

ZHONGXUE  
HUAXUE  
QIANTI WENDA

# 中学化学

## 千题问答

主 编◎刘德明

副主编◎刘 渊



西南交通大学出版社

# 中学化学千题问答

主 编 刘德明

副主编 刘 渊

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

中学化学千题问答 / 刘德明主编. —成都: 西南  
交通大学出版社, 2015.4

ISBN 978-7-5643-3857-2

I. ①中… II. ①刘… III. ①中学化学课—教学参考  
资料 IV. ①G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 077906 号

---

中学化学千题问答

主编 刘德明

|       |                                                             |
|-------|-------------------------------------------------------------|
| 责任编辑  | 牛 君                                                         |
| 封面设计  | 墨创文化                                                        |
| 出版发行  | 西南交通大学出版社<br>(四川省成都市金牛区交大路 146 号)                           |
| 发行部电话 | 028-87600564 028-87600533                                   |
| 邮政编码  | 610031                                                      |
| 网 址   | <a href="http://www.xnjdcbs.com">http://www.xnjdcbs.com</a> |
| 印 刷   | 成都中铁二局永经堂印务有限责任公司                                           |
| 成品尺寸  | 185 mm × 260 mm                                             |
| 印 张   | 15                                                          |
| 字 数   | 373 千                                                       |
| 版 次   | 2015 年 4 月第 1 版                                             |
| 印 次   | 2015 年 4 月第 1 次                                             |
| 书 号   | ISBN 978-7-5643-3857-2                                      |
| 定 价   | 38.00 元                                                     |

---

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

## 前 言

化学是一门以实验为基础、以理论为指导的综合性学科。在教学实践中发现学生往往注重计算，轻视理论。因此，在中考、高考中常常因为概念不清而大量丢分。《中学化学千题问答》就是根据国家课程标准和最新教学大纲，结合各版本教材（如人教版、北师大版、苏教版等）的要求，编写的一本理论性较强的问答题解。

本书具有如下特点：

（1）问题具有典型性、代表性，解答语言精练，深入浅出，言简意赅。

（2）问题又有易错性，即所提问题是学生在学习过程中容易忽略或容易相互混淆的，回答具有针对性、区别性和清晰性。

（3）题型既有难度较小的基础问题，也有中等难度的易错题，还有一定数量的难度大、综合性强的新题型。

（4）加入了一定数量的沪教版题型，如电子排布方面的知识、价电子结构知识和杂化轨道知识。

（5）各题型尽量将各版本知识融会贯通，取长补短，力求使问题清晰明了，又把所有知识点融于其中，具有鲜明的特点。

（6）全书按中学化学教学大纲的要求划分，各章节间前后呼应，回答时又加深了知识深度，以便使学生所学知识进一步深化。

（7）所涉及的问题尽可能与生活实际相联系。

编者编写本书尽了最大努力，但由于时间等方面的原因，书中仍难免存在不足的地方，恳请读者批评指正。

编 者

2014 年 11 月

# 目 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第一章 化学理论基础 .....          | 1   |
| 第一节 物质的量 .....            | 1   |
| 练习题 .....                 | 2   |
| 第二节 物质结构 元素周期律 晶体结构 ..... | 3   |
| 练习题 .....                 | 15  |
| 第三节 电解质溶液 胶体 .....        | 17  |
| 练习题 .....                 | 22  |
| 第四节 化学反应与能量变化 .....       | 23  |
| 练习题 .....                 | 32  |
| 第五节 化学反应速率 化学平衡 .....     | 34  |
| 练习题 .....                 | 35  |
| 第二章 非金属元素 .....           | 37  |
| 第一节 卤 素 .....             | 37  |
| 练习题 .....                 | 45  |
| 第二节 氧和硫 .....             | 46  |
| 练习题 .....                 | 61  |
| 第三节 氮族元素 .....            | 63  |
| 练习题 .....                 | 78  |
| 第四节 碳族元素 .....            | 80  |
| 练习题 .....                 | 95  |
| 第五节 氢及稀有气体 .....          | 96  |
| 练习题 .....                 | 98  |
| 第六节 非金属小结 .....           | 98  |
| 练习题 .....                 | 105 |
| 第三章 金属元素 .....            | 106 |
| 第一节 金属概述 .....            | 106 |
| 练习题 .....                 | 109 |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第二节 碱金属 .....          | 109 |
| 练习题 .....              | 117 |
| 第三节 镁及碱土金属 .....       | 118 |
| 第四节 铝及硼族元素 .....       | 124 |
| 练习题 (第三~第四节) .....     | 133 |
| 第五节 铜族元素 .....         | 134 |
| 第六节 锌族元素 .....         | 141 |
| 第七节 铁及其化合物 .....       | 146 |
| 第四章 有机化学基础 .....       | 156 |
| 第一节 烃及其衍生物 .....       | 156 |
| 第二节 苯及其衍生物 .....       | 172 |
| 第三节 生命中的基础有机化学物质 ..... | 176 |
| 第四节 石油分馏 .....         | 186 |
| 第五节 综合有机 .....         | 187 |
| 第五章 实验化学 .....         | 193 |
| 第一节 无机部分实验 .....       | 193 |
| 第二节 有机部分实验 .....       | 213 |
| 第六章 其他常见问题归纳 .....     | 219 |
| 练习题参考答案 .....          | 226 |
| 参考文献 .....             | 233 |

# 第一章 化学理论基础

## 第一节 物质的量

1. 为什么说阿伏伽德罗常数是个约数而不是确数?

答: 国际上规定把  $0.012 \text{ kg } ^{12}\text{C}$  所含的碳原子数称为阿伏伽德罗常数, 但目前的科学水平还无法准确测出其数值, 所以我们只能说阿伏伽德罗常数约为  $6.02 \times 10^{23}$ , 而不能说  $6.02 \times 10^{23}$  就是阿伏伽德罗常数。

2. 为什么物质的量的单位——摩尔量度的对象必须是微观粒子, 这些粒子包括哪些?

答: 因为每一摩尔物质都是阿伏伽德罗常数个微粒, 而阿伏伽德罗常数约为  $6.02 \times 10^{23}$ , 这个数字太大了, 不适合用于宏观世界, 有人计算过全世界每年生产的稻谷粒数都不够  $6.02 \times 10^{23}$  粒, 所以摩尔质量只能量度微观粒子。这些微观粒子包括分子、原子、离子、电子、质子、中子及它们的特定组合。

3. 物质的质量和物质的摩尔质量有何不同?

答: 它们的区别在于物质的质量是指任意量度单位(体积或物质的量等)的物质质量, 摩尔质量特指单位物质的是(1 mol)物质的质量。它们单位不同, 物质的质量单位有 kg、g 等, 而摩尔质量的单位一定为 g/mol。

4. 为什么使用“摩尔”这个计量单位需指明微观粒子的种类?

答: “摩尔”是个计量单位, 它可以指所有微观粒子, 使用时必须指明具体微粒的名称、符号或化学式; 否则可能导致概念模糊、含义不清。

5. 气体摩尔体积和标准状况下的气体摩尔体积有何联系与区别?

答: 联系: 二者均为在特定条件( $t$ 、 $p$ )下 1 mol 气体或混合气体所占有的体积。

区别: 标准状况下的气体摩尔体积是指在 273 K、101 kPa 下 1 mol 单纯气体或混合气体所占的体积, 这个体积约为 22.4 L, 即 22.4 L/mol。而气体摩尔体积是指在给定条件下 1 mol 气体所占有的体积。

标准状况下的气体摩尔体积只是气体摩尔体积的一个特例。

6. 配制物质的量浓度的溶液, 使用的容量瓶为什么不能加热或久存所配的溶液?

答: 因为容量瓶是普通玻璃制成的, 且为较精密的量器, 受热时体积会发生变化, 使测量数据出现较大误差, 剧烈受热时甚至可能被损坏, 所以不能加热或用作反应容器。又因为容量瓶是普通玻璃, 且瓶塞是磨砂口的, 所以不能久存所配溶液, 配好必须立即转移到试剂瓶中。

7. 溶解好的溶液为什么要冷却到室温才能转移到容量瓶中?

答: 因为容量瓶配制溶液都是在室温下进行的, 所以瓶上标明温度为 20 °C, 溶液有热胀冷缩性或热缩冷胀性, 无论哪种情况, 若不把溶解好的溶液冷却到室温, 都会使装入容量瓶中的溶液体积不准确, 导致溶液浓度不准确, 所以需冷却至室温。

8. 为什么转移溶液时用以引流的玻璃棒的下端应靠在容量瓶刻度以下的内壁上?

答: 因为每个容量瓶只有一个容积, 且以唯一的刻度线为准, 引流时若玻璃棒的下端靠在刻度线以上, 会使刻度线以上留有溶质, 使所配溶液浓度不准确。

9. 为什么同温同压下数目相同的不同气体所占体积相等?

答: 因为气体分子间的平均距离一般比气体分子本身体积大 10 倍左右, 所以一定数目的气体分子所占的体积主要看气体分子间的平均距离。而只要同温同压下, 气体分子的运动速率相同, 所以分子间的平均距离相同, 所占体积也相同。

10. 为什么同种物质在不同状态下摩尔体积不同, 但摩尔质量相同?

答: 同种物质在固态、液态、气态时所占的体积差别很大, 这是因为物质在固态或液态时 1 mol 所占体积与微粒本身的体积有关, 而固态和液态时同种物质的微粒间间隙也不同, 所以所占体积不同。而气体 1 mol 所占体积取决于一定压强和温度下的分子间的平均距离。一般情况下 1 mol 同种物质在固、液、气三种状态下的体积为  $V_{\text{气}}$ 、 $V_{\text{液}}$ 、 $V_{\text{固}}$  ( $\text{H}_2\text{O}$  和冰除外), 但无论固态、液态、气态, 1 mol 都含有阿伏伽德罗常数个微粒, 所以摩尔质量相等。

### 练习题

1. 同温同压下气体的体积之比等于\_\_\_\_\_数之比, 也等于其\_\_\_\_\_之比, 即\_\_\_\_\_。

2. 同温同压下, 不同气体的密度之比等于其\_\_\_\_\_之比, 即\_\_\_\_\_。

3. 同温同体积的各密闭容器中, 气体的物质的量之比等于其\_\_\_\_\_之比, 即\_\_\_\_\_。

4. 同温同压同体积的不同气体, 其质量之比等于\_\_\_\_\_之比, 即\_\_\_\_\_。

5. 同温同压下, 同质量任何气体的体积之比等于其相对分子质量的\_\_\_\_\_之比, 即\_\_\_\_\_。

6. 设溶液的溶质的质量分数为  $n$ , 溶液密度为  $\rho$ , 溶液体积为  $V$ , 溶质的摩尔质量为  $\text{mg/mol}$ , 则溶液的物质的量浓度  $c =$ \_\_\_\_\_。

7. 配制一定体积、一定物质的量浓度的某溶液, 下列操作或因素可能对所配溶液的物质的量浓度有影响, 请用“偏高”“偏低”“不准确”“不影响”填空。

(1) 容量瓶清洗后未烘干就用来配制溶液\_\_\_\_\_。

(2) 定容时俯视刻度线\_\_\_\_\_。

(3) 天平使用前未调零\_\_\_\_\_。

(4) 定容时不小心将少量蒸馏水流在容量瓶外\_\_\_\_\_。

(5) 溶解 (或稀释) 后未冷却到室温即将溶液转入容量瓶中\_\_\_\_\_。

(6) 定容时仰视刻度线\_\_\_\_\_。

(7) 洗涤烧杯和玻璃棒的洗涤液未转入容量瓶中\_\_\_\_\_。

(8) 摇匀后液面降至刻度线以下\_\_\_\_\_。

(9) 称量固体  $\text{NaOH}$  时未用称量瓶\_\_\_\_\_。

(10) 量取液体溶质后的量筒洗涤液转入容量瓶中\_\_\_\_\_。

(11) 定容时加水超过刻度线\_\_\_\_\_。

(12) 引流时未用玻璃棒\_\_\_\_\_。

(13) 引流时玻璃棒下端在刻度线以上\_\_\_\_\_。

(14) 称量固体溶质时砝码有锈蚀\_\_\_\_\_。

(15) 配液时容量瓶中气泡未排尽即定容\_\_\_\_\_。

## 第二节 物质结构 元素周期律 晶体结构

1. 在立方结构中:

(1) 为什么处于顶点的粒子对一个晶胞的贡献只有  $1/8$ ?

(2) 为什么处于棱上的粒子对一个晶胞的贡献为  $1/4$ ?

(3) 为什么处于面上的粒子对每个晶胞的贡献为  $1/2$ ?

(4) 为什么处于内部的粒子对晶胞的贡献为  $1$ ?

答: (1) 因为此种情况下处于顶点的粒子同时为 8 个晶胞共有, 所以粒子对每个晶胞的贡献为  $1/8$ 。

(2) 因为该粒子同时为 4 个晶胞共有。

(3) 因为面上的粒子同时为 2 个晶胞共有。

(4) 处于内部的粒子为一个晶胞独有。

2. 在六棱柱结构中:

(1) 为什么处于顶点的粒子对每个结构单元的贡献为  $1/6$ ?

(2) 为什么处于六棱柱棱上的粒子对棱柱的贡献为  $1/3$ ?

(3) 为什么处于面上的粒子对棱柱的贡献为  $1/2$ ?

(4) 为什么处于内部的粒子对棱柱的贡献为  $1$ ?

答: (1) 因为该粒子同时为 6 个六棱柱共有。

(2) 因为每个棱上粒子为 3 个棱柱共有。

(3) 因为面上的粒子为 2 个棱柱共有。

(4) 因为处于内部的粒子为一个棱柱独有。

3. 为什么气体团簇分子中只要数清各原子数就可以判定分子组成, 而原子或离子晶体则需按贡献原则?

答: 因为分子晶体中的 1 个晶胞就是 1 个分子, 其所含原子总数就是分子的组成; 而原子或离子晶体的每个晶胞不代表一个“分子”, 如一个氯化钠晶胞中含有 4 个氯化钠“分子”, 所以需按贡献原则。

4. 异类晶体的熔沸点有何一般规律?

答: 异类晶体的熔沸点一般规律是:

原子晶体 > 离子晶体 (金属晶体) > 分子晶体。如  $\text{SiO}_2 > \text{NaCl} > \text{干冰}$ ,  $\text{SiO}_2 > \text{Al} > \text{I}_2$ 。但也有例外, 如  $\text{SiO}_2 < \text{MgO}$ ,  $\text{C} < \text{W}$ ,  $\text{Hg} < \text{P}_4$  等。

5. 同类晶体的熔沸点有何规律?

答: (1) 原子晶体的熔沸点取决于共价键的键能、键长, 键越短, 键能越大, 熔沸点越高。

(2) 离子晶体的熔沸点取决于离子键的强弱, 一般来说, 离子半径越小, 离子电荷越多, 离子键越强, 熔沸点越高, 如  $\text{NaF} > \text{NaCl} > \text{NaBr} > \text{NaI}$ ,  $\text{CaO} > \text{KCl}$ 。

(3) 分子晶体的熔沸点取决于分子间作用力的大小, 一般来说组成和结构相似的物质, 其相对分子质量越大, 熔沸点越高, 如  $\text{CF}_4 < \text{CCl}_4 < \text{CBr}_4 < \text{CI}_4$ 。

注意以下几点: ① 有氢键的分子晶体, 其熔点反常地高, 如  $\text{HF} > \text{HI}$ ,  $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{Se}$ 。② 相

对分子质量相似的物质,极性较大的熔沸点高,如  $\text{CO} > \text{N}_2$ 。③ 熔化时只有分子晶体不破坏晶体中的化学键。

(4) 在同类金属晶体中,金属离子半径越小,阳离子所带电荷越多,金属键越强,熔沸点越高,如  $\text{Fe} > \text{Al} > \text{Mg} > \text{Na}$ 。但合金的熔沸点一般比它各组分的熔沸点低。

#### 6. 氯化钠型晶体结构有什么特点?

答:氯化钠的晶体结构是由  $\text{Na}^+$  和  $\text{Cl}^-$  各自构成的面心立方结构相互穿插而成的,  $\text{Na}^+$  在它的晶胞中位于立方体的 8 个角和 6 个面心,  $\text{Cl}^-$  也一样。

在氯化钠晶体中每个  $\text{Na}^+$  周围与它最近且等距离的  $\text{Cl}^-$  有 6 个,每个  $\text{Na}^+$  周围与它最近且等距离的  $\text{Na}^+$  共有 12 个,与  $\text{Na}^+$  等距离且距离最短的 6 个  $\text{Cl}^-$  相互连接构成的空间构型为正八面体,  $\text{Cl}^-$  与  $\text{Na}^+$  也类似。

#### 7. CsCl 型晶体有什么特征?

答:CsCl 晶体的结构是由  $\text{Cs}^+$  和  $\text{Cl}^-$  各自构成的简单立方结构穿插而成,每个  $\text{Cs}^+$  周围与它最近且等距离的  $\text{Cs}^+$  有 6 个,每个  $\text{Cs}^+$  周围最近且等距离的  $\text{Cl}^-$  有 8 个,每个  $\text{Cs}^+$  周围距离相等且次近的  $\text{Cs}^+$  有 12 个,每个  $\text{Cs}^+$  周围相邻的(距离不完全相等)的  $\text{Cs}^+$  数目又为 26 个,  $\text{Cl}^-$  与  $\text{Cs}^+$  相似也为 6  $\text{Cl}^-$ 、8 个  $\text{Cs}^+$ 、12 个  $\text{Cl}^-$  和 26 个  $\text{Cl}^-$ 。

#### 8. 干冰晶体有什么特征?

答:干冰晶体是由取向各不相同的 4 种  $\text{CO}_2$  分子各自构成的简单立方结构,4 者穿插而成的晶胞的 8 个顶点共有 8 个  $\text{CO}_2$  分子(取向相同),6 个面的面心共有 6 个  $\text{CO}_2$  分子(取向相同),每个晶胞实际拥有 4 个( $8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 4$ )  $\text{CO}_2$  分子。在干冰晶胞中每个  $\text{CO}_2$  分子周围距离相等且最近的  $\text{CO}_2$  分子为 12 个。

#### 9. 金刚石晶体结构有什么特征?

答:金刚石晶体是由一个位于四面体中心的碳原子,通过共价键在 4 个顶点结合 4 个碳原子构成的“实心”正四面体,并在三维空间多次重复这种结构而形成的空间网状的四面体结构。

(1) 金刚石晶胞实际由 8 个相邻的小立方体并置堆砌而成,其中 4 个碳原子位于 4 个相互错开排列的小立方体的中心,其他各碳原子均位于晶胞的 8 个顶点和 6 个面心,则该晶胞实际拥有的碳原子数为  $8 \times 1/8 + 4 + 6 \times 1/2 = 8$  (个)。

(2) 每个最小环上有 6 个碳原子,每个碳原子最多形成 12 个六元环(非平面,与环己烷碳环相似),碳碳键夹角均为  $109^\circ 28'$ ,每个碳碳键最多形成 6 个环,每个六元环实际拥有  $1/2$  个碳原子,拥有一个碳碳键。

#### 10. 石墨晶体有什么特色?

答:石墨晶体是一种片层混合晶体,在层内的每个碳原子以 3 个共用电子对相结合,构成许多正六边形,还有一个价电子未成键,因此石墨能导电,层与层之间以范德华力结合,石墨就层而言是原子晶体,层层之间为分子晶体及金属晶体,因此石墨为混合晶体。

在石墨晶体中,碳原子构成的最小环为平面六元环(与苯环相似),每个环上实际拥有碳原子数为  $6 \times 1/3 = 2$  (个),键角  $120^\circ$ ,层层间  $90^\circ$ 。

#### 11. $\text{SiO}_2$ 晶体有何特点?

答: $\text{SiO}_2$  晶体是由硅原子和氧原子之间通过共用电子对结合而成的硅氧四面体结构,四面体间通过共用顶角的氧原子而彼此连接起来,并在三维空间多次重复这种结构,形成  $\text{Si-O}$

网络的  $\text{SiO}_2$  晶体。 $\text{SiO}_2$  晶体中最小的 Si-O 原子环上共有 12 个原子（由 6 个 Si 原子和 6 个 O 原子构成）每个 Si 原子被 12 个 12 元环共用，每个 O 原子被 6 个 12 元环共用。

12. 阿伏伽德罗常数 ( $N_A$ )、晶胞体积、晶胞密度 ( $\rho$ )、摩尔质量 ( $M$ ) 间有什么关系？

答：( $N_A/1$  个晶胞中分到的粒子数)  $\times$  晶胞体积  $\times$  晶胞密度 = 摩尔质量

(1) NaCl 晶体： $2N_A a^3 = M/\rho$  ( $a$  为  $\text{Na}^+$  与  $\text{Cl}^-$  间最近距离)

(2) CsCl 晶体： $N_A(a^3 + b^3)/2 = M/\rho$  ( $a, b$  分别为  $\text{Cs}^+$  与  $\text{Cs}^+$  之间的最近距离， $\text{Cl}^-$  与  $\text{Cl}^-$  之间的最近距离)

(3) 干冰晶体： $N_A a^3/4 = M/\rho$  ( $a$  为  $\text{CO}_2$  分子晶体的边长)

(4) 金刚石晶体： $N_A(4\sqrt{3}d/3)^3/8 = M/\rho$  ( $d$  为碳碳键长， $a$  为晶胞边长)

(5) 石墨晶体： $N_A/2 \times 3\sqrt{3}a^2h/2 = M/\rho$  ( $a$  为晶体中六边形 C—C 键长， $h$  为层间距离)

13. 在石墨晶体中，为什么每个小六边形占有 2 个碳碳键？

答：因为石墨晶体中每个碳原子形成共价三键，即每个碳原子同时被 3 个六边形共用，每个六边形占有该碳原子的  $1/3$ ，所以每个六边形实际拥有碳原子数为  $6 \times 1/3 = 2$  (个)。

14. 在石墨晶体中为什么  $n(\text{C}) : n(\text{C—C}) = 2 : 3$ ？

答：石墨晶体中石墨的最小环为六元环，键角为  $120^\circ$ ，因为每个碳原子和另外 3 个碳原子相连，形成了 3 个共价键，但每个共价键为 2 个六元环共用，所以每个碳原子所“分摊”的有效化学键为  $3 \times 1/2 = 3/2$ ，所以每个碳原子与化学键之比为  $1 : 3/2 = 2 : 3$ 。

15. 为什么氯化钠晶体中每个晶胞包含 4 个氯化钠微粒？

答：因为氯化钠为立方体，12 个  $\text{Na}^+$  位于六面体上中下三个面的棱上面，六面体体心有 1 个  $\text{Na}^+$ ，所以  $n(\text{Na}^+) = 12 \times 1/4 + 1 = 4$ ；氯离子位于 8 个顶点和 6 个面心，所以  $n(\text{Cl}^-) = 8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 4$ ，所以每个晶胞含有 4 个 NaCl 微粒。

16. 为什么金属晶体中同一周期自左向右熔沸点增高？

答：在同类金属晶体中，金属离子半径越小，阳离子所带电荷越多，金属键越强，单质的熔沸点越高，如： $\text{Fe} > \text{Al} > \text{Mg} > \text{Na}$ ，是因为  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  电荷相同，但  $r(\text{Fe}^{3+}) > r(\text{Al}^{3+})$ ，Al、Mg、Na 半径依次增大，电荷依次减少，金属键依次减弱。

17. 离子晶体共有几类，各配位数怎样？

答：离子晶体一般有 5 种：① NaCl 型，正、负离子配位数均为 6。② CsCl 型，正、负离子配位数为 8。③ ZnS 型，正、负离子配位数为 4。④  $\text{CaF}_2$  型，正离子的配位数为 8，负离子的配位数为 4。⑤  $\text{TiO}_2$  型，正离子的配位数为 6，负离子配位数为 3。

18. 晶体有何特征？

答：① 外表有一定的整齐的有规则的几何外形，晶角不变，如正方体的同一个顶点 3 个晶角均为永久  $90^\circ$ 。② 有固定熔沸点。③ 有晶格和顶点。④ 有晶胞。

19. 为什么说每个二氧化碳晶胞拥有 4 个二氧化碳分子？

答：因为干冰晶胞为立方体型，8 个顶角有 8 个方向相同的二氧化碳分子，六个面心共有 6 个相同的二氧化碳分子。根据贡献原则，每个晶胞拥有的二氧化碳分子数 =  $8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 4$  (个)。

20. 金刚石晶体是何种形状，有何特点？

答：为立方体型，形状是由 8 个相邻的小立方体构成。其中内部中心有 4 个碳原子，8 个顶角各有 1 个碳原子，6 个面心有 6 个碳原子。则每个晶胞拥有碳原子数 =  $4 + 8 \times 1/8 + 6 \times 1/2 = 8$  (个)。

21. 金刚石中每个六元环中拥有的碳原子数及碳碳键数各为多少？

答：每个六元环上的碳原子被 12 个环共用，每个环拥有碳原子数  $6 \times 1/12 = 1/2$  (个)。每个 C—C 键被 6 个环共用，所以每个环拥有 C—C 键数  $6 \times 1/6 = 1$  (个)。

22. 金刚石中每个最小环上有几个碳原子？

答：6 个碳原子，形成非平面六边形。

23. 二氧化硅晶体中晶胞是什么形状？

答：立方体型。

24. 原子核中一定有中子吗？

答：不一定，例如，氕原子 ( ${}^1_1\text{H}$ ) 的核内只有一个质子，没有中子。

25. 为什么氢离子就是质子的说法是不正确的？

答：因为当 H 原子失去电子时变为  $\text{H}^+$ ，可称为氢离子，就是质子；但当 H 与碱金属反应时生成  $\text{H}^-$ ，核外有 2 个电子，不是质子。

26. 为什么说所有元素都有同位素的说法是错误的？

答：因为目前已知的天然元素 (如 Na、Al、F 等) 中有 30 多种元素未发现同位素，所以只能说大多数天然元素有同位素，而不能说所有元素都有同位素。

27. 为什么能说目前发现了 112 种元素，而不能说发现了 112 种原子？

答：因为大多数元素都有同位素，例如，氢元素有  ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^3_1\text{H}$  三种不同的原子。

28. 为什么说最外层排满了 8 个电子的粒子不一定是稀有气体的原子？

答：因为有很多如  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  等带电荷的粒子的最外层也为 8 个电子。

29. 为什么说稀有气体的原子最外层也不一定为 8 个电子？

答：因为稀有气体 He 外层仅有 2 个电子。

30. 氦的外层仅有 2 个电子，为什么说它是一种惰性气体元素？

答：因为氦只有一个电子层，达到 2 个电子就为饱和稳定态，所以说它是惰性气体元素。

31. 盐类都是强电解质这句话为什么不对？

答：因为在盐类中有些为共价化合物，如  $\text{HgCl}_2$ 、 $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{AlBr}_3$  等，像  $\text{HgCl}_2$ 、 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$  为弱电解质，所以只能说大多数盐为强电解质。

32. 离子化合物是否一定会有金属离子？

答：不一定，像铵盐 (如  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) 等离子化合物中就没有金属离子。

33. 为什么说酸中无氢离子？

答：因为酸为共价化合物，分子中不存在阴阳离子，因此酸中无  $\text{H}^+$ ，它们在水溶液中能产生  $\text{H}^+$ ，是因为在极性水分子的作用下发生了电离。

34. 为什么说由极性键形成的分子不一定是极性分子？

答：因为很多由极性键形成的多原子分子，由于正负电荷中心重合而使整个分子无极性，如  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{CCl}_4$  等。

35. 为什么说离子化合物中不存在单个分子的说法是错误的？

答：因为在蒸气状态下离子化合物也存在单个分子，如氯化钠在蒸气态时以氯化钠分子存在，因此只能说在离子晶体中，不存在单个分子，只有阴阳离子。

36. 为什么说由非极性键形成的分子也不一定是非极性分子？

答：因为个别由非极性键形成的分子却为极性分子，如  $\text{O}_3$  为非极性键形成的分子，但是却为极性分子，所以只能说由非极性键形成的双原子分子一定是非极性分子。

37. 为什么说离子化合物中可能含非极性键?

答: 如  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{CaC}_2$  等离子化合物中就含有非极性键:  $\text{Na}^+[\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}[\text{:}\text{C}\text{:}\text{C}\text{:}]^{2-}$ 。

38. 为什么说共价化合物中一定不存在离子键?

答: 因为凡是含有离子键的化合物一定为离子化合物, 化合物中若含有离子键, 只能是离子化合物。

39. 为什么说含有共价键的化合物不一定是共价化合物?

答: 因为含有共价键的化合物也可能同时含有离子键, 如  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  等, 这些化合物只能叫离子化合物。因此应该说只含有共价键的化合物叫共价化合物。

40. 为什么说结构相似的分子晶体, 其相对分子质量越大, 熔沸点越高, 这句话不正确?

答: 因为有些分子晶体尽管其相对分子质量较小, 但由于存在氢键, 其晶体的熔沸点高于相对分子质量较大的同类晶体, 如  $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HF} > \text{HCl}$ 、 $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$ 。

41. 为什么说金属氧化物不一定是碱性氧化物?

答: 因为金属氧化物中有两性氧化物, 如  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$  等, 还有酸性氧化物, 如  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  等。

42. 为什么说含有阳离子的晶体不一定就是离子晶体?

答: 因为含有阳离子的晶体可能是离子晶体也可能是金属晶体。

43. 为什么说含有阳离子的晶体不一定含有阴离子?

答: 因为金属晶体中虽然含有金属阳离子, 但不含阴离子, 只含有自由电子。

44. 为什么说含有金属元素的离子不一定是阳离子?

答: 如  $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$  等虽然含有金属元素, 但是是阴离子。

45. 为什么元素只论种类, 无数量意义?

答: 因为大多数元素都有同位素, 所以说只有种类之分, 无个数意义。

46. 为什么同位素既有种类含义, 又有数量含义?

答: 因为同位素是同种元素的不同原子, 而原子既有种类又有数量含义, 所以说同位素既有种类含义又有数量含义。

47. 常见分子类型的比较 (表 1.1)。

表 1.1 常见分子类型的比较

| 分子类型                  | 分子形状     | 键的极性 | 分子的极性 | 键角                   | 代表物质                                                                              |
|-----------------------|----------|------|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| A                     | 球形       |      | 非极性   |                      | 稀有气体, 单质                                                                          |
| $\text{A}_2$          | 直线形      | 非极性  | 非极性   |                      | $\text{H}_2\text{O}_2$ , $\text{N}_2$ , $\text{Cl}_2$ , $\text{I}_2$ , ...        |
| AB                    | 直线形      | 极性   | 极性    |                      | $\text{CO}$ , $\text{NO}$ , $\text{HCl}$ , ...                                    |
| ABA                   | 直线形      | 极性   | 非极性   | $180^\circ$          | $\text{CO}_2$ , $\text{CS}_2$ , ...                                               |
| ABA                   | 角形 (折线形) | 极性   | 极性    | $\neq 180^\circ$     | $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{SO}_2$ , $\text{NO}_2$ , ... |
| $\text{A}_4$          | 正四面体     | 非极性  | 非极性   | $60^\circ$           | $\text{P}_4$                                                                      |
| $\text{AB}_3$         | 平面三角形    | 极性   | 非极性   | $120^\circ$          | $\text{SO}_3$ , $\text{BF}_3$                                                     |
| $\text{AB}_3$         | 三角锥形     | 极性   | 极性    | $\neq 120^\circ$     | $\text{NH}_3$ , $\text{PH}_3$ , $\text{NCl}_3$                                    |
| $\text{AB}_4$         | 正四面体形    | 极性   | 非极性   | $109^\circ 28'$      | $\text{CH}_4$ , $\text{CCl}_4$ , $\text{SiH}_4$                                   |
| $\text{ABC}_3$        | 四面体形     | 极性   | 极性    | $\neq 109^\circ 28'$ | $\text{CHCl}_3$                                                                   |
| $\text{AB}_3\text{C}$ | 四面体形     | 极性   | 极性    | $\neq 109^\circ 28'$ | $\text{CH}_3\text{Cl}$                                                            |

48. 为什么同位素间构成的化合物物理性质不同，化学性质几乎相同？

答：因为同位素的质子数一定相同，所以核外电子数相同，最外层电子数也相同，所以化学性质相同，物理性质不同。

49. 为什么原子核外各电子层的能量大小顺序为  $K < L < M < O < P < Q \cdots$ ？

答：因为距原子核越近的电子层受核的引力越大，电子的能量越小，电子层的整体能量越小；反之越大。

50. 为什么原子核外的电子排布时最外层不超过 8 个电子，次外层不超过 18 个电子？

答：这是因为多电子原子的电子在核外排布时有能量交错现象，例如： $3d > 4s$ ， $4d > 5s$ ， $5d > 4f$ ，...

51. 常见晶体类型的比较（表 1.2）。

表 1.2 常见晶体类型的比较

| 晶体类型 | 晶体质点       | 粒子间作用力  | 熔沸点       | 溶解度         | 导电情况                    | 实例                                                                             |
|------|------------|---------|-----------|-------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 离子晶体 | 阴阳离子       | 离子键     | 较高        | 易溶于极性溶剂     | 晶体不导电，水溶液或熔化态可导电        | $\text{NaCl}$ ， $\text{CsCl}$ ， $\text{ZnS}$ ， $\text{CaF}_2$ ， $\text{TiO}_2$ |
| 原子晶体 | 原子         | 共价键     | 很高        | 难溶于一般溶剂     | 有的能导电如硅，多数不导电           | 金刚石、二氧化硅、碳化硅等                                                                  |
| 分子晶体 | 分子         | 分子间作用力  | 很低        | 相似相溶        | 晶体不导电，熔化不导电，溶于水的若可电离可导电 | 干冰，磷酸，多数有机物的晶体                                                                 |
| 金属晶体 | 金属阳离子，自由电子 | 复杂的静电作用 | 一般较高，部分较低 | 难溶，活泼金属与水反应 | 晶体导电，熔化导电               | 金属，合金                                                                          |

52. 构成原子的 3 种微粒间有什么数量关系？

答：如表 1.3 所示。

表 1.3 构成原子的 3 种微粒间的关系

| 微粒种类 | 质子    | 中子    | 电子     |
|------|-------|-------|--------|
| 电性   | 带正电   | 不带电   | 带负电    |
| 电量   | 1     | 0     | 1      |
| 相对质量 | 1.007 | 1.008 | 1/1836 |

数量关系：核电荷数 = 核内质子数 = 核外电子数

质子数 + 中子数 = 质量数 = 原子的近似相对原子质量

元素的相对原子质量 =  $A \times a\% + B \times b\% + C \times c\%$

式中  $A, B, C$  ——同种元素不同同位素的相对原子质量；

$a, b, c$  ——同位素的丰度。

53. 为什么原子核外各电子层最多能容纳的电子数为  $2n^2$ ？

答：因为原子核外的每个主层划分  $(1 - n)$  个亚层，每个亚层又有  $(1 - n)$  个轨道，每个轨道最多可容纳 2 个自旋相反的电子，它们的关系如表 1.4 所示。

表 1.4 原子核外电子与主层序数的关系

| 主层序数 $n$       | 1    | 2      | 3          | 4              | 5   | 6   | $n$    |
|----------------|------|--------|------------|----------------|-----|-----|--------|
| 亚层数目 $L$       | 1 个  | 2 个    | 3 个        | 4 个            | 5 个 | 6 个 | $n$ 个  |
| 每个亚层轨道名称       | 1s   | 2s, 2p | 3s, 3p, 3d | 4s, 4p, 4d, 4f |     |     |        |
| 每个亚层的轨道数       | s: 1 | p: 3   | d: 5       | f: 7           |     |     |        |
| 每个主层包含的轨道数     | 1    | 4      | 9          | 16             | 25  | ... | $n^2$  |
| 每个主层所能容纳的最多电子数 | 2    | 8      | 18         | 32             | 50  | ... | $2n^2$ |

54. 为什么金属原子只有还原性，而金属最高价阳离子只有氧化性？

答：这是因为原子和离子的结构不同，金属原子外层电子数一般少于 4，在反应中容易失去电子变为阳离子。但当金属原子变为最高价阳离子后，核内带正电荷的质子数目多于外层电子数，阳离子半径也小于对应的原子半径，故只有获得或吸引电子的能力，无再失电子的可能。而且金属原子越容易失去电子，其阳离子越难得到电子。

55. 为什么主族元素的离子电子层结构一般为饱和的，而副族和Ⅷ族元素的离子电子层结构一般为不饱和的？

答：这是因为主族元素形成离子后再无空轨道，而副族和Ⅷ族元素形成离子后还有大量可用的空轨道，如  $\text{Fe}^{2+}$  的电子层结构为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 4p^0 4d^0$ ，这些空轨道还有容纳电子的能力，故为不饱和态。

56. 原子半径、离子半径大小的判断有哪些方法？

答：(1) 同周期元素的原子半径随原子序数递增逐渐减小，如第三周期各元素原子半径的大小顺序为  $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{Si} > \text{P} > \text{S} > \text{Cl}$ （零族元素除外）。

(2) 同主族元素原子半径随原子序数递增而增大，如  $\text{Li} < \text{Na} < \text{K} < \text{Rb} < \text{Cs}$ 。

(3) 同周期元素的阳离子和阴离子的半径随原子序数递增而减小，如  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Al}^{3+}$ ， $\text{P}^{3-} > \text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$ 。

(4) 同主族元素的阳离子和阴离子半径随原子序数增大而增大，如  $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+ < \text{Rb}^+ < \text{Cs}^+$ ， $\text{F}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$ 。

(5) 同种元素形成的阴阳离子和原子半径的关系是：阳离子 < 中性原子 < 阴离子，且价态越高，阳离子半径越小，如  $\text{Fe}^{3+} < \text{Fe}^{2+} < \text{Fe}$ ， $\text{Cl} < \text{Cl}^-$ 。

(6) 电子层结构相同的离子（包括阳离子和阴离子）半径随核电荷数的增加而减小，如  $\text{O}_2^- > \text{F}^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Al}^{3+}$ （上一周期元素的阴离子与下一周期元素形成的阳离子均有此情况）。

(7) 核电荷数不同，电子层结构也不同的阴阳离子半径的相对大小，可借助元素周期表判断，如  $\text{Se}^{2-} > \text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Li}^+$ 。

(8) 电子层数多的离子半径也不一定大于电子层数少的离子半径，如  $\text{Cs}^+$  有 5 个电子层， $\text{Cl}^-$  只有 3 个电子层，但半径大小为  $\text{Cl}^- > \text{Cs}^+$ 。

57. 为什么同周期元素的原子半径会随原子序数的增大而减小？

答：因为同一周期元素的核外电子层数相同，增加电子只能在同一层中，同时在增加外层电子的同时核内增加相等的质子，由于电子层不增加所以有效核电荷增加大于外层电子间的排斥力，所以半径依次减小。

58. 为什么同一周期中稀有气体半径元素的原子突然增大？

答：这是因为稀有气体原子半径会随原子序数增大而增大，因为稀有气体半径为范德华半

径而不是离子或共价半径。

59. 为什么同主族元素原子半径会随原子序数增大而增大?

答: 因为同主族元素随核电荷增大, 电子层数增多, 电子间的排斥作用大于核对其的吸引作用, 故增大。

60. 分子间力的本质是什么?

答: 分子间作用力的本质是电性引力, 它可分为三部分: 取向力、诱导力和色散力。取向力存在极性分子之间; 诱导力存在于极性分子与非极性分子之间; 色散力存在于各种分子之间, 它是决定分子间作用力的主要因素, 分子的相对分子质量越大, 越容易变形, 色散力越大。

61. 分子间作用力有什么特点?

答: (1) 一般只有几至几十  $\text{kJ/mol}$ 。化学键能小  $1 \sim 2$  个数量级。

(2) 分子间作用力的范围约几百皮米, 一般无方向性饱和性。

(3) 对于大多数分子, 色散力是主要的, 只有极性很大的分子取向力才有较大的值, 诱导力通常很小。

62. 为什么结构相似的物质相对分子质量越大分子间作用力越大?

答: 因为结构相似的物质相对分子质量越大, 色散力越大, 而色散力又是决定分子间作用力的关键因素。

63. 为什么分子极性越大分子间作用力越大?

答: 因为分子的极性大时, 取向力增大, 再加上本身的色散力, 所以分子间作用力增大。

64. 为什么说熔化过程是物理过程?

答: 晶体熔化时只有分子晶体的化学键不被破坏, 离子晶体与原子晶体的化学键都要断裂, 但没有新的化学键生成, 所以晶体熔化属于物理变化。

65. 钠的金属性强于钙, 铜的金属性强于锌, 为什么金属活动性却是钙强于钠, 锌强于铜?

答: 因为测定方法不同。金属性是指气态原子失去电子的能力大小, 用电离能来衡量; 而金属活动性是在溶液中测定的, 水参与反应, 由于水合能的影响, 所以有个别情况与金属性不吻合, 但一般是吻合的。金属性、金属活动性均表现为还原性。

66. 金属性强弱有哪些标志?

答: ① 与水或酸反应置换氢的难易。② 最高价氧化物对应水化物碱性的强弱。③ 互相置换反应。④ 原电池中的正负极。⑤ 其他性质, 如失电子能力。

67. 具有还原性的物质为什么不一定具有金属性?

答: 如  $\text{H}_2$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HBr}$  等, 均具有还原性, 但不具有金属性。

68. 金属性的标志是什么?

答: 还原性。

69. 非金属性的标志是什么?

答: 氧化性。

70. 非金属性强弱的标志是什么?

答: ① 与氢气化合的难易程度及其氢化物的稳定性。② 最高价氧化物水化物的酸性强弱。③ 相互置换反应。④ 得电子或吸引电子的能力。

71. 为什么说具有氧化性的物质不一定具有非金属性?

答: 如  $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{KClO}_3$ 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 $\text{HClO}$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{MnO}_2$  等化合物就不具有非金属性, 但具有氧化性。

72. 元素周期表中族序数与周期数相同的主族元素有哪些？

答：H、Be、Al、Ge、Sb、Po。

73. 元素周期表中族序数是周期数 2 倍的主族元素有哪些？

答：C、S。

74. 族序数是周期数 3 倍的主族元素有哪些？

答：O。

75. 地壳中含量最多的元素是什么？

答：是 O，其次是 Si、Al、Fe、Ca。

76. 元素周期表中可用作半导体材料的元素有哪些？

答：Si、Ge、Ga、Se 等。

77. 元素周期表中可用作催化剂的材料有哪些？

答：Fe、Pt、Cu、Mn、Ni、Cr、Ag、V 等。

78. 化学反应中的质量守恒定律、定组成定律、倍比定律分别是什么人、什么年代发现的？

答：质量守恒定律是 1756 年俄罗斯科学家罗蒙诺索夫发现的；定组成定律是 1779 年法国化学家普劳斯特发现的；倍比定律是 1803 年英国化学家道尔顿发现的。

79. 原子轨道杂化常见的有几类？它们各得多少条能量相等的新轨道？

答：见表 1.5：

表 1.5 原子轨道杂化

| 杂化类型                                                       | 参与杂化的轨道             | 得到能量相等的新轨道 | 空间结构  | 实例                                                  |
|------------------------------------------------------------|---------------------|------------|-------|-----------------------------------------------------|
| sp                                                         | 1 个 s, 1 个 p        | 2 个        | 直线形   | BeCl <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>   |
| sp <sup>2</sup>                                            | 1 个 s, 2 个 p        | 3 个        | 平面三角形 | BF <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>     |
| sp <sup>3</sup>                                            | 1 个 s, 3 个 p        | 4 个        | 四面体形  | CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub> |
| dsp <sup>2</sup>                                           | 1 个 d, 1 个 s, 2 个 p | 4 个        | 正方形   | Ni(CN) <sub>4</sub>                                 |
| sp <sup>2</sup> d                                          | 1 个 s, 2 个 p, 1 个 d | 4 个        | 正方形   | [Zn(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>  |
| dsp <sup>3</sup>                                           | 1 个 d, 1 个 s, 3 个 p | 5 个        | 三角双锥形 | [Ni(CN) <sub>5</sub> ] <sup>3-</sup>                |
| d <sub>(x<sup>2</sup>-y<sup>2</sup>)</sub> sp <sup>3</sup> | 1 个 d, 1 个 s, 3 个 p | 5 个        | 正方锥形  |                                                     |
| d <sup>4</sup> s                                           | 4 个 d, 1 个 s        | 5 个        | 正方锥形  | [TiF <sub>5</sub> ] <sup>-</sup>                    |
| d <sup>2</sup> sp <sup>3</sup>                             | 2 个 d, 1 个 s, 3 个 p | 6 个        | 正八面体形 | [Mn(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>                |
| sp <sup>3</sup> d <sup>3</sup>                             | 1 个 s, 3 个 p, 2 个 d | 6 个        | 正八面体  | [FeF <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>                   |

80. 为什么说电子运动具有波粒二象性？

答：因为电子运动时能发生干涉和衍射现象，同时电子运动可用动量来描述： $E = h\nu = hc/\lambda$ ， $p = h/\lambda$ （ $p$  是粒子性动量， $\lambda$  是波动性波长）或  $\lambda = h/mv$ 。因为动量  $p = mv$ ，所以  $\lambda = h/p$ 。

81. 什么叫原子轨道的杂化和杂化轨道？

答：同一原子中，能量相近的某些原子轨道在成键过程中重新组成一系列能量相等的新轨道，改变了原有轨道的状态，这一过程叫原子轨道的杂化，所形成的轨道叫杂化轨道。

82. 轨道为什么要杂化？

答：原因有以下 4 种：

(1) 杂化轨道形成的轨道能量强，成键时放出的能量足以抵偿电子激发所需的能量。