

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	9
单元小结	14
第二单元 胶体的性质及其应用	18
第一节 胶体	18
第二节 胶体的性质及其应用	23
单元小结	28
第三单元 化学反应中的物质变化和能量变化	31
第一节 重要的氧化剂和还原剂	31
第二节 离子反应的本质	38
第三节 化学反应中的能量变化	45
第四节 燃烧热和中和热	51
单元小结	57
第四单元 电解原理及其应用	62
第一节 电解原理	62
第二节 氯碱工业	72
单元小结	80
第五单元 硫酸工业	84
第一节 接触法制硫酸	84
第二节 关于硫酸工业综合经济效益的讨论	93
单元小结	101
第六单元 化学实验方案的设计	104
第一节 制备实验方案的设计	104
第二节 性质实验方案的设计	115
第三节 物质检验实验方案的设计	125
第四节 化学实验方案设计的基本要求	135
单元小结	147
参考答案(另附)	

CHEMISTRY



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



新知预习

一、晶体的类型与性质

1. 离子晶体

(1) 离子晶体的概念:_____。

(2) 离子晶体的特点:熔沸点_____,硬度_____,难以压缩,熔融状态____导电,大多数易溶于水,其水溶液____导电。

(3) 在离子晶体中,都不存在单个的分子。以 NaCl 为例:NaCl 晶体中不存在 NaCl 分子,晶体中 Na^+ 与 Cl^- 的个数比为_____,NaCl 是表示离子晶体中离子个数比的_____,而不是表示分子组成的_____。

2. 分子晶体

(1) 分子晶体的概念:_____。

(2) 分子晶体的特点:熔沸点_____,硬度_____,固态和熔融状态____导电。物质溶解性的一般规律:非极性分子_____,极性分子_____,即相似相溶原理。

(3) 分子间作用力对分子晶体的熔沸点的影响:_____。

3. 原子晶体

(1) 原子晶体的概念:_____。

(2) 原子晶体的特点:熔点、沸点_____,硬度_____,固态____导电,_____溶于一般的有机溶剂。

(3) 原子晶体中不存在单个的分子,以 SiO_2 为例:在 SiO_2 晶体中,1 个 Si 原子与_____个 O 原子形成_____个共价键,每个 Si 原子周围_____,同时 1 个 O 原子跟_____个 Si 原子结合。在 SiO_2 晶体中,不存在单独的 SiO_2 分子。 SiO_2 晶体是由_____原子和_____原子按_____比例组成的_____晶体。

二、物质类型与晶体归类

1. 离子化合物(主要是_____)都是离子晶体。

2. 原子晶体:主要包括某些非金属单质和 Si 的氧化物,如:金刚石、_____。

3. 分子晶体:大多数非金属单质及非金属氧化物、气态氢化物、含氧酸和无氧酸,以及绝大多数的有机物。如_____。

三、分子间作用力与氢键



答案提示

一、1. (1) 阴、阳离子间通过离子键结合而成的晶体

(2) 较高 较大 能 能

(3) 1: 1 化学式 分子式

2. (1) 分子间以分子间作用力相结合的晶体

(2) 较低 较小 都不 一般能溶解在非极性溶剂中 一般能溶解在极性溶剂中

(3) 分子间作用力越大,分子晶体的熔点、沸点越高

3. (1) 相邻原子间以共价键相结合而形成的空间网状结构的晶体

(2) 很高 很大 不 难

(3) 4 4 结合 4 个氧原子 2 硅 氧 1: 2 立体网状结构的

二、1. 强碱、绝大多数盐、多数金属氧化物

2. 晶体硅、SiC、 SiO_2 等

3. S、P、 SO_2 、 SO_3 、 P_2O_5 、 H_2S 、 H_2O 、HCl、 HNO_3 、 CH_3COOH 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 等

三、1. 分子间作用力

1. 分子间作用力:把分子聚集在一起的作用力叫做_____,又称为_____。
分子间作用力的大小对物质的_____、_____有影响。分子间作用力比化学键_____。一般地,影响分子间作用力大小的因素有:(1)_____;(2)_____。
对于结构和组成相似的物质,相对分子质量越大,_____越大,物质的熔点、沸点_____。例如:熔点 $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$ 。

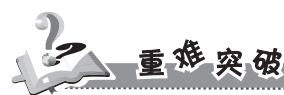
2. 氢键

(1) 氢键的形成:原子半径较小、非金属性很强的原子 X(如_____)与 H 原子形成强极性共价键,使 H 原子成为几乎“裸露”的质子,与另一个分子中的原子半径较小、非金属性很强的原子 Y(如_____)在分子间存在较强的_____作用,即形成氢键。
(2) 氢键的表示方法:_____。
(3) 氢键的相对强弱:比化学键_____,比分子间作用力_____。

范德瓦耳斯力 熔点
沸点 弱得多 分子的空间构型 相对分子质量
分子间作用力 越高

2. (1) N O F N O
F 静电吸引

(2) $X-H \cdots Y-H$
(3) 弱得多 强



重难点突破

1. 晶体熔点高低的判断及判断依据
(1) 不同类型的晶体的熔点高低的一般规律:原子晶体 > 离子晶体 > 分子晶体。

例如金刚石、食盐、干冰的熔点高低顺序:金刚石 > 食盐 > 干冰。

(2) 同类型的晶体熔点高低的判断

① 原子晶体的熔点判断依据:结构相似的原子晶体,原子半径越小,键长越短,键能越大,晶体的熔点越高。

例如金刚石、二氧化硅、金刚砂、晶体硅的熔点高低顺序:金刚石 > SiO_2 > 金刚砂 > 晶体硅。

② 离子晶体的熔点判断依据:一般地,阴、阳离子的电荷数越多,离子半径越小,离子键越强,晶体的熔点越高。

例如 MgO 、 $MgCl_2$ 、 $NaCl$ 、 $CsCl$ 的熔点高低顺序: $MgO > MgCl_2 > NaCl > CsCl$ 。

③ 分子晶体的熔点判断依据:结构和组成相似的分子晶体,相对分子质量越大,分子间作用力越大,晶体的熔点越高。

比较:(a) CH_4 、 SiH_4 、 GeH_4

$GeH_4 > SiH_4 > CH_4$

(b) CH_4 、 C_2H_6 、 C_3H_8

$C_3H_8 > C_2H_6 > CH_4$

④ 氢键的形成使物质分子间力增强,因而其熔点升高, NH_3 、 H_2O 、 HF 在同族元素形成的氢化物中沸点较高,出现反常现象。

沸点: $H_2O > H_2Te > H_2Se > H_2S$



活学巧用

【例题 1】2006 全国高考理综 I, 6 在常温常压下呈气态的化合物,降温使其固化得到的晶体属于 _____ ()

- A. 分子晶体 B. 原子晶体
C. 离子晶体 D. 何种晶体无法判断

解析:本题考查的是分子晶体、原子晶体和离子晶体的物理特性,由于原子晶体和离子晶体中粒子间靠化学键结合,因而其熔沸点较高,常温下一般均为固态。

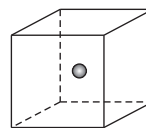
答案:A

【例题 2】通常人们把拆开 1 mol 某化学键所吸收的能量看成该化学键的键能。键能的大小可以衡量化学键的强弱,也可用于估算化学反应的反应热 (ΔH), 化学反应的 ΔH 等于反应中断裂旧化学键的键能之和与反应中形成新化学键的键能之和的差。

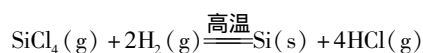
化学键	Si—O	Si—Cl	H—H	H—Cl	Si—Si	Si—C
键能/ $kJ \cdot mol^{-1}$	460	360	436	431	176	347

请完成下列问题:

- (1) 比较下列两组物质的熔点高低(填“>”或“<”): SiC _____ Si ; $SiCl_4$ _____ SiO_2 。
(2) 下图立方体中心的“●”表示硅晶体中的一个原子,请在立方体的顶点用“●”表示出与之紧邻的硅原子。

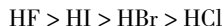


(3) 工业上高纯硅可通过下列反应制取:



该反应的反应热 $\Delta H =$ _____ $kJ \cdot mol^{-1}$ 。

解析:(1) SiC 与 Si 皆为原子晶体,由于 $Si-C$ 键的键能大于 $Si-Si$ 键的键能,故 SiC 的熔点比 Si 高; $SiCl_4$ 为分子晶体, SiO_2 为原子晶体,前者的熔点低于后者。(2) 根据硅原子与硅原子可形成四个相等的 $Si-Si$ 键可知,



2. 典型晶体的结构特点分析

氯化钠——每个 Na^+ 紧邻 6 个 Cl^- ，每个 Cl^- 紧邻 6 个 Na^+ （上、下、左、右、前、后）（设距离为 a ）。每个 Na^+ 与 12 个 Na^+ 等距离相邻（同层 4 个、上层 4 个、下层 4 个）（距离为 a ）。

氯化铯——每个 Cs^+ 紧邻 8 个 Cl^- ，每个 Cl^- 紧邻 8 个 Cs^+ （距离为 $\sqrt{3}/2a$ ）。每个 Cs^+ 与 6 个 Cs^+ 等距离相邻（上、下、左、右、前、后）（设距离为 a ）。

干冰——每个 CO_2 分子紧邻 12 个 CO_2 分子（同层 4 个、上层 4 个、下层 4 个）（距离为 $\sqrt{2}a/2$ ）。晶格的一个面上有 5 个 CO_2 分子，还有 1 个 CO_2 分子位于中央。（设晶体棱长为 a ）

金刚石——每个碳原子与 4 个碳原子紧邻。由 5 个碳原子形成正四面体结构单元。由共价键构成的最小环状结构中有 6 个碳原子，不在同一平面上（键角 $109^\circ 28'$ ）。晶体中每个碳原子参与了 4 条 C—C 键的形成，而在每条键中的贡献只有一半，碳原子个数与 C—C 键数之比为 1: $(4 \times 1/2) = 1: 2$ 。

石墨——每个平面六边形有 6 个碳原子。由共价键形成的 6 个碳原子环为平面正六边形（键角 120° ）。晶体中每个碳原子由 3 个六边形共用，故碳原子数与 C—C 键数之比为 1: $(3 \times 1/2) = 2: 3$ 。

二氧化硅——每个硅原子与 4 个氧原子紧邻，每个氧原子与 2 个硅原子紧邻。每 n mol SiO_2 晶体中，Si—O 键最接近 $4n$ mol。

3. 晶体化学式的确定方法

晶胞是晶体中的最小重复单位，在求晶体中粒子个数比时：

(1) 处于顶点的粒子，同时为 8 个晶胞所共有，每个粒子有 $\frac{1}{8}$ 属于该晶胞；

(2) 处于棱上的粒子，同时为 4 个晶胞所共有，每个粒子有 $\frac{1}{4}$ 属于该晶胞；

(3) 处于面上的粒子，同时为 2 个晶胞所共有，每个粒子有 $\frac{1}{2}$ 属于该晶胞；

(4) 处于晶胞内部的粒子，则完全属于该晶胞。

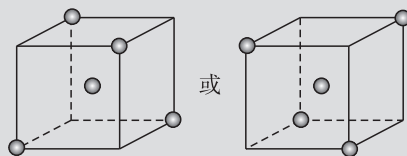
即每个晶胞中所含粒子数 = 心 + 面 ×

$$\frac{1}{2} + \text{棱} \times \frac{1}{4} + \text{顶} \times \frac{1}{8}。$$

除立方体中心的硅原子外，与它相邻的硅原子应处于可形成正四面体的四个顶点上。(3) 根据题意所给反应的旧化学键键能之和为： $4 \times 360 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 2 \times 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 2312 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，新化学键键能之和为： $4 \times 431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 2 \times 176 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ （1 mol 硅原子相当于形成 2 mol Si—Si）= $2076 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，所以反应热为： $2312 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 2076 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案：(1) > <

(2) 如图



(3) + 236

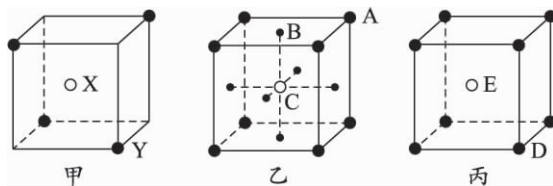
【例题 3】2006 广东高考, 10 下列物质性质的变化规律，与共价键的键能大小有关的是..... ()

- A. F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 的熔点、沸点逐渐升高
- B. HF 、 HCl 、 HBr 、 HI 的热稳定性依次减弱
- C. 金刚石的硬度、熔点、沸点都高于晶体硅
- D. NaF 、 NaCl 、 NaBr 、 NaI 的熔点依次降低

解析：分子晶体熔沸点的高低只与分子间的作用力的大小有关，A 不正确；原子晶体的熔沸点高低与其组成粒子间的共价键的键能大小有关，而离子晶体熔沸点高低与离子键的强弱有关，所以 C 正确，D 不正确；共价化合物的稳定性与共价键键能大小有关，键能越大，化合物分子越稳定。本题答案为 B、C。

答案：BC

【例题 4】如下图所示的甲、乙、丙三种晶体：



试推断：甲晶体化学式（X 为阳离子）为_____，乙晶体中 A、B、C 三种粒子的个数比是_____，丙晶体中每个 D 周围结合 E 的个数是_____。

解析：晶体中粒子个数的判断：立方体顶点粒子实占 $\frac{1}{8}$ ，立方体面上粒子实占 $\frac{1}{2}$ ，立方体棱边上粒子实占 $\frac{1}{4}$ ，立方体内部粒子按有 1 算 1 统计。

甲中 X 位于立方体体心，算作 1，Y 位于立方体顶点，实际占有： $\frac{1}{8} \times 4 = \frac{1}{2}$ 个，X: Y = 1: $\frac{1}{2} = 2: 1$ ，所以甲的化学式为 X_2Y 。

乙中 A 占有： $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ ，B 占有： $\frac{1}{2} \times 6 = 3$ 个，C 占有 1 个，由此推出 A、B、C 个数比为 1: 3: 1。

丙中 D 周围的 E 的个数与 E 周围 D 的个数相同，E 周围有 8 个 D，所以 D 周围有 8 个 E。

答案： X_2Y 1: 3: 1 8



课时演练



考查明释

巩固类

一、选择题

1 2006 天津高考理综,7 下列说法正确的是 ()

- A. 用乙醇或 CCl_4 可提取碘水中的碘单质
- B. NaCl 和 SiC 晶体熔化时,克服粒子间作用力的类型相同
- C. $^{24}\text{Mg}^{32}\text{S}$ 晶体中电子总数与中子总数之比为 1:1
- D. H_2S 和 SiF_4 分子中各原子最外层都满足 8 电子结构

← 本题对物质结构和晶体的性质进行全面考查。

2 下列各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. 二氧化硅和干冰的熔化
- B. 食盐和冰醋酸的熔化
- C. 纯碱和烧碱的熔化
- D. 液溴和液汞的蒸发

← 晶体类型与粒子间作用的关系。

3 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. $\text{Cl}_4 > \text{CBr}_4 > \text{CCl}_4 > \text{CH}_4$
- C. $\text{MgO} > \text{H}_2\text{O} > \text{O}_2 > \text{N}_2$
- D. 金刚石 > 生铁 > 纯铁 > 钠

← 晶体熔沸点高低的比较。

4 离子晶体一般不具有的特征是 ()

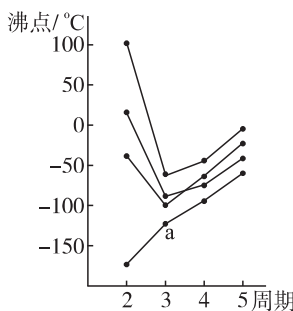
- A. 熔点较高,硬度大
- B. 易溶于水而难溶于有机溶剂
- C. 熔融时不导电
- D. 沸点较高,硬度较大

← 离子晶体的性质。

5 2006 北京高考理综,10 右图中每条折线表示周期表 IV

A ~ VIIA 中的某一族元素氢化物的沸点变化,每个小黑点代表一种氢化物,其中 a 点代表的是 ()

- A. H_2S
- B. HCl
- C. PH_3
- D. SiH_4



← 本题利用氢化物沸点的递变考查了氢键的形成对化合物性质的影响。

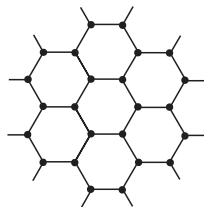
6 根据下列性质判断晶体的类型,正确的是 ()

- A. 熔点 110°C ,微溶于水,固态不导电——离子晶体
- B. 熔点 3550°C ,不溶于水,也不溶于有机溶剂,固态不导电——原子晶体
- C. 熔点 2700°C ,固态能导电,有光泽——离子晶体
- D. 熔点 800°C ,能溶于水,熔化时能导电——分子晶体

← 晶体的性质与晶体类型的关系。

7 石墨晶体如下图所示,每一层由无数个正六边形构成,那么平均每一个正六边形所占有的碳原子数为 ()

- A. 6 个
- B. 4 个
- C. 3 个
- D. 2 个



← 晶体的计算,一般采用均分法。

- 8 在下列有关晶体的叙述中错误的是 ()
- A. 离子晶体中,一定存在离子键 B. 原子晶体中,只存在共价键
- C. 金属晶体的熔、沸点都很高 D. 稀有气体的原子能形成分子晶体
- 9 下列各组中含有离子晶体、分子晶体、原子晶体各一种的是 ()
- A. KCl 、 H_2SO_4 、 S B. 金刚石、 Na_3PO_4 、 Mg
- C. NH_4F 、 SiC 、 Si D. H_2O 、 SiO_2 、 K_2CO_3
- 10 美国《科学》杂志报道:在 40 GPa 高压下,用激光加热到 1 800 K,人们成功制得了原子晶体干冰,下列推断正确的是 ()
- A. 原子晶体干冰有很高的熔点、沸点,有很大的硬度
- B. 原子晶体干冰易汽化,可用作制冷材料
- C. 原子晶体干冰硬度大,可用作耐磨材料
- D. 每 1 mol 原子晶体干冰含 2 mol $\text{C}-\text{O}$ 键

← 本题考查了化学键的类型和晶体结构的关系。

← 晶体类型判断。

← 本题考查了原子晶体干冰的结构和性质。

二、填空题

- 11 参考下表物质的熔点,回答有关问题:

物质	NaF	NaCl	NaBr	NaI	NaCl	KCl	RbCl	CsCl
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	995	801	755	651	801	776	715	646
物质	SiF_4	SiCl_4	SiBr_4	SiI_4	SiCl_4	GeCl_4	SnCl_4	PbCl_4
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	-90.2	-70.4	5.2	10.5	-70.4	-49.5	-36.2	-15.0

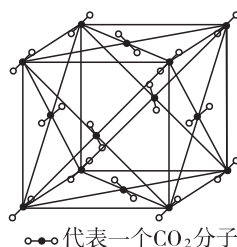
- (1) 钠的卤化物及碱金属的氯化物的熔点与 _____ 有关,随 _____ 增大, _____ 减小,故熔点依次降低。
- (2) 硅的卤化物及硅、锗、锡、铅的氯化物的熔点与 _____ 有关,随着 _____ 增大,则 _____ 增大,故熔点依次升高。
- (3) 钠的卤化物的熔点比相应的硅的卤化物的熔点高得多,这与 _____ 有关,因为 _____,故前者熔点远远高于后者。

考查对物质熔点影响因素的推断。

- 12 碘在不同溶剂中可呈现紫色、棕色……一般认为溶液呈紫色的表明溶解了的“碘分子”并未和溶剂发生很强的结合。
- 已知不同温度下,碘在石蜡油中的溶液呈紫色或棕色。请回答:温度低时溶液呈 _____ 色,温度高时溶液呈 _____ 色。因为 _____。

← 考查阅读能力,考查影响分子间作用力的因素。

- 13 (1) 右图为固态 CO_2 的晶体结构示意图。通过观察分析,可得出每个 CO_2 分子周围与之紧邻等距的 CO_2 有 _____ 个。
- (2) 试判断:① SiO_2 ② CO_2 ③ CS_2 晶体的熔点由高到低排列的顺序是 _____。(填相应物质的编号)



← 本题综合考查了干冰的晶体结构以及不同晶体的物理性质的判断。

14 单质硼有无定形和晶体两种,参考下列数据回答:

	金刚石	晶体硅	晶体硼
熔点/K	>3 823	1 683	2 573
沸点/K	5 100	2 628	2 823
硬度/moh	10	7.0	9.5

(1) 晶体硼的晶体类型属于_____晶体。

(2) 晶体 B 的基本结构单元是由 B 原子构成的正二十面体(如右图),其中有 20 个等边三角形的面和一定数目的顶点,每个顶点各有一个 B 原子。通过观察图形及推算,可知此结构单元是由_____个 B 原子构成,其中 B—B 键间的键角是_____(填角度),含_____个 B—B 键。



(3) 若将晶体硼结构单元中每一个顶角均消去,余下部分的结构就与 C_{60} 的结构相同,则 C_{60} 由_____个正五边形和_____个正六边形构成。

15 随着科学技术的发展,测定阿伏加德罗常数的方法越来越多,测定精确度也越来越高。

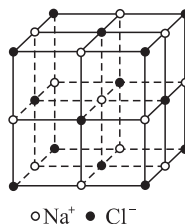
现有一简单可行的测定方法,具体步骤如下:①将固体氯化钠研细,干燥后,准确称取 m g NaCl 固体并转移到定容仪器 A 中。②用滴定管向仪器 A 中加苯,并不断振荡,继续加苯至 A 仪器的刻度线,计算出 NaCl 固体的体积为 V mL。回答下列问题:

(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?_____,其原因是_____。

(3) 能否用水代替苯?_____,理由是_____。

(4) 已知 NaCl 晶胞的结构如右图所示,经 X 射线衍射测得晶胞中最邻近的 Na^+ 和 Cl^- 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,则这种纳米颗粒的表面原子占总原子数的百分比为_____。

← 本题借助于结构示意图综合考查了空间想象力和晶体结构。

原子晶体的熔沸点较高,硬度较大。

← 本题利用实验方法对 NaCl 晶体的结构和性质进行了综合考查。

晶胞中粒子个数的计算。

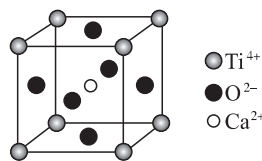
提升类

一、选择题

1 2006 江苏高考,15 下列关于晶体的说法一定正确的是 …

…………… ()

- A. 分子晶体中都存在共价键
- B. $CaTiO_3$ 晶体中每个 Ti^{4+} 与 12 个 O^{2-} 相紧邻
- C. SiO_2 晶体中每个硅原子与两个氧原子以共价键相结合
- D. 金属晶体的熔点都比分子晶体的熔点高



$CaTiO_3$ 的晶体结构模型
(图中 Ca^{2+} 、 O^{2-} 、 Ti^{4+} 分别位于立方体的体心、面心和顶点)

← 本题综合考查了晶体的特点及粒子的排列方式。

2 支持固态氨是分子晶体的事实是 …………… ()

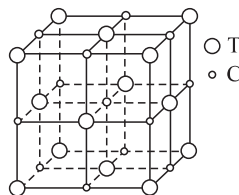
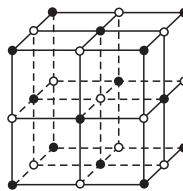
- A. 氮原子不能形成阴离子
- B. 铵离子不能单独存在

← 分子晶体的性质。

- C. 常温下氨是气态物质 D. 氨极易溶于水
- 3 下列有关共价化合物的说法中,一定正确的是 ()
- ①具有较低的熔点、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
- A. ①③④ B. ②⑤ C. ①②③④⑤ D. ⑤
- 4 关于晶体的下列说法中,正确的是 ()
- A. 在晶体中只要有阴离子就一定有阳离子
B. 在晶体中只要有阳离子就一定有阴离子
C. 原子晶体的熔点一定比金属晶体的高
D. 分子晶体的熔点一定比金属晶体的低
- 5 《美国化学会志》曾经报道,中国科学家以 CO_2 为碳源,金属钠为还原剂,在 440°C 、 80 MPa 下合成金刚石,具有深远意义。下列说法中,不正确的是 ()
- A. 由 CO_2 合成金刚石是化学变化 B. 金刚石是碳的一种同位素
C. 钠被氧化最终生成碳酸钠 D. 金刚石中只含有非极性共价键
- 6 据报道,科研人员应用电子计算机模拟出类似 C_{60} 的物质 N_{60} 。试推测该物质不可能具有的性质是 ()
- A. N_{60} 不易溶于水 B. 稳定性: $\text{N}_{60} < \text{N}_2$
C. 物质的量相同时, N_{60} 分解时吸收的热量大于 N_2 D. 熔点: $\text{N}_{60} < \text{N}_2$
- 7 下面有关晶体的叙述中,不正确的是 ()
- A. 金刚石网状结构中,由共价键形成的碳原子环中,最小的环上有 6 个碳原子
B. 氯化钠晶体中,每个 Na^+ 周围距离相等且最近的 Na^+ 共有 6 个
C. 氯化铯晶体中,每个 Cs^+ 周围距离相等且最近的 Cs^+ 共有 6 个
D. 干冰晶体中,每个 CO_2 分子周围紧邻 10 个 CO_2 分子
- 8 食盐晶体是由钠离子(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 $2.2\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,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. $5.0 \times 10^{-8}\text{ cm}$
- 9 根据下表中给出的几种物质的熔点、沸点数据所作的以下判断中,错误的是 ()

物质	NaCl	MgCl_2	AlCl_3	SiCl_4	单质 B
熔点/ $^\circ\text{C}$	810	710	193	-68	2 300
沸点/ $^\circ\text{C}$	1 456	1 418	183	57	2 500

- A. SiCl_4 是分子晶体 B. MgCl_2 中键的强度比 NaCl 中键的强度大
C. 单质 B 是原子晶体 D. AlCl_3 受热能升华
- 10 最近发现一种钛原子和碳原子构成的气态团簇分子,如右图所示,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,它的化学式为 ()
- A. $\text{Ti}_{14}\text{C}_{13}$
B. TiC
C. Ti_4C_4
D. Ti_4C_3



← 本题对共价化合物的性质进行了全面的考查。

← 晶体的组成和性质。

← 考查综合运用知识的能力和解决问题的能力。

← 推断晶体类型,推测物质性质。

← 本题考查了几种常见晶体中组成粒子的空间分布方式。

← 晶体的简单计算。

← 本题利用具体数据对每类晶体的特性进行综合考查。

← 物质化学式的计算。

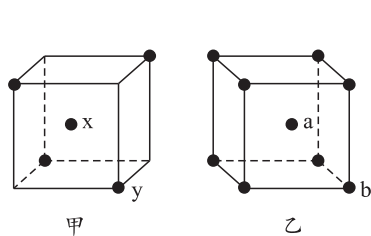
二、填空题

- 11 氮化硅是一种高温陶瓷材料,它的硬度大、熔点高、化学性质稳定。工业上曾普遍采用高纯硅与纯氮在 $1\,300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 反应获得。

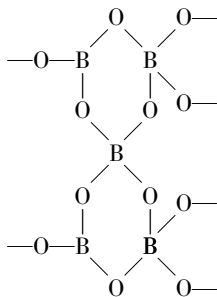
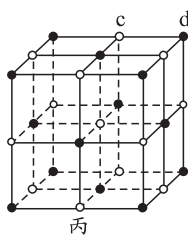
(1) 氮化硅晶体属于_____晶体(填晶体类型)。
(2) 已知氮化硅的晶体结构中,原子间都以单键相连,且 N 原子和 N 原子、Si 原子和 Si 原子不直接相连,同时每个原子都满足 8 电子稳定结构。请写出氮化硅的化学式:_____。

(3) 现用四氯化硅和氮气在氢气气氛保护下,加强热发生反应,可得较高纯度的氮化硅。反应的化学方程式为_____。

- 12 现有甲、乙、丙(如下图)三种晶体的晶胞(晶体中最小重复单位)。在甲晶体中,x 处于晶胞中心;在乙晶体中,a 处于晶胞中心。



(第 12 题)



(第 13 题)

请推知:甲晶体中 x 与 y 的个数比是_____。乙中 a 与 b 的个数比是_____。丙晶体的一个晶胞有_____个 c 离子,有_____个 d 离子。

- 13 有一种多聚硼酸盐为无限网状结构,如上图,其结构的基本单元可表示为 $(B_3O_n)^{m-}$, 则: $m =$ _____, $n =$ _____。

- 14 2006 江苏高考,19 卤素互化物是指不同卤素原子之间以共价键结合形成的化合物。 XX' 型卤素互化物与卤素单质结构相似、性质相近。试完成下列问题:

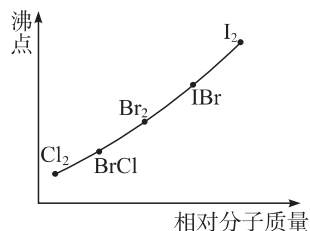
(1) 卤素互化物 $BrCl$ 能发生下列反应:



① 写出 KI 与 IBr 反应的化学方程式_____。

② 写出苯(C_6H_6)与 ICl 发生取代反应生成一卤代物的化学方程式_____。

(2) 右图是部分卤素单质和 XX' 型卤素互化物的沸点与其相对分子质量的关系图。它们的沸点随着相对分子质量的增大而升高,其原因是_____。



(3) 试推测 ICl 的沸点所处的最小范围_____。

氮化硅晶体类型的判断;

氮化硅化学式的推断;

氮化硅的制备。

离子晶体中阴、阳离子个数的计算。

本题考查了根据晶体的结构特点及元素的化合价推断其组成。

本题利用给出信息考查了晶体结构和卤素互化物性质的应用。

第二节 金属晶体



新知预习

一、金属晶体的结构特点

1. 金属键:金属晶体里_____与_____之间存在的较强烈的相互作用叫金属键。
2. 金属晶体:通过_____形成的单质晶体叫金属晶体。
3. 金属键的相对强弱:金属离子(原子)半径_____,离子电荷数_____,其金属键_____,金属晶体的硬度也越_____,熔点、沸点越_____,但金属性却越弱。

二、金属晶体的通性及原因

1. 金属晶体具有金属光泽和颜色,这是由它们的_____所决定的。
2. 金属的导电性、导热性
导电性:_____
导热性:_____
3. 金属的延展性:当金属受到外力时,晶体中的各原子层就会发生相对滑动,_____,滑动以后,各层之间仍能保持这种相互作用,在外力作用下,金属虽然发生了_____,但不会导致_____.所以,金属一般都有不同程度的延展性。



答案提示

- 一、1. 金属阳离子
自由电子
2. 金属阳离子与自由电子
3. 越小 越多 越强
大 高

- 二、1. 晶体结构
2. 自由电子在外加电场作用下,产生定向移动,形成电流 运动的自由电子与金属离子碰撞,引起二者能量交换,使整块金属达到同样的温度
3. 由于自由离子与自由电子之间的相互作用没有方向性
形变 断裂



重难点突破

1. 金属晶体粒子之间的较强作用
在金属晶体里,金属阳离子有规则地紧密堆积,自由电子几乎均匀分布在整个晶体中,不专属于某几个特定的金属离子,而是被许多金属离子共有。

2. 金属晶体与离子晶体粒子种类的区别

在离子晶体中存在的是阴、阳离子,在金属晶体中存在的是金属阳离子与自由电子。在晶体中有阳离子不一定就有阴离子。

3. 金属晶体的熔点变化规律

(1)金属晶体熔点变化差别较大。如:汞在常温下是液体,熔点($-38.9\text{ }^{\circ}\text{C}$)很低,而铁等金属的熔点($1535\text{ }^{\circ}\text{C}$)很高。这是由于金属晶体紧密堆积方式、金属阳离子与自



活学巧用

【例题1】下列选项中,正确描述了金属通性的是 ()

- A. 具有金属光泽
- B. 易导电、导热
- C. 具有很高的熔点
- D. 具有强还原性

解析:金属晶体中有的熔点很高,如钨、铁;有的熔点很低,如汞、钾;有的还原性很强,如K、Mg、Al等;有的还原性很弱,如银、汞。故能正确描述金属通性的是AB。

答案:AB

【例题2】根据下列物质的物理性质,在固态时可能是金属晶体的是 ()

- A. 固体和熔融时均易导电,熔点在 $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右
- B. 熔点 $318.4\text{ }^{\circ}\text{C}$,沸点 $1\ 390\text{ }^{\circ}\text{C}$,易溶于水,熔融时能导电
- C. 熔点 $-72.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,沸点 $-10.08\text{ }^{\circ}\text{C}$,易溶于水
- D. 熔点 $2\ 300\text{ }^{\circ}\text{C}$,沸点 $2\ 550\text{ }^{\circ}\text{C}$,硬度大

解析:金属晶体固态和熔融时能导电,熔点有的较高,有的较低;离子晶体熔沸点较高,有的能溶于水,固体不导电,熔融时能导电;分子晶体的熔沸点较低,有的能溶于水;原子晶体的熔沸点很高,硬度很大。所以A选项应为金属晶体;B选项应为离子晶体;C选项应为分子晶体;D选项

由电子间的作用力不同而造成的差别。

(2) 一般情况下(同类型的金属晶体),金属晶体的熔点由金属阳离子半径、所带的电荷数、自由电子的多少而定。阳离子半径越小,所带的电荷越多,自由电子越多,相互作用就越大,熔点就会相应升高。例如:熔点 $K < Na < Mg < Al$, $Li > Na > K > Rb > Cs$ 。

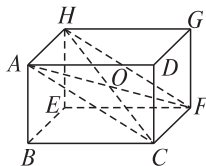
4. 金属导电与离子晶体在熔融状态下导电的区别

金属能导电是因为在金属晶体中存在着自由运动的大量自由电子,这些自由电子通常在金属晶体中进行无规则的运动,但在连接电源后在外电场的作用下,这些自由电子就进行定向运动,起导电作用。而在通常情况下,固体状况的离子晶体中的阴、阳离子虽带电荷但不能自由运动,只能在自己的固定位置上进行微小的振动,因此即使接通电源,离子晶体也不能导电。然而,当将离子晶体加热至熔化,晶体中的阴、阳离子受热获得了大量能量后,得以挣脱相互作用力(离子键)的束缚而离开固定位置成为自由运动的带电粒子,此时如果接通电源,该液体中的阴、阳离子就能进行反向往定向运动,形成电流而导电。可见,金属晶体的导电是晶体内的自由电子导电,而离子晶体的导电是离子导电,且必须是在高温下离子晶体的熔融状态才行。

应为原子晶体。

答案:A

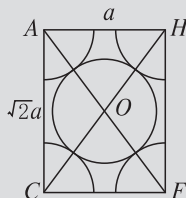
【例题3】碱金属的晶体中,金属原子是按照体心立方的形式紧密堆积的,从碱金属晶体中划分出的最小结构单元,如下图所示:



图中正立方体的顶点和中心都被一金属原子占据,如果将金属原子视为圆球体,这些球体之间尽可能地相互靠近或接触。试计算碱金属晶体中金属原子的空间利用率。

解析:设立方体的边长为 a ,则其体积为 a^3 ,另设金属原子半径为 r 。

分析题目所给条件,发挥空间想象力,得出结论:处于立方体顶点的球并不相切,但含在立方体中心的球却与各顶点的球相切。画出 $ACFH$ 的剖面图如下图所示:



由图可知: $AF = CH = 4r$, 在 $Rt\triangle ACF$ 中, $CF = a$, $AC = \sqrt{2}a$, $AF = \sqrt{3}a$, 则 $r = \frac{\sqrt{3}}{4}a$ 。

因立方体只占有每个顶点上球体的 $\frac{1}{8}$ 个,故该立方体共有球体(金属原子) $\frac{1}{8} \times 8 + 1 = 2$ 个,球体的体积共为 $V(\text{球}) = 2 \times \frac{4}{3} \pi r^3 = 2 \times \frac{4}{3} \times 3.14 \times (\frac{\sqrt{3}}{4}a)^3 = 0.68a^3$,

空间利用率: $\frac{V(\text{球})}{V(\text{立方体})} \times 100\% = \frac{0.68a^3}{a^3} \times 100\% = 68\%$ 。

答案:碱金属晶体中金属原子的空间利用率为 68%。



课时演练



考查明释

巩固类

一、选择题

1 金属晶体的形成是通过 ()

- A. 金属原子与自由电子之间的相互作用
- B. 金属离子之间的相互作用
- C. 自由电子之间的相互作用
- D. 金属离子与自由电子之间的较强的相互作用

← 金属晶体的构成。

- 2 下列关于金属的通性的描述中,正确的一组为 ()
 ①易导电 ②易导热 ③有光泽 ④有较高的熔点 ⑤有较好的延展性 ⑥有较
 强的还原性 ⑦有较大的硬度
 A. ①②③④ B. ①③⑥⑦ C. ①②③⑤ D. 全部
- 3 下列关于金属的叙述中正确的是 ()
 A. 金属原子的价电子数越多,它的金属性越强
 B. 所有金属单质在常温下都能形成金属晶体
 C. 在金属晶体内,自由电子不属于某个特定的金属阳离子
 D. 金属原子的核外电子都能在整个晶体内自由运动
- 4 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,如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
- 5 下列特性适合金属晶体的是 ()
 A. 熔点 1 031 °C,固态不导电,水溶液能导电
 B. 熔点 97.81 °C,固态能导电,质软
 C. 熔点 162.7 °C,固态不导电,水溶液能导电
 D. 熔点 1 070 °C,液态能导电,但固态不能导电
- 6 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
- 7 金属的下列性质中与金属晶体的结构无关的是 ()
 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
- 8 下列对晶体的判断正确的是 ()
 A. 在水溶液中导电的晶体一定是离子晶体
 B. 熔融状态导电的晶体一定是金属晶体
 C. 固态、熔融态都不导电的晶体一定是原子晶体
 D. 固态不导电、熔融态导电的晶体一定是离子晶体

二、填空题

- 9 在核电荷数为 1~18 的元素中,其单质属于金属晶体的有_____,属于分子晶体的
 有_____,属于原子晶体的有_____。
- 10 下列八种晶体:A. 水晶 B. 冰醋酸 C. 氧化镁 D. 白磷 E. 晶体氩 F. 氯化铵 G.
 铝 H. 金刚石
 (1)属于原子晶体的化合物是_____,直接由原子构成的原子晶体是_____,直
 接由原子构成的分子晶体是_____。
 (2)由极性分子构成的晶体是_____,含有共价键的离子晶体是_____,属于分
 子晶体的单质是_____。
 (3)在一定条件下能导电而不发生化学变化的是_____,受热熔化后化学键不发生
 变化的是_____,受热熔化需克服共价键的是_____。
- 11 某晶体具有金属光泽,熔点较高,能否由此判断该晶体属于金属晶体?试举例说明:
 _____。判断晶体是否属于金属晶体的最简单的实验方法是:_____。

← 金属的通性。

← 本题考查了金属的性
质及其晶体结构。。

← 考查自学能力、思维能
力和原子结构的知识。

← 根据性质推测晶体
类型。

← 金属的性质。

← 本题考查了金属的性
质和其晶体结构的关系。

← 晶体性质与晶体类型
的关系。

← 短周期元素组成的单
质的晶体类型。

← 本题对四类晶体的结
构和性质进行了综合考查。

← 金属晶体的判断方法。

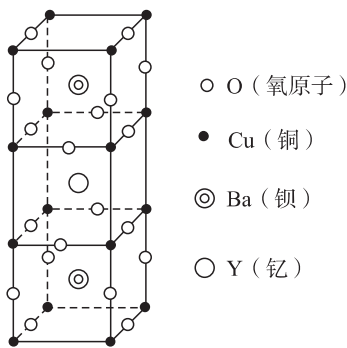
- 12 金晶体的最小重复单元(也称晶胞)是面心立方体,即在立方体的8个顶点各有一个金原子,各个面的中心有一个金原子,每个金原子被相邻的晶胞所共用。金原子的直径用 a 表示,用 N_A 表示阿伏加德罗常数, M 表示金的摩尔质量。求:
- (1) 金晶体每个晶胞中含有_____个金原子。
 - (2) 欲计算一个晶胞的体积,除假定金原子是刚性小球外,还应假定_____。
 - (3) 一个晶胞的体积是多少?
 - (4) 金晶体的密度是多少?

← 金属晶体的结构;金属晶体计算技巧;金属晶体的计算。

提升类

一、选择题

- 1 下列叙述中,一定是金属元素的是 ()
 - A. 原子的最外层只有一个电子的元素
 - B. 易失去电子的物质
 - C. 原子的最外层有两个电子的主族元素
 - D. 单质具有金属光泽的元素
- 2 某物质在熔融状态可导电,在固态也可导电,若将其投入水中,其水溶液能导电,则可推测该物质可能是 ()
 - A. 金属
 - B. 非金属
 - C. 可溶性碱
 - D. 可溶性盐
- 3 1987年2月,朱经武(Paul Chu)教授等发现钇钡铜氧化物在90 K温度下即具有超导性,若该化合物的结构如右图所示,则该化合物的化学式可能是 ()
 - A. YBa_2CuO_{7-x}
 - B. $YBa_2Cu_2O_{7-x}$
 - C. $YBa_2Cu_3O_{7-x}$
 - D. $YBa_2Cu_4O_{7-x}$



← 本题对金属的结构特点和性质进行了考查。

← 根据性质推测物质种类。

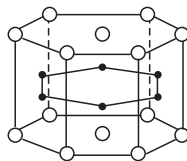
← 晶体化学式的计算。

- 4 下列关于金属导电的叙述中,正确的是 ()
 - A. 金属晶体内的自由电子在外加电场条件下才可以发生移动
 - B. 在外加电场的作用下,金属晶体内的阳离子发生相对滑动
 - C. 在外加电场的作用下,自由电子在金属晶体内发生定向移动
 - D. 温度越高,金属导电性越强
- 5 下列事实中,能说明A元素的金属性一定比B元素强的是 ()
 - A. A的熔点比B的熔点高
 - B. 发生氧化还原反应时,A元素原子失去的电子比B原子多
 - C. B阳离子的氧化性比A阳离子的氧化性强
 - D. A能与水剧烈反应放出氢气,而B不能

← 本题对金属导电性的实质进行了考查。

← 金属性强弱的判断。

- 6 2001 年报道的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 1 个镁原子, 6 个硼原子位于棱柱内。则该化合物的化学式可表示为 ()



A. MgB B. MgB₂ C. Mg₂B D. Mg₃B₂

- 7 将 SiCl₄ 与过量的液氨反应可生成化合物 Si(NH₂)₄。将该化合物在无氧条件下高温燃烧, 可得到氮化硅(Si₃N₄) 固体, 氮化硅是一种新型的耐高温、耐磨材料, 在工业上有广泛的应用。则氮化硅所属的晶体类型是 ()

A. 原子晶体 B. 分子晶体 C. 离子晶体 D. 金属晶体

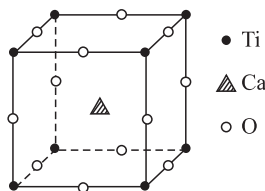
← 本题由晶体中粒子的排列方式考查了晶胞中粒子数目的确定。

← 本题考查了由物质的性质进行晶体类型的推断。

二、填空题

- 8 有一种金属的结构单元是一个“面心立方体”(注: 八个顶点和六个面分别有一个金属原子)。该单元平均是由 _____ 个金属原子组成的。

- 9 右图为高温超导领域里一种化合物——钙钛矿晶体结构, 该结构是具有代表性的最小重复单位。



- (1) 在该物质的晶体结构中, 每个钛离子周围与它最接近且距离相等的钛离子、钙离子各有 _____、_____ 个。

- (2) 该晶体结构中, 元素氧、钛、钙的离子个数比是 _____, 该物质的化学式可表示为 _____。

- (3) 若钙、钛、氧三元素的相对质量分别为 a 、 b 、 c , 晶体结构图中正方体边长(钛原子之间的距离)为 d nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 则该晶体的密度为 _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

← 金属晶体的计算。

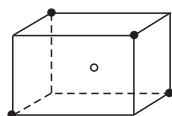
← 本题考查了由晶体中粒子的排列方式推断物质的组成。

三、计算题

- 10 某些金属晶体(Cu、Ag、Au)的原子按面心立方的形式紧密堆积, 即在晶体结构中可以划出一块正立方体的结构单元, 金属原子处于正立方体的八个顶点和六个侧面上, 试计算这类金属晶体原子的空间利用率。

← 金属晶体的计算, 数形结合方法的利用。

- 11 某离子晶体晶胞的结构如右图所示。X(●) 位于立方体顶点, Y(○) 位于立方体中心。试分析:



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

- (2) 晶体中每个 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 $\angle XYX$ 是 _____。

- (4) 设该晶体的摩尔质量为 $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 晶体密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 阿伏加德罗常数的值为 N_A , 则晶体中两个距离最近的 X 中心距离为 _____ cm。

← 本题利用立体几何的有关知识考查常见晶体的空间构型及有关计算。

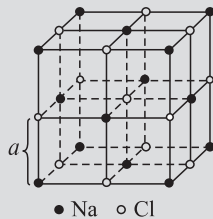
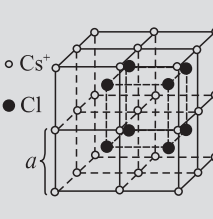
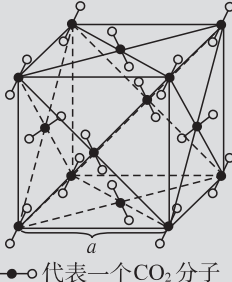
单元小结

知识整合

一、四种晶体类型与性质的比较

项目		离子晶体	原子晶体	分子晶体	金属晶体
组成粒子		阴、阳离子	原子	分子	金属阳离子、自由电子
粒子间的作用		离子键(较强)	共价键(很强)	范德瓦耳斯力(弱)	(不要求)
实例		NaCl、CaO、NaOH 等	金刚石、SiO ₂ 、SiC 等	CO ₂ 、HCl、S、He、 CH ₃ COOH 等	Na、Mg、Al、Fe 等
性质	熔沸点、硬度	较高、较大、脆	很高、很大	低、小、易挥发	差异较大
	溶解性	大部分溶于水	一般不溶于水	极性分子,易溶于水	活泼金属可与水反应,一般的不与水反应
	导电性	水溶液或熔融态时能导电	一般为非导体, Si 为半导体,石墨可导电	本身为非导体,有些在水中发生电离,可导电	是电和热的良导体,有延展性
物质的类别		绝大多数盐、强碱、大部分金属氧化物等 离子化合物	晶体硅、金刚石、二氧化硅、氮化硅、碳化硅等	大多数非金属单质、气态氢化物、大多数非金属氧化物、酸、大多数有机物等	金属单质或合金

二、几种晶体的微观结构分析

项目	NaCl	CsCl	CO ₂
晶体示意图			
距 Na ⁺ 、Cs ⁺ (Cl ⁻) 最近且等距的 Cl ⁻ (或 Na ⁺ 、Cs ⁺)	个数 距离 6 图中设为 a	8 为 $(\sqrt{3}a)/2$ 如图中设为 a	图中棱长设为 a
距 Cl ⁻ (Na ⁺ 、Cs ⁺ 、CO ₂) 最近且等距的 Cl ⁻ (Na ⁺ 、Cs ⁺ 、CO ₂)	个数 距离 12 为 $\sqrt{2}a$	6 为 a	12 为 $\sqrt{2}a/2$

续表

项目		NaCl	CsCl	CO ₂
图示中粒子个数及计算方法	Cl ⁻	$1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$	$8 \times 1 = 8$	CO ₂ 为 $6 \times \frac{1}{2} + 8 \times \frac{1}{8} = 4$
	Na ⁺ (Cs ⁺)	$8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$	$1 + 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 12 \times \frac{1}{4} = 8$	

项目		金刚石	石墨
晶体形状		正四面体空间网状	正六边形平面层状
晶体中的键或作用力		共价键	共价键与范德瓦耳斯力
由最少碳原子形成环的形状与个数		6 个原子不共面	6 个原子共面
碳原子成键数		4	3
每个环中	键的平均数与计算方法	$6 \times \frac{1}{6} = 1$	$6 \times \frac{1}{2} = 3$
	原子的平均数与计算方法	$6(\text{个}) \times \frac{1}{12} = \frac{1}{2}(\text{个})$	$6(\text{个}) \times \frac{1}{3} = 2(\text{个})$

三、判断晶体类型的方法

1. 依据组成晶体的粒子及粒子间的作用判断

离子晶体的晶格质点是阴、阳离子,质点间的作用是离子键;原子晶体的晶格质点是原子,质点间的作用是共价键;分子晶体的晶格质点是分子,质点间的作用为分子间作用力即范德瓦耳斯力;金属晶体的晶格质点是金属阳离子和自由电子,质点间的作用是金属键。

2. 根据物质的分类判断

金属氧化物(如 K₂O、Na₂O₂ 等),强碱(如 NaOH、KOH 等)和绝大多数的盐类是离子晶体。大多数非金属单质(除金刚石、石墨、晶体硅、晶体硼外)、气态氢化物、非金属氧化物(除 SiO₂ 外)、酸、绝大多数有机物(除有机盐外)是分子晶体。常见的原子晶体单质有金刚石、晶体硅、晶体硼、石墨等;常见的原子晶体化合物有碳化硅、二氧化硅等。金属单质(除汞外)与合金都是金属晶体。

3. 依据晶体的熔点判断

离子晶体的熔点较高,常在数百至 1 000 余度;原子晶体熔点高,常在 1 000 度至几千度;分子晶体熔点低,常在数百度以下至很低温度;金属晶体多数熔点高,但也有相当低的。

4. 依据导电性判断。

离子晶体水溶液及熔化时能导电;原子晶体一般为非导体,但石墨能导电;分子晶体为非导体,而分子晶体中的电解质(主要是酸和强非金属氢化物)溶于水,使分子内的化学键断裂形成自由离子也能导电;金属晶体是电的良好导体。

四、晶体熔沸点高低的比较方法

1. 不同类型晶体的熔沸点高低规律:原子晶体 > 离子晶体 > 分子晶体;金属晶体(除少数外) > 分子晶体。

金属晶体的熔沸点有的很高,如钨、铂等;有的则很低,如汞、铯、铷等。

2. 由共价键形成的原子晶体中,原子半径小的,键长短,键能大,晶体的熔沸点高。如:金刚石 > 石英 > 碳化硅 > 硅。

3. 离子晶体要比较离子键的强弱。一般地说,阴阳离子的电荷数越多,离子半径越小,则离子间的作用就越强,其离子晶体的熔沸点就越高,如熔点: MgO > MgCl₂ > NaCl > CsCl。

4. 分子晶体:组成和结构相似的物质,相对分子质量越大,熔沸点越高,如:熔沸点: O₂ > N₂, HI > HBr > HCl。组成和结构不相似的物质,分子极性越大,其熔沸点就越高,如熔沸点: CO > N₂。在同分异构体中,一般地说,支链数越多,熔沸点越低,如沸点: 正戊烷 > 异戊烷 > 新戊烷;同分异构体的芳香烃及其衍生物,其熔沸点高低顺序是邻位化合物 > 间位化合物 > 对位化合物。

5. 金属晶体中金属离子半径越小,离子电荷数越多,其金属键越强,金属熔沸点就越高。如熔沸点: Na < Mg < Al。

6. 元素周期表中第ⅦA 族卤素的单质(分子晶体)的熔沸点随原子序数递增而升高;第ⅠA 族碱金属元素的单质(金属晶体)的熔沸点随原子序数的递增而降低。如熔沸点: Li > Na > K > Rb > Cs。



综合测评

一、选择题

- 2006 四川高考理综,7 下列物质发生变化时,所克服的粒子间相互作用属于同种类型的是 ()
A. 液溴和苯分别受热变为气体
B. 干冰和氯化铵分别受热变成气体
C. 二氧化硅和铁分别受热熔化
D. 食盐和葡萄糖分别溶解在水中
- 下列化学式既能表示物质的组成,又能表示物质分子式的是 ()
A. NH_4NO_3 B. SiO_2
C. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ D. Cu
- 2006 全国高考理综 I,7 下列叙述正确的是 ()
A. 同一主族的元素,原子半径越大,其单质的熔点一定越高
B. 同一周期元素的原子,半径越小越容易失去电子
C. 同一主族元素的氢化物,相对分子质量越大,它的沸点一定越高
D. 稀有气体元素的原子序数越大,其单质的沸点一定越高
- 下列各组物质中作用力和晶体类型完全相同的一组是 ()
A. CO_2 SiO_2 SO_2 NO_2
B. NaCl NH_4Cl HCl KCl
C. H_2 N_2 He Fe
D. 金刚石 水晶 晶体硅 金刚砂(SiC)
- 下列叙述不正确的是 ()
A. 物质的沸点随着相对分子质量的增大而增大
B. 对于由分子构成的物质,分子间作用力大小直接影响熔沸点的高低
C. 石墨中存在范德瓦耳斯力,而金刚石中不存在范德瓦耳斯力
D. 晶体是固体,而固体不一定是晶体
- 下列物质形成的晶体,熔化时需要克服共价键的是 ()
A. SO_3 B. 冰 C. NaOH D. SiC
- 下列说法正确的是 ()
A. 离子晶体中一定含有金属元素
B. 分子晶体中一定存在共价键
C. 范德瓦耳斯力存在于所有物质之中
D. 离子晶体中一定有离子键,可能有共价键
- 金刚石晶体中不具有的结构特点是 ()
A. 六碳原子环
B. 正四面体
C. 空间网状结构
D. 晶体以内共价键结合,层间还存在分子间作用力
- 已知晶体硅的结构与金刚石相似,其中最小的环为 6 元环,即 6 个 Si 原子。现在每个 Si—Si 间插入一个氧原子,可得 SiO_2 晶体。则 SiO_2 晶体中最小的球为几元环 ()
A. 12 B. 10 C. 8 D. 6
- 下列物质的性质中,可以证明某化合物结构中一定存在离子键的是 ()
A. 在水溶液能电离出自由移动的离子
B. 熔融状态能导电
C. 熔点高,硬度大
D. 易溶于水,难溶于有机溶剂
- 2006 天津重点中学高三期末质量调查,2 下列说法错误的是 ()
A. 原子晶体中只存在非极性共价键
B. 分子晶体的状态变化,只需克服分子间作用力
C. 金属晶体通常具有导电、导热和良好的延展性
D. 离子晶体在熔化状态下能导电
- $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ 为平面正方形结构,它可以形成两种固体,一种为淡黄色,在水中溶解度较小;另一种为黄绿色,在水中溶解度较大。

$$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{A: Cl—Pt—Cl} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{B: Cl—Pt—NH}_2 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$$

下列关于两种 $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ 的叙述不正确的是 ()
A. A 与 B 互为同分异构体,都属于分子晶体
B. 淡黄色固体对应的结构为 B,黄绿色固体对应的结构为 A
C. 淡黄色固体对应的结构为 A,黄绿色固体对应的结构为 B
D. 黄绿色固体的分子具有极性,所以在水中的溶解度较大
- 据报道,科学家用激光把石墨“炸松”,再射入氮气流,并用射频电火花处理,可得到一种硬似金刚石的化合物。有关叙述不正确的是 ()
A. 两种单质反应物在通常状态下均很不活泼
B. 该化合物呈片状结构
C. 该化合物中原子间作用力只有共价键,键长短,形成空间网状结构
D. 碳氮键比金刚石中碳碳键强
- 科学界拟合成一种“双重结构”的球形分子,即把足球 C_{60} 分子容纳在 Si_{60} 分子中,外面的硅原子与里面的碳原子以共价键结合,下列有关叙述正确的是 ()
A. 该反应属于置换反应
B. 该晶体属于原子晶体
C. 该物质具有极高的熔沸点
D. 该物质是一种新型化合物