



高中新教材同步导学丛书

共享名校资源
齐奏高考凯歌

读“名校学案”
上北大、清华

把名校搬回家
把名师请进家

缔造高考传奇
奔向美好前程

名校 学案

主 编：任 勇

执行主编：陈泽龙

化 学

高中三年级（全一册）



福建教育出版社

《名校学案》编委会

高中新教材同步导学丛书



名校学案

高中三年级(全一册)

化学



主 编：任 勇
执行主编：陈泽龙

《名校学案》编委会编
福建教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

名校学案·化学·高中三年级(全一册)/《名校学案》
编委会. —福州:福建教育出版社,2005.4(2006.8重印)
(高中新教材同步导学丛书)
ISBN 7-5334-4123-0

I. 名... II. 名... 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 (2005) 第 032461 号

责任编辑:吕义钧

封面设计:谢从荣 季凯闻

福建名校系列
高中新教材同步导学丛书
《名校学案·化学》
高中三年级(全一册)
《名校学案》编委会
主 编 任 勇

出 版 福建教育出版社

(福州梦山路 27 号 邮编:350001 电话:0591-83726971
83725592 传真:83726980 网址:www.fep.com.cn)

经 销 福建闽教图书有限公司

印 刷 闽侯青圃印刷厂

(闽侯青口镇 邮编:350119)

开 本 889 毫米×1194 毫米 1/16

印 张 6.25

字 数 235 千

版 次 2005 年 6 月第 1 版

2006 年 8 月第 2 次印刷

书 号 ISBN 7-5334-4123-0/G·3294

定 价 7.90 元

如发现本书印装质量问题,影响阅读,

请向出版科(电话:0591-83726019)调换。

本册执行主编简介

郭圣光：福建师大附中高级教师。1989年经省教委考核选派赴澳大利亚参加AFS项目交流。先后担任过九届高三毕业班英语备课组组长，高考成绩显著。曾参加省普教室组织的各类教辅书以及人教社出版的新教材《教师教学用书》的编写工作。1998年论文代表作《素质教育与高中英语课文教学》获福建省第六届教育科学优秀论文评选二等奖。

黄灯添：厦门双十中学高级教师，曾长期担任英语教研组长。在高中从教25年，担任备课组组长20多年，带过十届高三毕业班，高考成绩突出。指导多名学生在全国、省、市竞赛中获奖。多次参加省、市教辅及模拟试题的编写。

高中新教材同步导学丛书

语文 高中一年级（上、下）	地理 高中三年级（全一册）
语文 高中二年级（上、下）	思想政治 高中一年级（上、下）
语文 高中三年级（全一册）	思想政治 高中二年级（上、下）
数学 高中一年级（上、下）	思想政治 高中三年级（全一册）
数学 高中二年级（上、下）	物理 高中一年级（全一册）
数学 高中三年级（选修Ⅰ）（全一册）	物理 高中二年级（全一册）
数学 高中三年级（选修Ⅱ）（全一册）	物理 高中三年级（全一册）
英语 高中一年级（上、下）	化学 高中一年级（全一册）
英语 高中二年级（上、下）	化学 高中二年级（全一册）
英语 高中三年级（全一册）	化学 高中三年级（全一册）
生物 高中二年级（上、下）	中国近代现代史（上、下）
生物 高中三年级（全一册）	世界近代现代史（上、下）
地理 高中一年级（上、下）	中国古代史（全一册）

高中二年级（全一册）

高中毕业班总复习指要

语文（高中毕业班总复习指要）	数学（高中毕业班总复习指要）
英语（高中毕业班总复习指要）	物理（高中毕业班总复习指要）
化学（高中毕业班总复习指要）	思想政治（高中毕业班总复习指要）
历史（高中毕业班总复习指要）	地理（高中毕业班总复习指要）
生物（高中毕业班总复习指要）	

高考适应性训练

语文（高考适应性训练）	数学（高考适应性训练）
英语（高考适应性训练）	物理（高考适应性训练）
化学（高考适应性训练）	思想政治（高考适应性训练）
历史（高考适应性训练）	地理（高考适应性训练）
生物（高考适应性训练）	

高考测试与评价

语文（高考测试与评价）	数学（高考测试与评价）
英语（高考测试与评价）	物理（高考测试与评价）
化学（高考测试与评价）	思想政治（高考测试与评价）
历史（高考测试与评价）	地理（高考测试与评价）
生物（高考测试与评价）	

泉州第一中学



敦品力学

校长：赖东升

泉州第五中学



严谨 勤奋 求实 进取

校长：洪强

龙岩第一中学



弘毅守志，任重道远

校长：林厚

南平第一中学



诚毅勤实

校长：吴永厚

三明第二中学



团结 严谨 求实 创新

校长：卯伟

出版说明

名校就是品牌，名校就是旗帜，名校代表了某种方向。名校的精髓是名师。为此，福建教育出版社组织了一批名校的名师合力编写了《名校学案——高中新教材同步导学》丛书。丛书以培养能力为导向，以新课改理念为指针，以高考获胜为目标，以期让优秀学生潜能得到最大限度发挥，让比较好的学生更上一个台阶，让一般学生进入良好的行列。

饱孕新一代教改理念的新教材将逐步进入校园。在这场“课程改革”中，考试内容和模式也将逐渐变化，新的学习策略正在生成。新陈代谢之际，各大名校的教学优势、学习策略将成为“杀手锏”。编写这套教辅读物，就是为了使这种学习策略能够成为众多学生容易共享的资源。同时，精心打造一套优质的高中同步导学的教辅品牌也是我们多年的夙愿。

市场上教辅读物林立。而在我省高考实行自主命题形势下，由省内各学科名师主理的直接备战高考的辅导用书却是凤毛麟角。众所周知，省内一线名师是我省高考自主命题人才库的重要组成部分，因此，我们这套丛书具有不言而喻的实战性和权威性。

本丛书与教材同步配套，从高一到高三全程贯通，涵盖各科，丛书结合随堂教学并注重导学，着力于基础知识基本能力的全面掌握，并结合渗透学生分析问题和解决问题能力的培养，主要面向一、二级达标校的学生。同时以点带面，全面提升其他各级中学教学水平 and 学业成绩，力求为提高我省高中教学质量和高考成绩作出贡献。

丛书力求体现教改新理念，又避免花哨，从栏目设置到内容编写，做到简明实用，返璞归真，从而真正体现了学生的主体地位。

丛书以章或单元、节或课为单位编写；结构上分为“学法导航”（含重点难点提示和典型例题剖析），“同步训练”（分A、B类，A类题是巩固基础，适当提高；B类题是能力题或综合性题），“单元小结”，“单元检测”，“综合测试”，以及详细的“参考答案”。在行文上，使用学生乐于接受的平易晓畅的语言。选题上体现时代感，突出人文性。

本书由陈泽龙、肖培林执笔编写。

我们将密切跟踪教改动态，了解高考新情况，对丛书加以修改完善，同时欢迎读者及时指出书中的疏误，便于我们改正，为广大师生提供更优质的服务。

福建教育出版社

2006年7月

《福建名校系列》丛书编委名单

主 任：李 迅、陈江汉

执行主任：黄 旭

编 委：（以姓氏笔画为序）

任 勇（厦门第一中学 校长）

李 迅（福州第一中学 校长）

吴永源（南平第一中学 校长）

邱 伟（三明第二中学 校长）

陈江汉（厦门双十中学 校长）

林 群（龙岩第一中学 校长）

郑 勇（福州第三中学 校长）

洪立强（泉州第五中学 校长）

翁乾明（福建师大附中 校长）

黄 旭（福建教育出版社 副社长、副总编辑）

赖东升（泉州第一中学 校长）

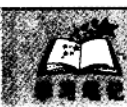
目 录

Contents



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	4
单元小结	7
单元检测	8
第二单元 胶体的性质及其应用	10
第一节 胶体	10
第二节 胶体的性质及其应用	13
单元小结	15
单元检测	16
第三单元 化学反应中的物质变化和能量变化	18
第一节 重要的氧化剂和还原剂	18
第二节 离子反应的本质	21
第三节 化学反应中的能量变化	25
第四节 燃烧热和中和热	29
单元小结	32
单元检测	33
第四单元 电解原理及其应用	36
第一节 电解原理	36
第二节 氯碱工业	40
单元小结	43
单元检测	44
第五单元 硫酸工业	47
第一节 接触法制硫酸	47
第二节 关于硫酸工业综合经济效益的讨论	50
单元小结	54
单元检测	55



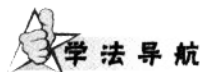


第六单元 化学实验方案的设计	59
第一节 制备实验方案的设计	59
第二节 性质实验方案的设计	62
第三节 物质检验实验方案的设计	66
第四节 化学实验方案设计的基本要求	70
单元小结	73
单元检测	73
综合测试(一)	77
综合测试(二)	80
参考答案	83



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



重点难点提示

1. 离子晶体的组成与性质特点

在离子晶体中,离子间存在着较强的离子键,因而离子晶体硬度较大,熔点和沸点都比较高,难于压缩。离子晶体不导电,但受热熔化时,阴、阳离子能够自由移动,因而能导电。

要确定一种晶体是不是离子晶体,可以从以下两个方面进行判断。

(1)根据晶体的组成判断。离子化合物形成的晶体一定为离子晶体。

(2)根据晶体的性质判断。固态时不导电而在熔化状态能导电的晶体为离子晶体。硬度较高但质脆,也是离子晶体的性质特点。

2. 分子间作用力

分子间作用力的大小,是由分子的组成和结构决定的。组成和结构相似的物质,相对分子质量越大,分子间的作用力也越大。

3. 氢键

(1)形成条件:氢键是 $F-H$ 、 $O-H$ 、 $N-H$ 等极性键与 F 、 O 、 N 等原子相互作用形成的。

(2)表示方法:共价键用“—”表示,而氢键用“...”表示。

(3)对物质的影响:氢键影响物质熔点、沸点、溶解性和晶体结构。

分子间氢键的存在使物质的熔点、沸点升高。溶质与溶剂之间若存在氢键,就会增强溶质分子与溶剂分子之间的相互吸引作用,溶质的溶解度就会增大。在冰中,由于水分子大范围地以氢键互相联结,形成相当疏松的晶体,从而在结构中有许多空隙,造成体积膨胀,密度减小。

4. 分子晶体的组成与性质特点

分子晶体是由分子构成的,分子依靠分子间作用力及氢键而聚集在一起。由于分子间的作用力和氢键都比较弱,容易被破坏,因而分子晶体的熔沸点低,硬度小。

要确定一种晶体是不是分子晶体,也可以从它的组成和

性质两个方面进行判断。非金属单质、共价化合物形成的晶体,除少数几种是原子晶体外,其他绝大多数是分子晶体。熔沸点低、硬度小、熔化状态不导电的晶体,可以确认为分子晶体。

5. 原子晶体的组成与性质特点

原子晶体是由原子直接构成的,晶体内部不存在简单分子。原子之间以共价键结合,而且形成了空间网状结构。共价键的作用强,网状结构特别牢固,不容易破坏,因此,原子晶体熔沸点高,硬度大,不溶于一般溶剂。

要确定一种晶体是否为原子晶体,就从以下两方面着手。

(1)记住常见的一些原子晶体。能形成原子晶体的物质不多,金刚石、晶体硅、碳化硅、二氧化硅等是中学最常见的原子晶体。

(2)根据物质的组成和性质判断。熔沸点特别高、硬度特别大的非金属单质和共价化合物,可以判定是原子晶体。

6. 由晶胞模型确定晶体化学式的方法

在晶体结构中具有代表性的最小重复单位叫晶胞。从晶胞的组成可以确定晶体的化学式。

晶胞并不是孤立的,它在晶体中不断重复。露在晶胞表面的原子与其他晶胞共用。因此,考虑一个晶胞所包含的原子数目时,应特别注意共用同一原子的晶胞数目。

就立方体结构的晶胞而言,可根据原子在晶胞的位置,按如下方法计算一个晶胞所具有的平均原子数。

处于立方体顶点的原子,同时为 8 个晶胞共有,平均一个晶胞拥有该原子的 $1/8$ 。

处于立方体棱上的原子,同时为 4 个晶胞共有,平均一个晶胞拥有该原子的 $1/4$ 。

处于立方体面上的原子,同时为 2 个晶胞共有,平均一个晶胞拥有该原子的 $1/2$ 。

处于立方体体心的原子,完全属于一个晶胞所有。

典型例题剖析

例 1 下列晶体的构成微粒之间的相互作用类型相同的是()。

- A. $NaCl$ 、 HCl 、 NH_4Cl B. CO_2 、 SO_2 、 SiO_2
C. Na_2O 、 Na_2O_2 、 $NaOH$ D. H_2 、 H_2S 、 CO_2

剖析 判断晶体构成微粒之间的作用类型,其实就是判断晶体类型。同一类晶体,是由同类微粒构成,微粒间的作用类型也相同。如,分子晶体的构成微粒是分子,分子之间





的作用是分子间的作用力；离子晶体的构成微粒是离子，阴、阳离子之间的相互作用是离子键；原子晶体的构成微粒是原子，原子间以共价键结合。A中NaCl和NH₄Cl是离子晶体，而HCl是分子晶体；B中CO₂和SO₂是分子晶体，而SiO₂是原子晶体；C中Na₂O、Na₂O₂、NaOH都是离子晶体；D中H₂、H₂S、CO₂都是分子晶体。

答案 CD

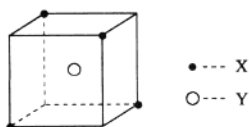
例2 下列晶体熔化时没有破坏化学键的是()。

A. 干冰 B. 金刚石 C. 硫酸钠 D. 磷酸

剖析 晶体熔化的实质是构成微粒间的平均距离增大，因此要克服构成微粒之间的相互作用。干冰是分子晶体，熔化时只需克服分子间作用力而不需要破坏分子内部化学键的作用；金刚石是原子晶体，熔化时需破坏共价键的作用；硫酸钠是离子晶体，熔化时需破坏离子键的作用；磷酸是分子晶体，分子间还有氢键的作用，熔化时要克服分子间作用力和氢键，但氢键不是化学键。

答案 AD

例3 某离子晶体晶胞结构如下图所示，X原子位于立方体的顶点，Y原子位于立方体中心。



试回答下列问题：

(1) 晶体中每个Y同时吸引_____个X，每个X同时吸引_____个Y，该晶体的化学式为_____。

(2) 晶体中，在X周围与它最接近且距离相等的X共有_____个。

(3) 晶体中距离最近的2个X与1个Y形成的夹角∠XYX的度数为_____（填角的度数）。

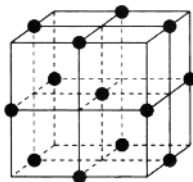
(4) 该晶体的摩尔质量为M g/mol，晶体的密度为ρ g/cm³，阿伏加德罗常数为N_A，则晶体中两个距离最近的X中心间的距离为_____。

剖析 解答题，需要对晶体的空间结构进行合理想像，并应用几何知识解决有关问题。

(1) 从晶胞图看出，Y原子位于立方体中心，与之距离最近的是处在立方体四个顶点上的4个X原子。X处在立方体的顶点，为8个立方体共有，因而与8个立方体中心的Y原子发生相互作用。平均每个立方体中含1个Y原子，含X原子数为4×1/8=1/2，X与Y的原子个数比为1:2。

(2) 将共用X原子的8个立方体中的X原子都画出，即得右图，容易看出中心X原子的周围是12个X。

(3) 立方体中心的Y原子与



周围4个顶点的X原子形成正四面体结构。正四面体中心到4个顶点的夹角都相同，均为109°28'。

(4) 每个立方体中平均含1/2个“XY₂”，故，平均每个立方体的

$$\text{质量为 } \frac{M}{2N_A} \text{g} \quad \text{体积为 } \frac{M}{2\rho N_A} \text{cm}^3$$

$$\text{边长为 } \sqrt[3]{\frac{M}{2\rho N_A}} \text{cm}$$

再应用勾股定理，可求出2个X的平均核间距离。

答案 (1) 4 8 XY₂ (或 Y₂X) (2) 12 (3) 109°28'

$$(4) \sqrt[3]{\frac{\sqrt{2}M}{N_A\rho}} \text{cm}$$



同步训练

A

一、选择题

1. 某化合物的下列性质中，可以用于证明该化合物内一定存在离子键的是()。

- A. 可溶于水 B. 有较高的熔点
C. 水溶液能导电 D. 熔融状态能导电

2. 下列叙述正确的是()。

- A. 离子晶体中一定只含有离子键，不含有共价键
B. 白磷、硫粉等非金属能溶于CS₂、CCl₄等溶剂，但金刚石不溶于溶剂
C. 玻璃是晶体，有固定的熔点和沸点
D. 由不同元素的原子形成的分子，其化学键一定都是极性键

3. 下列变化不需要破坏化学键的是()。

- A. 碳酸分解 B. 酒精挥发
C. 石油裂化 D. 氯化氢溶于水

4. 下列关于晶体的说法正确的是()。

- A. 晶体中只要有阴离子就一定有阳离子
B. 离子晶体发生状态变化时需要克服离子键
C. 原子晶体的熔点一定比金属晶体的高
D. 构成分子晶体的微粒一定含有共价键

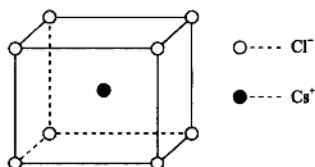
5. 科学家最近又发现了一种新能源——“可燃冰”，它的主要成分是甲烷与水分子的结晶水合物(CH₄·nH₂O)。其形成原因：埋于海底地层深处的大量有机质在缺氧环境中，厌氧性细菌把有机质分解，最后形成石油和天然气(石油气)，其中许多天然气被包进水分子中，在海底低温与高压的环境下形成了类似于冰的透明晶体，这就是“可燃冰”。关于可燃冰的下列叙述正确的是()。

- A. 可燃冰的水分子与甲烷分子之间存在氢键的作用
B. 可燃冰属于分子晶体
C. 可燃冰具有较高的熔点和沸点

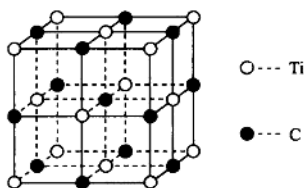




- D. 可燃冰的形成与水分子间存在氢键的作用有关
6. 非金属元素 A、B, 在一定条件下可形成化学式为 A_3B_4 的化合物, 该化合物硬度大, 是一种新型的耐高温耐磨材料, 在工业上有广泛用途。该化合物的晶体属于()。
- A. 原子晶体 B. 分子晶体
C. 金属晶体 D. 离子晶体
7. 关于氢键, 下列说法正确的是()。
- A. 每一个水分子内含有两个氢键的作用
B. 乙醇、乙醚、乙酸等物质中都存在氢键的作用
C. DNA 中的碱基互补配对是通过氢键来实现的
D. H_2O 是一种非常稳定的化合物, 这是由于氢键作用所致
8. 如下图是氯化铯晶体的晶胞(晶体中最小的重复单元), 已知晶体中 2 个最近的 Cs^+ 离子核间距为 a cm, 氯化铯的式量为 M , N_A 为阿伏加德罗常数, 则氯化铯晶体的密度为()。



- A. $\frac{8M}{N_A a^3} g/cm^3$ B. $\frac{Ma^3}{8N_A} g/cm^3$
C. $\frac{M}{N_A a^3} g/cm^3$ D. $\frac{Ma^3}{N_A} g/cm^3$
9. 最近科学家发现一种由钛原子和碳原子构成的气态团簇分子, 其分子结构如下图所示。顶角和面心的原子是钛原子, 棱的中心和体心的原子是碳原子, 则它的化学式是()。



- A. TiC B. Ti_6C_7 C. $Ti_{14}C_{13}$ D. $Ti_{13}C_{14}$

二、非选择题

10. 有一种蓝色晶体, 它的结构特征是 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 分别占据立方体晶胞中互不相邻的顶点, 而 CN^- 离子分别位于立方体的每一条棱上。
- (1) 根据晶体结构特点, 推出其化学式(用最简单整数表示)_____。
- (2) 此化学式带何种电荷? 用什么样的离子(用 M^{n+} 表示)与其结合成中性的化学式? 写出此电中性的化学式。

_____。

(3) 指出(2)中添加离子在晶体结构中的位置。

11. 随着科学技术的发展, 测定阿伏加德罗常数的手段越来越多, 测定精确度也越来越高。现有一种简单可行的测定方法, 具体步骤如下: ①将固体食盐研细, 干燥后, 准确称取 m g $NaCl$ 固体并转移到定容仪器 A 中; ②用滴定管向仪器 A 中加苯, 并不断振荡, 持续加苯至 A 仪器的刻度线, 计算出 $NaCl$ 固体的体积为 V mL。

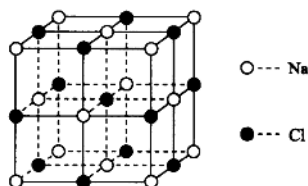
回答下列问题:

(1) 步骤①中 A 仪器最好用_____ (填仪器名称)。

(2) 能否用胶头滴管代替步骤②中的滴定管? 为什么?

(3) 能否用水代替苯? _____, 理由是_____。

(4) 已知 $NaCl$ 晶胞的结构如下图所示。



经 X 射线衍射测得晶胞中最近的 Na^+ 和 Cl^- 的平均距离为 a cm, 则利用上述方法测得的阿伏加德罗常数的表达式为 $N_A =$ _____。

- (5) 纳米材料的表面原子占总原子数的比例极大, 这是它具有许多特殊性质的原因。假设某氯化钠纳米颗粒的大小和形状恰好等于氯化钠晶胞的大小和形状, 则此纳米颗粒的表面原子占总原子数的比为_____。



一、选择题

1. 共价键、离子键和范德瓦耳斯力是物质的构成粒子间的不同作用方式。下列物质的内部中, 只含有上述一种类型作用的是()。
- A. 干冰 B. 氯化钠 C. 氢氧化钠 D. 碘
2. 固体熔化时, 必须破坏非极性共价键作用的是()。
- A. 冰 B. 晶体硅 C. 溴 D. 二氧化硅
3. 下面关于晶体的叙述中, 不正确的是()。
- A. 金刚石为网状结构, 由共价键形成的碳原子环中, 最小环上有 6 个碳原子
B. 氯化钠晶体中, 每个 Na^+ 周围距离相等的 Na^+ 共有 6 个
C. 氯化铯晶体中, 每个 Cs^+ 周围紧邻 8 个 Cl^-
D. 干冰晶体中, 每个 CO_2 分子周围紧邻 12 个 CO_2 分子
4. 已知 C_3N_4 晶体具有比金刚石还大的硬度, 且构成该晶体



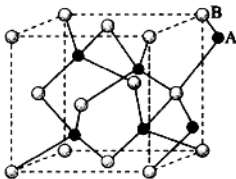


的微粒间只以单键结合。下列关于 C_3N_4 晶体的说法错误的是()。

- A. 该晶体属于原子晶体,其化学键比金刚石中的化学键更牢固
 B. 该晶体中每个碳原子连接 4 个氮原子,每个氮原子连接 3 个碳原子
 C. 该晶体中碳原子和氮原子的最外层都能满足 8 电子结构
 D. 该晶体可溶于水
5. 三氯化氮(NCN_3)是一种淡黄色的油状液体,测得其分子具有三角锥形结构。则下列对于 NCN_3 的描述正确的是()。
- A. 它的分子是一种极性分子
 B. 它的挥发性比 PBr_3 要小
 C. 三氯化氮通过分子间作用力相结合,因而该分子不稳定,容易分解
 D. 三氯化氮分子间存在氢键作用,因而具有较高的熔点
6. NaF 、 NaI 、 MgO 均为离子化合物,根据下列数据,这三种化合物的熔点高低顺序是()。

物质	① NaF	② NaI	③ MgO
离子电荷数	1	1	2
阴离子和阳离子的平均半径和($10^{-10}m$)	2.31	3.18	2.10

- A. ①>②>③ B. ③>①>②
 C. ③>②>① D. ②>①>③
7. 组成晶体的质点(分子、原子、离子)以确定的位置在空间作有规则排列,具有一定几何形状的空间格子,称为晶格。晶格中能代表晶体结构特征的最小重复单位称为晶胞。在冰晶石(Na_3AlF_6)晶胞中, AlF_6^{3-} 占据的位置相当于 $NaCl$ 晶胞中 Cl^- 占据的位置,则冰晶石晶胞中含有的原子数与食盐晶胞中含有的原子数之比为()。
- A. 2:1 B. 3:2 C. 5:2 D. 5:1
8. 如下图所示,晶体中每个阳离子 A 或阴离子 B,均被另一种离子以四面体形式包围着,则该晶体对应的化学式为()。



- A. AB B. A_2B C. AB_3 D. A_2B_3

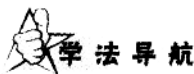
二、非选择题

9. 研究离子晶体,常考察以一个离子为中心时,其周围不同距离的离子对它的吸引或排斥的静电作用力。设氯化钠

晶体中钠离子跟离它最近的氯离子之间的距离为 d ,以钠离子为中心,则:

- (1) 第二层离子有 _____ 个,距离中心离子的距离为 _____,它们是 _____ 离子。
 (2) 已知在晶体中 Na^+ 离子的半径为 $116 pm$, Cl^- 离子的半径为 $167 pm$,它们在晶体中是紧密接触的。求离子占据整个晶体空间的体积百分数。

第二节 金属晶体



重点难点提示

1. 金属晶体及其结构特点

金属晶体跟离子晶体、分子晶体、原子晶体比较,具有以下特点。

(1) 单质晶体。离子晶体都是由离子化合物形成的,分子晶体和原子晶体有单质也有化合物,但金属晶体都是单质晶体。

(2) 晶体内部只有阳离子,没有阴离子。金属晶体是由金属离子和自由电子构成的,晶体内部只有金属阳离子,没有阴离子;离子晶体内部既有阳离子又有阴离子;分子晶体和原子晶体内不存在离子。

(3) 存在自由电子。金属晶体中,金属原子释放出电子后形成金属离子,释放出的电子为自由电子,能在整个晶体里自由运动。

2. 金属性质与晶体结构的关系

金属具有导电性、导热性和延展性,这些性质是由金属晶体的内部结构所决定的。

(1) 导电性:在金属晶体内部存在着许多自由电子,这些电子在外电场的条件下会发生定向运动而形成电流。

(2) 导热性:由于自由电子运动时经常与金属离子碰撞,而引起两者能量的交换,把能量从温度高的部分传到温度低的部分,使整块金属达到相同的温度。

(3) 延展性:金属离子与自由电子之间的相互作用没有方向性。当金属受到外力的作用时,晶体内各原子层可发生相对滑动,且滑动后,各层之间的金属离子和自由电子的相互作用仍然保持着。因此,虽然金属受外力作用发生形变,但不会导致断裂。

3. 金属熔点比较

金属的熔点高低,与金属晶体内部金属原子的堆积形式有关,同时也决定于金属离子与自由电子之间相互作用的强弱。在金属内部,金属离子与自由电子之间的相互作用称为金属键。金属键强弱,决定于金属离子(或金属原子)的半径和价电子数。金属离子半径越小,价电子数越多,金属离子





与自由电子之间的相互作用越强,即金属键越强。金属晶体内部金属原子的堆积形式相同时,金属键越强的金属,熔点越高。

典型例题剖析

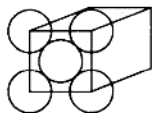
例1 下列关于晶体的说法正确的是()。

- A. 含有阳离子的物质内部不一定存在阴离子
- B. 固体氢氧化钠加热熔化变为液态,不仅要克服离子键的作用,还要克服共价键作用
- C. 原子晶体的熔点一定比金属晶体高
- D. 镁比铝活泼,因而镁的熔点也比铝高

剖析 离子晶体是由阳离子和阴离子构成的,但金属晶体由金属离子和自由电子构成,金属内部不存在阴离子;固体氢氧化钠熔化,只是增大 Na^+ 离子与 OH^- 离子之间的距离,而 OH^- 离子内部氧原子跟氢原子之间的共价键没有被破坏;原子晶体的熔点高,金属晶体中有的熔点很高(如金属钨),有的熔点很低(如金属汞),不能认为原子晶体的熔点比所有金属的熔点都高;镁比铝活泼,是因为镁原子半径大,最外层电子少,在化学反应中更容易失去电子。但是,金属的熔点高低受金属离子与自由电子之间相互作用强弱的影响。铝离子半径小,价电子数多,铝离子与自由电子之间的作用强,因此铝的熔点比镁高。

答案 A

例2 晶体的最小重复单元(也称晶胞)是面心立方体,即在立方体的8个顶点各有一个金原子,各个面的中心又还有一个金原子,每个金原子为相邻的晶胞所共有,晶胞侧面图如下。



已知金原子的直径为 d ,用 N_A 表示阿伏加德罗常数, M 表示金的摩尔质量。试回答下列问题:

- (1) 金晶体中平均每个晶胞含有 _____ 个金原子。
- (2) 将晶体中金原子视为刚性小球,并假定在立方体各个面的对角线上的三个金原子彼此两两相切,试计算一个晶胞的体积。
- (3) 金晶体的密度是多少?

剖析 (1) 处于立方体顶点的原子同时为8个晶胞所共有,处于立方体面心上的原子同时为2个晶胞所共有。金晶体的1个晶胞中所含的金原子数为

$$8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 4$$

(2) 立方体晶胞中一个面对角线的长为 $2d$,边长为 $\sqrt{2}d$,体积为 $(\sqrt{2}d)^3 = 2\sqrt{2}d^3$

(3) 一个晶胞含4个金原子,质量为 $4M/N_A$,故密度为

$$\frac{4M/N_A}{2\sqrt{2}d^3} = \frac{\sqrt{2}M}{N_A d^3}$$

答案 (1) 4 (2) $2\sqrt{2}d^3$ (3) $\frac{\sqrt{2}M}{N_A d^3}$



同步训练

A

一、选择题

1. 金属 Mg 晶体中含有的结构粒子是()。
 - A. Mg 原子
 - B. 只有 Mg^{2+}
 - C. Mg 原子和 Mg^{2+}
 - D. Mg^{2+} 、Mg 原子与自由电子
2. 金属能导电的原因是()。
 - A. 金属晶体中金属阳离子与自由电子间的相互作用较弱
 - B. 金属晶体中的自由电子在外加电场作用下可发生定向移动
 - C. 金属晶体中的金属阳离子在外加电场作用下可发生定向移动
 - D. 金属晶体在外加电场作用下可失去电子,产生自由电子
3. 下列每组物质发生状态变化所克服的粒子间的相互作用属于同种类型的是()。
 - A. 食盐和蔗糖溶于水
 - B. 钠和硫熔化
 - C. 碘和干冰升华
 - D. 铁和铜熔化
4. 下列叙述的各项性质中,不属于金属的通性的是()。
 - A. 导电、导热性
 - B. 延展性
 - C. 表面有光泽
 - D. 高熔点
5. 可以用“自由电子在与金属离子的碰撞中有能量传递”来解释的金属物理性质的是()。
 - A. 热的良导体
 - B. 电的良导体
 - C. 优良的延展性
 - D. 有金属光泽、不透明
6. 下列关于晶体的说法正确的是()。
 - A. 构成分子晶体的微粒内一定含有共价键
 - B. 金属晶体的熔点一定比分子晶体高
 - C. 离子晶体发生状态变化时需要克服离子键
 - D. 晶体中只要有阳离子就一定有阴离子
7. 硒有两种同素异形体:灰硒和红硒。灰硒具有金属光泽,溶于三氯甲烷,红硒溶于二硫化碳,但它们都不溶于水。则灰硒和红硒的晶体是()。
 - A. 都是原子晶体
 - B. 都是分子晶体
 - C. 灰硒是金属晶体
 - D. 红硒可能是原子晶体
8. 下列叙述错误的是()。
 - A. 石英是由 SiO_2 分子构成的
 - B. 只有金属晶体内部有自由电子,其他晶体内都没有自由电子
 - C. 同一金属晶体内自由电子的分布是均匀的
 - D. 同一类晶体中,熔点(或沸点)相差最大的是金属晶体





二、非选择题

9. A、B两元素的最外层都只有一个电子。A的原子序数等于B的原子序数的11倍，A的离子的电子层结构与周期表中非金属性最强的元素的阴离子的电子层结构相同；元素C与B易形成化合物 B_2C ，该化合物常温下呈液态。试回答：

- (1) A的原子结构示意图为_____，在固态时属于_____晶体。该晶体的熔点比金属镁_____，原因是_____。
- (2) C单质形成的晶体属于_____晶体，B与C形成化合物 B_2C 的电子式为_____，它是由_____键形成的_____分子，在固态时属于_____晶体，该晶体构成微粒之间的作用是_____。
- (3) B单质的熔沸点特别低，其原因是_____。

10. 已知有关物质的熔、沸点数据如下表：

	MgO	Al ₂ O ₃	MgCl ₂	AlCl ₃
熔点/℃	2852	2072	714	190(2.5×10 ⁵ Pa)
沸点/℃	3600	2980	1412	182.7

请参考上述数据填空并回答问题：

工业上常用电解熔融 $MgCl_2$ 的方法生产金属镁，电解 Al_2O_3 与冰晶石熔融混合物的方法生产铝。为什么不用电解 MgO 的方法生产镁？也不用电解液态 $AlCl_3$ 的方法生产铝？

B

一、选择题

1. 共价键不会出现在()。
- A. 分子晶体中 B. 原子晶体中
C. 离子晶体中 D. 金属晶体中
2. 下列叙述正确的是()。
- A. 同周期金属的原子半径越大，熔点越高
B. 同周期金属的原子半径越小，熔点越高
C. 同主族金属的原子半径越大，熔点越高
D. 按元素周期表由上而下顺序，碱金属的熔点逐渐降低
3. 关于晶体的下列说法正确的是()。
- A. 含有金属阳离子的晶体就一定是离子晶体
B. 离子晶体中一定含金属阳离子
C. 在共价化合物分子中各原子的最外电子层都形成8电子结构
D. 分子晶体的熔点不一定比金属晶体熔点低
4. 某晶体不导电，在熔融状态下能被电解，则该晶体是()。
- A. 分子晶体 B. 原子晶体

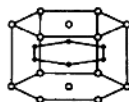
C. 离子晶体 D. 金属晶体

5. 下列物质的熔、沸点高低顺序正确的是()。
- A. 金刚石>晶体硅>二氧化硅>碳化硅
B. $CCl_4 > CBr_4 > CH_4$
C. $MgO > H_2O > O_2 > N_2$
D. 金刚石>纯铁>生铁>钠
6. 所谓合金，就是不同种金属(也包括一些非金属)在熔化状态下形成的一种熔合物再冷却后得到的固体。根据下表判断，两种金属难形成二元合金的是()。

	Fe	Cu	Zn	Ag	Au	W
熔点/℃	1535	1083	419.5	960.8	1063	3380
沸点/℃	3000	2595	907	2212	2707	5627

- A. Fe、Ag B. Au、Ag
C. Ag、Zn D. Zn、W
7. 某固体仅由一种元素组成，其密度为 5.0 g/cm^3 。用X射线研究该固体结构时得知：在边长为 10^{-7} cm 的正方体中含有20个原子，则此元素的相对原子质量接近于下列数据中的()。
- A. 32 B. 120 C. 150 D. 180

8. 2001年报道硼和镁形成的化合物刷新了金属化合物超导温度的最高记录。右图示意的是该化合物的晶体结构单元。



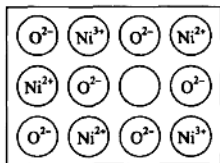
镁原子间形成正六棱柱，且棱柱的上、下底面还各有一个镁原子；6个硼原子位于正六棱柱内。该化合物的化学式可表示为()。

A. MgB B. MgB_2 C. Mg_2B D. Mg_3B_2

二、非选择题

9. 在元素周期表中，元素的金属性和非金属性及其强弱比较与周期数(n)和主族数(A)有如下经验公式： $K = A/n$ (K 为 A 与 n 的比值)
- (1) 当 n 一定时， K 值越大，则元素的_____性越强。
- (2) 当 A 一定时， K 值越小，则元素的_____性越强。
- (3) 当 $K=0$ ，则该元素系_____元素(请选编号，下同)；当 $K=1$ 时，则该元素系_____元素；当 $K<1$ 时，则该元素系_____元素；当 $K>1$ 时，则该元素系_____元素。
- A. 两性 B. 金属 C. 非金属 D. 稀有气体
10. (1) 将 $NaCl$ 的晶胞向三维空间延伸就可得到完美晶体。 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 g/mol)。
- (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 晶体中就存在如下图所示的缺陷：





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+} 的个数之比。

单元小结

1. 化学键、氢键、分子间作用力的比较

	化学键	氢键	分子间作用力
概念内涵	晶体或分子中相邻的原子之间强烈的相互作用	$\text{X}(\text{N}, \text{O}, \text{F})$ 形成强极性键 $\text{X}-\text{H}$, 与 $\text{Y}(\text{N}, \text{O}, \text{F})$ 接近时产生较强的静电吸引作用	分子之间的相互作用
形成条件	离子键存在于离子化合物中的阴、阳离子之间; 共价键存在于共价化合物和非金属单质的相邻原子之间; 金属键存在于金属内部	存在 $\text{N}, \text{O}, \text{F}$ 等原子与 H 原子形成的 $\text{X}-\text{H}$ 与 $\text{N}, \text{O}, \text{F}$ 等原子之间	存在任何分子之间
相对强弱	强 ($120 \sim 180 \text{ kJ/mol}$)	较强 (几十 kJ/mol)	弱 (几到十几 kJ/mol)
对物质性质的主要影响	离子键影响离子晶体的熔沸点; 共价键影响原子晶体的熔沸点、硬度和共价化合物的稳定性; 金属键影响金属晶体的熔沸点和硬度	影响物质的熔沸点和晶体结构	影响分子晶体的熔沸点

2. 不同类型晶体在结构和性质上的区别

晶体类型	构成微粒	微粒间的作用	主要性质
离子晶体	阴、阳离子	离子键	熔、沸点较高, 硬度较大, 熔化状态或水溶液能导电
原子晶体	原子	共价键	熔点、沸点都很高, 硬度大, 不导电
分子晶体	分子	分子间作用力及氢键	熔点低, 沸点低, 不导电, 部分分子晶体的水溶液会导电
金属晶体	金属离子、自由电子	金属键	多数熔点、沸点较高, 能导电, 导热, 有延展性

3. 判断晶体类型的方法

要确定一种晶体属于哪一种类型, 可以从晶体的性质和组成两个方面进行分析判断。

(1) 离子晶体: 由阴、阳离子构成, 晶体破坏时要克服离子键作用, 因此熔点、沸点较高。固态时不导电, 但在融化状态或水溶液中能导电。离子化合物形成的晶体都是离子晶体。

(2) 原子晶体: 由原子直接构成, 晶体破坏时要克服共价键作用, 因此熔点高, 沸点高, 硬度大。常见的原子晶体有: 金刚石、晶体硅、二氧化硅、碳化硅等。

(3) 分子晶体: 由分子构成, 晶体破坏时只要克服分子间作用力, 因此熔点和沸点较低, 固态或熔化状态均不导电。非金属单质和共价化合物, 除少数几种形成原子晶体外, 其余大多数都形成分子晶体。

(4) 金属晶体: 由金属原子(或金属离子和自由电子)构

成, 固态能导电, 能导热, 有延展性。不同金属晶体的熔、沸点差别较大。只有金属单质和合金所形成的晶体才是金属晶体。

4. 比较物质熔点高低的方法

(1) 看晶体类型。不同类型晶体的熔点高低顺序一般为:

原子晶体 $>$ 离子晶体 $>$ 分子晶体

对于金属晶体, 因它们的熔点差别很大, 有的比原子晶体还高, 有的比一些分子晶体还低, 不能一概而论。

(2) 同类晶体, 看构成微粒间作用力的强弱。

① 离子晶体: 看离子键强弱。离子半径越小, 离子所带的电荷越高, 形成离子键的作用越强, 离子晶体的熔沸点越高。

② 分子晶体: 看氢键和分子间作用力的大小。分子间氢键的存在增强分子间的作用力, 使分子晶体的熔点升高。组



成和结构相似的分子,相对分子质量越大,分子间作用力越强,所形成晶体的熔点也越高。

③原子晶体:看共价键强弱。通常情况下,成键的原子半径越小,形成共价键的作用越强,因而所构成的原子晶体的熔点也越高。

④金属晶体:看金属键强弱。金属原子的半径越小,价电子数越多,所形成的金属键越强,金属的熔沸点也越高。

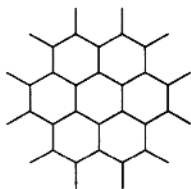
单元检测

一、选择题

- 下列晶体中含有离子的是()。
 - 离子晶体
 - 分子晶体
 - 原子晶体
 - 金属晶体
- Cs 是 I A 族元素, F 是 VII A 族元素, Cs 和 F 形成的化合物()。
 - 是离子化合物
 - 分子组成为 CsF₂
 - 室温下为固体
 - 固态能导电
- 下列各组物质中,都是由极性键构成极性分子的一组是()。
 - CH₄ 和 Br₂
 - NH₃ 和 H₂O
 - H₂S 和 CCl₄
 - CO₂ 和 HCl
- 含有非极性键的离子化合物是()。
 - C₂H₂
 - Na₂O₂
 - (NH₄)₂S
 - CaC₂
- 下列叙述中肯定正确的是()。
 - 在离子晶体中不可能存在极性共价键
 - 在共价化合物的分子晶体中不可能存在离子键
 - 全部由非金属元素组成的化合物一定是共价化合物
 - 直接由原子构成的晶体一定是原子晶体
- 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,与化学键强弱无关的变化规律是()。
 - HF、HCl、HBr、HI 的热稳定性依次减弱
 - NaF、NaCl、NaBr、NaI 的熔点依次降低
 - F₂、Cl₂、Br₂、I₂ 的熔、沸点逐渐升高
 - H₂S 的熔、沸点小于 H₂O 的熔、沸点
- 在二氧化硅晶体的网状结构中,含有 Si—O 共价键形成的环中,其中最小环上的原子总数是()。
 - 12 个
 - 8 个
 - 6 个
 - 4 个
- 下列各物质中,按熔点由低到高顺序排列的是()。
 - O₂、I₂、Hg
 - CO₂、KCl、SiO₂
 - Na、K、Rb
 - SiC、NaCl、SO₂
- 下列各项所述的数字不是 6 的是()。
 - 在 NaCl 晶体中,与一个 Na⁺ 最近且距离相等的 Cl⁻ 的个数
 - 在金刚石晶体中,最小的环上的碳原子个数
 - 在氯化铯晶体中,与一个 Cl⁻ 最近的且距离相等的 Cs⁺

的个数

- 在石墨晶体的片层结构中,最小的环上的碳原子个数
- 下列各晶体的结构中,任意一个原子都被相邻的 4 个原子所包围,以共价键结合形成正四面体结构,并向空间伸展形成网状结构的是()。
 - 甲烷
 - 石墨
 - 晶体硅
 - 水晶
 - 在氯化钠晶体中,若已知晶体中最近的 Na⁺ 与 Cl⁻ 核间距离为 a cm,氯化钠的式量为 M ; N_A 为阿伏加德罗常数,则 NaCl 晶体的密度(单位: g/cm³)为()。
 - $\frac{8M}{N_A a^3}$
 - $\frac{M_2}{8N_A}$
 - $\frac{M}{2N_A a^3}$
 - $\frac{M}{N_A a^3}$
 - 下列有关共价化合物的说法其中一定正确的是()。
 - ①具有较低的熔、沸点
 - ②不是电解质
 - ③固态时是分子晶体
 - ④都是由分子构成
 - ⑤液态时不导电
 - ①③④
 - ②⑤
 - ①②③④⑤
 - ⑤
 - 下列分子晶体: ① HCl、② HBr、③ HI、④ CO、⑤ CH₄、⑥ H₂, 熔沸点由高到低的顺序是()。
 - ①②③④⑤⑥
 - ③②①⑤④⑥
 - ③②①④⑤⑥
 - ⑥⑤④③②①
 - 石墨晶体是层状结构,在同一层内,每一个碳原子都跟其他 3 个碳原子相结合,如右图是其晶体结构的俯视图,则图中 7 个六元环完全占有的碳原子数是()。
 - 10 个
 - 18 个
 - 24 个
 - 14 个



Na ₂ O	NaCl	AlF ₃	AlCl ₃
920 °C	801 °C	1291 °C	190 °C
BCl ₃	Al ₂ O ₃	CO ₂	SiO ₂
-107 °C	2073 °C	-57 °C	1723 °C

据此做出的下列判断中错误的是()。

- 铝的化合物形成的晶体中,有的是离子晶体有的是分子晶体
 - 表中只有 BCl₃ 和干冰是分子晶体
 - 同族元素的氧化物可形成不同类型的晶体
 - 不同族元素的氧化物可形成相同类型的晶体
- 非整数比化合物 Fe_{0.95}O 具有 NaCl 型晶体结构,由于 $n(\text{Fe}) : n(\text{O}) < 1 : 1$, 所以晶体存在缺陷。Fe_{0.95}O 可表示为()。
 - Fe_{0.95}²⁺ Fe_{0.05}³⁺ O
 - Fe_{0.95}²⁺ Fe_{0.10}³⁺ O
 - Fe_{0.95}²⁺ Fe_{0.05}³⁺ O
 - Fe_{0.95}²⁺ Fe_{0.10}³⁺ O
 - 在 NaCl 晶体中,与每个 Na⁺ 距离相等且距离最近的 n 个 Cl⁻ 所围成的空间几何构型为()。
 - 正四面体
 - 正六面体