B. 加入 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 C. 加入硫化砷胶体 D. 加热

分析:进行电泳实验时,胶体微粒向阴极移动,说明该胶体微粒吸附了正电荷,使其凝聚的方法有:①加入电解质,故 A 能凝聚;②加热,故 D 能凝聚;③加入带相反电荷的胶体微粒,硫化砷胶体微粒吸附负电荷,能使其凝聚,但 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体微粒吸附正电荷,与该胶体微粒吸附电荷相同,不能使其凝聚.

答案:B.

例 3 已知 AgI 胶体微粒能吸附 I^- 离子.在 $10\text{mL } 0.01\text{mol/L}$ KI 溶液中,滴入 $8\sim 10$ 滴(1 滴是 $1/20\text{mL}$) 0.01mol/L AgNO_3 溶液后,将溶液装入半透膜袋中,并浸没在蒸馏水里.隔一段时间后,水中含有的离子最多的是()

- A. H^+ 、 OH^- B. K^+ 、 NO_3^- C. I^- D. K^+

分析: $\text{I}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgI}(\text{胶体})$ 10 滴约为 0.5mL 远小于 10mL .由方程式知, $n_{\text{K}^+} > n_{\text{NO}_3^-}$,而且溶液能透过半透膜.答案:D.

例 4 (2001 全国测试题)把淀粉溶液溶于沸水中,制成淀粉胶体.

(1)鉴别水溶液和胶体可以利用的方法是_____.

(2) 60°C 左右时,在淀粉胶体中加入淀粉酶,充分反应.然后把反应后的全部液体装入半透膜袋里,系紧袋口,并把它悬挂在盛有蒸馏水的烧杯里.从半透膜袋里析出的物质是_____,该操作的名称是_____.

分析:本题主要考查胶体溶液和蛋白质的部分基本性质.当光线透过胶体时,由于胶体微粒对光线的散射,从侧面可以观察到胶体里出现一条光亮的通路,即“丁达尔现象”,而光线通过水溶液时,看不到这种现象.因此可以用这种方法来鉴别水溶液和胶体. 60°C 左右时淀粉在淀粉酶的作用下,发生水解,生成麦芽糖.本实验中,反应后的溶液包含淀粉、淀粉酶、水和麦芽糖.淀粉溶液是胶