

# JIANGLIAN KETANG

**讲出生动** 关注讲练课堂

**练出精彩** 重温课本细节

总主编 蒋念祖

丁翌平

主 编 张天若

# 讲练课堂

## 高三化学



东北师范大学出版社

丁翌平

# 讲练课堂

# 高三化学

主 编 张天若

东北师范大学出版社·长春

**图书在版编目(CIP)数据**

讲练课堂·高三化学/蒋念祖,丁翌平主编. —长春:  
东北师范大学出版社, 2003.5

ISBN 7 - 5602 - 3383 - X

I. 讲—... II. ①蒋... ②丁... 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(2003)第 024913 号

☐责任编辑:崔俊英 ☐封面设计:魏国强  
☐责任校对:张小磊 ☐责任印制:栾喜湖

东北师范大学出版社出版发行  
长春市人民大街 5268 号(130024)

销售热线:0431—5687213

传真:0431—5691969

网址:<http://www.nnup.com>

电子函件:sdcbs@mail.jl.cn

东北师范大学出版社激光照排中心制版

东北师范大学印刷厂印装

长春市人民大街 138 号(130024)

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷

幅面尺寸:148mm×210mm 印张:8.75 字数:349 千

印数:0 001 — 6 000 册

定价:11.00 元

---

# 出版说明

《讲练课堂》是一套面向广大中学生的同步类教辅丛书。整套丛书经过精心策划和专家反复论证,由全国知名中学的优秀特高级教师主持编写。其显著特点在于:

## 1. 立足于教材而又高于教材。

本书以人教版最新教材为蓝本,紧扣教学大纲,力图对各项知识要点进行有效的梳理,以打牢学生的知识基础。同时加强课内资源与课外资源的整合,以提高学生的解题技巧和综合能力。

## 2. 题型设计新颖,并具有很强的针对性。

在习题的编选上尽量不选陈题、旧题,使原创题、创新题保持较大比例,力求体现近年来教学和考试的新成果,给人以境界一新的感觉。同时根据教学大纲,就各个知识点、能力要求有针对性地设置习题,做到有的放矢。

如今名目繁多的练习册令人眼花缭乱,如何能“风景这边独好”?

如果非要找一个答案,那么我们可以十分自信地告诉您,《讲练课堂》做到了:在学生心求通而未得,口欲言而未能之时,用易学、易变通的方式,用妥帖的语言,深入浅出,使学生在思维中顿悟,在理解中提升,在运用上熟练。

尽管我们对本丛书的出版工作高度重视,作风严谨,态度认真,但疏漏之处在所难免,恳请读者不吝赐教。

《讲练课堂》编辑组

2003年5月

## 作者名单

|       |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 总 主 编 | 蒋念祖 | 丁翌平 |     |     |
| 学科主编  | 张天若 |     |     |     |
| 本册编者  | 黄仁云 | 管松山 | 洪 强 | 徐 标 |
|       | 徐建华 | 顾立新 | 钱军先 | 朱丰胜 |
|       | 韩俊元 | 戴翰林 | 周德春 | 陈惠平 |
|       | 朱胜强 | 高兴抒 | 张 磊 | 吴少然 |
|       | 蔡植杨 | 王克亮 | 徐长中 | 龚加志 |
|       | 沈月亭 | 黄海燕 | 管书霞 | 彭 娅 |
|       | 刘金国 | 田永生 | 乔 琴 | 习 辰 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| <b>第一章 晶体的类型与性质</b>        | 1  |
| 整体感知                       | 1  |
| 典型例析                       | 4  |
| 能力测试                       | 8  |
| 知识链接                       | 15 |
| <b>第二章 胶体的性质及其应用</b>       | 17 |
| 整体感知                       | 17 |
| 典型例析                       | 20 |
| 能力测试                       | 24 |
| 知识链接                       | 28 |
| <b>第三章 化学反应中的物质变化和能量变化</b> | 29 |
| 整体感知                       | 29 |
| 典型例析                       | 34 |
| 能力测试                       | 42 |
| 知识链接                       | 53 |
| <b>第四章 电解原理及其应用</b>        | 56 |
| 整体感知                       | 56 |
| 典型例析                       | 61 |
| 能力测试                       | 65 |
| 知识链接                       | 70 |
| <b>第五章 硫酸工业</b>            | 72 |
| 整体感知                       | 72 |
| 典型例析                       | 74 |
| 能力测试                       | 77 |
| 知识链接                       | 80 |
| <b>第六章 化学实验方案的设计</b>       | 83 |
| 整体感知                       | 83 |
| 典型例析                       | 86 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 能力测试 .....                 | 101        |
| 知识链接 .....                 | 116        |
| <b>高中化学总复习 .....</b>       | <b>120</b> |
| <b>第一部分 选择题例析与练习 .....</b> | <b>120</b> |
| 典型例析 .....                 | 120        |
| 能力测试 .....                 | 136        |
| <b>第二部分 填空题例析与练习 .....</b> | <b>155</b> |
| 典型例析 .....                 | 155        |
| 能力测试 .....                 | 160        |
| <b>第三部分 简答题例析与练习 .....</b> | <b>170</b> |
| 典型例析 .....                 | 170        |
| 能力测试 .....                 | 175        |
| <b>第四部分 推断题例析与练习 .....</b> | <b>182</b> |
| 典型例析 .....                 | 182        |
| 能力测试 .....                 | 198        |
| <b>第五部分 实验题例析与练习 .....</b> | <b>207</b> |
| 典型例析 .....                 | 207        |
| 能力测试 .....                 | 216        |
| <b>第六部分 计算题例析与练习 .....</b> | <b>233</b> |
| 典型例析 .....                 | 233        |
| 能力测试 .....                 | 257        |

## 第一章

## [ 晶体的类型与性质 ]

## 整体感知

## 第一节 离子晶体、分子晶体和原子晶体

## 一、晶体性质依据的比较

晶体的硬度大小和熔、沸点高低等物理性质的比较依据:

1. 异类晶体:按照各类晶体的性质特征进行判断.

2. 同类晶体

(1)离子晶体比较离子键的强弱.离子半径越小,核电荷数越大,离子键越强,离子晶体的熔、沸点越高,硬度越大.(离子核外电子层数越多,半径越大;离子核外电子排布相同时,核电荷数越大,离子半径越小)

(2)原子晶体比较共价键键能的大小.形成共价键的原子半径之和越小,键长越短,共价键键能越大,原子晶体的熔点越高,硬度越大.(最外层电子数相同,核外电子层数越多,原子半径越大;核外电子层数相同,最外层电子数越多,原子半径越小)

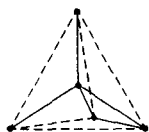
(3)分子晶体比较分子间作用力的大小.分子组成和结构相似时,相对分子质量越大,分子间作用力越大;相对分子质量相近时,极性分子间的作用力大于非极性分子间的作用力.分子间作用力越大,分子晶体熔点越高,硬度越大.(含有氢键的分子晶体熔、沸点高,硬度较大;烃类同分异构体中,结构越复杂,支链越多,分子间作用力越小)

## 二、几个典型晶体的比较

1. NaCl 晶体:每个  $\text{Na}^+$  ( $\text{Cl}^-$ ) 周围距离最近且均等的  $\text{Cl}^-$  ( $\text{Na}^+$ ) 有 6 个,每个  $\text{Na}^+$  ( $\text{Cl}^-$ ) 周围距离最近且均等的  $\text{Na}^+$  ( $\text{Cl}^-$ ) 有 12 个.

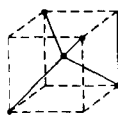
2. CsCl 晶体:每个  $\text{Cs}^+$  ( $\text{Cl}^-$ ) 周围距离最近且均等的  $\text{Cl}^-$  ( $\text{Cs}^+$ ) 有 8 个,每个  $\text{Cs}^+$  ( $\text{Cl}^-$ ) 周围距离最近且均等的  $\text{Cs}^+$  ( $\text{Cl}^-$ ) 有 6 个.

3. 金刚石:每个碳原子以 4 个共价键结合 4 个碳原子,键长均相等,键角均为  $109^\circ 28'$ ,相邻碳原子的位置关系可图示为:(●:碳原子,一:共价键)



(虚线构图为正四面体)

或



(虚线构图为正六面体)

晶体硅的结构与金刚石相似,碳化硅的结构与金刚石也相似,只是碳、硅原子相间连接.金刚石、碳化硅、晶体硅的键长由小至大,熔、沸点依次降低,硬度依次减小.

4.  $\text{SiO}_2$  晶体:相当于在硅晶体中每相邻的两个硅原子间插入一个氧原子,晶体中既存在“硅氧四面体”,又存在“硅硅”四面体结构,但  $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$  不在一条直线上.

5. 石墨晶体:平面正六边形网状、层状结构,既存在共价键,又存在分子间作用力和自由电子,故称过渡型晶体或混合型晶体,兼具原子晶体、分子晶体和金属晶体的一些特性.

6. 干冰晶体:每个  $\text{CO}_2$  分子周围距离最近且均等的  $\text{CO}_2$  分子有 12 个.

### 三、几个特殊问题的认识

1. 同族元素氢化物沸点高低的认识.

卤族中氢化物沸点:  $\text{HF} > \text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$ ;

氧族中氢化物沸点:  $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{Te} > \text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S}$ ;

氮族中氢化物沸点:  $\text{SbH}_3 > \text{NH}_3 > \text{AsH}_3 > \text{PH}_3$ ;

碳族中氢化物沸点:  $\text{SnH}_4 > \text{GeH}_4 > \text{SiH}_4 > \text{CH}_4$ .

可见,主要是在  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HF}$  中存在氢键,因氢键是比分子间作用力稍强(比化学键要弱得多)的相互作用,故  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HF}$  三种氢化物的沸点相对较高.

2. 固态水(冰)的密度比液态水小的原因. 液态水中经常是几个水分子通过氢键结合起来,形成  $(\text{H}_2\text{O})_n$ ,在固态水(冰)中,水分子大范围地以氢键互相结合,形成相当疏松的晶体,结构中有许多空隙,造成体积膨胀,密度减小.

3. 分子结构与晶体结构的区别.

(1)  $\text{CO}_2$  分子中  $\text{C}=\text{O}$  的键能比  $\text{SiO}_2$  中  $\text{Si}-\text{O}$  的键能大. 但  $\text{CO}_2$  的熔、沸点远远小于  $\text{SiO}_2$ , 原因是  $\text{C}=\text{O}$  是存在于  $\text{CO}_2$  分子内的化学键,而  $\text{CO}_2$  晶体是分子晶体,构成晶体的微粒是  $\text{CO}_2$  分子,晶体中微粒( $\text{CO}_2$ )是依靠分子间作用力相互结合的,而  $\text{SiO}_2$  的晶体是原子晶体,晶体中微粒( $\text{SiO}_2$ )是依靠  $\text{Si}-\text{O}$  共价键相互作用结合的. 故  $\text{SiO}_2$  的熔、沸点远远高于  $\text{CO}_2$ .

(2)  $\text{P}_4$ ,  $\text{CH}_4$  和金刚石都可描述为正四面体结构,但  $\text{P}_4$  和  $\text{CH}_4$  是单个分子,金刚石是一种晶体;  $\text{P}_4$  分子中的键角为  $60^\circ$ ,  $\text{CH}_4$  和金刚石中的键角均为  $120^\circ$ .

4. 依据正方体结构单元确定晶体组成的方法. 在表示空间无限延伸晶体的正方体重复结构单元中;位于正方体体内的原子(或离子)完全属于该结构单元的组成,位于表面的原子(或离子)属于该单元组成的只占其  $\frac{1}{2}$ ,位于棱上的原子(或离子)属于该单元组成的只占其  $\frac{1}{4}$ ,位于顶角的原子(或离子)属于该单元组成的只占其  $\frac{1}{8}$ ,这些都是相当于对原子(或离子)进行均等的数学意义上的分割而推导出来的. 如处于顶角位置的原子(或离子)相当于被 8 个相同的正方体结构单元所共有,故处于顶角的原子(或离子)属于每个正方体结构单元的组成的只占其  $\frac{1}{8}$ .

## 第二节 金属晶体

### 一、金属晶体性质

1. 金属晶体性质的比较:金属晶体比较金属离子与自由电子的相互作用的强弱.金属离子半径越小,核电荷数越大,金属离子与自由电子的相互作用越强,金属晶体的熔、沸点越高,硬度越大.

#### 2. 性质:

(1)导电性:在外加电场的条件下,自由电子就会发生定向运动而形成电流,所以金属导电性强.

(2)导热性:自由电子运动传递能量,所以金属容易导电.

(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,当各原子相对滑动后,相互作用仍存在.

### 二、晶体的比较

| 类 型    |         | 离子晶体               | 原子晶体             | 分子晶体           | 金属晶体         |
|--------|---------|--------------------|------------------|----------------|--------------|
| 结 构    | 构成晶体的微粒 | 阴离子<br>阳离子         | 原子               | 分子(稀有气体原子)     | 金属离子<br>自由电子 |
|        | 相互作用    | 离子键                | 共价键              | 分子间作用力(少数存在氢键) | 金属键          |
| 性 质    | 硬度      | 较大                 | 很大               | 很小             | 大小不一定        |
|        | 熔沸点     | 较高                 | 很高               | 很低             | 高低不一定        |
|        | 导电传热    | 固体不导电<br>熔化或溶于水后导电 | 一般不导电            | 一般不导电          | 电和热的良导体      |
|        | 溶解性     | 部分易溶于极性溶剂,部分不溶     | 难溶               | 相似相溶           | 难溶           |
| 实 例    |         | 盐、强碱等              | 金刚石、二氧化硅、晶体硅、碳化硅 | 硫、碘、干冰         | 钠、镁、铝(某些合金)等 |
| 所属物质类别 |         | 化合物                | 单质、化合物           | 单质、化合物         | 单质           |

### 三、与硫酸铜晶体结晶水含量测定相关的问题:

1. 实验原理:将硫酸铜晶体( $\text{CuSO}_4 \cdot x$ )样品加热,使其完全失去结晶水变成无水硫酸铜.

酸铜,测量出两者的质量差,即为样品中结晶水的质量,进而计算出结晶水的含量或  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  中  $x$  的值。

2. 操作难点:对硫酸铜晶体( $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ )样品加热要适度.加热时间短,温度过低, $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  不能完全分解成  $\text{CuSO}_4$  和水;加热时间长,温度过高,可能会引起  $\text{CuSO}_4$  的分解,使测定结果受到影响。

### 3. 较易引起实验误差的原因及结果

| 引起实验误差的原因          | 测得结晶水的质量分数或 $x$ 值 |
|--------------------|-------------------|
| 称量样品的坩埚不干燥         | 偏大                |
| 样品中混有受热不分解的杂质      | 偏小                |
| 加热过程中不慎有细小的晶粒飞溅出去  | 偏大                |
| 加热不够充分,样品未完全变为白色粉末 | 偏小                |
| 加热过度,样品已部分变黑       | 偏大                |

## 典型例析

1. 下列关于晶体的说法正确的是( )。

- A. 原子晶体的熔点一定比金属晶体的高
- B. 分子晶体的熔点一定比金属晶体的低
- C. 在晶体中只要有阴离子就一定有阳离子
- D. 在晶体中只要有阳离子就一定有阴离子

**思路剖析** 原子晶体的熔点一定比分子晶体的高.金属晶体的熔点变化范围很大,汞的熔点低至  $-39^\circ\text{C}$ ,钨的熔点高至  $3410^\circ\text{C}$ ,钨的熔点比晶体硅高得多,汞的熔点比许多固态分子晶体要低得多,选项 A,B 均不正确.金属晶体中只有阳离子和自由电子,没有阴离子存在,选项 D 论述错误。

**解答示范** C

2. 分析下列物质的物理性质,判断其晶体类型。

- (1)碳化铝,黄色晶体,熔点  $2200^\circ\text{C}$ ,熔融态不导电,属于\_\_\_\_\_。
- (2)溴化铝,无色晶体,熔点  $98^\circ\text{C}$ ,熔融态不导电,属于\_\_\_\_\_。
- (3)五氟化钽,无色晶体,熔点  $19.5^\circ\text{C}$ ,易溶于乙醇、氯仿、丙酮中,属于\_\_\_\_\_。
- (4)溴化钾,无色晶体,熔融时或溶于水都能导电,属于\_\_\_\_\_。

**思路剖析** 晶体的熔点高低,熔融态能否导电及溶解性,是判断晶体类型的重要依据.原子晶体和离子晶体的熔点都很高或较高,两者最大的差异是熔融态的导电性不同.原子晶体熔融不导电,离子晶体熔融时或在水溶液中都能导电.原子晶体和分子晶体的区别则主要在于熔、沸点有很大差异.一般原子晶体和分子晶体熔融态时都不能导



电.另外,易溶于一些有机溶剂往往也是分子晶体的特征之一.

**解答示范** (1)原子晶体 (2)分子晶体 (3)分子晶体 (4)离子晶体

3. 1995 年美国 Lagow 教授报道,他制得了碳的第四种同素异形体——链式炔碳

...—C≡C—C≡C—C≡C—...该物质的一个分子中含有 300~500 个碳原子,性质很活泼.据此判断,链式炔碳的熔点估计比石墨\_\_\_\_\_.

**思路剖析** 不要被“含有 300~500 个碳原子”所迷惑,而应抓住该物质的组成微粒“分子”,从而可判定链式炔碳属于分子晶体,显然熔点比石墨低得多.

**解答示范** 低

4. 已知氯化铝的熔点为  $190^{\circ}\text{C}$  ( $2.02 \times 10^5 \text{ Pa}$ ),但它在  $180^{\circ}\text{C}$  即开始升华.

(1)氯化铝是\_\_\_\_\_ (填“离子化合物”或“共价化合物”).

(2)在 500 K 和  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  时,它的蒸气密度(换算成标准状况时)为  $11.92 \text{ g/L}$ ,则氯化铝的化学式为\_\_\_\_\_.

(3)无水氯化铝在潮湿空气中强烈地“发烟”,其原因是\_\_\_\_\_.

(4)如何通过实验来判别氯化铝是离子化合物还是共价化合物.

**思路剖析** (1)从氯化铝的熔点低且易升华的性质可判定其晶体为分子晶体,也就不可能属于离子化合物.不能简单地从组成元素为较活泼金属元素和活泼非金属元素考虑,将其定为离子化合物,应尊重事实.

(2)应根据  $22.4 \text{ L/mol}$  和  $\rho(\text{g/L})$  (标准状况时)求出蒸气的相对分子质量,与常见的  $\text{AlCl}_3$  相对分子质量比较是否相同,从而确定氯化铝的化学式.

(3)抓住题中条件“在潮湿空气中发烟”应为氯化铝水解生成  $\text{HCl}$  与水蒸气形成酸雾,不能误认为氯化铝升华为气体.

(4)可根据其熔融态能否导电进行判断.不能用它的水溶液做导电实验.因为如  $\text{HCl}$  等许多共价化合物在水分子作用下能电离,水溶液也能导电.

**解答示范** (1)共价化合物

(2) $\text{Al}_2\text{Cl}_6$

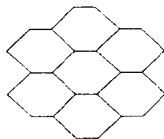
(3)氯化铝水解生成  $\text{HCl}$  与水蒸气形成酸雾

(4)根据其熔融态能否导电进行判断.若导电则为离子化合物,若不导电则为共价化合物.

5. 石墨的片层结构如图所示;试回答:

(1)片层中平均每个六元环含碳原子数为\_\_\_\_\_个.

(2)在片层结构中,碳原子数、C—C 键数、六元环数之比为\_\_\_\_\_.

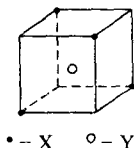


**思路剖析** 在石墨的片层结构中,我们以一个六元环为研究对象,由于一个碳原子为

三个六元环共用,即属于每个六元环的碳原子数为 $\frac{6 \times 1}{3} = 2$ ;另外每个碳碳键为二个六元环共用,即属于每个六元环的碳碳键为 $\frac{6 \times 1}{2} = 3$ .

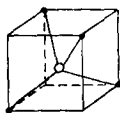
解答示范 (1)2 (2)2:3:1

6. 某离子晶体部分结构如图(Y位于立方体中心,X位于立方体相向的四个顶点)



- (1)晶体中每个Y同时吸引着最近的\_\_\_\_\_个X,每个X同时吸引着最近的\_\_\_\_\_个Y,该晶体的化学式为\_\_\_\_\_.
- (2)晶体中每个X周围与它最近且距离相等的X共有\_\_\_\_\_个.
- (3)晶体中距离最近的2个X与一个Y形成的夹角 $\angle XYX$ 的角度是\_\_\_\_\_.
- (4)设该晶体的摩尔质量为 $M(\text{g/mol})$ ,晶体密度为 $\rho(\text{g/cm}^3)$ ,阿伏加德罗常数为 $N_A$ ,则晶体中两个距离最近的X中心间距离为\_\_\_\_\_cm.

思路剖析 (1)从图中可知,Y位于立方体中心,X位于立方体相向的四个顶点,故一个Y同时吸引着最近的X有4个,每个X同时吸引着最近的8个Y,由此确定其化学式.



- (2)由于顶点X是8个立方体共有,每个面是两个立方体共享,故晶

体中每个X周围与它最近且距离相等的X应有 $8 \times 3 \times \frac{1}{2} = 12(\text{个})$ .

- (3)可将图中4个X分别与Y连线,形成的构型类同于 $\text{CH}_4$ 分子, $\angle XYX = 109^\circ 28'$ .

- (4)每个小立方体中含 $\text{XY}_2$ 的物质的量为 $\frac{0.5}{N_A} \text{mol}$ .

根据质量 $m = \rho V$ 和 $m = nM$

联立方程,求解.

设每个小立方体的边长为 $x \text{ cm}$ ,其中含 $\text{XY}_2$ 的物质的量为 $\frac{0.5}{N_A} \text{mol}$ .

$$\text{由方程: } x^3 \cdot \rho = \frac{0.5}{N_A} \cdot M$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{0.5M}{N_A \cdot \rho}}$$

$$l = \sqrt{2}x = \sqrt[3]{\frac{\sqrt{2}M}{N_A \cdot \rho}} (\text{cm})$$

$$\text{解答示范 (1)4.8 } \text{XY}_2 \text{ 或 } \text{Y}_2\text{X} \text{ (2)12 (3)109}^\circ\text{28}' \text{ (4)}\sqrt[3]{\frac{\sqrt{2}M}{N_A \cdot \rho}} (\text{cm})$$

7. 已知NaCl晶体的中最小重复单元(晶胞)如图所示,氯化钠的摩尔质量为 $M(\text{g/mol})$ .

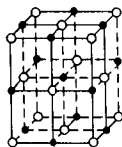
氯化钠的密度为 $a(\text{g/cm}^3)$ ,阿伏加德罗常数为 $N_A$ ,回答下列问题:

- (1)每个 $\text{Na}^+$ 周围距离相等且最近的 $\text{Cl}^-$ 所围成的空间构型为\_\_\_\_\_.
- (2)NaCl晶体的晶胞可看作由\_\_\_\_\_个 $\text{Na}^+$ 和\_\_\_\_\_个 $\text{Cl}^-$ 组成.



(3) 每个  $\text{Na}^+$  周围距离相等且最近的  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  分别有 \_\_\_\_\_ 个和 \_\_\_\_\_ 个.

(4) 氯化钠的晶体中最邻近的钠离子和氯离子中心间的距离为 \_\_\_\_\_.



○  $\text{Na}^+$     •  $\text{Cl}^-$

**思路剖析** 在氯化钠的晶体结构中, 在体心的微粒被此晶胞独有; 在面心的微粒被 2 个晶胞共有; 在棱上的微粒被 4 个晶胞共有; 在顶点上的微粒被 8 个晶胞共有.

由  $\text{NaCl}$  晶体的晶胞可知, 1 个晶体的晶胞由 8 个小立方体构成, 每个小立方体的 8 个顶点分别由 4 个  $\text{Na}^+$  和 4 个  $\text{Cl}^-$  占据, 每个  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  都只有  $\frac{1}{8}$  占据在小立方体中, 因而每个小立方体含有  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  都为  $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$ , 即含有  $\text{NaCl}$   $\frac{1}{2}$  个. 设每个小立方体的边长为  $b$  cm, 则有  $b^3 \times a = \frac{M}{2 N_A}$ , 即可得  $b$  的值.

**解答示范** (1) 八面体(双四棱锥)

$$(2) \text{Na}^+ = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4 \text{ 个} \quad \text{Cl}^- = 12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4 \text{ 个}$$

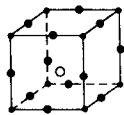
(3) 6 个    12 个

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

8. 如图所示是超导化合物——钙钛矿晶体的晶胞结构. 请回答:

(1) 该化合物的化学式为 \_\_\_\_\_.

(2) 在该化合物晶体中, 与某个钛离子距离最近且相等的其他钛离子共有 \_\_\_\_\_ 个.



• O    • Ti    ○ Ca

**思路剖析** 这个晶胞对位于顶点上的每个钛原子占有的份额为  $\frac{1}{8}$ , 所以, 它单独占有的钛原子个数为  $8 \times \frac{1}{8} = 1$  个; 它对位于棱

上的每个氧原子占有的份额为  $\frac{1}{4}$ , 所以, 它单独占有的氧原子个数为  $12 \times \frac{1}{4} = 3$  个; 它全部拥有体内的那一个钙原子, 所以, 该晶胞中单独占有的钛原子、氧原子和钙原子的个数分别为: 1, 3, 1. 钛位于立方体的顶点上, 与一个钛离子距离最近的钛离子是与它共棱的, 与它共棱的离子都是二个, 所以, 共 6 个.

**解答示范** (1)  $\text{CaTiO}_3$     (2) 6 个

9.  $\text{CH}_4$  分子在空间呈四面体形状, 1 个 C 原子与 4 个 H 原子各共用一对电子对形成 4 条共价键, 如图所示为一个正方体, 已画出 1 个 C 原子(在正方体中心)、1 个 H 原子(在正方体顶点)和 1 条共价键(实线表示)



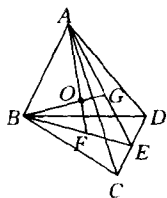
• C 原子    ○ H 原子

(1) 请画出另 3 个 H 原子的合适位置和 3 条共价键;

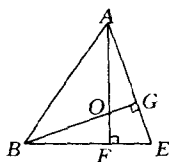
(2)请计算分子中碳氢键的键角.

**思路剖析** 由于碳原子在正方体中心,一个氢原子在顶点,因为碳氢键是等长的,那么另三个氢原子也应在正方体的顶点上,正方体余下的七个顶点可分为三类,三个为棱的对侧,三个为面对角线的对侧,一个为体对角线的对侧.显然三个在面对角线对侧上的顶点为另三个氢原子的位置.

在化学中不少分子是正四面体型的,如  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  它们的键角都是  $109^\circ 28'$ ,那么这个值是否能计算出来呢?



(1)

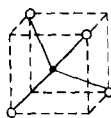


(2)

如果从数学的角度来看,这是一个并不太难的几何题.首先我们把它抽象成一个立体几何图形(如上图(1)所示),取  $CD$  中点  $E$ ,截面  $ABE$ (如上图(2)所示),过  $A, B$  做  $AF \perp BE$ ,  $BG \perp AE$ ,  $AF$  交  $BG$  于  $O$ ,那么  $\angle AOB$  就是所求的键角.我们只要找出  $AO(=BO)$  与  $AB$  的关系,再用余弦定理,就能圆满地解决了.当然,找出  $AO$  和  $AB$  的关系还是有一定难度的.将正四面体  $ABCD$  放入正方体中考虑,设正方体的边长为 1,则  $AB$  为面对角线长,即  $\sqrt{2}$ ,  $AO$  为体对角线长的一半,即  $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ,由余弦定理得  $\cos \alpha = \frac{(AO^2 + BO^2 - AB^2)}{2AO \cdot BO} = -\frac{1}{3}$ .

**解答示范** (1)另三个 H 原子的合适位置和 3 条共价键如右图所示

(2)甲烷分子中碳氢键的键角应为  $\pi - \arccos \frac{1}{3} = 109^\circ 28'$ .



• C 原子 ○ H 原子

## 能力测试

1. 下列物质中属离子晶体的是( ).

A.  $\text{Na}_2\text{O}_2$

B.  $\text{NaOH}$

C.  $\text{H}_2\text{O}_2$

D.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

2. 下列过程中共价键被破坏的是( ).

A. 碘升华

B. 溴蒸气被木炭吸附

C. 酒精溶于水

D.  $\text{HCl}$  气体溶于水

3. 固体熔化时必须破坏非极性键的是( )。
- A. 冰                      B. 晶体硅                      C. 溴                      D. 二氧化硅
4. 能用键能大小解释的是( )。
- A.  $N_2$  的化学性质比  $O_2$  稳定  
B. 常温常压下, 溴呈液态、碘呈固态  
C. 惰性气体一般很难发生化学反应  
D. 硝酸易挥发而磷酸难挥发
5. 关于化学键的下列叙述正确的是( )。
- A. 离子化合物可能含共价键                      B. 共价化合物可能含离子键  
C. 离子化合物中只含离子键                      D. 共价化合物中不含离子键
6. 下列说法正确的是( )。
- A. 冰熔化时, 分子中  $H-O$  键发生断裂  
B. 原子晶体中, 共价键越强, 熔点越高  
C. 分子晶体中, 共价键键能越大, 该分子晶体的熔、沸点一定越高  
D. 分子晶体中, 分子间作用力越大, 则分子晶体越稳定
7. 下列关于金属晶体和金属键的叙述错误的是( )。
- A. 金属键的强弱决定了金属单质的化学活性  
B. 金属的导电、导热性都跟金属晶体里自由电子的运动有关  
C. 金属晶体里的自由电子为许多金属离子所共有  
D. 金属键是指金属离子之间通过自由电子所产生的相互作用
8. 下列金属晶体熔点高低的顺序正确的是( )。
- A.  $K > Al > Mg > Na$                       B.  $Al > Mg > Na > K$   
C.  $Na > K > Al > Mg$                       D.  $K > Na > Mg > Al$
9. 能证明氯化氢是共价化合物的现象是( )。
- A. 氯化氢极易溶于水                      B. 液态氯化氢不能导电  
C. 氯化氢在水溶液中是完全电离的                      D. 氯化氢是无色气体且有气味
10. 实现下列变化时, 需克服相同类型作用力的是( )。
- A. 二氧化硅和干冰的熔化                      B. 液溴和液汞的汽化  
C. 食盐和冰的熔化                      D. 纯碱和烧碱的熔化
11. 下列各组物质中, 按熔点由低到高的顺序排列的是( )。
- A.  $O_2, I_2, Hg$                       B.  $CO_2, KCl, SiO_2$   
C.  $Na, K, Rb$                       D.  $SiC, NaCl, SO_2$
12. 下列物质中, 化学式能准确表示该物质分子组成的是( )。
- A. 氯化铵  $NH_4Cl$                       B. 二氧化硅 ( $SiO_2$ )  
C. 白磷 ( $P_4$ )                      D. 硫酸钠 ( $Na_2SO_4$ )



13. 用激光将置于铁室中石墨靶上的碳原子炸松,同时用射频电火花喷射氮气,此时碳、氮原子结合成碳氮化合物薄膜,这种化合物比金刚石更坚硬,其原因可能是( ).
- A. 碳、氮原子构成网状结构的晶体  
B. 碳、氮单质的化学性质均不活泼  
C. 碳、氮键比金刚石中的碳碳键更短  
D. 氮原子最外层电子数比碳原子多
14. 已知:金刚石晶体,碳碳键的键能为  $a$  kJ/mol,石墨晶体,碳碳键的键能为  $b$  kJ/mol. 将等质量的金刚石晶体和石墨晶体中的碳碳键全部破坏所需的能量之比是( ).
- A. 4:3                      B.  $a:b$                       C.  $4a:3b$                       D. 1:1
15. 三氯化氮  $\text{NCl}_3$  在常温下是一种淡黄色液体,其分子呈三角锥形,以下关于  $\text{NCl}_3$  的叙述正确的是( ).
- A.  $\text{NCl}_3$  分子中不存在孤对电子  
B. 分子中  $\text{N}-\text{Cl}$  键是非极性共价键  
C.  $\text{NCl}_3$  是一种含极性键的极性分子  
D.  $\text{N}-\text{Cl}$  键能大,故  $\text{NCl}_3$  沸点高
16. 下列晶体中,其中任何一个原子都被相邻四个原子包围,以共价键形成正四面体,并向空间伸展成网状结构的是( ).
- A. 四氯化碳              B. 石墨                      C. 金刚石                      D. 水晶
17. 硼能以  $\text{B}_{12}$  正多面体基本结构单元按不同的连接方式形成多种单质晶体的变体.  $\text{B}_{12}$  基本结构单元中含 B 原子 12 个,每个硼原子与邻近的 5 个硼原子等距离成键,每个面都是等边三角形,则  $\text{B}_{12}$  正多面体的面数是( ).
- A. 10                      B. 20                      C. 30                      D. 60
18. 萤石( $\text{CaF}_2$ )晶体属于立方晶象,萤石中每个  $\text{Ca}^{2+}$  被 8 个  $\text{F}^-$  所包围,则每个 F 周围最近距离的  $\text{Ca}^{2+}$  的数目为( ).
- A. 2                      B. 4                      C. 6                      D. 8
19. 下列说法正确的是( ).
- A. 共价键只存在于单质和共价化合物中  
B. 非极性键只存在于单质中  
C. 只有共价化合物能形成分子晶体  
D. 离子晶体中可含有共价键
20. 下列叙述正确的是( ).
- A. 同主族金属的原子半径越大熔点越高  
B. 分子间作用越弱的分子晶体熔点越低