

参考答案及解析

第一章 原子结构与性质

第一节 原子结构

第1课时 能层与能级 基态与激发态 原子光谱

典型例题

【例1】A 【解析】同一原子中,相同符号能级的电子能量不一定相同,如1s和2s,能量 $2s > 1s$,A正确;能层含有的能级数等于能层序数,即第 n 能层含有 n 个能级,每一能层总是从s能级开始,B错误;同是s能级,在不同的能层中所能容纳的最多电子数都是2个,C错误;多电子原子中,同一能级上电子的能量相同,D错误。答案选A。

【例2】C 【解析】同一原子处于激发态时能量较高,较不稳定,A、B不正确;电子从能量较低的基态跃迁到能量较高的激发态时,也会产生原子光谱,D不正确。
答案选C。

自主学习

- 1.能量 $N=2n^2$
- 2.能量 能层序数
- 3.(1)最低
(2)吸收 较高
- 4.(1)不同的光 吸收光谱 发射光谱
(2)特征谱线

基础夯实

A级

- 5.A 【解析】每一能层的能级数与能层序数相同,且具有的能级依次为s、p、d、f……,故L能层只有2s、2p能级,没有2d能级,M能层也没有3f能级。
- 6.B 【解析】Ar、Al、 Cl^- 的第三层电子数均不能达到 $2n^2$ 。
- 7.A 【解析】硅原子由基态转化为激发态,这一过程吸收能量,则其处于激发态时的能量高于基态时的能量,故A正确,B、C错误;电子跃迁后的硅原子与基态磷原子的电子层结构不相同,化学性质也不相同,D错误。
- 8.C 【解析】在历史上,许多元素是通过原子光谱发现的,如元素“铷、铯”等。

B级

- 9.D 【解析】K能层是第一能层,只包含s能级,A不符合题意;L能层是第二能层,包含s能级、p能级,B不

符合题意;M能层是第三能层,包含s能级、p能级、d能级,C不符合题意;N能层是第四能层,包含s能级、p能级、d能级、f能级,D符合题意。

10.B 【解析】原子中的电子在跃迁时会发生能量的变化,能量的表现形式之一是光(辐射),不同元素的原子发生跃迁时会吸收或释放不同的光,可以用光谱仪摄取各种元素的电子的吸收光谱或发射光谱,故A正确;焰色反应、激光、霓虹灯光时原子中的电子吸收了能量,从能量较低的轨道跃迁到能量较高的轨道,但处于能量较高轨道上的电子是不稳定的,会很快跃迁回能量较低的轨道,这一过程中多余的能量以光的形式放出,因而能使火焰呈现颜色,所以与电子跃迁有关,只有物理成像与电子跃迁释放能量无关,故B错误;不同元素的原子发生跃迁时会吸收或释放不同的光,在历史上,许多元素是通过原子光谱发现的,如铯和铷,常利用原子光谱上的特征谱线来鉴定元素,称为光谱分析,故C正确;同一原子的发射光谱和吸收光谱的特征谱线位置相同,故D正确。故选B。

11.A 【解析】在电流作用下,基态氮原子的电子吸收能量跃迁到较高能级,变为激发态原子,这一过程要吸收能量,不会发出红色光;而电子从较高能量的激发态跃迁到较低能量的激发态或基态时,将释放能量,从而产生红光,A正确。

12.(1)<

(2)<

(3)>

(4)<

(5)<

(6)<

【解析】同一能层的能量高低顺序为: $ns < np < nd < nf$;不同能层之间,能量会产生能级交错现象,即能层序数大,其能级的能量不一定高,如3d具有的能量介于4s和4p具有的能量之间。

能力提升

A级

13.A 【解析】K能层中含有1s能级,无p能级,故A正确;L能层中含有2s2p能级,故B错误;M能层中含有3s3p3d能级,故C错误;N能层含有4s4p4d4f能级,故D错误。答案为A。

14.D 【解析】若只有1个能层,不存在p能级;若有2个能层,则有两个s能级,若使最外层的p能级电子数等于所有的能层s能级电子总数,则为O元素;若有3个能层,则有三个s能级,则为Ar元素;答案应选D。

15.C 【解析】不同元素原子的吸收光谱或发射光谱不同,所以可以利用原子光谱上的特征谱线来鉴定元素,A正确;同一原子中,2p、3p、4p电子的能量依次增强,B正确;L能层上有7个电子的基态原子对应元素位于周期表第二周期,C不正确;电子在激发态跃迁到基态时会产生原子发射光谱,日常生活中的许多可见光,如焰火、LED灯等,都与原子核外电子发生跃迁释放能量有关,D正确。故选C。

16.(1)2

(2)氧 O 硅 Si

(3)C

【解析】X元素原子的最外层电子数为a,次外层电子数为b;Y元素原子的M层电子数为a-b,L层电子数为a+b,则L层电子数为8,所以 $a+b=8$,由此推出X元素原子有2个电子层,故 $b=2$,所以 $a=8-b=8-2=6$,则X为O元素;Y元素原子的M层电子数为 $a-b=6-2=4$,故Y为Si元素,则(1)X元素的原子位于第二周期VIA族,含有2个能层,故答案为:2。

(2)推断元素名称和符号:X为氧元素,即O;Y为硅元素,即Si,故答案为:氧;O;硅;Si。

(3)X、Y 两元素形成的化合物为二氧化硅,属于酸性氧化物,不溶于水也不和水反应,不能和硫酸反应,但可以和氢氧化钠反应生成硅酸钠和水,故 C 项符合题意。故选 C。

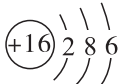
B 级

17.B 【解析】4p 轨道填充有一半电子的元素,其各能层能级上电子数分别为 2、2、6、2、6、10、2、3,原子序数为 33。

18.A 【解析】不同能层的相同能级最多容纳的电子数相同,B 错误;从 M 能层开始才有 d 能级,不存在 2d 能级,C 错误;从 N 能层开始才有 f 能级,不存在 3f 能级,D 错误。

19.D 【解析】K 元素的焰色试验呈紫红色,其中紫色波长介于 380~420 nm 之间,A 错误;可以用光谱仪摄取各种元素原子的吸收光谱或发射光谱,总称原子光谱,B 错误;焰色试验是物理变化,C 错误;原子光谱可以用于定性鉴定元素,D 正确。

20.A 【解析】若 x 、 y 及该原子 3d 能级上的电子数的组合是 18、8、0,核内质子数与核外电子数不相等,A 项不可能;若 x 、 y 及该原子 3d 能级上的电子数的组合是 20、8、0,符合钙原子的结构,B 项可能;若 x 、 y 及该原子 3d 能级上的电子数的组合是 25、13、5,符合锰原子的结构,C 项可能;若 x 、 y 及该原子 3d 能级上的电子数的组合是 30、18、10,符合锌原子的结构,D 项可能。

21.(1)2 2s 和 2p  Fe

(2) $2\text{N}_2\text{H}_4 + \text{N}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\text{点燃}} 3\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

【解析】(1)氢气是一种清洁燃料,所以 X 为氢元素;臭氧对紫外线有吸收作用,其浓度相对较高的平流层是保护地球地表环境的重要屏障,所以 Y 为氧元素,其原子含有 K 层与 L 层两个能层,L 层为第二能层,有 2s 和 2p 两个能级;氮是植物生长所需的主要元素之一, N_2O 俗称“笑气”,是早期医疗中使用的麻醉剂,所以 Z 为氮元素;单质硫在氧气中燃烧发出明亮的蓝紫色火焰,所以 W 为硫元素;钢铁常用于建造桥梁、楼房等,铁是人体不可缺少的微量元素,所以 M 为铁元素。

(2)氮和氢形成的原子个数比为 1:2 的化合物为 N_2H_4 ,氮和氧形成的原子个数比为 1:2 的化合物有 NO_2 和 N_2O_4 ,其中 N_2O_4 是无色气体, NO_2 是红棕色气体, N_2H_4 和 N_2O_4 反应生成无毒的 N_2 和 H_2O 。

22.(1)O、N

(2)3

(3)2

(4) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

【解析】由 A 原子 L 层电子数是 K 层的 3 倍,可知 A 为 O。根据题意,设 A、B 的相对原子质量分别为 x 、

$$y, \text{ 则 } \begin{cases} \frac{2.4}{x} = \frac{2.1}{y}, \\ \frac{2.4}{m \cdot x} : \frac{2.1}{n \cdot y} = 2 : 3, \end{cases} \quad \text{解得 } 7x = 8y, 2m = 3n。 \text{ 由此可知 B 为 N, 则 } A_m \text{ 为 } \text{O}_3, B_n \text{ 为 } \text{N}_2。$$

第 2 课时 构造原理与电子排布式 电子云与原子轨道

典型例题

【例 1】B 【解析】电子云只表示电子在原子核外空间出现的概率密度,小黑点并不表示电子,A 错误;电子云轮廓图是把电子在原子核外空间出现概率为 90% 的空间圈出来绘制而成的,电子在这一空间出现的概率大,不表示电子不能在这一空间外出现,C 错误;s 电子云的半径随能层序数的增大而增大,D 错误。故选 B。

【例2】B 【解析】原子的电子排布遵循构造原理,电子按顺序填入能级中,但有些过渡金属元素基态原子的电子排布不遵循构造原理,如Cu的价层电子排布为 $3d^{10}4s^1$,故①错误;3d轨道的能量小于5s轨道的能量,故②错误;同一能层中的不同p轨道的能量相同,故③正确;原子的电子排布都遵循使整个原子的能量处于最低状态,故④正确。故选B。

自主学习

1.核电荷数 3d 4d 4f 5d

2.(1)电子数 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

(2) $[Ar]3d^6 4s^2$

3.概率 概率密度 概率 概率密度 概率密度 概率密度

4.空间运动状态 电子云轮廓图

基础夯实

A 级

5.B **【解析】**在同一原子中,任一能层的p能级都有三个互相垂直的原子轨道,A错误;决定电子能量的是能层和能级,也就是说,处于同一能层相同能级上的电子,即使处在不同的原子轨道上,其能量也是相同的,B正确;同一原子中没有运动状态完全相同的两个电子,C错误;虽然s能级的原子轨道的形状都是球形,但按照1s、2s、3s、4s……的顺序,电子的能量依次增高,电子在离核更远的区域出现的概率逐渐增大,电子云向更大的空间扩展,原子轨道的平均半径逐渐增大,D错误。

6.A **【解析】**电子云表示电子在核外单位体积内出现的概率大小,小黑点的疏密表示出现概率密度的多少,密则概率密度大,疏则概率密度小,故A正确。

7.B **【解析】**Ca的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$,失去4s能级2个电子形成 Ca^{2+} ,故 Ca^{2+} 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$,A正确;氧原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^4$,因此 O^{2-} 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6$,B错误;Fe的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$,C正确;铁元素生成 Fe^{2+} 时,应先失去4s上的2个电子,故 Fe^{2+} 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$,D正确。

8.C **【解析】**s轨道为球形,p轨道为哑铃形,A错误;每个p能级只有3个原子轨道,B错误;能层序数越小,s能级的原子轨道半径越小,C正确;钠原子的电子在6个原子轨道上高速运动,D错误。

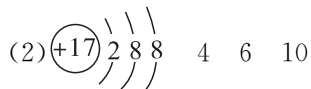
B 级

9.B **【解析】**根据该元素原子的电子排布式可知,该原子的最外能层上有3个电子,故该元素容易失去3个电子,表现为+3价。

10.A **【解析】** $[Ne]3s^2$ 是Mg原子的简化电子排布式,A正确; $3p^2$ 表示3p能级上有2个电子,B错误;同一原子中,1s、2s、3s电子的能量依次升高,C错误;2p、3p、4p能级容纳的最多电子数相同,均为6,D错误。

11.C **【解析】** $_{11}X$ 、 $_{19}Y$ 、 $_{20}Z$ 均为金属阳离子,A、D中的微粒为原子,C中的微粒为 Mg^{2+} ,B中的微粒为 S^{2-} 。

12.(1)N



(3)Fe $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$

(4)Cu $[Ar]3d^{10} 4s^1$

【解析】(1)由A元素基态原子的次外层有2个电子,可知其次外层是K层,则其共有2个电子层,最外层有3个未成对电子,所以最外层电子排布式为 $2s^2 2p^3$,因此A是氮元素,符号是N。

(2)氩是18号元素,故B为17号元素Cl,C为19号元素K。

(3)D元素的+3价离子的3d能级为半充满状态,则D元素的+3价离子的电子排布式为

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$, 电子总数为 23, 故 D 元素原子的电子总数为 26, 因此 D 是铁元素, 符号为 Fe, 其基态原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ 。

(4) E 元素原子的核外电子数为 $2+8+18+1=29$, 故 E 是铜元素, 符号为 Cu, 其基态原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$, 简化电子排布式为 $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$ 。

能力提升

A 级

13.A 【解析】X 原子最外层电子排布为 ns^1 , 可能为氢、锂、钠等元素, 为 IA 族元素, 化合价为 +1 价; Y 原子最外层电子排布为 $3s^2 3p^1$, 则 Y 为 Al, 化合价为 +3 价; Z 原子最外层电子排布为 $2s^2 2p^4$, 则 Z 为氧元素, 化合价为 -2 价, 结合化合价法则与常见物质化学式进行判断。XYZ₂ 中 Y 的化合价为 +3 价, 如 NaAlO₂, 符合物质组成的规律, 故 A 可选; X₂YZ₃ 中 Y 的化合价为 +4 价, 不符合, 故 B 不选; X₂YZ₂ 中 Y 的化合价为 +2 价, 不符合, 故 C 不选; XYZ₃ 中 Y 的化合价为 +5 价, 不符合, 故 D 不选。故选 A。

14.D 【解析】基态 R 原子的 3p 能级上只有一对成对电子, 则 R 的核外电子排布为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$, 所以 R 为 S, S 的最高价氧化物对应水化物的酸根离子是 SO_4^{2-} , 则 R 的最高价氧化物对应水化物的酸根离子是 RO_4^{2-} , D 正确。答案选 D。

15.C 【解析】 $2p^4 \rightarrow 4f^1$ 的能级相差最大, 电子发生跃迁的能级相差越大, 吸收的能量越多, C 正确。

16.(1) 球 1 哑铃 3

(2) 2p 三个互相垂直的伸展

【解析】(1) ns 能级各有 1 个轨道, np 能级各有 3 个轨道, s 电子的原子轨道都是球形的, p 电子的原子轨道都是哑铃形的, 每个 p 能级有 3 个原子轨道, 它们相互垂直, 分别以 p_x 、 p_y 、 p_z 表示。

(2) 因为元素 X 的原子最外层电子排布式为 $ns^n np^{n+1}$, np 轨道已排上电子, 说明 ns 轨道已排满电子, 即 $n=2$, 则元素 X 的原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$, 则原子中能量最高的电子是 2p 电子, 其电子云在空间有三个互相垂直的伸展方向。

B 级

17.D 【解析】核外电子排布式为 $[\text{He}] 2s^2 2p^2$ 的元素为 C, 核外电子排布式为 $[\text{He}] 2s^2 2p^4$ 的元素为 O, 二者可形成 CO₂, A 不符合题意; 核外电子排布式为 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$ 的元素为 S, 核外电子排布式为 $[\text{He}] 2s^2 2p^4$ 的元素为 O, 二者可形成 SO₂, B 不符合题意; 核外电子排布式为 $[\text{Ne}] 3s^2$ 的元素为 Mg, 核外电子排布式为 $[\text{He}] 2s^2 2p^5$ 的元素为 F, 二者可形成 MgF₂, C 不符合题意; 核外电子排布式为 $[\text{Ne}] 3s^1$ 的元素为 Na, 核外电子排布式为 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$ 的元素为 S, 二者形成 Na₂S, 不能形成 AB₂ 型化合物, D 符合题意。

18.B 【解析】 $1s^2 2s^2 2p^1$ 为基态硼原子的电子排布式, 符合能量最低原理, 原子处于基态, 故不选 A; $1s^2 2s^2 2p^3 3s^1$ 中 2p 能级上排有 3 个电子、3s 能级上排有 1 个电子, 能量较低的 2p 能级上没有排满就有电子进入 3s 能级, 不符合能量最低原理, 该原子处于激发态, 故选 B; $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ 为基态铬原子的电子排布式, 符合能量最低原理, 原子处于基态, 故不选 C; $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ 为基态钒原子的电子排布式, 符合能量最低原理, 原子处于基态, 故不选 D。答案选 B。

19.B 【解析】X 原子应比 X²⁺ 多 2 个电子, 故电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$, X 为镁元素, Mg²⁺ 的最外层有 8 个电子。

20.C 【解析】氩原子与硫离子的核外电子排布虽然相同, 但核内质子数(即核电荷数)不同。电子层数相同时, 核电荷数越大, 原子半径越小, 对应相同能级上的电子的能量和距离原子核的距离是不同的, 其对应的化学性质也不同, 如 S²⁻ 虽然达到了稳定结构, 但具有较强的还原性, 和 Ar 的性质不同。

21.(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ H₂SO₄

(2) ①④⑥③②⑤

【解析】(1)3p 能量小于 3d,激发态为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^2$,基态应为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 。此原子核外电子数为 16,其质子数也为 16,该元素为硫元素,其最高价氧化物对应水化物的化学式是 H_2SO_4 。

(2)按构造原理填充顺序是①④⑥③②⑤。

22.(1)电子云

(2) $1s^2 2s^2 2p^3$ 1

(3)第四周期第 V B 族

(4)三 I A $2 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ 或 $[Ne]3s^2 3p^2$

(5) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ 或 $[Ar]3d^{10}$

(6)4 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ 或 $[Ar]3d^5$

(7) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$ 或 $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^1$

(8)4 13

(9)34 $3s^2 3p^6 3d^{10}$

【解析】(1)电子在原子核外出现的概率密度分布通常用电子云来形象化描述。

(2)N 元素的原子序数为 7,基态原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$;Cu 元素位于第四周期第 I B 族,基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$,最外层有 1 个电子。

(3)钒在元素周期表中的位置为第四周期第 V B 族。

(4) $\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ (+11) 2 \ 8 \ 1 \end{array}$ 元素位于元素周期表第三周期第 I A 族;Si 原子核外电子数为 14,基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ 。

(5)Cu 为 29 号元素,基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$, Cu^+ 的基态核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ 。

(6)基态 Fe 原子核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$,所以有 4 个未成对电子,失去 2 个 4s 电子、1 个 3d 电子形成 Fe^{3+} ,其电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ 。

(7) $_{31}Ga$ 基态原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$ 或 $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^1$ 。

(8)铝原子核外电子云有 s、p,分别有 1、3 种伸展方向;其核外有 13 个电子,则有 13 种不同运动状态的电子。

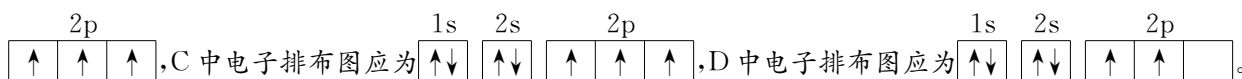
(9)Se 位于第四周期,与 S 的原子序数相差 18,故其原子序数为 34;其核外 M 层有 18 个电子,故 M 层的电子排布式为 $3s^2 3p^6 3d^{10}$ 。

第 3 课时 泡利原理、洪特规则、能量最低原理

典型例题

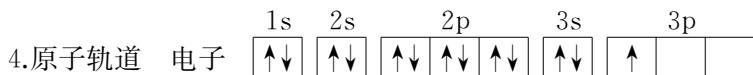
【例1】D 【解析】由题给的四种元素原子的电子排布图可知,在一个原子轨道里,最多只能容纳 2 个电子,即要符合泡利原理,A 项正确;当电子排布在同一能级的不同轨道时,总是优先单独占据一个轨道,而且自旋状态相同,即符合洪特规则,B 项正确;任一能层的能级总是从 s 能级开始,而且能级数等于该能层序数,C 项正确;若在一个原子轨道里有 2 个电子,则它们的自旋状态相反,若在同一能级的不同轨道里有 2 个电子,则它们的自旋状态相同,D 项错误。

【例2】A 【解析】C、D 项违背了能量最低原理,B 项违背了洪特规则。B 中 2p 能级上的电子排布应为



自主学习

- 1.2 相反 顺时针 逆时针
- 2.优先单独占据一个轨道 相同
- 3.能量最低 能量逐渐升高 $2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d$



基础夯实

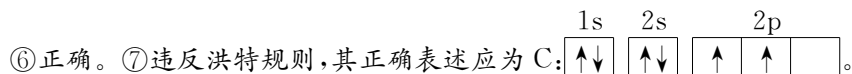
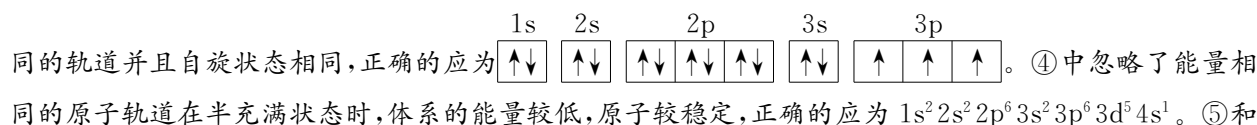
A 级

- 5.B 【解析】A、D 项中同一原子轨道内电子的自旋状态相同,违反了泡利原理,C 项违反了洪特规则。
- 6.B 【解析】Br 是 35 号元素,位于第四周期第 VII A 族,核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$,其简化电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^5$ 。
- 7.D 【解析】核外电子的运动根本不具有宏观物体的运动规律,只能用统计规律来描述。我们不能测定或计算出它在某一时刻所在的位置,也不能描画它的运动轨迹。
- 8.D 【解析】A 项只能表示最外层电子数;B 项只表示核外的电子分层排布情况;C 项具体到各能层的电子数;而 D 项包含了能层数、能级数以及轨道内电子的自旋方向。

B 级

- 9.D 【解析】A 选项不符合洪特规则,2p 能级上的 3 个电子分占三个轨道自旋状态相同时能量最低;B 选项为 F^- 的电子排布图;C 选项中 Fe 是 26 号元素,而非 25 号;D 选项符合洪特规则,处于能量最低状态。
- 10.C 【解析】由于泡利原理指的是一个原子轨道中最多只能容纳两个电子,并且这两个电子的自旋状态必须相反,所以只有选项 C 不符合此原理。
- 11.C 【解析】同一轨道上的两个电子,能量相同、自旋状态相反,即运动状态不一样,所以 A、B 均错误;C 中因为 M 层与 L 层没有能级交错,所以 M 层上电子的能量一定大于 L 层,正确;D 中 3p 能级有 3 个轨道,按照洪特规则,应占据其中 2 个轨道,并且自旋状态相同,错误。
- 12.①⑤⑥ ③④⑦

【解析】根据核外电子排布规律,②中错误在于电子排完 2s 能级后应排 2p 能级而不是 3p 能级, F^- 的电子排布式应为 $1s^2 2s^2 2p^6$ 。③中没有遵循洪特规则——电子在能量相同的轨道上排布时,应尽可能分占不同的轨道并且自旋状态相同,正确的应为



能力提升

A 级

- 13.A 【解析】Cr 的电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^5 4s^1$,其原子核外未成对电子数为 6;P 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$,其原子核外未成对电子数为 3;Se 的电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^4$,其原子核外未成对电子数为 2;Ca 的电子排布式为 $[\text{Ar}]4s^2$,其原子核外未成对电子数为 0;故原子核外未成对电子数最多的是 Cr,故 A 正确。故选 A。
- 14.D 【解析】洪特规则:当电子排布在同一能级的不同轨道时,基态原子中的电子总是优先单独占据一个轨道,而且自旋状态相同。
- 15.C 【解析】N 原子的轨道表示式正确,评价错误,A 错误;电子应先充满同能级的轨道,违反了洪特规则,不符合题意,B 错误;K 原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$,违反能量最低原理,符合题意,C 正确;Br⁻ 的电子排布式: $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^6$,正确,评价错误,D 错误;答案为 C。

16.③ ②④⑥

【解析】同一轨道中不应有自旋状态相同的电子,③违反了泡利原理;②中成单电子应自旋平行,④中5个电子应分占5个轨道,⑥中成单电子自旋平行,所以②④⑥违反了洪特规则。

B级

17.A 【解析】N原子2p能级上有3个电子,能级相同的轨道中电子优先单独占据1个轨道,且自旋方向相同,原子的能量最低,则氮原子能量最低排布是 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow \uparrow$,故选A。

18.B 【解析】根据“泡利原理”, Na^+ 的轨道表示式是 $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow$,故A错误; Na^+ 核外有10个电

子, Na^+ 的结构示意图: $\text{(+11)} \begin{array}{c} \diagup \\ 2 \\ \diagdown \end{array} 8$,故B正确;根据洪特规则,基态Cu原子的核外电子排布式:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$,故C错误;Ga(镓)的价层电子排布式 $4s^2 4p^1$,故D错误。选B。

19.C 【解析】3p能级有一个未成对电子的基态原子,该原子3p能级有1个电子或5个电子,核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ 或 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$,二者核外电子排布可能相同,可能属于同种元素的原子,故A错误;M层全充满而N层为 $4s^2$ 的原子的核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$,核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ 的原子,二者原子核外电子排布相同,表示同一原子,故B错误;最外层电子数是核外电子总数的 $\frac{1}{3}$ 的原子,若最外层电子数为1,则核外电子总数为3,电子排布为 $1s^2 2s^1$,价电子排布为 $2s^1$,与价电子排布为 $3s^2 3p^5$ 的原子不属于同种元素的原子,符合题意;若最外层电子数为2,则核外电子总数为6,电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^2$,价电子排布为 $2s^2 2p^2$,与价电子排布为 $3s^2 3p^5$ 的原子不属于同种元素的原子,符合题意;若最外层电子数为3,则核外电子总数为9,电子排布式 $1s^2 2s^2 2p^5$,价电子排布为 $2s^2 2p^5$,与价电子排布为 $3s^2 3p^5$ 的原子不属于同种元素的原子,符合题意;若最外层电子数为4,则核外电子总数为12,电子排布式 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$,价电子排布为 $3s^2$,与价电子排布为 $3s^2 3p^5$ 的原子不属于同种元素的原子,符合题意;若最外层电子数为5,则核外电子总数为15,最外层电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$,价电子排布为 $3s^2 3p^3$,与价电子排布为 $3s^2 3p^5$ 的原子不属于同种元素的原子,符合题意,故C正确;2p能级有一个空轨道的基态原子,该原子2p能级有2个电子或4个电子,价电子排布为 $2s^2 2p^2$ 或 $2s^2 2p^4$ 的原子,与原子的价电子排布为 $2s^2 2p^2$ 的原子可能为同种原子,故D错误;答案选C。

20.C 【解析】A、B、C三种元素原子的最外层电子排布分别为 $3s^1$ 、 $2s^2 2p^3$ 和 $2s^2 2p^4$,可知A为Na、B为N、C为O,Na元素的化合价为+1价,N元素的最高正化合价为+5价,常见价态为-3、+3、+5,O元素的化合价为-2价,结合化合物中正负化合价的代数和为0判断N元素化合价是否为常见价态解答。 NaNO_4 中N元素的化合价为+7,不符合N元素常见价态,故A项不选; Na_2NO_4 中N元素的化合价+6,不符合N元素常见价态,故B项不选; NaNO_2 中N元素化合价为+3,符合N元素常见价态,故选C项; Na_2NO_3 中N元素化合价为+4,不符合N元素常见价态,故D项不选。综上所述,答案为C。

21.(1)M 9

 (2)Cr $3d^5 4s^1$

 (3)O $\uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow \uparrow$

(4)AC

【解析】(1)基态Cl原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$,则电子占据的最高电子层为第3能层,符号为M,该电子层有1个s轨道、3个p轨道、5个d轨道,具有的原子轨道数共9个。

(2)基态原子的N层有一个未成对电子,M层未成对电子最多的元素是铬(Cr), $_{24}\text{Cr}$ 的电子排布式:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$,价电子排布式为 $3d^5 4s^1$ 。

(3)最外层电子数等于次外层电子数的3倍的元素是氧(O),其电子排布图为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 1s & 2s & & 2p & \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 。

(4) $1s^1 2s^1$ 为激发态,根据能量最低原理,其基态应为 $1s^2$,故 A 正确; $1s^2 2s^2 2p^1$ 的核外电子排布符合基态原子核外电子填充的能级顺序和能量最低原理、泡利不相容原理及洪特规则,原子处于基态,故 B 错误; $1s^2 2p^5 3s^1$ 为激发态,根据能量最低原理,其基态应为 $1s^2 2s^2 2p^4$,故 C 正确; $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 的核外电子排布符合基态原子核外电子填充的能级顺序和能量最低原理、泡利不相容原理及洪特规则,原子处于基态,故 D 错误。故答案为 AC。

22.(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^1 4s^2$) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^2 4s^2$)

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^3 4s^2$) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$)

(2)尊重客观事实,注重理论适用范围,掌握特例(或其他合理答案)

(3)五种元素的最高正化合价数值都等于各元素基态原子的最外层 s 能级和次外层 d 能级电子数目之和能级交错使得次外层 d 能级上的电子也参与化学反应

【解析】(1)①Sc 是第 21 号元素,位于第四周期,有四个电子层,最外层有 3 个电子,因为第 4 层的 s 轨道的能量比第 3 层的 d 轨道低,所以电子先排第 4 层 s 轨道的两个位置,再排第 3 层 d 轨道的一个位置,Sc 的基态原子的电子排布式为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^1 4s^2$),故答案为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^1 4s^2$);②Ti 是第 22 号元素,位于第四周期,有四个电子层,最外层有 4 个电子,因为第 4 层的 s 轨道的能量比第 3 层的 d 轨道低,所以电子先排第 4 层 s 轨道的两个位置,再排第 3 层 d 轨道的 2 个位置,Ti 的基态原子的电子排布式为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^2 4s^2$),故答案为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^2 4s^2$);③V 是第 23 号元素,位于第四周期,有四个电子层,最外层有 5 个电子,因为第 4 层的 s 轨道的能量比第 3 层的 d 轨道低,所以电子先排第 4 层 s 轨道的两个位置,再排第 3 层 d 轨道的 3 个位置,V 的基态原子的电子排布式为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^3 4s^2$),故答案为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^3 4s^2$);④Mn 是第 24 号元素,位于第四周期,有四个电子层,最外层有 7 个电子,因为第 4 层的 s 轨道的能量比第 3 层的 d 轨道低,所以电子先排第 4 层 s 轨道的两个位置,剩余 5 个电子再排第 3 层 d 轨道的 5 个位置,Mn 的基态原子的电子排布式为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$),故答案为: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ (或 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^2$)。

(2)已知基态铬原子的电子排布是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$,并不符合构造原理。人们常常会碰到客观事实与理论不相吻合的问题,当遇到这样的问题时,态度应该是:尊重客观事实,注重理论适用范围,掌握特例,故答案为:尊重客观事实,注重理论适用范围,掌握特例(或其他合理答案)。

(3)对比这五种元素原子的核外电子排布与元素的最高正化合价,可以发现五种元素的最高正化合价数值等于各元素基态原子的最外层 s 电子和次外层 d 电子数目之和;出现这一现象的原因是能级交错使 d 电子也参与了化学反应;故答案为:五种元素的最高正化合价数值都等于各元素基态原子的最外层 s 能级和次外层 d 能级电子数目之和;能级交错使得次外层 d 能级上的电子也参与化学反应。

第二节 原子结构与元素的性质

第 1 课时 原子结构与元素周期表

典型例题

【例1】C **【解析】**d 区包括ⅢB~ⅦB族(铜系和镧系除外)元素和Ⅷ族元素,ds 区包括ⅠB族和ⅡB族元素,过渡元素包括所有的副族元素和Ⅷ族元素,即包括了 d 区、f 区、ds 区的元素,故 C 正确。

【例2】D **【解析】**该元素原子核外有 4 个电子层,应位于第四周期,3d 和 4s 电子数之和为 12,应在第 12 列,是ⅡB族元素。

自主学习

1. (1) 相对原子质量 氢
- (2) 核电荷数 周期性递变
- (3) 核电荷数 表格 只有一个 多种多样
2. 能级的符号 $(n-1)d$ ns
3. (1) 相同 相似
- (2) 始终不超过 金属元素

基础夯实

A 级

4. C 【解析】该元素原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$, 根据族的划分方法, 可知其价电子排布式为 $(n-1)d^6 ns^2$, 所以该元素应位于Ⅷ族。
5. C 【解析】Fe 的价层电子排布式为 $3d^6 4s^2$, 属于 d 区元素, A 错误; Mg 的价层电子排布式为 $3s^2$, 属于 s 区元素, B 错误; Br 的价层电子排布式为 $4s^2 4p^5$, 属于 p 区元素, C 正确; Cu 的价层电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$, 属于 ds 区元素, D 错误。
6. C 【解析】第ⅠA 族元素中氢元素不属于碱金属元素, A 错误; 周期表中每一周期元素数目不尽相同, 第一至七周期元素数目分别是 2、8、8、18、18、32、32, B 错误; 第一周期元素最外层电子数由 $1 \rightarrow 2$, D 错误。
7. (1) 球形
- (2) $Fe^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$; $Fe^{3+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$
- (3) $3d^{10} 4s^2$

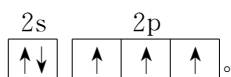


【解析】(1) s 区包括第ⅠA 族和第ⅡA 族元素, 族序数最大、原子序数最小的元素应是第二周期第ⅡA 族的 Be, 其电子排布式为 $1s^2 2s^2$, 价电子排布式为 $2s^2$, 其电子云形状为球形。

(2) d 区包括第ⅢB~第ⅦB 族和第Ⅷ族元素, 其中族序数最大、原子序数最小的元素是第四周期第Ⅷ族的 Fe, Fe 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$, Fe 的常见离子为 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 。

(3) ds 区包括第ⅠB 族和第ⅡB 族元素, 族序数最大、原子序数最小的元素是 Zn, Zn 原子的价电子排布式为 $3d^{10} 4s^2$ 。

(4) 在 p 区中, 位于第二周期第ⅤA 族的元素是 N, N 原子的价电子排布式为 $2s^2 2p^3$, 则价电子排布图为



B 级

8. A 【解析】①元素周期表的形成原因是核外电子排布呈周期性变化, 而核外电子排布是由原子的结构决定的, 正确; ②第ⅠA 族元素除氢元素之外称为碱金属元素, 错误; ③第一周期的元素原子价电子排布从 $1s^1$ 开始到 $1s^2$ 结束, 错误; ④随着周期数的增多, 元素种类数有增多的趋势, 错误; ⑤ $1s^2 2s^2 2p^3$ 位于第二周期, 而 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ 位于第三周期, 错误; ⑥从元素周期表上不难看出, 一般随着周期数的增大, 该周期所含金属元素的种数增多, 正确。
9. C 【解析】A 项中最外层为 $4s^1$ 的价电子排布包括 $4s^1$ 、 $3d^5 4s^1$ 、 $3d^{10} 4s^1$; B 项中 $3s^n$ 的电子排布包括 $3s^1$ 、 $3s^2$; C 项中 n 为 2, 即 $2s^2 2p^6$; D 项中 n 可能为 2、3、4、5、6。
10. C 【解析】主族元素的最外层电子数=价电子数, 而题给元素的最外层电子数为 2, 价电子数为 5, 所以该元素不属于主族元素, 而属于过渡元素, 又因其是同族中原子序数最小的元素, 所以在第四周期, 其价电子排布式为 $3d^3 4s^2$, 为ⅤB 族元素 V。
11. (1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

(2)2、7

(3)第四周期第ⅦB族

【解析】(1)3d轨道在第四能级组出现,M必定为第四周期元素,因3d未充满,4p轨道肯定无电子,故M的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ 。

(2)M原子最外层有2个电子,即 $4s^2$,最高能级组为(4s、3d、4p),共有7个电子。

(3)元素M的价电子排布为 $3d^5 4s^2$,则价电子数为7,故M属于ⅦB族元素。

能力提升

A级

12.C 【解析】 ${}_{22}\text{Ti}$ 的原子序数为22,位于第四周期第ⅣB族,属于d区的过渡元素;根据三种核素的相对原子质量可知,其中子数最小为26;钛的三种核素的质子数均为22,故在元素周期表中处于同一位置。

13.A 【解析】 $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^5$ 代表35号元素。根据元素周期表的结构可知,同主族相邻两周期的元素,原子序数之差可以是2,8,18,32。A项中X上方的原子序数为17,与X相差18,X的序数为35;B项中X上方的原子序数为27,处在第四周期与X相差18,X应为45;C项中X下方的原子序数为75,X为43;D项中X下方的原子序数为52,因此X应为34。

14.C 【解析】基态原子的N层上只有一个电子的元素,可能为钾元素,也可能为铬元素或者铜元素,A错误;基态原子的p能级上半充满的元素的基态原子价电子排布式为 $ns^2 np^3$,则一定属于p区元素,C正确;基态原子的价电子排布为 $(n-1)d^x ns^y$ 的元素的族序数可能为 $x+y(x+y \leq 7)$,也可能为第Ⅷ族($10 \geq x+y > 7$),还可能为y($x=10$),D错误。

15.(1)氢 一 I A 硫 三 VI A 钾 四 I A

(2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ p

(3)

3s	3p
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$ \uparrow \uparrow

 p

【解析】由“A和E属同一族,它们原子的最外层电子排布为 ns^1 ”“C、E是金属元素”可知A为氢元素,E为钠或钾元素;B和D元素原子的最外层的s能级电子数为2,所以它们的最外层的p能级电子数是4,是ⅥA族元素,所以B是氧元素,D是硫元素,则E为钾元素;由“C原子最外层电子数等于D原子最外层电子数的一半”可知C是铝元素。

B级

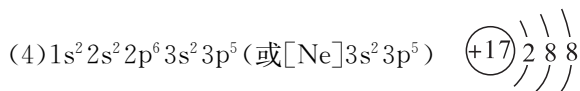
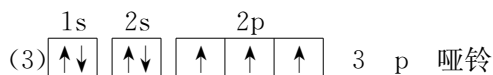
16.B 【解析】分界线左侧都是金属元素,分界线右侧都是非金属元素,从图中也可以明显看出铝、锗、锑、钋元素是金属元素,A项正确;As为33号元素,位于第四周期,B项错误;我们往往从金属元素与非金属元素分界线处寻找半导体材料,C项正确;处于金属元素与非金属元素分界线两边的元素,往往既有金属性又有非金属性,D项正确。

17.C 【解析】题给信息可知,Se位于第四周期第ⅥA族,主族元素原子最外层电子数与其族序数相等,故Se原子最外层电子数是6,最外层电子排布式为 $4s^2 4p^4$,A项正确;Se元素的最高正化合价为+6价,则其最高价氧化物对应水化物的化学式为 H_2SeO_4 ,B项正确;同周期主族元素,元素的非金属性随原子序数的增大而增强,Br和Se属于同周期主族元素,且原子序数: $\text{Br} > \text{Se}$,所以Br的非金属性比Se的非金属性强,C项错误;根据O、Se、K在周期表中的位置可知,O和Se为p区元素,K为s区元素,D项正确。

18.D 【解析】原子中2p能级比2s能级多一个电子的第二周期元素为N,位于元素周期表中第三周期ⅢA族的元素为Al,原子最外层电子排布为 $2s^2 2p^6$ 的元素为Ne,原子最外层电子排布为 $2s^2 2p^5$ 的元素为F,F的非金属性最强,故 F_2 的氧化性最强;故答案为D。

19.(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (或 $[\text{Ne}]3s^1$)

(2)第三周期第ⅢA族 小于



【解析】根据题中信息可推出:A为Na,B为Al,C为N,D为Cl。

(1)Na的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 或 $[\text{Ne}] 3s^1$ 。

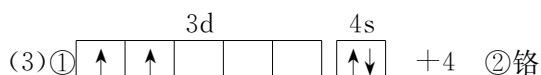
(2)B为Al,其在元素周期表中的位置为第三周期第ⅢA族, Na^+ 与 Al^{3+} 核外电子排布相同,核电荷数后者大于前者,故 $r(\text{Al}^{3+}) < r(\text{Na}^+)$ 。

(3)C为N,其核外电子轨道表示式为 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 1s & 2s & & 2p & \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$,其中有3个未成对电子,能量最高的为p轨道上的电子,其轨道呈哑铃形。

(4)D为Cl,其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 或 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$, Cl^- 的结构示意图为 $\begin{array}{c} \text{+17} \\ \diagup \quad \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 8 \end{array}$ 。

20.(1)① $3d^5 4s^1$ ② $4d^{10} 5s^1$ ③ $5s^2 5p^2$ ④ $6s^2$

(2)①ⅡB ②C ③ $4s^2 4p^3$ 第四周期第ⅤA族 p



【解析】(1)第ⅢB族~ⅦB族元素的价电子排布式分别为 $(n-1)d^x ns^2$ ($x=1\sim 5$),且价电子数等于族序数。故①为 $3d^4 4s^2$,但据洪特规则应为 $3d^5 4s^1$ 。ⅠB族和ⅡB族的价电子排布式分别为 $(n-1)d^{10} ns^1$ 和 $(n-1)d^{10} ns^2$,故②为 $4d^{10} 5s^1$ 。主族元素的价电子全都排布在最外层的 ns 或 np 上,且价电子数等于族序数。故③为 $5s^2 5p^2$,④为 $6s^2$ 。

(2)①具有 $(n-1)d^{10} ns^2$ 电子排布的元素位于周期表第ⅡB族。②该元素基态原子价电子排布式为 $3d^3 4s^2$,该元素为d区副族元素(价电子排在d轨道和s轨道上),根据周期数=能层序数,族序数=价电子数,可知该元素位于第四周期第ⅤB族。③根据构造原理可知该元素基态原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$,该元素原子价电子排布在 ns 和 np 轨道,故为主族元素,价电子数为5,故该元素在周期表中位于第四周期第ⅤA族,属于p区元素。

(3)①钛位于第四周期第ⅣB族,价层电子排布为 $3d^2 4s^2$ 。Ti的最高化合价=价电子数=4。②原子价层电子排布式为 $3d^5 4s^1$ 的元素为铬元素。

第2课时 元素周期律

典型例题

【例1】D 【解析】C、N在同一周期,半径 $C > N$,D项错。

【例2】D 【解析】在元素周期表中,同周期从左到右,元素的电负性逐渐变大;同一主族从上到下,元素的电负性逐渐变小。

自主学习

- ①增大 ②大 减小
- 气态电中性基态 一个 气态基态正离子 最低
- 键合电子 键合电子 越大

基础夯实

A级

4.B 【解析】具有B选项中电子构型的基态原子失去一个电子后,达到半充满状态,故其第一电离能最小。

- 5.C 【解析】在同周期元素中,ⅦA族元素的原子半径最小,A项错误;因为同主族元素中,原子半径越大,越难得到电子,B项错误;同一周期中,碱金属元素的第一电离能最小,D项错误。
- 6.A 【解析】金属性越强,第一电离能越小,同周期自左向右,金属性逐渐降低,所以选项A正确。由于镁元素的3s轨道电子是全充满状态,稳定性强,所以铝的第一电离能比镁的第一电离能小,B不正确。C不正确,应该是稀有气体的。同样根据元素周期律可知钾的第一电离能比镁的第一电离能小,答案选A。
- 7.A 【解析】利用“同周期从左到右,元素的电负性逐渐增大,同主族从上到下,元素的电负性逐渐减小”的规律来判断。

B级

- 8.C 【解析】对比表中电离能数据可知, I_1 、 I_2 、 I_3 的数值相对较小,至 I_4 的数值突然增大,说明元素X的原子中,有3个电子容易失去,因此,该元素的常见化合价为+3。
- 9.A 【解析】由题意可知:X、Y、 Z^{2-} 、W分别为S、Cl、 S^{2-} 、F。 S 、Cl、 S^{2-} 、F粒子半径大小排列顺序为 $r(S^{2-}) > r(S) > r(Cl) > r(F)$ 。
- 10.D 【解析】主族元素原子的电离能、电负性变化趋势基本相同,但电离能有特例,如电负性: $O > N$,但第一电离能: $N > O$,A项错误;一般来说,在元素周期表中,元素电负性从左到右越来越大,B项错误;C项没有考虑过渡元素的情况。
- 11.(1)+1 +2 +3
(2) $Z > Y > X$
(3)Y和Z元素原子最外层电子排布分别为 ns^2 和 ns^2np^1 ,前者 ns 和 np 为较稳定的全充满和全空状态,所以Y原子能量低而稳定,失去电子所需能量较高即第一电离能较大
【解析】X、Y、Z三种元素的电离能分别在 I_1 与 I_2 、 I_2 与 I_3 、 I_3 与 I_4 之间发生突变,由此可判断它们的最外层分别有1、2、3个电子。

能力提升

A级

- 12.D 【解析】根据元素周期律可知,同周期元素从左到右(0族除外),非金属性增强,气态氢化物的稳定性增强;同主族元素从上到下,原子半径越大,越容易失去电子,其金属性越强,第一电离能越小,故A、B、C三项都正确,D项错误。
- 13.D 【解析】由核外电子排布式可知,②、③、④三种离子分别是 S^{2-} 、 O^{2-} 、 Cl^- ,电子层结构相同的离子,核电荷数越大,半径越小,则有②>④,③>①;电子层数越多,半径越大,则大小顺序为②>④>③>①。
- 14.B 【解析】因为 ${}_aA^{m+}$ 与 ${}_bB^{n-}$ 的核外电子排布相同,即 $b+n=a-m$,推知 $a-b=m+n$,故A的原子序数比B的大 $m+n$;由上式可知 $b=a-m-n$;核外电子层结构相同时,核电荷数越大,粒子半径越小,故离子半径: $A^{m+} < B^{n-}$;比较原子半径需要考虑两原子的电子层数,原子半径: $A > B$ 。

- 15.(1)O Na Mg Cl

(2) Na_2O 、 Na_2O_2 、 MgO

(3) $MgCl_2$ (熔融) $\xrightarrow{\text{电解}} Mg + Cl_2 \uparrow$

【解析】地壳中含量最多的元素是氧元素,故A为氧元素;由于A、B、C、D是原子序数依次增大的短周期元素且B、C、D同周期,故B、C、D位于第三周期;B、D分别是同周期元素(稀有气体元素除外)中第一电离能最小、最大的元素,则B、D分别为钠元素、氯元素;根据C的价层电子排布式知,C是镁元素。

B级

- 16.D 【解析】元素的电负性用来描述不同元素的原子对键合电子吸引力的大小,所以利用元素电负性的大小能判断元素原子的得电子能力(电负性越大,元素原子得电子能力越强)、化学键的类别(两元素电负性差值小于1.7时一般形成共价键,大于1.7时一般形成离子键)、元素的活泼性(电负性越小,金属元素越

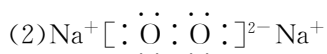
活泼;电负性越大,非金属元素越活泼)、元素在化合物中化合价的正负(电负性大的元素显负价,电负性小的元素显正价),但不能判断元素稳定化合价的数值。

17.A 【解析】由三种元素基态原子的电子排布式可知,①是硫元素、②是磷元素、③是氮元素。磷元素原子3p能级容纳3个电子,为半充满稳定状态,能量较低,第一电离能高于同周期相邻元素,所以第一电离能 $S < P$,同主族自上而下第一电离能逐渐降低,所以第一电离能 $N > P$,故第一电离能 $N > P > S$,即③>②>①,A正确;同周期主族元素自左而右原子半径逐渐减小,所以原子半径 $P > S$,同主族元素从上至下原子半径逐渐增大,故 $P > N$,B错误;同周期自左而右元素电负性逐渐增大,所以电负性 $P < S$,C错误;最高正化合价等于最外层电子数,所以最高正化合价:①>②=③,D错误。

18.B 【解析】由表中数据可知,A项正确;根据表中数据可知,R元素原子的最外层应该有1个电子,S元素原子的最外层应该有2个电子,二者不属于同一族的元素,B项错误;U元素原子的最外层有1个电子,可能属于s区元素,C项正确;T元素原子的最外层有3个电子,价层电子排布式是 ns^2np^1 ,D项正确。

19.B 【解析】短周期元素中,a有-2价,e有+6价,均处于第ⅥA族,可推知a为O,e为S;b有+1价,原子序数大于O,则b为Na,由原子序数可知d处于第三周期,化合价可为+5价,则d为P。 ^{31}P 和 ^{33}P 的质子数相同,中子数不同,是不同的核素,互为同位素,A项错误。同周期主族元素从左到右第一电离能呈增大趋势,但是P原子3p轨道电子为半充满稳定状态,第一电离能较大;S失去的是已经配对的电子,配对电子相互排斥,因而第一电离能较低,则第一电离能: $P > S$,电负性: $P < S$,B项正确。元素的非金属性越强,其气态氢化物的稳定性越强,则稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S} > \text{PH}_3$,C项错误。O和Na形成的化合物 Na_2O_2 中含有共价键,D项错误。

20.(1) $7 \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ 或 $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$ 四 I B $3d^{10} 4s^1$



【解析】前四周期元素A、B、C、D、E、F的原子序数依次增大,A的2p能级电子半充满,则A为氮元素;B与A同周期,且原子核外有2个未成对电子,B为氧元素;C基态原子核外有6个原子轨道排有电子,且只有1个未成对电子,则C为钠元素;在前四周期元素中E元素基态原子未成对电子数最多,则E为铬元素;D基态原子价层电子排布式为 $ms^n mp^{n+2}$,则D为第ⅥA族元素,原子序数小于铬而大于钠,则D为硫元素;基态 F^+ 各能级电子全充满,则F为铜元素,据此答题。

(1)E为铬元素,基态原子核外有7种能量不同的电子,电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$;F为铜元素,位于元素周期表第四周期第ⅠB族,其基态原子的价层电子排布式为 $3d^{10} 4s^1$ 。

(2)B为氧元素,C为钠元素,两者形成的一种同时含有共价键和离子键的化合物为过氧化钠,它的电子式为 $\text{Na}^+ [: \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} :]^{2-} \text{Na}^+$ 。

(3)一般来说,同周期从左到右,元素的第一电离能呈增大趋势,但第ⅤA族元素的第一电离能高于相邻的同周期元素的第一电离能;同主族从上到下,元素的第一电离能逐渐减小,所以A、B、C、D四种元素的第一电离能由大到小的顺序为 $\text{N} > \text{O} > \text{S} > \text{Na}$ 。B、C、D三种元素的简单离子的半径由大到小的顺序为 $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+$ 。

(4)可以根据氧和硫的单质的氧化性强弱比较元素的非金属性强弱,氧气能将硫化氢氧化成硫单质,反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

21.(1) 0.93 1.57 2.55 3.44

(2)原子半径越大, X 值越小

(3)N

(4)共价键

(5)Cs

【解析】(1)通过表中数据分析可知同周期从左到右, X 值依次增大,同主族从上到下, X 值依次减小,可判断 $X(\text{Na}) < X(\text{Mg}) < X(\text{Al})$,且 $X(\text{Be}) > X(\text{Mg})$,故 $0.93 < X(\text{Mg}) < 1.57$;同理, $2.55 < X(\text{N}) < 3.44$ 。

(2)通过思考同周期、同主族元素原子半径的变化与 X 值的变化可得结论。

(3)根据信息:“ X 值越大,其原子吸引电子的能力越强,在所形成的分子中成为带负电荷的一方”,由 $X(\text{S}) = 2.55$, $X(\text{C}) < X(\text{N}) < X(\text{O})$,即 $2.55 < X(\text{N}) < 3.44$,得共用电子对偏向 N 原子。

(4)根据表中数据的变化规律可得 $X(\text{Br}) < X(\text{Cl})$,因此 $X(\text{Br})$ 与 $X(\text{Al})$ 的差值要小于 $X(\text{Cl})$ 与 $X(\text{Al})$ 的差值,故 AlBr_3 中的化学键为共价键。

(5)根据 X 值的变化规律, X 的最小值应在元素周期表的左下角,但要注意放射性元素除外,故填 Cs(铯)。

第二章 分子结构与性质

第一节 共价键

第 1 课时 共价键

典型例题

【例1】C 【解析】H 原子和 Cl 原子的核外电子排布式分别为 $1s^1$ 和 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$,由此可以看出,H 原子的 $1s$ 轨道和 Cl 原子的 $3p$ 轨道上各有一个未成对电子,故两者在形成氯化氢分子时,形成共价键的原子轨道是氯原子的 $3p$ 轨道和氢原子的 $1s$ 轨道。

【例2】C 【解析】从原子轨道重叠程度看, π 键重叠程度比 σ 键重叠程度小,故 π 键稳定性低于 σ 键,在气体单质分子中存在 σ 键(如 Cl_2 、 H_2)、 π 键(N_2 中存在 σ 键和 π 键),稀有气体为单原子分子,不存在化学键。

自主学习

1.共用电子对 非金属 共用电子对

2.越多 概率 牢固

3.头碰头 较大

4.肩并肩 不能 断裂

基础夯实

A 级

5.C **【解析】** NH_4Cl 的正确电子式为 $[\text{H} : \overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{N}}} : \text{H}]^+ [:\ddot{\text{Cl}}:]^-$; NH_4Br 的正确电子式为

$[\text{H} : \overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{N}}} : \text{H}]^+ [:\ddot{\text{Br}}:]^-$; CaCl_2 的正确电子式为 $[:\ddot{\text{Cl}}:]^- \text{Ca}^{2+} [:\ddot{\text{Cl}}:]^-$ 。

6.D **【解析】**键能越小,键长越长,共价键越不牢固,分子越不稳定。

7.D 【解析】A项变化中失去1个3s电子,需要吸收能量;B项变化中共价键断裂,需要吸收能量;由于 $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$ 的能量相等,故C项变化中无能量变化;D项变化是形成共价键,该过程释放能量。

8.D 【解析】当两个原子间能形成多对共用电子对时,要先形成一个 σ 键,另外的原子轨道只能形成 π 键, N_2 分子中有三个共价键:一个 σ 键,两个 π 键; C_2H_4 分子中两个碳原子之间有两个共价键:一个 σ 键,一个 π 键; C_2H_2 分子中碳原子之间有三个共价键:一个 σ 键,两个 π 键。

B级

9.C 【解析】在乙烯分子中存在4个C—H σ 键和1个C—C σ 键,同时还含有1个C—C π 键,A错误;由于 σ 键要比 π 键稳定,故乙烯在发生加成反应时断裂的是碳原子间的 π 键,B错误;由乙烯制得氯乙烯可看作是乙烯中的一个氢原子被氯原子取代,故断裂的是C—H σ 键,C正确; σ 键是轴对称,D错误。

10.A 【解析】键能越大,断开该键所需的能量越多,化学键越牢固,性质越稳定,故A错误;B、C、D均正确。

11.D 【解析】共价键的成因和本质是:当成键原子相互靠近时,原子轨道发生重叠,自旋状态相反的未成对电子形成共用电子对,两原子核间的电子云密度增加,体系的能量降低。

12.C 【解析】四种原子分别是S、N、Na、C,其中Na是活泼金属,在化学反应中易失去一个电子,形成的是离子键,而 π 键是共价键中的一种。

能力提升

A级

13.A 【解析】A项, σ 键属于共价键;B项,s—s σ 键与s—p σ 键都属于 σ 键,对称性相同;D项, π 键容易断裂,而 σ 键不易断裂,所以含有 π 键的化合物与只含 σ 键的化合物的化学性质不同。所以,A项正确。

14.A 【解析】当键角为 120° 时, BF_3 的立体结构为平面三角形,故分子中四个原子共面。所以,A项正确。

15.D 【解析】碳氧双键中含1个 σ 键1个 π 键,A错误;X分子中存在12个共用电子对、11个 σ 键,B、C错误;X分子中只有共价键,X是共价化合物,D正确。

16.(1)3

(2) σ 键、 π 键

(3)8

(4)3



【解析】(1)HCHO的结构式为 $\text{H}-\text{C}(\text{O})-\text{H}$,则1 mol HCHO分子中含有3 mol σ 键。

(2) CS_2 分子中,C与S原子形成双键,每个双键都是含有1个 σ 键和1个 π 键,则含有的共价键类型为 σ 键和 π 键。

(3)CO分子的电子式为 $:\text{C} \equiv \text{O}:$,故1个CO分子中存在1个 σ 键,而 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 中Ni与CO之间还存在4个 σ 键,故1 mol $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 中含有8 mol σ 键。

(4)由图可看出每个碳原子能与三个碳原子形成单键,故能形成3个 σ 键。

B级

17.D 【解析】由于 π 键的强度一般小于 σ 键的强度,所以反应时 π 键比 σ 键易断裂,A项正确;分子的形成是为了使其能量降低,首先形成 σ 键,再根据成键原子的核外电子排布式判断是否有 π 键形成,B项正确;H原子形成分子时,只能形成 σ 键,不能形成 π 键,C项正确;原子跟其他原子首先形成 σ 键,故分子中不可能只有 π 键而没有 σ 键,所以,D项错误。

18.A 【解析】由球棍模型可知,T为HCHO,X不稳定,易分解,则X为 H_2CO_3 ,则Y为氧化剂,可以选择氧化性较强的酸性 KMnO_4 溶液,A项正确;等物质的量并不一定是1 mol,B项错误;X分子中含有的 σ 键个数为5,T分子中含有的 σ 键个数为3,C项错误;T、X分子中均只含有极性键,无非极性键,D项错误。

19.B 【解析】NaH中只有离子键,无共价键,更无 σ 键,A错误;共价单键全部是 σ 键;共价双键中,一个是 σ

键,另一个是 π 键;共价三键中,一个是 σ 键,另两个是 π 键,B正确; $s-s$ σ 键没有方向性,C错误;共价键的方向性决定分子的立体构型,饱和性决定分子中各原子的数量关系,D错误。

- 20.D 【解析】由题意知, $N-N$ 键能大于 $N\equiv N$ 键能的三倍, $N=N$ 键能大于 $N-N$ 键能的两倍;而 $C\equiv C$ 键能小于 $C-C$ 键能的三倍, $C=C$ 键能小于 $C-C$ 键能的两倍。说明乙炔分子和乙烯分子中的 π 键不牢固,易发生加成反应,也易发生氧化反应;而氮分子中的 $N\equiv N$ 键非常牢固,化学性质稳定,不易发生加成反应及氧化反应。 σ 键的电子云形状呈轴对称, π 键的电子云形状呈镜像对称。所以,D项不正确。

21.(1)DEF

(2)C

(3)ABC

(4)F

【解析】 NH_3 中N原子与3个H原子形成3个 σ 键,还有一对不成键电子; H_2O 中O原子与2个H原子形成2个 σ 键,还有两对不成键电子; HCl 中Cl原子与1个H原子形成1个 σ 键,还有三对不成键电子; CH_4 中C原子与4个H原子形成4个 σ 键,所有价电子都参与成键; C_2H_6 中C原子分别与3个H原子及另1个C原子形成4个 σ 键,所有价电子都参与成键; CO_2 中C原子与2个O原子形成2个 σ 键,2个 π 键。

22. I.(1)74 pm ①⑤②③④

(2)BC

II.(1)>

(2)120 475 kJ 858.7 kJ

【解析】I.(1)可以直接从题中读出有关数据, $H-H$ 键的键长为74 pm;体系能量由高到低的顺序是①⑤②③④。

(2)氢分子中含有一个 σ 键,A项错误;核间距逐渐减小时,两个氢原子的原子轨道会相互重叠,导致电子在核间出现的概率增大,B项正确;④已经达到稳定状态,当改变构成氢分子的两个氢原子的核间距时,必须消耗外界的能量,C项正确;氢分子中含有一个非极性共价键,D项错误。

II.(1)Si—Si的键长比Si—C的键长长, Si—Si的键能比Si—C的键能小。

(2)由题图可知 $H-H$ 的键能为 $436\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,每千克 H_2 燃烧(生成水蒸气)放出的热量约为 $1\,000\text{ g}\div 2\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}\times(462.8\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\times 2-436\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}-497.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\times\frac{1}{2})=120\,475\text{ kJ}$;每摩尔硅完全燃烧放出的热量约为 $452\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\times 4\text{ mol}-497.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\times 1\text{ mol}-226\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\times 2\text{ mol}=858.7\text{ kJ}$ 。

第2课时 键参数——键能、键长与键角

典型例题

【例1】C 【解析】 NH_3 分子内的键角和键长都相等,可能有两种情况,一是平面正三角形,二是三角锥形结构。如果键角为 120° ,则必然为平面正三角形。

【例2】D 【解析】共价分子构成物质的状态取决于分子间作用力的大小,与分子内共价键的键能无关;物质的挥发性与分子内键能的大小无关;稀有气体是单原子分子,无化学键,难于发生化学反应的原因是它们的价电子已形成稳定结构;氮气比氧气稳定是由于 N_2 分子中共价键的键能($946\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)比 O_2 分子中共价键的键能($497.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)大,在化学反应中更难于断裂。

自主学习

1.越大 越多 稳定

2.稳定

3.方向 空间结构

4. $109^{\circ}28'$ 120° 107° 105° 180°

基础夯实

A 级

- 5.B 【解析】键能可看作是断开共价键所需的能量,键能越大,则断开共价键时所需的能量就越大,含该键的分子就越稳定;键长越长,键能反而越小,故反映键的强弱的物理量是键能和键长。
- 6.C 【解析】N—H 的键能是指形成 1 mol N—H 放出的能量或拆开 1 mol N—H 吸收的能量,不是形成 1 个 N—H 释放的能量。1 mol NH_3 分子中含有 3 mol N—H,拆开 1 mol NH_3 或形成 1 mol NH_3 中的全部共价键吸收或放出的能量应是 N—H 键能的 3 倍。
- 7.A 【解析】由共价键的饱和性可知,C、Si 均形成 4 个共价键,H 形成 1 个共价键,N 形成 3 个共价键,O、S 均形成 2 个共价键,Cl 形成 1 个共价键。A 项中 O 原子间是双键,且每个氧原子与 1 个氢原子再形成 1 个单键,即每个氧原子形成 3 个共价键,与其饱和性不相符。
- 8.B 【解析】碳碳双键由一个 σ 键和一个 π 键组成, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 发生加成反应时 π 键断裂,说明 σ 键比 π 键牢固。

B 级

- 9.D 【解析】键能越大,分子越稳定,A 错误,D 正确。H—H 没有方向性,B 错误。形成共价键的两个原子之间的核间距叫键长,C 错误。
- 10.C 【解析】根据共价键的方向性和饱和性,每个磷原子都以 3 个共价键与其他 3 个磷原子结合形成共价键,从而形成正四面体结构,所以键角为 60° 。分子中有 6 个共价单键,4 对孤电子对。
- 11.C 【解析】A、B 两项原子总数不相等;C 项原子总数均为 8,电子总数均为 18(价电子总数均为 14);D 项电子总数、价电子总数均不相等。
- 12.C 【解析】因氨气分子构型为三角锥形,即氮原子与所连的三个原子不在同一平面,所以 A 分子中所有原子不可能共平面,A 错误;一个单键就是 1 个 σ 键,一个双键含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,所以 A 分子中含有 11 个 σ 键和 1 个 π 键,B 错误;C 核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$,C 正确;因 N 原子的电负性大于氢,与氮原子所连的氨基中的氮的化合价为 -2 价,D 错误。

能力提升

A 级

- 13.A 【解析】分子中键能越大,键长越小,分子越稳定,A 项正确; AlCl_3 中含有共价键,B 项错误;水分子中两个 O—H 的键角小于 180° ,C 项错误;H—O 的键能是破坏 1 mol H—O 所吸收的能量,在 1 mol H_2O 分子中有 2 mol H—O,故 18 g 水蒸气中的 H—O 断裂应吸收能量 $2 \times 462.8 \text{ kJ}$,而当 H、O 形成 H_2 和 O_2 时需放出能量,故应根据公式“ $\Delta H = \text{反应物的总键能} - \text{生成物的总键能}$ ”计算 18 g 水蒸气分解生成 H_2 和 O_2 时吸收的能量,D 项错误。
- 14.B 【解析】 N_4 是由氮元素形成的一种单质,不是新型的化合物,A 错误;氮元素与氮元素之间形成的是 σ 键,B 正确; N_4 分子是正四面体结构,键角是 60° ,C 错误;已知断裂 1 mol N—N 吸收 193 kJ 热量,生成 1 mol $\text{N} \equiv \text{N}$ 键放出 946 kJ 热量,则 1 mol N_4 转变成 N_2 时的反应热 $\Delta H = 6 \times 193 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 2 \times 946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -734 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,即该反应是放热反应,因此 1 mol N_4 转变成 N_2 将放出 734 kJ 热量,D 错误。
- 15.B 【解析】该离子可看做是 5 个 N 原子共失去 1 个电子后得到的,故含有 35 个质子和 34 个电子,A 错误;该离子中的键全部是 N 原子之间形成,故全部是非极性键,B 正确;该离子中含有两个 $\text{N} \equiv \text{N}$,故含有 4 个 π 键,C 错误; PCl_4^+ 中含有 32 个价电子, N_5^+ 含有 24 个价电子,D 错误。
- 16.(1)D

(2)183

(3) Cl_2 多

【解析】(1)稳定性是化学性质,与键能的大小有关,由于键能: $\text{H—Cl} > \text{H—Br} > \text{H—I}$,故推测键能: $\text{H—F} > \text{H—Cl}$,键能越大,分子越稳定,所以 HF 最稳定。

(2) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$,生成 2 mol HCl 时,断键时吸收能量: $436 \text{ kJ} + 243 \text{ kJ} = 679 \text{ kJ}$,成键时放出能量: $2 \times 431 = 862 \text{ kJ}$,反应共放出 183 kJ 能量。

(3)可算出 1 mol H_2 与 1 mol Br_2 、1 mol I_2 和 1 mol Cl_2 反应分别放出的能量为 103 kJ、9 kJ、183 kJ,判断出三者放出热量关系为 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ 。

B 级

17.A 【解析】分子中 $\text{N} \equiv \text{C}$ 是极性键, C—C 是非极性键;成键原子半径越小,键长越短,N 原子半径小于 C 原子半径,故 $\text{N} \equiv \text{C}$ 比 C—C 的键长短; $(\text{CN})_2$ 分子中含有 3 个 σ 键和 4 个 π 键;由于与卤素性质相似,故可以和氢氧化钠溶液反应。

18.A 【解析】反应的热效应是断裂 1 mol P_4 和 3 mol O_2 分子中共价键吸收的能量和形成 1 mol P_4O_6 分子中共价键放出能量的总和。由各物质的分子结构知 1 mol P_4 中含 6 mol P—P ,3 mol O_2 含 3 mol O=O 键,化学反应的反应热 $\Delta H = \text{反应物的总键能} - \text{生成物的总键能} = (198 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 6 + 498 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3) - 360 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 12 = -1\,638 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

19.C 【解析】8 电子(氦是 2 电子)是稳定结构,但并不是所有分子中的所有原子的价电子层都会达到 8 电

子结构。A 项中 XeF_6 中必然有 6 对共用电子,Xe 不会是 8 电子结构;B 项中 HClO 的电子式为 $\text{H} : \ddot{\text{O}} :$

$:\ddot{\text{Cl}}:$,其中 Cl、O 达到 8 电子结构,而 H 只有 2 个电子;C 项中 S_2Cl_2 的电子式为 $:\ddot{\text{Cl}} : \ddot{\text{S}} : \ddot{\text{S}} : \ddot{\text{Cl}} :$,可

见 S、Cl 都达到 8 电子结构;D 项中 BF_3 的电子式为 $:\ddot{\text{F}} : \ddot{\text{B}} : \ddot{\text{F}} :$,可见 B 原子不是 8 电子。
: $\ddot{\text{F}}:$

20.B 【解析】由于 N_2 分子中存在三键,键能很大,破坏共价键需要很大的能量,所以 N_2 的化学性质很稳定;稀有气体都为单原子分子,分子内部没有化学键;卤族元素从 F 到 I 原子半径逐渐增大,其氢化物中的化学键键长逐渐变长,键能逐渐变小,所以稳定性逐渐减弱。由于 H—F 的键能大于 H—O ,所以二者相比较,更容易生成 HF。

21.B 【解析】苯所有原子都在同一平面上,能发生加成反应和取代反应,不能使酸性高锰酸钾溶液褪色,也不具有碱性,而 $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$ 具有相似的性质,故 B 错误。

22.(1)1 : 2

(2)1 : 2 1 : 1

(3) $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) $3\text{d}^6 4\text{s}^2$

(5) $631.65 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【解析】X、Y、Z、W 分别为 C、N、S、Fe。

(1) N_2 中有 $\text{N} \equiv \text{N}$,其中有 1 个 σ 键、2 个 π 键。

(2)元素 X 的氧化物 CO 和 CN^- 与 N_2 结构相似,推知 CO 的结构式为 $\text{C} \equiv \text{O}$,含有 1 个 σ 键、2 个 π 键; CN^- 的结构式为 $[\text{C} \equiv \text{N}]^-$,HCN 的结构式为 $\text{H—C} \equiv \text{N}$,HCN 中 σ 键与 π 键均为 2 个。

(3)C 与浓硫酸加热时反应生成 CO_2 、 SO_2 和 H_2O 。

(4)铁的原子序数为 26,其基态原子的价电子排布式为 $3\text{d}^6 4\text{s}^2$ 。

(5) $180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 497.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 2E(\text{YO})$, 所以 $E(\text{YO}) = 631.65 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

第二节 分子的空间结构

第1课时 分子结构的测定

典型例题

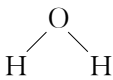
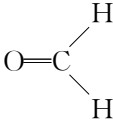
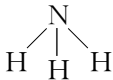
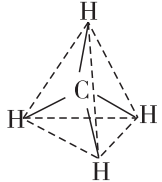
【例1】D 【解析】以氧为中心的三个原子呈V形结构, H_2O_2 中相当于有两个V形结构, 故不可能是直线形或三角锥形分子, A、B项错误; H_2O_2 中的每个氧原子有6个价电子, 形成了2个 σ 键, 故还有4个电子没有成键, 孤电子对数为2, 价层电子对数为4, C项错误, D项正确。

【例2】D 【解析】 NCl_3 分子中各原子都满足8电子稳定结构, 但 BF_3 分子中的B原子不满足8电子稳定结构, A错误; P_4 为正四面体分子, 但其键角为 60° , B错误; NH_4^+ 为正四面体结构而非平面正方形结构, C错误; PCl_3 分子中的P和 NH_3 分子中的N都有一对未成键电子, 由于未成键电子对成键电子的排斥作用, 使其呈三角锥形, D正确。

自主学习

1. 化学键 官能团 相对分子质量

2.

化学式	电子式	结构式	键角	空间结构名称
CO_2	$\text{O}::\text{C}::\text{O}$	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	180°	直线形
H_2O	$\text{H}::\text{O}::\text{H}$		105°	V形
CH_2O	$\begin{array}{c} :\text{O}: \\ :\vdots \\ \text{H}::\text{C}::\text{H} \end{array}$		约 120°	平面三角形
NH_3	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}::\text{N}::\text{H} \end{array}$		107°	三角锥形
CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}::\text{C}::\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$		$109^\circ 28'$	正四面体形

3.(1)价电子数

(2)原子数

4.

分子或离子	σ 键电子对数	孤电子对数	VSEPR 模型名称	分子(或离子)的空间结构名称
CO_2	2	0	直线形	直线形
CO_3^{2-}	3	0	平面三角形	平面三角形
NH_3	3	1	四面体形	三角锥形
H_2O	2	2	四面体形	V形

基础夯实

A 级

- 5.B 【解析】键角为 180° 的分子,空间结构是直线形,例如 CO_2 分子是直线形分子,A 正确;苯分子的键角为 120° ,但其空间结构是平面正六边形,B 错误;白磷分子的键角为 60° ,空间结构为正四面体形,C 正确;水分子的键角为 105° ,空间结构为 V 形,D 正确。
- 6.C 【解析】题中的 CH_4 和 CCl_4 为正四面体形分子, NH_3 和 PH_3 为三角锥形分子,这几种分子中所有原子不可能都在同一平面上。 CS_2 、 CO_2 、 C_2H_2 和 BeCl_2 为直线形分子, C_2H_4 为平面形分子, C_6H_6 为平面正六边形分子,这些分子中所有原子都是平面形结构。故选 C。

- 7.D 【解析】选项四中物质的电子式依次为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ 、 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:\text{Be}:\ddot{\text{Cl}}:\text{H}$ 、 $\text{H}:\ddot{\text{C}}:\text{H}$ 、 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{P}}:\ddot{\text{Cl}}:\text{H}$ 。 H_2O 有 2 对孤电子对, BeCl_2 和 CH_4 没有孤电子对, PCl_3 有一对孤电子对。

- 8.A 【解析】 NO_3^- 中 N 原子上的孤电子对数为 0,立体构型为平面三角形; SO_3^{2-} 、 H_3O^+ 、 PF_3 分子中心原子上的孤电子对数均为 1,立体构型均为三角锥形。

B 级

- 9.D 【解析】中心原子价层电子对的空间结构为正四面体形,且分子或离子的空间结构为 V 形的只有 3 个原子构成的分子或离子, OF_2 为 V 形结构。A 选项 NH_4^+ 是三角锥形的 NH_3 结合了一个 H^+ ,呈正四面体形,B 项中 PH_3 为三角锥形,C 中 H_3O^+ 是 V 形的 H_2O 结合了一个 H^+ ,呈三角锥形。所以,D 项错误。
- 10.D 【解析】VSEPR 模型可用来预测分子的空间结构,注意实际空间结构要去掉孤电子对,A 正确;空间结构与价电子对相互排斥有关,所以分子中价电子对相互排斥决定了分子的空间结构,B 正确;中心原子上的孤电子对也要占据中心原子周围的空间并参与互相排斥,且孤电子对间的排斥力 $>$ 孤电子对和成键电子对间的排斥力,C 正确;分子的稳定性与键角没有关系,D 错误。
- 11.B 【解析】 ClO_2^- 空间结构为 V 形,所以 B 项符合题意。
- 12.A 【解析】电子对间排斥力的大小顺序为孤电子对与孤电子对 $>$ 孤电子对与成键电子对 $>$ 成键电子对与成键电子对,恰好可以解释上述分子的键角大小关系。

能力提升

A 级

- 13.B 【解析】若为 PCl_3 ,则分子为三角锥形,A 项错误; BCl_3 满足要求,其分子为平面正三角形,B 项正确;若分子为 SO_3 ,则为平面正三角形,C 项错误;分子不一定为 NH_3 ,也可能为 NF_3 等,D 项错误。
- 14.D 【解析】在 CH_4 和 SiCl_4 中,中心原子价层电子对数均为 4,且没有孤电子对,4 个氢原子和 4 个氯原子在空间呈正四面体形排列,且键角为 $109^\circ 28'$; CH_3Cl 可看成 CH_4 中一个氢原子被一个氯原子替换,由于氢原子与氯原子间的排斥作用力不同且氢原子与氯原子半径不同,故 CH_3Cl 的空间结构不是正四面体形; P_4 是正四面体结构,但键角为 60° ; SO_2^{2-} 中,S 原子价层电子对数为 4,没有孤电子对, SO_4^{2-} 为正四面体形,键角为 $109^\circ 28'$ 。
- 15.B 【解析】 NO_2 分子是 V 形,A 错误; PO_4^{3-} 分子为正四面体形分子,B 正确;甲烷与氯气反应生成的四种氯代物中,只有 CCl_4 的空间结构是正四面体形,C 错误; HCHO 分子的价层电子对互斥模型呈平面三角形,分子的空间结构为平面三角形,D 错误。

16.(1)V 形

(2)直线形

(3)AD

【解析】(1)、(2)中可由键角直接判断分子的空间结构。

(3)五原子分子 CH_4 可能有平面四边形和正四面体两种空间结构,不管为哪种,B、C 两项都成立;若为前

者,则键角为 90° , CH_2Cl_2 有两种: $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ 和 $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\ | \\ \text{H} \end{array}$; 若为后者,则键角为 $109^\circ 28'$, CH_2Cl_2 只有一种。

B 级

17.C 【解析】R 中两种阳离子分别是 H_3O^+ 、 NH_4^+ , 二者的中心原子的 VSEPR 模型都是四面体形, 中心原子的价层电子对数都是 4, 都是共价键, H_3O^+ 、 NH_4^+ 的空间结构分别为三角锥形、正四面体形。

18.B 【解析】当中心原子在 VA 族, AB_3 分子应是三角锥形。当中心原子在 IVA 族, AB_4 分子是正四面体形, AB_2 分子是直线形。当中心原子在 VIA 族, AB_2 是 V 形。

19.D 【解析】 CH_2O 和 BF_3 均为平面形分子, 两者的中心原子均采取 sp^2 杂化; H_2S 和 H_2O 相似; CH_2Br_2 是 CH_4 中的两个 H 被 Br 取代得到, H_2S 、 NH_3 、 CH_2Br_2 的中心原子都采取 sp^3 杂化。

20.C 【解析】乙醇的结构式为 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$, 共含有 8 个共价键, 其中 C—H、C—O、O—H 为极性键, 共 7 个, C—C 为非极性键。由于全为单键, 故无 π 键。

21.B 【解析】一般来说, 电负性小于 1.8 的为金属, 且电负性越小, 金属性越强; 电负性大于 1.8 的为非金属, 且电负性越大, 非金属性越强, 电负性差别小的两元素最可能形成共价键。

22.(1)

$n+m$	2	4
VSEPR 理想模型	直线形	正四面体形
价层电子对之间的理想键角	180°	$109^\circ 28'$

(2) CO_2 属于 AX_2E_0 , $n+m=2$, 故为直线形

(3) V 形 水分子属于 AX_2E_2 , $n+m=4$, VSEPR 理想模型为正四面体形, 价层电子对之间的夹角均为 $109^\circ 28'$, 根据 III 中的 i, 应有 $\angle \text{H}-\text{O}-\text{H} < 109^\circ 28'$

(4) 四面体形

【解析】VSEPR 模型的判断方法: 在分子中当 $n+m=2$ 为直线形分子; 当 $n+m=3$ 时, 如果没有孤电子对时为平面三角形, 如果有孤电子对时为 V 形; 当 $n+m=4$ 时, 如果没有孤电子对时为正四面体形, 如果有一对孤电子对时为三角锥形, 如果有两对孤电子对时为 V 形。所以水分子中 $n+m=4$, 且有两对孤电子对, 所以是 V 形结构, 又由于孤电子对的作用力强于成键的共用电子对, 所以使其角度小于 $109^\circ 28'$ 。再如 SO_2Cl_2 和 SO_2F_2 中的硫原子是中心原子, 此时 $n+m=4$ 且没有孤电子对, 所以它应为正四面体形, 但由于原子种类不同, 所以不是正四面体形。

第 2 课时 杂化轨道理论

典型例题

【例 1】D 【解析】A 项, SO_3 分子中硫原子的价层电子对数 $= 3 + (6 - 3 \times 2) = 3$, 不含孤电子对, 采取 sp^2 杂化, 空间结构为平面三角形, 错误; B 项, SO_2 分子中硫原子的价层电子对数 $= 2 + (6 - 2 \times 2) = 3$, 含 1 对孤电子对, 采取 sp^2 杂化, 空间结构为 V 形, 错误; C 项, CO_3^{2-} 中碳原子价层电子对数 $= 3 + (4 + 2 - 3 \times 2) = 3$, 不含孤电子对, 采取 sp^2 杂化, 空间结构为平面三角形, 错误; D 项, 乙炔 ($\text{CH} \equiv \text{CH}$) 分子中每个碳原子均形成 2 个 σ 键和 2 个 π 键, 价层电子对数是 2, 为 sp 杂化, 空间结构为直线形, 正确。

【例 2】C 【解析】由 As_2O_3 的分子结构可知, As 与 3 个 O 形成三角锥形结构, 中心原子 As 上有 1 对孤电子

对和 3 个成键电子对,则 As 原子的杂化方式为 sp^3 ,A 正确; AlH_4^- 的价层电子对数是 $4 + \frac{1}{2}(3 - 1 \times 4 + 1) = 4$,价层电子对互斥模型是四面体形,B 正确; $AsCl_3$ 中含 1 对孤电子对和 3 个成键电子对,空间结构为三角锥形,C 错误; AsH_3 中含有 1 对孤电子对和 3 个成键电子对,空间结构为三角锥形,键角小于 $109^\circ 28'$,D 正确。

自主学习

1.不变 相同

2. $109^\circ 28'$ 120° 180°

3.

AB_n 型分子	中心原子杂化类型	中心原子孤电子对数	空间结构	实例
AB_2	sp^2	1	V 形	SO_2
AB_3	sp^3	1	三角锥形	NH_3 、 PCl_3 、 NF_3 、 H_3O^+
AB_2 或 (B_2A)	sp^3	2	V 形	H_2S 、 NH_2^-

4. sp^3 sp^2 sp

基础夯实

A 级

5.B 【解析】甲基的 C 原子采取 sp^3 杂化;碳碳双键的 C 原子采取 sp^2 杂化;碳碳三键的 C 原子采取 sp 杂化。

6.D 【解析】杂化轨道数 = 中心原子的孤电子对的对数 + 中心原子的 σ 键个数,A、B、C 采用的都是 sp^3 杂化。

7.C 【解析】分子中的两个碳原子都是采用 sp^2 杂化,溴原子的价电子排布式为 $4s^2 4p^5$,4p 轨道上有一个单电子,与碳原子的一个 sp^2 杂化轨道成键。

8.A 【解析】 CH_4 中碳原子为饱和碳原子,采取 sp^3 杂化。A 项亚甲基碳原子为饱和碳原子,采取 sp^3 杂化;B、C 项 $C=C$ 中的不饱和碳原子采用 sp^2 杂化;D 项 $C \equiv C$ 中的不饱和碳原子采取 sp 杂化。

B 级

9.C 【解析】氯原子只能形成单键,而单键只能是 σ 键,A 错误;由于中心原子 Sn 形成了两个 σ 键,还有一对孤电子对,采取 sp^2 杂化, $SnCl_2$ 为 V 形结构,受孤电子对的影响,键角小于 120° ,B、D 错误,C 正确。

10.C 【解析】 CH_4 中 4 个共价键完全相同,为正四面体形, CH_2Cl_2 分子的 4 个共价键不完全相同,所以分子的空间结构不是正四面体形,A 错误; H_2O 分子中 O 原子为 sp^3 杂化,分子的空间结构为 V 形,B 错误;

CO_2 中 C 原子为 sp 杂化,分子的空间结构为直线形,C 正确; SO_3^{2-} 中 S 原子的价层电子对数 $= 3 + \frac{1}{2} \times (6 + 2 - 3 \times 2) = 4$,为 sp^3 杂化,含 1 对孤电子对,分子的空间结构为三角锥形,D 错误。

11.A 【解析】乙醛中甲基的碳原子采取 sp^3 杂化,醛基中的碳原子采取 sp^2 杂化;丙烯腈中碳碳双键的两个碳原子均采取 sp^2 杂化,另一个碳原子采取 sp 杂化;甲醛中碳原子采取 sp^2 杂化;丙炔中甲基的碳原子采取 sp^3 杂化,碳碳三键中两个碳原子均采取 sp 杂化。

12.D 【解析】甲烷中 C 原子采取 sp^3 杂化,每个杂化轨道上 1 个电子分别与 1 个 H 原子上的电子结合形成共价键,这四个共价键完全相同,轨道间的夹角为 $109^\circ 28'$,形成正四面体形的分子。

能力提升

A 级

13.B 【解析】氨基乙酸钠分子中氮原子是 sp^3 杂化而碳原子是 sp^3 、 sp^2 杂化,A 错误;氨基乙酸钠中存在 2 个 $N-H$ 、1 个 $C-N$,N 原子上含有 1 个孤电子对,价层电子对数 = 共价键单键数 + 孤电子对数,则 N 原子的价层电子对数为 4,B 正确;1 mol 氨基乙酸钠分子中有一个碳氧双键,有 8 个 σ 键,C 错误;由于氮原子为 sp^3 杂化,故相应的四个原子形成的是三角锥形结构,不可能共平面,D 错误。

14.C 【解析】由于 SO_2 分子的 VSEPR 模型为平面三角形,从理论上讲其键角应为 120° ,但是由于 SO_2 分子中的 S 原子有一对孤电子对,对其他的两个化学键存在排斥作用,因此分子中的键角要小于 120° 。

15.C 【解析】 CO_2 和 SO_2 的空间结构分别为直线形和 V 形, A 错误; CH_4 和 NH_3 的空间结构分别为正四面体形和三角锥形, B 错误; CH_2O 和 BBr_3 的空间结构均为平面三角形,其中后者为正三角形, C 正确; H_2O 和 BeCl_2 的空间结构分别为 V 形和直线形, D 错误。

16.(1)三角锥形 sp^3

(2) sp^3 、 sp^2

(3)①2 6 ②3 3

(4)直线 sp

(5)24 平面三角 sp^2

【解析】(1) AsCl_3 中 As 元素价电子对数为 4, As 的杂化方式为 sp^3 杂化, AsCl_3 分子的空间结构为三角锥形。

(2) CH_3COOH 的结构式为 $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ | \quad || \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, 分子中甲基上的碳原子采取 sp^3 杂化, 羧基中碳原子采取 sp^2 杂化。

(3)有机物中饱和碳原子采取 sp^3 杂化, 双键上的碳原子采取 sp^2 杂化, 三键上的碳原子是采取 sp 杂化。

①该分子中有 2 个 sp^2 杂化碳原子; 6 个 sp^3 杂化碳原子; ②该分子中有 3 个 sp^2-sp^3 σ 键; 3 个 sp^3-sp^3 σ 键。

(4) SCN^- 与 NO_2^+ 的中心原子采取 sp 杂化, 形成直线形分子。

(5) CO_3^{2-} 、 NO_3^- 与 SO_3 为等电子体, SO_3 中 S 采取 sp^2 杂化形成平面三角形分子。

B 级

17.C 【解析】 NCl_3 分子中心原子 N 原子的杂化轨道数为 $n=4$, N 原子的杂化类型为 sp^3 , 其中 1 个杂化轨道含有 1 对孤对电子, 对成键电子对具有排斥作用, 使键角小于 $109^\circ 28'$, NCl_3 分子为三角锥形, 分子中 N—Cl 为极性键。

18.C 【解析】 PCl_3 分子的中心原子 P 的价层电子对数为 4, 孤电子对数为 1, 采取 sp^3 杂化, 所以空间结构为三角锥形, A 错误; 能量相近的轨道可以形成杂化轨道, 如 2s、2p 轨道, 1s 轨道与 2s、2p 轨道能量相差太大, 不能形成杂化轨道, B 错误; 中心原子采取 sp^3 杂化的分子, 其 VSEPR 模型都是四面体形, C 正确; AB_3 型分子的空间结构与中心原子的孤电子对数有关, 如 BF_3 中 B 原子没有孤电子对, 为平面三角形结构, NH_3 中 N 原子有 1 个孤电子对, 为三角锥形结构, D 错误。

19.A 【解析】在乙烯分子中碳原子与相连的氢原子、碳原子形成平面三角形, 所以乙烯分子中每个碳原子均采取 sp^2 杂化, 其中杂化轨道形成 5 个 σ 键, 未杂化的 2p 轨道形成 π 键。

20.B 【解析】二氧化碳分子中碳原子与氧原子形成 2 个 σ 键且不含孤电子对, 所以碳原子采用 sp 杂化而不是 sp^2 杂化, A 错误; NH_3 、 NCl_3 中 N 原子都采用 sp^3 杂化, 都有 1 个孤电子对, 所以分子空间结构都是三角锥形, B 正确; S 的电负性比 O 小, 而且 S 原子半径较大, 所以 S 原子对键合电子的吸引力小于 O 原子, 所以 H_2S 分子中成键电子对间的排斥力较小, 键角也稍小, C 错误; B 原子的价电子数为 3, BF_3 分子中 B 原子与 3 个 F 原子形成 3 个共用电子对, B 原子未达 8 电子稳定结构, D 错误。

21.(1)1

(2) sp^2 、 sp^3 sp^2

(3)1 1

(4)①H—O 的键能大于 H—N 的键能 ②V 形、三角锥形、直线形 sp^3 、 sp^3 、 sp

【解析】(1)根据构造原理可知,氯元素基态原子核外电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$,所以未成对电子数为 1。

(2)根据氯吡苯脲的结构简式可知,有 2 个氮原子均形成 3 个单键,孤电子对数为 1,采取 sp^3 杂化,剩余的 1 个氮原子形成 1 个双键和 1 个单键,孤电子对数为 1,采取 sp^2 杂化;羰基碳原子形成 2 个单键和 1 个双键,采取 sp^2 杂化。

(3)由于 σ 键比 π 键稳定,根据反应方程式可知,断裂的化学键为异氰酸苯酯分子中的 $N=C$ 中的 π 键和 2-氯-4-氨基吡啶分子中的 $N-H$ 。

(4)①O、N 属于同周期元素,O 的原子半径小于 N, $H-O$ 的键能大于 $H-N$ 的键能,所以 H_2O 分子比 NH_3 分子稳定;② H_2O 分子中 O 原子的价层电子对数是 4,孤电子对数为 2,所以其空间构型为 V 形,O 原子采取 sp^3 杂化; NH_3 分子中 N 原子的价层电子对数是 4,孤电子对数为 1,所以其空间构型为三角锥形,N 原子采取 sp^3 杂化; CO_2 分子中 C 原子的价层电子对数是 2,不含孤电子对,所以其空间构型为直线形,C 原子采取 sp 杂化。

第三节 分子结构与物质的性质

第 1 课时 共价键的极性

典型例题

【例1】C 【解析】① $BeCl_2$ 中含有极性键,为直线形分子,其结构对称,正、负电荷的中心重合,为非极性分子,故①正确;② C_2H_4 中含有 $C-H$ 极性键,其结构对称,正、负电荷的中心重合,为非极性分子,故②正确;③ P_4 为单质,分子中只含有非极性键,为非极性分子,故③错误;④ BF_3 中含有极性键,为平面三角形分子,正、负电荷的中心重合,为非极性分子,故④正确;⑤ NF_3 中含有极性键,为三角锥形分子,正、负电荷的中心不重合,为极性分子,故⑤错误;⑥ H_2O_2 中含有极性键,但氧原子上有孤电子对,其结构不对称,正、负电荷的中心不重合,为极性分子,故⑥错误。选 C。

【例2】A 【解析】 XY 分子中一定具有极性,A 正确; XY_2 型的分子,如 CO_2 分子为非极性分子,B 错误; XY_3 型的分子如 BF_3 分子为非极性分子,C 错误; XY_4 型的分子如 CH_4 分子为非极性分子,D 错误。

自主学习

1.极性键 非极性键

2.相同 同种

3.极性的向量和

4.弱

基础夯实

A 级

5.A 【解析】同周期元素随着核电荷数的增加,电负性逐渐增大,F、O、N、C 这四种元素中 C 的电负性最小,F 的电负性最大,所以 $H-F$ 的极性最强。故选 A。

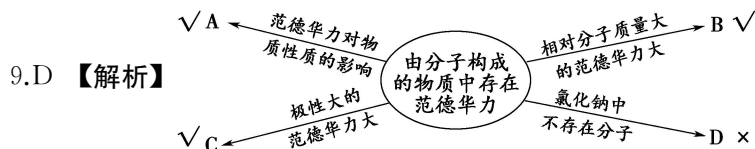
6.C 【解析】氯化钠、氢氧化钠均是离子化合物,熔化时离子键断裂,A、D 错误; HCl 溶于水时克服的是共价键,B 错误;碘升华时克服的是范德华力,C 正确。

7.B 【解析】键能的大小影响物质的热稳定性,键能越大,物质越稳定。 $H-Cl$ 的键能大于 $H-I$ 的键能,所以 HCl 比 HI 稳定。范德华力影响物质的熔、沸点的高低,范德华力越大,熔、沸点越高。由于 HI 分子间的范德华力大于 HCl 分子间的范德华力,所以 HI 的沸点比 HCl 的高。故选 B。

8.B 【解析】对于 AB_n 型分子,若 A 原子的最外层电子均参与成键,该分子为非极性分子,否则为极性分子。

BeCl₂和 BBr₃为非极性分子,SO₂为极性分子。COCl₂的分子结构为 $\text{Cl}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{Cl}$,键角约 111.8°,是平面三角形分子,但正负电荷中心不是重合的,因此是极性分子。

B 级



10.B 【解析】H₂O₂分子的空间结构不是直线形,A 错误;CO₂分子中 3 个原子在同一直线上,两个 O 原子在 C 原子的两侧,故该分子为由极性共价键构成的非极性分子,B 正确;BF₃分子中 B 原子最外层只有 6 个电子,所以最外层不满足 8 电子稳定结构,C 错误;CH₃COOH 分子中甲基 C 原子采取 sp³ 杂化,羧基 C 原子采取 sp² 杂化,D 错误。

11.C 【解析】N 和 O 两种原子之间形成的共价键是极性键,A 错误;该分子中四个氮原子不可能共平面,B 错误;由该分子的空间结构可知,分子空间结构不对称,是极性分子,C 正确;该物质分子中氮原子之间的共价键为 σ 键,D 错误。

12.D 【解析】同种原子形成的共价键是非极性键,即 C=C 键是非极性键,A 错误;CH₄是非极性分子,B 错误;二氧化碳结构为 O=C=O,化学键为极性键,C 错误;CH₄分子中碳原子的杂化类型是 sp³ 杂化,而 CO₂分子中碳原子是 sp 杂化,D 正确。

能力提升

A 级

13.C 【解析】题中五种分子的电子式分别为:

$$\begin{array}{c} \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \\ \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H}:\ddot{\text{S}}: \\ \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} :\ddot{\text{O}}: \\ :\ddot{\text{O}}: \end{array} \quad \begin{array}{c} :\ddot{\text{F}}: \\ :\ddot{\text{B}}: \\ :\ddot{\text{F}}: \end{array} \quad \begin{array}{c} :\ddot{\text{Cl}}: \\ :\ddot{\text{C}}: \\ :\ddot{\text{Cl}}: \end{array}$$

其中 NH₃、H₂S 分子的中心原子有孤电子对,导致正电中心和负电中心不重合,使分子具有极性。而 CO₂、BF₃、CCl₄分子的中心原子没有孤电子对,正电中心和负电中心重合,分子无极性。

14.B 【解析】羧酸的酸性强弱与其分子的组成和结构有关。羧基所连基团的极性越强,羧基中羟基的极性越大,越容易电离出 H⁺,酸性越强,酸性:CH₂Cl—COOH<CHCl₂—COOH,A 错误;CCl₃—COOH<CFCl₂—COOH,B 正确;烷基是推电子基团,烷基越长推电子效应越大,使羧基中的羟基的极性越小,酸性越弱,CH₃CF₂—COOH<CHF₂—COOH,C 错误;C₁₇H₃₅—COOH<C₄H₉—COOH,D 错误。

15.D 【解析】对比 HF、HCl、HBr、HI 分子中卤族元素(X 为卤素原子)的非金属性越强,极性键越强,A 正确;CO₂分子是极性键构成非极性分子,B 正确;A₂B 型分子如 H₂O、H₂S 分子是极性分子的依据是分子构型不对称,而 CO₂、CS₂为直线形分子,键角为 180°,分子构型对称,为非极性分子,C 正确;空间构型对称的非极性多原子分子中可能含有极性键,如 CH₄,D 错误。

16.(1)非极性

(2)相似 有 有

(3)A

【解析】(1)N₄分子是正四面体结构,是一种非极性分子。

(2)NH₃分子与 PH₃分子互为等电子体,结构相似,P—H 为不同元素原子之间形成的共价键,为极性键,PH₃分子空间结构为三角锥形,正、负电荷中心不重合,PH₃为极性分子。

(3)NCl₃中 N 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{5-3 \times 1}{2} = 4$,孤电子对数为 1,该分子为三角锥形,A 错误;N、Cl

之间形成的键应为极性键,B 正确; NCl_3 分子中正、负电荷中心不重合,故该分子为极性分子,C 正确;共价键的键能越大,含有该键的物质越稳定,D 正确。

B 级

17.A 【解析】 Na_2O_2 是离子键和非极性键,水是极性键, NaOH 是离子键和极性键, O_2 是非极性键,A 正确;B 项的反应物中不存在非极性键;C 项的反应中的物质没有离子键;D 项的反应中的物质没有非极性键。

18.D 【解析】短周期元素 X、Y、Z 和 W 的原子序数依次增大,X 原子的 s 能级电子总数是 p 能级电子总数的 2 倍,则 X 是 C 元素;Y 与 X 同主族,则 Y 是 Si 元素;Z 和 W 原子中未成对电子数之比为 2:1,且二者原子序数都大于 Y,则 Z 是 S 元素、W 是 Cl 元素。 CCl_4 分子为非极性分子,A 正确;非金属性 $\text{Si} < \text{S} < \text{Cl}$ 元素,则 Y、Z、W 的最高价氧化物对应水化物的酸性强弱顺序是 $\text{Y} < \text{Z} < \text{W}$,B 正确; ZW_2 是 SCl_2 ,由于分子中硫原子上有两对孤电子对,故 SCl_2 为 V 形极性分子,C 正确; CCl_4 、 SiCl_4 、 SCl_2 分子中的中心原子价层电子对数都是 4,所以均为 sp^3 杂化,D 错误。

19.A 【解析】都是二元酸,根据较强酸可以生成较弱酸的反应规律,4 种含氧酸的酸性强弱顺序是: $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ 。

20.A 【解析】从 S_2Cl_2 分子的空间结构可知,该分子空间结构不对称,为极性分子。

21.D 【解析】水中没有游离态的氢原子,氢原子以共价键与氧原子形成水,无线电频率可以降低盐水中所含元素之间的“结合力”,释放出氢原子,这种结合力为共价键,该共价键是由不同元素形成的,为极性共价键。

22.(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$

3s	3p
↑↓	↑↓ ↑↓ ↑

(2) 共价键

(3) 正四面体 sp^3 杂化 非极性分子

【解析】依题意,X 为第四周期第ⅣA 族元素 Ge,其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$,Y 元素原子的最外层电子数比内层电子总数少 3,则 Y 是 Cl 元素,Cl 元素原子最外层电子的轨道表示式为

3s	3p
↑↓	↑↓ ↑↓ ↑

。GeCl₄ 分子中 Ge 与 Cl 形成的是极性共价键,分子的空间结构为正四面体形,中心原子为 sp^3 杂化,为非极性分子。

第 2 课时 分子间的作用力

典型例题

【例1】A 【解析】并不是所有含氢元素的化合物都能形成氢键,氢键一般存在于含 N—H、H—O、H—F 的物质中。氢键不是化学键,是介于范德华力和化学键之间的特殊作用力,本质上也是一种静电作用。

【例2】D 【解析】水在形成冰时,由于氢键的存在,使得密度减小,故冰浮在水面上,A 正确;水在 4℃ 时达到最大密度,B 正确;范德华力与氢键可同时存在于分子之间,C 正确;在水分子内含有 O—H 共价键,水分子间存在氢键,同时也存在范德华力等分子间作用力,D 错误。

自主学习

1. 分子 越大 越大

2. N、O、F 氢键

3. 分子间 分子内 升高 降低

4. 非极性 极性 难 难

基础夯实

A 级

- 5.B 【解析】从氢键的成键原理上讲,A、B 都成立;但从空间结构上讲,由于氨分子是三角锥形,易于提供孤电子对,所以以 B 方式结合空间阻碍最小,结构最稳定;从事实上讲,依据 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 可知答案是 B。
- 6.C 【解析】HF 分子间存在氢键,故沸点相对较高,A 正确;能形成分子间氢键的物质熔、沸点较高,邻羟基苯甲醛易形成分子内氢键,对羟基苯甲醛易形成分子间氢键,所以邻羟基苯甲醛的熔、沸点比对羟基苯甲醛的熔、沸点低,B 正确; H_2O 分子中的 O 可与周围 H_2O 分子中的两个 H 原子形成两个氢键,而 HF 分子中的 F 原子只能形成一个氢键,氢键越多,沸点越高,所以 H_2O 的沸点高,C 错误;氨气分子和水分子间形成氢键,导致氨气极易溶于水,D 正确。
- 7.A 【解析】题给物质中 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ 不能与水形成氢键,则溶解度最小,分子中含有羟基数目越多,与水形成的氢键越多,则溶解度越大,所以溶解度: $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH} > \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3$, 即 $d > a > b > c$ 。
- 8.A 【解析】手性异构体的分子组成完全相同,官能团也相同。

B 级

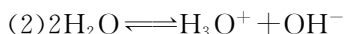
- 9.B 【解析】超临界水仍然呈中性,但 pH 不为 7,故 A、C 错误;根据“相似相溶”的规律,B 正确、D 错误。
- 10.B 【解析】如果一个碳原子连接四个不同的原子或原子团,这样的碳原子叫手性碳原子,B 中的物质不含这样的碳原子。
- 11.D 【解析】气体物质加压、降温时,聚集在一起形成液体甚至固体,A 不符合题意;氯化氢分子之间的作用力是很弱的范德华力,因此通常状况下氯化氢为气体,B 不符合题意;组成和结构相似的物质,随着相对分子质量的增加,范德华力逐渐增强,物质的熔、沸点逐渐升高,C 不符合题意; NaCl 中存在的作用力是很强的离子键,所以 NaCl 的熔点较高,与范德华力无关,D 符合题意。
- 12.B 【解析】水是极性分子, CS_2 是非极性分子, CS_2 在水中的溶解度很小,A 错误;因为 SO_2 和 HF 都是极性分子,水是极性分子,二者均易溶于水,B 正确; I_2 在常温下是固体, CS_2 在常温下是液体, SO_2 和 HF 在常温下是气体, CS_2 的熔沸点不是最低,C 错误;酒精与水互溶,不能用酒精萃取碘水中的碘,D 错误。

能力提升

A 级

- 13.D 【解析】 NH_3 分子与 H_2O 分子之间可以形成氢键,增大了 NH_3 在水中的溶解度;邻羟基苯甲酸形成分子内氢键,而对羟基苯甲酸形成分子间氢键,分子间氢键增大了分子间作用力,使对羟基苯甲酸的熔、沸点比邻羟基苯甲酸的高;乙醇分子结构中含有羟基,可以与水分子形成分子间氢键,从而增大了乙醇在水中的溶解度,使其能与水以任意比混溶,而乙醚分子结构中无羟基,不能与水分子形成氢键,在水中的溶解度比乙醇小得多;HF 分解时吸收的热量比 HCl 分解时吸收的热量多的原因是 $\text{H}-\text{F}$ 的键能比 $\text{H}-\text{Cl}$ 的键能大,与氢键无关。
- 14.D 【解析】当四个不同的原子或原子团连接在同一个碳原子上时,这个碳原子称为手性碳原子。但是这种对称只对物理性质有较大影响,无论是化学键还是分子的极性都是相同的。
- 15.D 【解析】若生成的新有机物为无光学活性的物质,则原有机物中的手性碳原子上至少有一个原子或基团发生转化使两个原子或基团具有相同的结构。A 项,反应后 $-\text{CHO}$ 转化为 $-\text{COONH}_4$,手性碳原子仍存在;B 项,反应后 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 转化为 $\text{CH}_2\text{O}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}$,手性碳原子仍存在;C 项,反应后 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 转化为 $-\text{CH}_2\text{ONa}$,手性碳原子仍存在;D 项,反应后 $-\text{CHO}$ 转化为 $-\text{CH}_2\text{OH}$,与原有机物手性碳原子上的一个基团结构相同,不再存在手性碳原子。

16.(1)2



(3) $x > z > y$ H_2O 分子间可以形成氢键; H_2Se 的相对分子质量大于 H_2S , 故沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S}$, 即 $x > z > y$

【解析】 H_2O 分子中的 O 原子上有两对孤电子对, 可与另外 2 个 H_2O 分子中的 H 形成 2 个氢键, H_2O 分子中的 2 个 H 可与另外的水分子中的氧原子形成氢键, 一个 H_2O 分子最多可以形成 4 个氢键, 由于氢键存在于水分子之间, 故 1 mol H_2O 形成的冰中约有 2 mol 氢键。 H_2O 电离后形成的两种所含电子数相同的离子是 H_3O^+ 和 OH^- 。

B 级

17.C **【解析】**氨分子稳定的原因是氨分子中 H—N 牢固, 而与氢键无关, A 错误; 由于手性碳原子为饱和碳原子, 所以只能发生 sp^3 杂化, B 错误; 甲烷不能与水形成氢键, D 错误。

18.B **【解析】** $(\text{H}_2\text{O})_n$ 是 H_2O 分子之间通过氢键结合而成的, 氢键不属于化学键, 因此 $(\text{H}_2\text{O})_n$ 不是一种新的分子, $(\text{H}_2\text{O})_n$ 仍保留着水的化学性质, A 错误、B 正确; $(\text{H}_2\text{O})_n$ 中每个氢原子形成一个氢键, 折合每摩尔水有 $2N_A$ 个氢键 (N_A 为阿伏加德罗常数的值), 当 $n=5$ 时, 1 mol $(\text{H}_2\text{O})_5$ 所含氢键数相当于 5 mol H_2O 分子含有的氢键数, 应为 $10N_A$ 个, C、D 错误。

19.B **【解析】**题图中的分子不含手性碳原子, 所以两分子不是手性分子; 两分子的分子式相同, 结构相同, 故两分子表示的物质是同一种物质。

20.A **【解析】**只有 A、C 项分子中含有手性碳原子, A 项分子与 H_2 发生加成反应后, 有支链的碳原子分别连有—H、— CH_3 、— C_2H_5 、— C_3H_7 , 四个取代原子或基团都不同, 是手性碳原子; C 项分子与 H_2 发生加成反应后, 中间碳原子上有两个相同的基团 (— CH_2OH), 没有手性碳原子。

21.D **【解析】**由 NaHSO_4 、 CH_3COOH 、 H_3BO_3 等示例可判断 A、B 项错误; 由 HClO 的酸性很弱而氧化性很强可判断 C 项错误; D 项中 H_3PO_4 和 H_2CO_3 的非羟基氧原子数均为 1, 但 H_2CO_3 的酸性比 H_3PO_4 (或 $n=1$ 的 HNO_2) 弱很多, 这是溶于水的 CO_2 只有很少的一部分 (约几分之一) 与水结合成碳酸的缘故。

第三章 晶体结构与性质

第一节 物质的聚集状态与晶体的常识

典型例题

【例1】D 【解析】晶体有固定的熔点, 由 a 的熔化曲线分析可知, 中间有一段温度不变但一直在吸收能量, 该段所对应的温度就是晶体 a 的熔点; 由 b 的熔化曲线可知, 温度一直升高, 所以物质 b 没有固定的熔点, 为非晶体。

【例2】D 【解析】碳原子位于该晶胞的体心, 所以该晶胞中含有 1 个碳原子; 镁原子位于该晶胞的顶角, 则该晶胞中所含镁原子数 $= 8 \times \frac{1}{8} = 1$; 镍原子位于该晶胞的面心, 则该晶胞中所含镍原子数 $= 6 \times \frac{1}{2} = 3$, 则该晶胞中 Mg、C、Ni 的个数比是 1 : 1 : 3, 所以该晶体的化学式为 MgCNi_3 , 故选 D。

自主学习

1. 分子 X 射线衍射 不一定

2. 有 无 周期性有序 无序 X 射线衍射

(1) 熔融态

(2) 气态 凝固 (凝华)

(3) 溶质

3. (1) 多面体

(2) 物理性质

(3)熔点

4.基本单元 平行六面

基础夯实

A 级

- 5.D 【解析】非晶体也可以有规则几何外形,A 错误;晶体与非晶体的根本区别在于晶体有自范性,B 错误;晶体具有固定的熔点,非晶体没有,C 错误;晶体有自范性,所以具有各向异性的固体纯净物一定是晶体,D 正确。
- 6.B 【解析】晶体内部粒子在空间上按一定规律做周期性重复排列,非晶体内部粒子在空间上没有做周期性重复排列,普通玻璃是非晶体,水晶是晶体,所以普通玻璃和水晶的根本区别是:普通玻璃的基本构成粒子无序排列,水晶的基本构成粒子呈周期性有序排列,B 正确。
- 7.C 【解析】由玻璃态的水密度与普通液态水的密度相同,质量不变,所以体积不变,A 错误;由玻璃态的水密度与普通液态水的密度相同,质量不变,所以体积不变,B 错误;由水的状态除了气、液和固态外,还有玻璃态,可知玻璃态是水的一种特殊状态,C 正确;玻璃态的水无固定形状,不是分子晶体,组成未发生改变,D 错误。
- 8.D 【解析】得到晶体一般有三条途径:①熔融态物质凝固;②气态物质冷却不经液态直接凝固(凝华);③溶质从溶液中析出;NaCl 饱和溶液降温,溶质从溶液中析出,符合途径③,A 正确;气态 H_2O 直接冷却成固态水,属于气态物质凝华,符合途径②,B 正确;从熔融的 KNO_3 冷却后所得到的固体,符合途径①,C 正确;熔融态物质急速冷却得到玻璃态物质,不属于晶体,D 错误。

B 级

- 9.B 【解析】晶体在固态时不具有自发性,不能形成新的晶体,A 错误;溶质从溶液中析出,可形成晶体,B 正确;圆形容器中结出的冰是圆形,不是自发形成的,C 错误;玻璃体属于非晶体,不具有自范性,由玻璃制成规则的玻璃球不是自发进行的,D 错误。
- 10.A 【解析】晶胞是能完整反映晶体内部原子或离子在三维空间分布之化学结构特征的平行六面体最小单元,A 正确;不同晶体的构成微粒不同,微粒的半径不同,所以晶胞的大小不同,晶胞的形状可能相同,B 错误;处于晶胞内部的粒子完全属于该晶胞,处于顶点、面心和棱边上的微粒与其它晶胞共用,C 错误;因为晶胞是能完整反映晶体内部原子或离子在三维空间分布,也是晶体中最小的结构单元,所以已知晶胞的组成就可推知晶体的化学式,D 错误。
- 11.D 【解析】六边形中由 6 个 C 原子,每个碳原子被 3 个六边形共用,则一个六边形占有的碳原子数目是 $6 \times \frac{1}{3} = 2$,占有的碳碳单键数目是 $6 \times \frac{1}{2} = 3$,所以碳原子数与碳碳单键数之比为 2:3。

12.(1)3:1

(2)1

(3)29

(4)6

能力提升

A 级

- 13.B 【解析】观察结构图知,I 中粒子呈周期有序排列,II 中粒子排布不规则,故 I 为晶体,II 为非晶体。晶体具有各向异性,具有固定熔点,非晶体没有固定熔点,用 X-射线检验两者,图谱明显不同。
- 14.C 【解析】该晶体的晶胞是正方体形晶胞。该晶胞拥有的 X 原子数为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$;Y 原子位于该晶胞内,共有 4 个,因此该晶胞中拥有的 Y 原子数为 4;Z 原子数只有 1 个,位于晶胞的体心上,故该晶体的化学式为 XY_4Z 。

15.(1) X_2Y

(2)1 : 3 : 1

(3)8

16.(1)3 : 1

(2)2 4

B 级

17.B 【解析】A 项中 X、Y 的位置、数目完全等同,化学式为 XY,正确;B 项中 X、Y 的个数比为 $1 : (8 \times \frac{1}{8}) =$

$1 : 1$,化学式为 XY,错误;C 项中 X 的数目: $4 \times \frac{1}{8} + 1 = \frac{3}{2}$,Y 的数目: $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$,化学式为 X_3Y ,正确;

D 项中 X 的数目: $8 \times \frac{1}{8} = 1$,Y 的数目: $6 \times \frac{1}{2} = 3$,Z 位于体心,数目为 1,化学式为 XY_3Z ,正确。

18.D 【解析】 K^+ 的个数: $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$; O_2^- 的个数: $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$,故其比值为 1 : 1,应选 D。

19.C 【解析】位于顶点的铜原子(最上层平面和最下层平面)共 8 个,这个晶胞中只分摊到 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ (个);

位于棱上(中间两个平面)的也是 8 个,这个晶胞分摊到的是 $8 \times \frac{1}{4} = 2$ (个),所以每个晶胞单独占有的铜

原子数为 3 个。氧原子共 13 个,位于晶胞面上(不含棱)的是 7 个,位于晶胞棱上的是 6 个,所以每个晶

胞单独含有的氧原子数共为 $7 \times \frac{1}{2} + 6 \times \frac{1}{4} = 5$ (个)。所以该晶体每个晶胞中平均分摊到(即单独占有)

的钇原子、钡原子、铜原子和氧原子个数分别为 1、2、3、5,化学式为 $YBa_2Cu_3O_5$ 。

20.B 【解析】由图可知该晶体部分结构的上下两面为正三角形,因此处于顶点的粒子为 12 个该结构共用,

故该结构中 A 的数目为 $6 \times \frac{1}{12} = \frac{1}{2}$;处于水平棱上的粒子为 4 个该结构共用,处于垂直棱上的粒子为 6

个该结构共用,故该结构单元中包含 B 粒子的数目为 $6 \times \frac{1}{4} + 3 \times \frac{1}{6} = 2$;该结构中包含 C 粒子的数目为

1,由此可见 A、B、C 三种粒子的数目之比为 $\frac{1}{2} : 2 : 1 = 1 : 4 : 2$ 。

21.A 【解析】根据题意知,图给结构就是其分子结构,分子中含有的原子就是其化学式中含有的原子,直接数出其中的 Ti 原子和 C 原子个数即可,其分子式为 $Ti_{14}C_{13}$ 。

22.(1)4 8 CaF_2

(2)4

(3) $a^3 \times 10^{-21} \frac{312}{N_A a^3 \times 10^{-21}}$

第二节 分子晶体与共价晶体

第 1 课时 分子晶体

典型例题

【例1】D 【解析】 H_2 是分子晶体构成的单质, CH_4 、 HCl 都属于分子晶体构成的化合物,A 错误; SiO_2 为共价晶体构成的化合物; CO_2 、 H_2SO_4 都属于分子晶体构成的化合物,B 错误; CaO 为离子晶体构成的化合物,

CO、NO 都属于分子晶体构成的化合物,C 错误;苯和乙醇都属于分子晶体构成的化合物,D 正确。

【例2】B 【解析】题图所示的甲烷晶胞中的球代表的是1个甲烷分子,并不是1个C原子,A 错误;由甲烷的晶胞结构图分析可知,与位于晶胞顶角的甲烷分子距离最近且相等的甲烷分子有3个,而这3个甲烷分子在晶胞的面心上,因此被2个晶胞所共用,顶角上的甲烷分子为8个晶胞共用,故晶体中与1个甲烷分子紧邻的甲烷分子数目为 $3 \times 8 \times \frac{1}{2} = 12$,B 正确;甲烷晶体是分子晶体,熔化时需克服范德华力,C 错误;

甲烷晶胞属于面心立方晶胞,该晶胞中甲烷分子的数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,D 错误。

自主学习

1. 分子 分子间作用力

2.(1)非金属氢化物

(2)非金属单质

(3)非金属氧化物

(4)酸

(5)有机物

3.(1)较低 很小

(2)不导

(3)相似相溶

4.(1)氢键 方向性 4

(2)范德华力 12

基础夯实

A 级

5.C **【解析】**二氧化硅是共价晶体,A 错误;白磷分子式为 P_4 ,属于单质形成的分子晶体,不是化合物,B 错误;干冰为二氧化碳晶体,是化合物形成的分子晶体,C 正确;食盐为氯化钠晶体,是氯离子和钠离子构成的离子晶体,D 错误。

6.C **【解析】**分子晶体的稳定性与化学键有关,共价键越强,稳定性越大,而分子间作用力只影响物质的熔沸点,A 错误;稀有气体形成的分子晶体,不含有共价键,B 错误;冰和 Br_2 都是由分子构成的分子晶体,C 正确;稀有气体的构成微粒是分子,能形成分子晶体,D 错误。

7.B **【解析】**分子晶体是由分子构成的,A 正确;固态或熔融态时,分子晶体既不电离也没有自由移动的电子,均不能导电,B 错误;分子间以分子间作用力相结合,C 正确;分子晶体的熔、沸点一般比较低,D 正确。

8.C **【解析】**①HCl、②HBr、③HI、④CO、⑤ N_2 、⑥ H_2 都属于分子晶体,而相对分子质量由大到小的顺序是③HI、②HBr、①HCl、④CO、⑤ N_2 、⑥ H_2 ,根据分子晶体熔、沸点高低的判断依据得熔、沸点由高到低的顺序是③②①⑥;CO和 N_2 分子量相同,但是CO是极性分子, N_2 是非极性分子,所以熔、沸点前者大于后者,都大于 H_2 ,故熔、沸点由高到低的顺序是③②①④⑤⑥。

B 级

9.B **【解析】**NaCl、 $MgCl_2$ 、 $CaCl_2$ 的熔、沸点高,是离子晶体,而 $AlCl_3$ 、 $SiCl_4$ 的熔、沸点较低,是分子晶体。

10.A **【解析】** CCl_4 属于分子晶体,常温常压下为液体,含有共价键。① $SiCl_4$ 与 CCl_4 结构相似,则 $SiCl_4$ 是分子晶体,正确;② $SiCl_4$ 与 CCl_4 结构相似,且 $SiCl_4$ 的相对分子质量较大、 CCl_4 是液体,则常温常压下 $SiCl_4$ 不可能是气体,正确;③ $SiCl_4$ 中Si与Cl形成共价键,则 $SiCl_4$ 是由极性共价键形成的分子,正确;④分子晶体的相对分子质量越大,熔点越高,则 $SiCl_4$ 的熔点高于 CCl_4 ,正确。

11.A **【解析】**由图可知,每个水分子与四个方向的其他4个水分子形成氢键,每个氢键为两个水分子共有,因此每个水分子形成的氢键个数为 $4 \times \frac{1}{2} = 2$ 。

12.(1)①< ②> ③> ④< ⑤>

(2)在熔融状态下,验证其是否导电,若不导电,则是共价化合物

能力提升

A 级

13.D 【解析】甲烷晶体的构成微粒是甲烷分子,属于分子晶体,氯化钠晶体的构成微粒是离子,属于离子晶体,所以该晶体与氯化钠的晶体类型不同,A 错误;甲烷晶体的构成微粒是甲烷分子,属于分子晶体,熔化只需要破坏分子间作用力,不需要破坏共价键,B 错误;由于非金属性越强形成的氢化物越稳定,因为 C 的非金属性比 Si 强,所以 SiH_4 分子的稳定性弱于甲烷,C 错误;根据晶胞的结构可知,以晶胞中顶点上的甲烷分子为研究对象,与它距离最近等距离的甲烷分子分布在立方体的 3 个面心上,每个甲烷分子被 8 个立方体共用,每个面心又被 2 个立方体共用,所以每个甲烷分子周围与它距离最近等距离的甲烷分子有 $\frac{3 \times 8}{2} = 12$ 个,D 正确。

14.C 【解析】分子晶体的熔沸点较低,硬度较小,导致这些性质特征的本质原因是晶体微粒间的相互作用,因为范德华力和氢键相对于化学键来说是极其微弱的,故分子晶体具有的本质特征是晶体内微粒间以分子间作用力相结合。

15.(1) $12 \frac{\sqrt{2}}{2} a$

(2)氢键 范德华力 方向 4 四面体 较低 小

16.(1)分子

(2)分子间作用力

(3) $\frac{1\ 016}{a^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

B 级

17.B 【解析】题目的核心是“室温”,在该条件下 H_2O 、 H_2SO_4 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 均为液体,而 CH_4 、 HF 、 CO_2 、 NO_2 、 SO_2 、 HCHO 均为气体,B 正确。

18.D 【解析】 BCl_3 的熔、沸点较低,则 BCl_3 分子间以范德华力相结合,故其应为分子晶体,分子晶体熔化时不导电,A、B 错误; $\text{Cl}-\text{B}-\text{Cl}$ 的键角为 120° ,则可确定 BCl_3 为平面三角形结构,分子中正、负电中心重合,为非极性分子,C 错误;由题给信息结合原子守恒可推知氯化硼水解的另一产物为硼酸,D 正确。

19.D 【解析】分子晶体的熔点较低,通过题中信息 Al_2H_6 的熔点为 150°C ,结合 Al_2H_6 的球棍模型可推出 Al_2H_6 为分子晶体,A 正确;根据题中信息 Al_2H_6 的燃烧热值极高,判断 Al_2H_6 能燃烧, Al_2H_6 的组成元素只有 Al、H 两种,故在空气中燃烧的产物为氧化铝和水,B 正确;氢铝化合物组成元素为 Al 和 H 两种,而氢气是很好的燃料,但氢气的储存和运输极不方便,将其转化成氢铝化合物后,就可以解决这一难题,同时氢铝化合物的燃烧热值极高,因此可以作为未来的储氢材料和火箭燃料,C 正确;根据化合物中各元素正、负化合价的代数和为 0,在 $\text{Al}_n\text{H}_{2n+2}$ 中,有 $(+3) \times n + (-1) \times (2n+2) = 0$,则有 $3n = 2n+2$,故 $n = 2$,进而推出化学式为 Al_2H_6 ,所以 $\text{Al}_n\text{H}_{2n+2}$ 不是氢铝化合物的通式,D 错误。

20.B 【解析】题中图示表示的是一种分子(不是晶胞),故该化合物为分子晶体,分子式为 S_4N_4 ,A 错误;从分子结构图上可知,分子中存在 N—S 极性键和 S—S 非极性键,B 正确;该物质形成的是分子晶体,具有较低的熔、沸点,C 错误;该物质与 S_2N_2 都不是单质,它们之间并非同素异形体,D 错误。

21.A 【解析】硼酸晶体中存在 H_3BO_3 分子,且该晶体中存在氢键,说明硼酸由分子构成,是分子晶体,A 正确;分子的稳定性与分子内的 B—O、H—O 共价键有关,与氢键无关,B 错误;B 只形成了 3 个单键,没有孤电子对,所以采取 sp^2 杂化,C 错误;根据图示,1 个硼酸分子形成了 6 个氢键,但每个氢键是 2 个硼酸分子共用的,所以平均一个硼酸分子含 3 个氢键,则 1 mol H_3BO_3 晶体中含有 3 mol 氢键,D 错误。

- 22.(1)分子 高 N_{60} 、 N_2 均形成分子晶体,且 N_{60} 的相对分子质量大,分子间作用力大,故熔、沸点高
 (2)放出 13 230 <
 (3) N_{60} 可作高能炸药(其他合理答案也可以)

第2课时 共价晶体

典型例题

【例1】C 【解析】共价晶体中只含有共价键,分子晶体中不一定含有共价键,如稀有气体,A 错误;共价晶体的熔点一定比分子晶体的熔点高,B 错误;分子晶体熔化时,不破坏共价键,破坏的是分子间作用力;共价晶体熔化时,破坏共价键,C 正确;分子晶体中稀有气体晶体中无共价键,D 错误。

【例2】B 【解析】 Al_2O_3 是两性氧化物,属于物质的分类,与晶体类型无关,①错误;硬度很大、熔点为 $2045^\circ C$ (很高),都是共价晶体的物理性质,②③正确;由于共价晶体中原子间都以共价键相结合形成三维骨架结构,故几乎不溶于水,④正确;红宝石、蓝宝石是刚玉在自然界中的存在形式,与晶体类型无关,⑤错误,正确的组合是②③④。

自主学习

- 共价键 (1)很高 很大 难 不
(2)越短
- (1)硼(B) 硅(Si) 金刚石
(2)碳化硅(SiC) 二氧化硅(SiO_2) 氮化硼(BN)
- 共价单键 4 $109^\circ 28'$ 正四面 sp^3 六
- 共价键 4 2 6 6 1:2

基础夯实

A 级

- B 【解析】稀有气体分子中不存在化学键,A 错误。分子晶体受热熔化时,破坏的是分子间作用力,C 错误。在分子晶体中还可能存在氢键与共价键,D 错误。
- A 【解析】由原子构成的晶体可能是分子晶体,比如稀有气体,A 正确;二氧化碳固体为分子晶体,二氧化碳分子内碳原子与氧原子之间为共价键,B 错误;稀有气体分子形成的晶体不含有共价键,C 错误;冰中水分子间存在氢键,氢键具有方向性,所以冰不具有分子密堆积的特征,D 错误。
- C 【解析】干冰和 SiO_2 所属晶体类型不同,干冰为分子晶体,熔化时破坏分子间作用力, SiO_2 为共价晶体,熔化时破坏化学键,所以熔点较高。
- B 【解析】冰融化克服氢键,属于物理变化, $H-O$ 没有断裂,A 错误;影响共价晶体熔沸点高低的因素是键能的大小,共价键的键长越短,键能越大,熔点就越高,B 正确;影响分子晶体熔沸点高低的因素是相对分子质量大小,与共价键的键能无关,C 错误;分子的稳定性与分子间作用力无关,稳定性属于化学性质,分子间作用力影响物理性质,D 错误。故选 B。

B 级

- D 【解析】在二氧化硅晶体中,由 Si、O 构成的最小单元环是 12 元环,每个最小环中含有 6 个硅原子和 6 个氧原子,A 错误; 124 g 白磷(P_4)晶体物质的量 $= \frac{124\text{ g}}{4 \times 31\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1\text{ mol}$,又因为 1 个 P_4 分子中含 6 个 $P-P$,所以在 124 g 白磷(P_4)晶体中,含 $P-P$ 共价键的个数为 $6N_A$,B 错误; $C-C$ 键键能大于 $Si-Si$ 键,所以金刚石的熔沸点高于晶体硅,C 错误;金刚石晶体中,1 个碳原子形成 4 个共价键,每个共价键连有两个 C 原子,所以碳原子数与 $C-C$ 的键数之比为 1:2,D 正确。
- C 【解析】金刚石是 1 个中心 C 原子连接 4 个 C 原子,二氧化硅是 1 个中心 Si 原子连接 4 个 O 原子,均为正四面体,A 正确;金刚石中,1 个 C 原子与另外 4 个 C 原子形成 4 个 $C-C$,这个 C 原子对每个单键的

贡献只有 $\frac{1}{2}$, 所以 1 mol C 原子形成的 C—C 为 $4 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 2 \text{ mol}$, 而 SiO_2 晶体中 1 个 Si 原子分别与 4 个 O 原子形成 4 个 Si—O, 则 1 mol SiO_2 晶体中 Si—O 为 4 mol, B 正确; 干冰熔化时只破坏分子间作用力, 共价键不会断裂, C 错误; 共价晶体的构成微粒是原子不是分子, D 正确。

11. B 【解析】根据题意可知在 40 GPa 的高压容器中, 用 Nd:YbLiF₄ 激光器将液态二氧化碳加热到 1 800 K, 二氧化碳转化为与石英具有相似结构的晶体, 则此状态下的二氧化碳应为共价晶体, 具有高熔点、高硬度的特点, 硬度与金刚石相近。

12. (1) ①⑩

(2) ①⑤⑧⑩

(3) ⑤

(4) ②⑬ ④⑤

能力提升

A 级

13. C 【解析】冰为水的固体, 水分子内存在共价键, A 错误; 冰存在氢键, 沸点比干冰高, B 错误; 冰晶体中氧原子和金刚石中的碳原子都为 sp^3 杂化, C 正确; 二氧化碳位于晶胞的定点, 与之距离最近的二氧化碳分子位于面心, 共有 $3 \times 8 \times \frac{1}{2} = 12$, D 错误。

14. C 【解析】 SiO_2 晶体是共价晶体, 不存在分子, A 错误; 1 mol SiO_2 晶体存在 4 mol Si—O, 所以 60 g SiO_2 晶体即 1 mol SiO_2 晶体含有 4 mol Si—O, B 错误; 晶体中一个硅原子和四个氧原子, 形成四面体结构, 四个氧原子处于同一四面体的四个顶点, C 正确; SiO_2 晶体是共价晶体, CO_2 晶体是分子晶体, D 错误。

15. (1) 分子 共价

(2) 1 : 2

(3) <

16. (1) sp^3 共价键 $\text{SiC} > \text{Si}$

(2) Si 的原子半径较大, Si、O 原子间距离较大, p-p 轨道肩并肩重叠程度较小, 不能形成上述稳定的 π 键
共价 分子 <

(3) 原子、原子、原子、分子 共价键、共价键、共价键、分子间作用力

B 级

17. C 【解析】SiC 晶体中碳原子周围有 4 个硅原子, 而硅原子周围有 4 个碳原子, 均采用 sp^3 杂化, A 正确; 共价键的键长越短, 键能越大, 则熔沸点越高, C—Si 的键长比 Si—Si 的键长短, 硅单质的熔点低于 2 700 °C, B 正确; 距离硅原子最近且距离相等的硅原子数为 12, C 错误; 若晶胞参数为 $a \text{ pm}$, 则该晶体的密度为 $\frac{160 \text{ g}}{N_A \times a^3 \times 10^{-30} \text{ cm}^3} = \frac{160}{6.02 \times 10^{-7} a^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, D 正确。

18. C 【解析】组成和结构相似的分子晶体的熔点与相对分子质量成正比, 故熔点: $\text{CF}_4 < \text{CCl}_4 < \text{CBr}_4 < \text{CI}_4$, A 正确; 共价晶体的熔、沸点高低与共价键的强弱成正比, 原子半径越小, 共价键越强, 熔、沸点越高, 熔、沸点由高到低: 金刚石 > 碳化硅 > 晶体硅, B 正确; HF 分子间能够形成氢键, 在 4 种氢化物中沸点最高, C 错误; 由题图知, 晶胞结构中硼原子数为 6, 镁原子数为 $12 \times \frac{1}{6} + 2 \times \frac{1}{2} = 3$, 则超导材料的化学式为 MgB_2 , D 正确。

19. B 【解析】根据氮化铝晶体的性质, 可知它属于共价晶体, A 错误; 氮化铝晶体属于共价晶体, 硬度很高, 能用于制造切割金属的刀具, B 正确; 根据晶胞结构可知, 一个氮化铝晶胞中含有的 Al 原子的数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$, C 错误; 观察晶胞结构, 可得氮化铝晶体中 Al 的配位数为 4, D 错误。

- 20.C 【解析】由图可知,每个P原子周围有4个B原子,每个B原子周围有4个P原子,则化学式为BP,磷化硼是一种超硬耐磨涂层材料,据此推断磷化硼晶体属于共价晶体,不是分子晶体,因为分子晶体脆、熔点不高,A错误;磷化硼是一种超硬耐磨涂层材料,则磷化硼晶体属于共价晶体,其熔点高,不存在阴阳离子、熔融状态下不能发生电离、不导电,B错误;由图可知,每个P原子周围有4个B原子,每个B原子周围有4个P原子,B、P原子间通过共价键结合,即磷化硼晶体中每个原子均参与形成4个化学键,C正确;磷化硼晶体属于共价晶体,不存在分子间作用力,其融化时破坏的是共价键,D错误。
- 21.B 【解析】基态铝原子核外电子分布在1s、2s、2p、3s、3p能级上,电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$,价电子排布式为 $3s^2 3p^1$,A正确;氮气分子中含有1个氮氮三键,为直线形结构,其结构式为 $N\equiv N$,氮原子的孤电子对数 $=\frac{5-3\times 1}{2}=1$,三键中含1个 σ 键,氮原子的价层电子对数 $=1+1=2$,氮原子的杂化方式:sp,它的杂化轨道用于形成 σ 键,两个p轨道形成两个 π 键,B错误;氮氧化铝($AlON$)属共价晶体,水晶(SiO_2)属于共价晶体,化学键都是共价键,C正确;氮氧化铝($AlON$)属共价晶体,氯化铝为共价化合物,但属于分子晶体,所以 $AlON$ 的熔点比 $AlCl_3$ 的熔点高,D正确。
- 22.(1)A
 (2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$ 或 $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^1$
 (3) sp^2 非极性 三角锥形 $NH_3 > AsH_3 > PH_3$
 (4)4 正四面体形

第三节 金属晶体与离子晶体

第1课时 金属晶体

典型例题

- 【例1】B 【解析】汞在固态时也是金属晶体,A错误;钠是金属,所以是金属晶体,B正确;塑料和金刚石不是金属,不可能是金属晶体,C、D错误。
- 【例2】A 【解析】金属一般具有银白色光泽是由于金属键中的自由电子在吸收可见光以后,发生跃迁,成为高能态,然后又会回到低能态,把多余的能量以可见光的形式释放出来的缘故,所以与金属阳离子无关,A错误;金属内部有自由电子,当有外加电压时电子定向移动,所以金属易导电,B正确;金属自由电子受热后运动速率增大,与金属离子碰撞频率增大,传递了能量,故金属有良好的导热性,C正确;当金属晶体受到外力作用时,金属原子间滑动而不断裂,所以表现出良好的延展性,D正确。

自主学习

- 1.价电子 电子气 金属原子
- 2.金属阳离子 自由电子 方向性 饱和性
- 3.(1)半径 价电子数 原子半径 价电子数
 (2)熔、沸 硬度 钨 铬
- 4.导电性 导热性 延展性

基础夯实

A级

- 5.D 【解析】金属晶体是由金属阳离子和自由电子构成,不存在阴离子。
- 6.B 【解析】金属键的形成是通过金属离子与自由电子之间强烈的相互作用。
- 7.C 【解析】金属能导电是因为自由电子在外加电场作用下能定向移动,A错误;金属能导热是因为自由电子在热的作用下与金属原子碰撞,从而发生热的传导,B错误;在外力的作用下,金属晶体各原子层会发生

相对滑动,但不会改变原来的排列方式,故金属具有良好的延展性,而且自由电子可以起到类似轴承中滚珠之间润滑剂的作用,C 正确;合金与纯金属相比,由于增加了不同的金属或非金属,相当于填补了金属阳离子之间的空隙,所以一般情况下合金的延展性比纯金属弱、硬度比纯金属大,D 错误。

- 8.C 【解析】固体金属中有金属阳离子、自由电子,但无阴离子,A 错误;金属键越强,金属的熔点越高,B 错误;将铁制品做成炊具,只利用了金属的延展性和导热性,金属键没有被破坏,C 正确;常温下,金属汞是液体,D 错误。

B 级

- 9.D 【解析】共价晶体难溶于水,不导电,所以固体不导电,但溶于水或熔融后能导电,不是共价晶体的性质,A 错误;固体或熔融后易导电,熔点在 1000 °C 左右为金属晶体的性质,不是共价晶体的性质,B 错误;由分子间作用力结合而成,熔点低为分子晶体性质,不是共价晶体性质,C 错误;共价晶体是原子通过共价键结合成网状结构,熔点高,硬度大,D 正确。
- 10.D 【解析】金属受外力作用时常常发生变形而不易折断,这是因为金属晶体中各层会发生相对滑动,A 错误;金属里的自由电子要是在外电场作用下才能发生定向移动产生电流,B 错误;金属的导热性是由于自由电子碰撞金属离子将能量进行传递,C 错误;受热的自由电子的能量增大,无规则运动加剧,影响自由电子的定向移动,导电能力减弱,D 正确。
- 11.B 【解析】温度升高,自由电子和金属阳离子的动能均增加,金属阳离子对自由电子的阻碍作用增大,所以金属导电性减弱,综上所述,B 项正确。
- 12.(1)铜的半径小,价电子数目多,铜的金属键强度大于钙

(2)C

能力提升

A 级

- 13.B 【解析】金属键不是存在于相邻原子之间的作用力,而是属于整块金属,因此没有方向性和饱和性,A 错误;金属键是存在于金属阳离子和“自由电子”之间的强的相互作用,这些“自由电子”为所有阳离子所共用,其本质也是电性作用,B 正确;金属键是存在于金属阳离子和“自由电子”,当给金属通电时,“自由电子”定向移动而导电,C 错误;金属具有光泽是因为自由电子能够吸收可见光,但是并不能放出可见光,D 错误。
- 14.B 【解析】用铂金做首饰,是因为有金属光泽,金属具有光泽是因为自由电子能够吸收可见光,能用金属键理论知识解释,A 错误;金属晶体中有电子,能导电,大多数在常温下为固体,熔点较高,所以固体或熔融状态易导电,熔点在 1000 °C 左右可能属于金属晶体,B 正确;碱金属元素的单质,原子序数越大,原子半径越大,金属键越弱,熔沸点越低,则单质熔点: $\text{Li} > \text{Na} > \text{K}$,C 错误;金属导电是靠自由移动的电子,电解质导电是靠自由移动的离子,导电的原理不一样,D 错误。

15.3

16.(1) SnCu_3P

(2)4 平面正方形

B 级

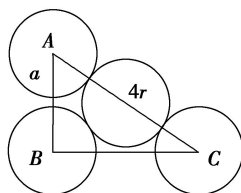
- 17.D 【解析】结构相似的共价晶体,原子半径越小,则共价键的键长越短,键能越大,晶体的硬度和熔沸点越高,A 正确;某无色晶体能溶于水,则应不是金属晶体,质硬而脆,熔点为 801 °C,熔沸点较高,应不是分子晶体,熔化状态下能导电,应为离子晶体,B 正确;易溶于 CS_2 ,根据“相似相溶”原理推测应具有分子结构,液态时不导电,说明不是离子晶体或金属晶体,水溶液能导电,则应为分子晶体,C 正确;金属晶体不一定有较高的熔点,如金属晶体 Hg,常温下为液体,熔点较低,D 错误。
- 18.B 【解析】由分子间作用力结合而成,熔点低,为分子晶体的特点,A 错误;固态或熔融后能导电,熔点在 1 000 °C 左右,可能为金属晶体,B 正确;以共价键结合成三维骨架结构,熔点高,是共价晶体的特点,C 错

误;固态时不导电,不符合金属晶体的特征,D 错误。

19.C 【解析】价电子数 $\text{Al} > \text{Mg} = \text{Ca}$, 原子半径 $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Al}$, 所以熔沸点 $\text{Al} > \text{Mg} > \text{Ca}$, A 错误, C 正确; 价电子数 $\text{Al} > \text{Na} = \text{Li}$, 原子半径 $\text{Na} > \text{Al} > \text{Li}$, 所以熔沸点 $\text{Al} > \text{Li} > \text{Na}$, B 错误; 价电子数 $\text{Al} > \text{Mg} = \text{Ba}$, 原子半径 $\text{Ba} > \text{Mg} > \text{Al}$, 所以熔沸点 $\text{Al} > \text{Mg} > \text{Ba}$, D 错误。

20.B 【解析】根据均摊法计算:面心立方晶胞中有 8 个原子位于顶点,6 个原子位于面心,所以晶胞中的原子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 。

21.B 【解析】如果沿着某一面的对角线对晶胞作横切面,可得如图所示的结构,其中 AB 为晶胞的边长, BC 为晶胞的面对角线, AC 为晶胞的体对角线。根据立方体的特点可知: $BC = \sqrt{2}a$, 结合 $AB^2 + BC^2 = AC^2$ 得: $r = \frac{\sqrt{3}}{4}a$ 。



$$22. \frac{241}{a^3 N_A} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

第 2 课时 离子晶体

典型例题

【例1】D 【解析】离子键是阴阳离子阴阳离子间存在的作用力,包含静电引力和静电斥力, A 错误;阴、阳离子的配位数与阴、阳离子的个数比,以及离子半径有关,如 NaCl 、 CsCl 晶体结构中离子配位数分别为 6 和 8, B 错误;共价化合物中属于共价晶体的熔点可能高于离子晶体,如二氧化硅的晶体的熔点大于氯化钠, C 错误;熔融状态下,离子化合物会发生电离,形成自由移动的离子,所以能导电, D 正确。

【例2】A 【解析】 NaOH 为离子晶体,含有离子键和共价键, A 错误;含有离子键的化合物形成的晶体一定是离子晶体, B 正确; NaOH 为离子晶体,含有离子键和共价键, C 正确; $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 为离子晶体,阳离子 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 中存在电中性分子 NH_3 , D 正确。

自主学习

1.阳离子 阴离子

2.静电作用 越多 越小

3.(1)高 大

(2)熔化 溶于水

4.6 正八面体 6 正八面体 NaCl

(1)12

(2)4 4

基础夯实

A 级

5.C 【解析】离子键是带相反电荷的离子之间的相互作用,它是一种静电作用,没有方向性和饱和性, A 错误;离子化合物也可含有共价键,如氢氧化钠中含 $\text{H}-\text{O}$ 共价键, B 错误;离子键的强弱可以用离子半径以及所带的电荷来衡量,离子半径越小,所带电荷越多,离子键越强, C 正确;离子键不仅仅是吸引作用也有排斥作用, D 错误。

6.D 【解析】具有较高的熔点的不一定是离子晶体,共价晶体也具有较高的熔点,如金刚石,A 错误;不一定是离子晶体,如冰醋酸等分子晶体固态不导电,水溶液能导电,B 错误;含有金属阳离子的晶体是离子晶体或金属晶体,金属晶体是金属阳离子和自由电子构成的,熔点较高,C 错误;离子晶体固体中离子不能自由移动,所以不能导电,而熔融状态下可以电离出自由移动的离子,所以可以导电,D 正确。

7.A 【解析】NaCl 为立方面心结构,钠离子为 $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$,则 1 mol 氯化钠中有 $4N_A$ 个 Na^+ , $4N_A$ 个 Cl^- ,不存在分子,A 错误;由 NaCl 晶胞结构可知,钠离子在棱心和体心时,顶点和面心为氯离子,则每个 Na^+ 周围距离相等的 Cl^- 共有 6 个,B 正确;每个 Cl^- 周围最近的 Na^+ 离子构成正八面体,C 正确;由 NaCl 晶胞结构可知,钠离子在棱心和体心时,顶点和面心为氯离子,则由 A 分析可知,平均每个 NaCl 晶胞中有 4 个 Na^+ 、4 个 Cl^- ,D 正确。

8.C 【解析】离子晶体是由离子构成的,熔化时克服的是离子键,产生自由移动的离子,能导电,而分子晶体、共价晶体熔化时,不能产生自由移动的离子,不导电,所以 CaF_2 固体不导电,但在熔融状态下可导电一定能说明 CaF_2 是离子晶体,C 正确。

B 级

9.C 【解析】C、H、O 是非金属元素,这三种元素相互化合只能形成共价化合物(如 H_2CO_3),不能形成离子化合物,A 错误;Na 是活泼金属元素,S、O 是非金属元素,这三种元素相互化合只能形成离子化合物(如硫酸钠),不能形成共价化合物,B 错误;H、N、O 是非金属元素,各元素相互化合可以共价化合物(如硝酸),属于分子晶体,也可以形成离子化合物(如硝酸铵),属于离子晶体,C 正确;H、S、O 是非金属元素,这三种元素相互化合只能形成共价化合物(如 H_2SO_4),不能形成离子化合物,D 错误。

10.B 【解析】有 8 个阳离子位于顶点,晶胞中平均含有阳离子数目为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$,1 个阴离子位于体心,为晶胞所独有,故晶胞中含有的阴离子数目为 1,则阳离子和阴离子的比值为 1:1,化学式为 MN,A 错误;有 4 个阳离子位于顶点,晶胞中平均含有阳离子数目为 $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$,1 个阴离子位于体心,为晶胞所独有,故晶胞中含有的阴离子数目为 1,则阳离子和阴离子的比值为 $\frac{1}{2} : 1 = 1 : 2$,化学式为 MN_2 ,B 正确;有 4 个阳离子位于顶点,阳离子个数是 $4 \times \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$,有 4 个阴离子位于顶点,1 个阴离子位于体心,为晶胞所独有,阴离子个数都是 $4 \times \frac{1}{8} + 1 = \frac{3}{2}$,所以其化学式为 MN_3 ,C 错误;阳离子位于顶点和面心,晶胞中总共含有阳离子数目为: $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,1 个阴离子位于体心,为晶胞所独有,故晶胞中含有的阴离子数目为 1,则阳离子和阴离子的比值为 4:1,化学式为 M_4N ,D 错误。

11.A 【解析】 K^+ 位于晶胞棱心,则被横平面、竖平面和正平面共有,且每一个平面有 4 个 K^+ 距离最近,共 $4 \times 3 = 12$ 个,A 错误; K^+ 位于晶胞棱心,与 K^+ 距离相等且最近的 O_2^- 位于顶点和面心,共有 6 个,B 正确; K^+ 位于晶胞棱心和体心,数目为 $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$, O_2^- 位于顶点和面心,数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,即一个 KO_2 晶胞中摊得的 K^+ 和 O_2^- 粒子数均为 4 个,C 正确;与 K^+ 距离相等且最近的 O_2^- 共有 6 个,构成正八面体, K^+ 位于正八面体中心,D 正确。

12.(1) $\text{NiO} > \text{CoO} > \text{FeO}$

(2)①因为 Ca^{2+} 的半径小于 Sr^{2+} , Ca^{2+} 更易结合 CO_3^{2-} 中的 O^{2-} ,使 CaCO_3 更易分解为 CO_2 和 CaO

②高 Mg^{2+} 的半径小于 Na^+ , O^{2-} 的半径小于 Cl^- ,而且 Mg^{2+} 、 O^{2-} 所带电荷数均比 Na^+ 、 Cl^- 多, Mg^{2+} 与 O^{2-} 之间的作用力更强, MgO 的晶格能比 NaCl 的大,熔点高

能力提升

A 级

13.B 【解析】四种离子晶体所含阴离子相同,所含阳离子不同。对 Mg^{2+} 、 Cs^+ 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 进行比较, Cs^+ 所带电荷数最少,半径最大,其与 O^{2-} 形成的离子键最弱,故 Cs_2O 的熔点最低。对 Mg^{2+} 、 Cs^+ 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 进行比较,它们所带电荷数一样多,半径 $\text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Ba}^{2+}$,与 O^{2-} 形成的离子键由强到弱的顺序是 $\text{MgO} > \text{CaO} > \text{BaO}$,相应离子晶体的熔点由高到低的顺序为 $\text{MgO} > \text{CaO} > \text{BaO}$ 。综上所述,四种离子晶体熔点的高低顺序是 $\text{MgO} > \text{CaO} > \text{BaO} > \text{Cs}_2\text{O}$,B正确。

14.D 【解析】在 NaCl 晶体中距 Na 最近的 Cl^- 是 Na^+ 的上下左右前后六个顶点依次相连便是正八面体,A正确;铜原子的配位数为12,B正确;依据二氧化硅晶体结构图可知1个硅原子与4个氧原子形成4个 $\text{Si}-\text{O}$,C正确;由于是气态团簇分子,每个分子中E、F的原子数都是4,该气态团簇分子的分子式为 E_4F_4 或 F_4E_4 ,D错误。

15.(1)4

(2) $2a$

(3) $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4})$

(4)由两者的熔点可知, CuCl 是分子晶体,而 CuF 为离子晶体, CuF 离子晶体的晶格能大于 CuCl 分子间范德华力

16.(1)金刚石晶体

(2)金刚石 $>$ MgO $>$ CaCl_2 $>$ 冰 $>$ 干冰

(3)小于

(4)4 12

(5) H_2O 分子之间能形成氢键

B 级

17.C 【解析】由题意知,晶体由空间结构分别为正四面体和正八面体的两种离子构成,所以 PCl_5 晶体由 $[\text{PCl}_4]^+$ 和 $[\text{PCl}_6]^-$ 按1:1构成,为离子化合物,A、B错误,C项正确;离子晶体中虽含有离子,但不能自由移动,不能导电,只有在熔融状态下或水溶液中才能导电,D错误。

18.C 【解析】用均摊法可知,晶胞中含有阳离子数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$,阴离子显然是8个,故化学式为 AB_2 ,A、B错误;每个A周围最近且等距离的A有12个(类似于干冰晶体),D错误。

19.C 【解析】晶体中2个最近的铯离子的核间距离为 a cm,相邻顶点上铯离子核间距离最近,为 a cm,即晶胞的棱长为 a cm,体积 $V = a^3 \text{ cm}^3$,该晶胞中 Cs^+ 个数 $= 8 \times \frac{1}{8} = 1$, Cl^- 个数为1,根据晶胞密度公式

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{\frac{M}{N_A} \times 1}{a^3} = \frac{M}{N_A a^3} (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})。 \text{C 正确。}$$

20.A 【解析】符合题设条件的物质有 NaF 、 Na_2O 、 MgO 、 NaOH 、 NH_4F 等,A正确; NaOH 、 NH_4F 中除了含有离子键外,还含有共价键,B错误;所含元素可能在同一周期,也可能在第一周期,如 NH_4F ,C错误; NaF 、 Na_2O 、 MgO 中阳离子半径都比阴离子半径小,D错误。

21.C 【解析】图示晶体中含有 Ba^{2+} 和 O_2^{2-} ,则该晶体属于离子晶体,A正确;根据晶胞结构计算 Ba^{2+} 、 O_2^{2-} 的个数均为4,则该晶体的化学式为 BaO_2 ,B正确;该晶体的晶胞结构与 NaCl 的晶胞结构相似,所以与每个 Ba^{2+} 距离相等且最近的 Ba^{2+} 共有12个,C错误,D正确。

22.(1) MN MN_2 MN_2 MN

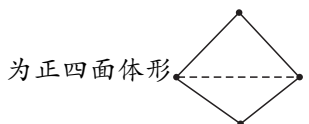
(2)①离子键、非极性共价键 ② $\frac{60}{N_A a^3}$

第3课时 过渡晶体与混合型晶体

典型例题

【例1】D 【解析】 Na_2O 只含离子键， Na_2O_2 既有离子键又有非极性键，所以化学键类型不相同，A错误；离子晶体中不一定存在共价键，如NaCl为离子晶体，不存在共价键，B错误；分子晶体的熔沸点与分子间作用力有关，与共价键的键能无关，C错误；石墨层状结构中的碳与碳之间是以共价键相连，片层结构之间的作用力是范德华力，石墨可以导电，有自由移动的电子，所以也存在金属键，D正确。

【例2】A 【解析】乙炔为直线形分子，其结构简式为 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ ，是非极性分子，A正确；白磷分子(P_4)



为正四面体形，B错误；金刚石为共价晶体，石墨为混合晶体， C_{60} 为分子晶体，故一种元素可能

形成多种类型的晶体，C错误；若两种元素形成的化合物为共价化合物，则肯定含有极性键，若为离子化合物，则不一定含有极性键，如NaCl，D错误。

自主学习

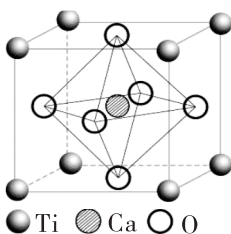
- 1.分子晶体 共价晶体 金属晶体 离子晶体
- 2.大 离子 小 共价
- 3.(1)① sp^2 共价键 平面六元并环 ②范德华力
(2)共价键 金属键 范德华力 混合型晶体

基础夯实

A级

- 4.B 【解析】石墨属于混合型晶体，A错误； SiO_2 属于过渡晶体，但一般按共价晶体来处理，B正确；大多数含有离子键的晶体不是典型的离子晶体，而是过渡晶体，C错误； Na_2O 晶体中离子键的百分数为62%，D错误。
- 5.D 【解析】离子晶体中不一定含有金属离子，如氯化铵晶体，A正确；离子晶体中除含离子键外，还可能含有其他化学键，如铵盐、 NaOH 、 Na_2O_2 等离子晶体中存在离子键和共价键，B正确；金属与非金属元素构成的晶体不一定是离子晶体，如 AlCl_3 为分子晶体，C正确；熔融状态下能导电的晶体可能是金属晶体或离子晶体，D不正确。
- 6.C 【解析】 NaOH 、 CH_3COONa 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 都是离子晶体；纯 H_2SO_4 中无 H^+ ，是分子晶体。Ar是稀有气体，分子间以范德华力相互结合，为分子晶体；石墨是混合型晶体； SiO_2 与金刚石是典型的共价晶体。 S 、 I_2 是分子晶体；玻璃没有固定的熔点，为非晶体。
- 7.D 【解析】①分子晶体中不一定存在共价键，如稀有气体分子对应的晶体，由于稀有气体属于单原子分子，所以不含共价键，①错误；②金属晶体中含有金属阳离子和自由电子，不含阴离子，②错误；③金刚石、SiC为共价晶体， NaF 、 NaCl 为离子晶体， H_2O 、 H_2S 为分子晶体，一般共价晶体沸点>离子晶体>分子晶体，由于原子半径 $\text{C}<\text{Si}$ ，故 $\text{C}-\text{C}$ 键键长相对 $\text{Si}-\text{C}$ 键短，键能大，故金刚石沸点高于SiC， F^- 半径比 Cl^- 半径小，故NaF晶体晶格能大于NaCl晶体晶格能，故NaF熔点比NaCl高， H_2O 存在分子间氢键，故熔点比 H_2S 高，③正确；④离子晶体中一定有离子键，可能有共价键，如 NaOH 中原子团 OH^- 内部是共价键，

④错误；⑤ CaTiO_3 晶胞结构如图所示，



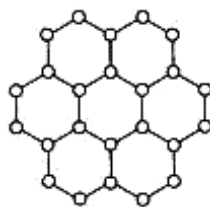
，由图示知，Ti位于立方晶胞顶点，氧位于立方

晶胞面心,每个 Ti^{4+} 周围紧邻 12 个 O^{2-} ,⑤正确;⑥ SiO_2 中每个 Si 原子形成 4 根共价键,连接 4 个氧原子,⑥错误;⑦分子间作用力决定分子的物理性质,分子的稳定性属于化学性质,由化学键决定,⑦错误;⑧ NaCl 熔化时发生电离产生自由移动的 Na^+ 和 Cl^- ,离子键被破坏,⑧正确;综上所述,③⑤⑧正确。

B 级

- 8.D 【解析】每个碳原子为 3 个环共用,一个正六边形含有碳原子个数 $= 6 \times \frac{1}{3} = 2$,则每个碳原子可形成 $\frac{1}{2}$ 个环,每个碳被 3 个键共用,则每个碳原子可形成 $\frac{3}{2}$ 键,在片层结构中,碳原子数、C—C 键数、六元环数之比为 $2 : \frac{3}{2} \times 2 : \frac{1}{2} \times 2 = 2 : 3 : 1$ 。

- 9.A 【解析】共价晶体熔沸点较高,分子晶体熔沸点较低,D 沸点很高、H 沸点较低,所以 D 可能为共价晶体、H 可能为分子晶体,A 正确;单质中不含离子键,所以 G 不是离子晶体,B 错误;金属单质熔沸点有的很高有的较低,分子晶体熔沸点较低,根据图知,E、F 不一定是金属晶体,可能是分子晶体,C 错误;单质中不含离子键,则 B 一定不是离子晶体,可能是分子晶体,D 错误。



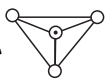
- 10.D 【解析】该物质属于离子晶体, K_3C_{60} 为其化学式而非分子式,A 错误;摩尔质量的单位为 $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$,B 错误;离子晶体中阴、阳离子通过静电作用相互结合,静电作用包括静电吸引力和静电排斥力,C 错误;离子晶体中一定存在离子键,熔融状态下能导电, K_3C_{60} 中的 C 原子间以共价键连接,D 正确。

- 11.(1)同素异形体
(2)分子 混合型
(3) σ σ π
(4)8

能力提升

A 级

- 12.C 【解析】A 空间结构的一个单元中含有 5 个 A 原子,每个 A—A 中插入一个 B 原子,5 的 A 原子含有 10 个 A—A,所以插入了 10 个 B 原子,根据 A、B 两种原子的个数比确定 C 物质的化学式解答:解:A 空间结构的一个单元中含有 5 个 A 原子,每个 A—A 中插入一个 B 原子,5 的 A 原子含有 10 个 A—A,所以插入了 10 个 B 原子,所以该单元中含有 5 个 A 原子 10 个 B 原子,所以 A、B 原子个数比是 1:2,所以其化学式是 AB_2 ,C 正确。

- 13.A 【解析】由无限长单链的多聚硅酸根离子图可知,重复出现 ,O 表示氧原子,中心黑点表示硅原子,则结构单元中硅原子个数为 1,氧原子个数为 $2 + 2 \times \frac{1}{2} = 3$,所以该阴离子中硅原子与氧原子的个数之比为 1:3。

- 14.(1)分子晶体
(2)共价晶体
(3)分子晶体
(4)离子晶体
- 15.(1)4
(2) $0.5N_A$ ABC
(3)4 8
(4)20

B 级

- 16.C 【解析】由题意知,A,B 为ⅥA 族元素,且非金属性: $A>B$ 。C,D 为ⅠA 族元素,且金属性: $C>D$ 。故属于离子化合物的可能性最大的是 C_2A 。
- 17.D 【解析】B 原子最外层有 3 个电子,存在一个空轨道,N 原子最外层有 5 个电子,存在一个孤电子对,由晶体结构可知,立方相氮化硼为空间网状结构与金刚石类似,立方相氮化硼中 B 形成 4 个共价键,其中 1 个为 $B\leftarrow N$ 配位键,A 错误;六方相氮化硼具有层状结构,层间作用力小,所以质地软,但层内原子间通过共价键结合,导致熔点很高,B 错误;立方相氮化硼中硼原子形成 4 个共价键,所以立方相氮化硼中硼原子采用的是 sp^3 杂化,C 错误;晶体中存在可以自由移动的电子能导电,六方相氮化硼晶体中没有可以自由移动的电子,所以不导电,D 正确。
- 18.C 【解析】石墨晶体中,层与层之间的作用力为分子间作用力,从石墨中剥离石墨烯需要破坏分子间作用力,A 错误;石墨中的碳原子采取 sp^2 杂化,每个 sp^2 杂化轨道含 $\frac{1}{3}s$ 轨道与 $\frac{2}{3}p$ 轨道,B 错误;石墨属于混合晶体,层与层之间存在分子间作用力;层内碳原子间存在共价键,C 正确;每个 C 原子为 3 个环共有,则石墨烯中平均每个六元碳环含有碳原子数为 $6\times\frac{1}{3}=2$,D 错误。
- 19.A 【解析】可选取题图中 6 个钾原子围成的正六边形为结构单元,每个钾原子被 3 个这样的正六边形共用,则该结构单元中实际含有的钾原子数为 $6\times\frac{1}{3}+1=3$,该六边形内实际含有的碳原子数为 24,故钾原子数与碳原子数之比为 1:8。
- 20.D 【解析】由题给结构可知,高温高压并有催化剂存在时,石墨转化得到的物质 B 为金刚石。键长:金刚石 $>$ 石墨,则键能:金刚石 $<$ 石墨,键能越大,键越牢固,物质越稳定,石墨更稳定,A 正确;石墨和金刚石互为同素异形体,石墨转化为金刚石的过程涉及旧化学键的断裂和新化学键的形成,是化学变化,B 正确;金刚石的结构是共价键三维骨架结构,属于共价晶体,其硬度比石墨的大,C 正确;石墨中的 C 采取 sp^2 杂化,键角是 120° ,金刚石中的 C 采取 sp^3 杂化,键角是 $109^\circ28'$,D 错误。
- 21.(1)2
(2) 3.16×10^{-8} cm
(3) 1.37×10^{-8} cm

第四节 配合物与超分子

典型例题

- 【例1】B 【解析】A.溶液的紫红色是高锰酸钾过量呈现的颜色,与配合物无关;B.Cu 与 Cl_2 反应生成 $CuCl_2$, $CuCl_2$ 溶于水电离出 Cu^{2+} 和 Cl^- ,含有孤电子对和含有空轨道的原子之间易形成配位键,铜离子含有空轨道、水分子中 O 原子含有孤电子对,所以铜离子和水分子之形成配离子,配离子浓度不同导致溶液颜色不同,所以与配合物有关;C.氯气和氯化亚铁反应生成氯化铁,亚铁离子为浅绿色,铁离子为黄色,所以与配合物无关;D.向 $AlCl_3$ 中逐滴滴加 NaOH 至过量,先出现白色沉淀,继而消失,发生的反应为 $Al^{3+}+3OH^-=Al(OH)_3\downarrow$ 、 $Al(OH)_3+OH^-=AlO_2^-+2H_2O$,整个反应过程中没有形成配合物,所以与配合物无关。
- 【例2】B 【解析】超分子是由两种或两种以上的分子通过分子间作用力(即非共价键)形成的分子聚集体,A 正确;超分子有的是有限的,有的是无限伸展的,B 错误;冠醚与某些金属的包含物都是超分子,可以识别碱金属离子,C 正确;冠醚是一种醚,含有官能团醚键,D 正确。

自主学习

- 1.孤电子对 空轨道 给予—接受
- 2.配位键 配合物
- 3.两种或两种以上 分子间相互作用 离子 有限的 无限伸展的
- 4.分子识别 自组装

基础夯实

A 级

- 5.C 【解析】以极性键结合的多原子分子如果结构对称,正负电荷的重心重合,电荷分布均匀,则为非极性分子,故极性键可能形成非极性分子,如二氧化碳、甲烷等,A 错误;二氧化碳分子中碳原子含有 2 个 σ 键且不含孤电子对,其空间构型是直线形,采用 sp 杂化,B 错误;微粒间形成配位键的条件是:一方是能够提供孤电子对的原子或离子,另一方是具有能够接受孤电子对的空轨道的原子或离子,C 正确;由于共价键中的成键原子不一定有未成对电子,如配位键中就是一方提供电子对,双方共用,D 错误。
- 6.C 【解析】 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 中,铜离子提供空轨道、水分子中氧原子提供孤电子对而形成配位键,所以该物质属于配合物,A 错误; $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ 中,银离子提供空轨道、 NH_3 中氮原子提供孤电子对而形成配位键,所以该物质属于配合物,B 错误;复盐是指含多种简单阳离子和一种酸根阴离子的盐, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 含有铝离子、钾离子、硫酸根离子,属于复盐,不含配体,所以 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 不属于配合物,C 正确; $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 中,Fe 离子提供空轨道、硫氰根离子提供孤电子对而形成配位键,所以该物质为配合物,D 错误。
- 7.A 【解析】根据配位键形成的条件,一方要提供空轨道,另一方提供孤电子对, Ag^+ 有空轨道,但 CH_4 不存在孤电子对,不能形成配位键,A 正确; BF_3 中 B 原子有空轨道, NH_3 中的氮原子上的孤电子对,可以形成配位键,B 错误; Cu^{2+} 提供空轨道, NH_3 中的 N 原子提供孤对电子,能形成配位键,C 错误; Co^{3+} 有空轨道,CO 中的氧原子上的孤电子对,可以形成配位键,D 错误。
- 8.D 【解析】超分子不同于蛋白质、淀粉等大分子,也不是由小分子通过聚合得到的高分子,超分子是由两个或多个分子相互“组合”在一起形成具有特定结构和功能的聚集体,综上所述,故选 D。

B 级

- 9.B 【解析】许多过渡金属的离子对多种配体具有很强的结合力,因而过渡金属配合物远比主族金属的配合物多,A 正确;配合物中,中心离子与配体间是以配位键结合,配离子与酸根离子间是以离子键结合,B 错误;配合物中,中心离子提供空轨道,配体提供孤电子对,C 正确;配位数是指形成配离子时配体的个数,不同离子的配位数可能相同也可能不同,D 正确。
- 10.A 【解析】 NH_4^+ 可看成 NH_3 分子结合 1 个 H^+ 后形成的,在 NH_3 中中心原子氮采取 sp^3 杂化,孤电子对占据一个轨道,3 个未成键电子占据另 3 个杂化轨道,分别结合 3 个 H 原子形成 3 个 σ 键,由于孤电子对的排斥,所以空间结构为三角锥形,键角压缩至 107° 。但当有 H^+ 时,N 原子的孤电子对会进入 H^+ 的空轨道,以配位键形成 NH_4^+ ,这样 N 原子就不再存在孤电子对,键角恢复至 $109^\circ 28'$,故 NH_4^+ 为正四面体形,4 个 N—H 完全一致,配位键与普通共价键形成过程不同,但性质相同。所以 A 正确。
- 11.C 【解析】此配离子的中心原子采取 sp^3 杂化,配位数为 4,则 $[\text{ZnCl}_4]^{2-}$ 的空间结构为正四面体形,C 正确。
- 12.(1)空轨道 孤电子对
(2) $[\text{Fe}(\text{SCN})]\text{Cl}_2$
(3) $\text{FeCl}_3 + 5\text{KSCN} \rightleftharpoons \text{K}_2[\text{Fe}(\text{SCN})_5] + 3\text{KCl}$

能力提升

A 级

- 13.A 【解析】由题图可知, C_{60} 能够与“杯酚”通过分子间作用力形成超分子,而 C_{70} 不能, C_{60} 与“杯酚”形成的

超分子不能溶于甲苯,但不能证明 C_{60} 是否能溶于甲苯,A 错误;由题图可知, C_{60} 能够与“杯酚”通过分子间作用力形成超分子,B 正确;由题图可知, C_{70} 不能够与“杯酚”通过分子间作用力形成超分子,C 正确;通过溶剂氯仿的作用,破坏“杯酚”与 C_{60} 形成的超分子,可实现将 C_{60} 与 C_{70} 分离,且“杯酚”能够循环使用,D 正确。

14.A 【解析】 $Cu(NH_3)_4]SO_4$ 中 SO_4^{2-} 和 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 之间存在离子键,N 原子和 Cu 原子之间存在配位键, NH_3 中 H 原子和 N 原子之间存在极性共价键,所以 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 中所含的化学键有极性共价键、离子键和配位键,A 正确;若 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 中 Cu^{2+} 采用 sp^3 杂化,则空间构型是正四面体,前后两句话矛盾,B 错误; $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 在乙醇中的溶解度小于在水中的溶解度,所以向溶液中加入乙醇后因为溶解度减小而析出深蓝色晶体,不是因为与乙醇发生反应才析出深蓝色晶体,C 错误; NH_3 为配体,则溶液中不存在 NH_3 分子,D 错误。

15.(1) $[Ar]3d^5$ 或 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

(2)ABC

(3) sp N_2 (合理即可)

16. $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl \cdot 2H_2O$

B 级

17.C 【解析】配离子是 $[TiCl(H_2O)_5]Cl_2 \cdot H_2O$,但中心离子是 Ti^{3+} ,A 错误;配合物 $[TiCl(H_2O)_5]Cl_2 \cdot H_2O$,配位体是 Cl^- 和 H_2O , Ti^{3+} 的配位数为 6,B 错误;配合物 $[TiCl(H_2O)_5]Cl_2 \cdot H_2O$,内界配体 Cl^- 为 1,外界 Cl^- 为 2,内界和外界中的 Cl^- 的数目比是 1:2,C 正确;内界配体 Cl^- 不与 Ag^+ 反应,外界 Cl^- 离子与 Ag^+ 反应,在 1 mol 该配合物中加入足量 $AgNO_3$ 溶液,可以得到 2 mol $AgCl$ 沉淀,D 错误。

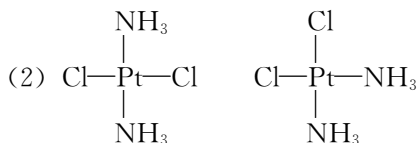
18.B 【解析】分子组间原有作用被破坏,应在外力作用下,则需要对体系输入一定的能量,A 正确;分子状态的改变没有发生化学变化,B 错误;由题给信息可知电子得失可形成分子机器,电子得失属于氧化还原反应,C 正确;光照条件下可使分子吸收光子,D 正确。

19.B 【解析】 $[Zn(CN)_4]^{2-}$ 中存在共价键和配位键,没有离子键,A 错误; $HCHO$ 中心原子 C 的价层电子对数 $= 3 + \frac{4 - 2 \times 1 - 1 \times 2}{2} = 3$,是平面三角形分子,碳原子以 sp^2 的形式杂化,B 正确; CN^- 中 C、N 原子间形成三键,一个三键中含有 1 个 σ 键和 2 个 π 键,C 错误; Zn 原子的价层电子排布式为 $3d^{10} 4s^2$,3d 能级没有空轨道,D 错误。

20.B 【解析】W、X、Z 为短周期元素且分别位于不同周期,故 W 位于第 1 周期,根据图示可知 W 形成 1 个共价键,说明 W 原子核外只有 1 个电子,则 W 是 H 元素,X 形成 4 个共价键,则 X 是 C 元素,W、X、Z 分别位于不同周期,Z 的原子半径在同周期元素中最大,则 Z 是 Na 元素,Y 形成 2 个共价键,原子序数比 C 大,比 Na 小,说明 Y 原子核外有 2 个电子层,最外层有 6 个电子,则 Y 是 O 元素,即:W 是 H,X 是 C,Y 是 O,Z 是 Na 元素。同一主族的元素,原子序数越大,元素的原子半径越大,原子获得电子的能力就越弱,单质的氧化性就越弱。由于 O 元素是同一主族中原子序数最小的元素,故单质的氧化性在同主族中最强,A 正确;Y 是 O,Z 是 Na 元素, O^{2-} 、 Na^+ 核外电子排布都是 2、8,电子排布相同,离子的核电荷数越大,离子半径就越小,所以离子半径: $Z < Y$,B 错误;O、Na 两种元素可形成两种离子化合物 Na_2O 、 Na_2O_2 ,C 正确;元素的非金属性越强,其简单氢化物的稳定性就越强。X 是 C,Y 是 O,由于元素的非金属性: $C < O$,所以氢化物的热稳定性: $CH_4 < H_2O$,即相应氢化物的热稳定性: $Y > X$,D 正确。

21.D 【解析】加入 $AgNO_3$ 不产生沉淀,用强碱处理没有 NH_3 放出,说明不存在游离的氯离子和氨分子,所以该物质的配位化学式为 $[PtCl_4(NH_3)_2]$,则根据电中性原理可知配合物中心原子的电荷数为 4,配位数为 6,A 错误;Pt 与 6 个配体成键,即 6 个 σ 键,该配合物应是八面体结构,中心原子为 $sp^3 d^2$ 杂化,B 错误;由分析可知,4 个 Cl^- 和 2 个 NH_3 分子均与 Pt^{4+} 配位,形成的配合物为 $[PtCl_4(NH_3)_2]$,C 错误;该物质的配位化学式为 $[PtCl_4(NH_3)_2]$,则配体有 Cl^- 和 NH_3 分子,D 正确。

22.(1)平面四边形



(3)非极性 极性

(4)水分子和黄绿色结构的分子都是极性分子,根据相似相溶原理可知黄绿色固体在水中的溶解度应比淡黄色固体要大

第一章测试卷

一、选择题

- 1.B 【解析】金属原子的核外电子先吸收能量,由基态转化为激发态,再将电子由激发态跃迁到基态,将能量以光的形式释放,从而形成烟花,A 正确;B 错误;焰色试验并没有化学反应发生,只是电子发生基态与激发态的转换,属于物理变化,C 正确;在释放能量的过程中,金属原子由激发态转化为基态,D 正确。故选 B。
- 2.A 【解析】a、b、c、d 为原子序数依次增大的短周期主族元素;若 b 原子次外层有 2 个电子,则 a 为 He,与 a 为主族元素不符,故 b 原子次外层应有 8 个电子,即 a 原子核外有 8 个电子,a 为 O;结合 c 所在周期数与族数相同,可确定 c 为 Al;再结合 b 原子次外层有 8 个电子,可推出 b 可能为 Na 或 Mg,d 与 a 同族,则 d 为 S。氧、硫为非金属元素,同周期从左到右,元素金属性逐渐减弱,即金属性 Na(或 Mg)>Al, A 正确;原子半径 Na(或 Mg)>Al>S>O, B 错误;d 的氧化物的水化物也可能是亚硫酸,为弱酸,C 错误;同主族自上而下元素非金属性逐渐减弱,则对应单质的氧化性逐渐减弱,即氧化性 $\text{O}_2 > \text{S}$, D 错误。综上所述,答案为 A。
- 3.A 【解析】根据构造原理可知各能级能量由低到高的顺序为 1s、2s、2p、3s、3p、4s、3d、4p、5s、4d、5p、6s、4f..., 则 A 符合构造原理, $E(3p) > E(2p) > E(1p)$, A 正确; $E(3d) > E(3p) > E(3s)$, B 错误; $E(4f) > E(4d) > E(4s)$, C 错误; $E(5f) > E(5s) > E(4s)$, D 错误。选 A。
- 4.B 【解析】X 和 Z 的基态原子的 2p 能级上各有两个未成对电子,原子半径依次增大,则 2p 能级上分别有 2、4 个电子,则 X 为 O, Z 为 C, Y 为 N; W 在周期表中位于 II A 族,则 W 为 Mg, R 为 Na。 N^{3-} 、 Mg^{2+} 的电子层数相同,核电荷数越大半径越小,故离子半径: $\text{Y} > \text{W}$, A 错误;氮原子最外层电子处于半充满的稳定状态,故 Y 的第一电离能最大, B 正确;R 为钠原子, R 的最高价氧化物对应水化物为氢氧化钠,不具有酸性, C 错误;同周期元素从左到右,元素的电负性逐渐增强,故元素电负性: $\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$, D 错误。答案选 B。
- 5.C 【解析】已知 Ge 是 32 号元素,故基态锗原子的电子排布式可表示为 $[\text{Ar}]3d^{10}4s^24p^2$, A 错误;已知 Ge 的基态原子核外有 2 个未成对电子,第四周期基态原子与锗未成对电子数相等的元素共有 $3d^24s^2$ 的 Ti、 $3d^84s^2$ 的 Ni 和 $4s^24p^4$ 的 Se 等 3 种, B 错误;电负性大的元素电子对将偏向于它,故显负电性,故氮化锗中氮显 -3 价,说明氮的电负性比锗大, C 正确;能级和能层只是表明电子在该处出现的概率大小,并不表示电子运动的位置,故基态氮原子 2s 电子能量较高,不一定在比 1s 电子离核更远的地方运动, D 错误。故答案为 C。
- 6.B 【解析】电负性最大的元素为 F 元素,位于周期表的右上角, A 错误;某基态原子的价电子排布式为 $4s^24p^1$, 为 Ga 元素,位于元素周期表中的第四周期第 IIIA 族, B 正确;s 电子云是球形对称的,在核外半径相同处任一方向上电子出现的几率相同, P 轨道电子云图为哑铃形, C 错误;根据泡利原理和洪特规则,原子核外不可能有两个电子的运动状态是完全相同的, D 错误。故选 B。
- 7.C 【解析】化合物 M 和化合物 N 是常用的火箭推进剂,二者混合能反应。化合物 N 的分子式为 X_2Z_4 , 则

N 为 N_2O_4 , 结合 M 中各元素的价键, 根据题意可推知 W、X、Y、Z 分别为 H、N、C、O。原子半径: $W < Z < X < Y$, A 错误; 未指明最简单氢化物, 碳元素的氢化物有多种, B 错误; 元素非金属性越强电负性越大, 非金属性: $\text{O} > \text{N} > \text{C}$, 则电负性: $Z > X > Y$, C 正确; 由 H、N、O 形成的 NH_4NO_3 中含有离子键, D 错误。答案选 C。

8.D 【解析】短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大, Y 是地壳中含量最高的元素, Y 是 O 元素; X 原子 2p 轨道上有 2 个未成对电子, X 是 C 元素; 金属元素 Z 的第一电离能大于同周期下一主族元素, Z 是 Mg 元素; 浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 W 的最高价氧化物对应的水化物溶液的 $\text{pH}=1$, W 是 S 元素。工业上常用电解熔融 MgCl_2 的方法冶炼 Mg 单质, A 错误; 原子半径: $r(\text{Mg}) > r(\text{S}) > r(\text{C}) > r(\text{O})$, B 错误; 随 C 原子数的增加, 碳氢化物的沸点升高, 可能比 H_2O 的高, C 错误; S 元素在自然界的存在形式既有游离态又有化合态, D 正确。

9.B 【解析】前 4 周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大, X 是空气中含量最多的元素, 则 X 为 N 元素; Y 的周期序数与族序数相等, 则 Y 为 Al; 基态时 Z 原子 3p 原子轨道上有 5 个电子, 则 Z 为 Cl; W 与 Z 处于同一主族, 则 W 为 Br。根据同周期从左到右原子半径逐渐减小, 同主族从上到下原子半径逐渐增大, 因此原子半径: $r(\text{X}) < r(\text{Z}) < r(\text{Y}) < r(\text{W})$, A 错误; 根据同周期从左到右第一电离能呈增大趋势, 但 N 的 2p 处于半充满状态, 因此 X(n) 的第一电离能比同周期相邻元素的大, B 正确; Y 的最高价氧化物对应水化物的酸性比 Z 的弱即 $\text{Al}(\text{OH})_3 < \text{HClO}_4$, C 错误; 同主族从上到下, 非金属性逐渐减弱, 简单氢化物的稳定性逐渐减弱, 所以 Z 的简单气态氢化物的热稳定性比 W 的强, D 错误。综上所述, 答案为 B。

10.C 【解析】Ar 与 S^{2-} 的原子核电荷数不同, 化学性质不相同, A 错误; Ar 与 S^{2-} 的原子核电荷数不同, 1s 能级上电子的能量不相同, B 错误; Ar 与 S^{2-} 的原子核电荷数不同, 电子跃迁产生的光谱都不相同, C 正确; Ar 与 S^{2-} 的原子核电荷数不同, 半径不同, 3p 能级上电子离核的距离不相同, D 错误。

11.D 【解析】由泡利不相容原理可知, 基态钾原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$, A 错误; 由洪特规则特例可知, 基态铬原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$, B 错误; 由能量最低原理可知, 基态钙原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$, C 错误; 由核外电子排布规律可知, 基态溴原子的电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^5$, D 正确。故选 D。

12.D 【解析】同周期从左到右原子半径依次减小, 同主族从上到下原子半径依次增大, 故原子半径 $\text{Ba} > \text{Ca} > \text{Ge} > \text{N}$, A 正确; 第 VA 族元素最外层电子排布为 $ns^2 np^3$, 为半满的稳定结构, 第一电离能大于相邻的同周期元素, 故第一电离能: $\text{Br} > \text{As} > \text{Se} > \text{Ga}$, B 正确; 非金属性 $\text{F} > \text{Cl} > \text{S} > \text{As}$, 元素的非金属性越强, 对应的阴离子的还原性越弱, 则还原性 $\text{As}^{3-} > \text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{F}^-$, C 正确; 元素的金属性越强, 对应的单质的还原性越强, 则对应阳离子的氧化性越弱, 则 $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{Ca}^{2+} < \text{K}^+$, D 错误。答案选 D。

13.C 【解析】X、Y、Z、W 为原子序数依次增大的短周期主族元素, 由化合物结构式可知, X 形成 1 条共价键, Z 形成 4 条共价键, W 形成 1 条共价键, Z、Y 处于同一主族, 可确定 Z、Y 都为第 IVA 元素, 原子序数 $Z > Y$, 则 Z 为 Si, Y 为 C, 再根据原子序数大小关系, 可推出 X 为 H, W 为 Cl, 即 X、Y、Z、W 分别为 H、C、Si、Cl。同一周期从左到右原子半径逐渐减小, 同一主族从上到下原子半径逐渐增大, 则原子半径: $\text{Si} > \text{Cl} >$

$\text{C} > \text{H}$, A 错误; 电负性: $\text{C} > \text{Si}$, B 错误; SiCl_4 的电子式为: $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \vdots \\ \text{Cl} : \text{Si} : \text{Cl} \\ \vdots \\ \text{Cl} \end{array}$, 化合物中各原子最外层满足 8 电子稳定结构, C 正确; Cl 的氧化物对应的水化物, 并无说明是最高价氧化物的水化物, 如 HClO 是弱电解质, D 错误。故选 C。

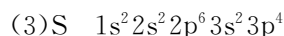
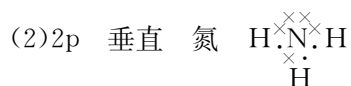
14.A 【解析】短周期主族元素的简单离子 ${}_a\text{X}^{m+}$ 、 ${}_b\text{Y}^{n+}$ 、 ${}_c\text{Z}^{p-}$ 、 ${}_d\text{R}^{q-}$ 都具有相同的电子层结构, X、Y 为金属元素, 处于第三周期, Z、R 为非金属元素, 处于第二周期。若 $c > d$, 则原子序数: $Z > R$, 同周期, 从左到右, 元素的非金属性增强, 所以非金属性: $Z > R$, A 正确; 若 $p < q$, 则原子序数: $R < Z$, 同周期, 从左到右, 单质

的氧化性增强,其对应的简单离子的还原性减弱,所以还原性: ${}_cZ^{p-} < {}_dR^{q-}$,B 错误;若 $n < m$,则原子序数: $X > Y$,离子核外电子层结构相同时,核电荷数越大,离子半径越小,所以离子半径: ${}_aX^{m+} < {}_bY^{n+}$,C 错误;若离子半径: ${}_aX^{m+} > {}_bY^{n+}$,离子核外电子层结构相同,核电荷数越大离子半径越小,则原子序数 $X < Y$,如果 X 为 Na,Na 不能从含 Y^{n+} 的盐溶液中置换出 Y,D 错误。故答案为 A。

- 15.D 【解析】最外层都只有一个电子的 X、Y 原子,可能为 H 与碱金属元素,性质有相似地方,都具有还原性,但 IB 族元素最外层也只有一个电子,主族与副族元素性质有很大区别,A 错误;原子核外 M 层上仅有两个电子的 X 为 Mg 元素,原子核外 N 层上仅有两个电子的 Y 可能为 Ca, Mg 和 Ca 在不同主族,性质不相同,B 错误;原子核外价电子排布式为 $3s^2 3p^1$ 的原子为 Al 原子,原子核外电子排布式为 $2s^2 2p^2$ 的原子为 C,Al 为金属元素,C 为非金属元素,二者化学性质不同,C 错误;X 原子是 C 原子,Y 原子为 Si 原子,二者位于同一主族,最外层电子数相同,化学性质相似,D 正确。答案选 D。

二、非选择题

- 16.(1)球 1 哑铃 3



(4)D

【解析】(1)根据 s 轨道和 p 轨道的原子轨道图可知:s 电子的原子轨道呈球形,每个 s 能级有 1 个原子轨道;p 电子的原子轨道呈哑铃形(或纺锤形),每个 p 能级有 3 个原子轨道,它们相互垂直,分别以 p_x 、 p_y 、 p_z 表示。

(2)元素 X 的原子最外层电子排布式为 $ns^n np^{n+1}$,s 轨道最多可容纳 2 个电子,p 轨道容纳了电子,则 s 轨道已经充满,则 X 的原子最外层电子排布式为 $2s^2 2p^3$,X 是 7 号 N 元素,元素名称是氮,N 元素最低化合

价为 -3 价,该氢化物是 NH_3 ,电子式为 $\begin{array}{c} \times \times \times \\ \diagup \diagdown \\ \text{H} \cdot \text{N} \cdot \text{H} \\ \times \times \times \\ | \\ \text{H} \end{array}$ 。

(3)元素 Y 的原子最外层电子排布式为 $ns^{n-1} np^{n+1}$, $n-1=2$,则 $n=3$,则 Y 元素的原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$,所以 Y 是 16 号 S 元素,元素名称为硫。

(4)根据原子核外电子排布原则:电子优先单独占据 1 个轨道,且自旋方向相同时能量最低,2p 轨道应为

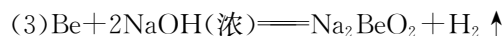


个自旋方向相反的电子,C 错误;能级能量由低到高的顺序为:1s、2s、2p,每个轨道最多只能容纳两个电子,且自旋相反,简并轨道(能级相同的轨道)中电子优先单独占据 1 个轨道,且自旋方向相同,能量最低,

所以正确的电子排布式为 $\begin{array}{cccc} 1s & 2s & 2p & 3s \\ \begin{array}{|c|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array} & \begin{array}{|c|} \hline \\ \hline \end{array} \end{array}$,D 正确。故合理选项是 D。

- 17.(1)第六周期第ⅢA 族

(2)ADF



【解析】(1)铊(Tl)的原子序数为 81,Tl 和 Al 处于同一主族,Tl 是第六周期元素,所以铊在元素周期表中位于第六周期第ⅢA 族。

(2)Tl 和 Al 位于同一主族,Al 是第三周期元素,Tl 是第六周期元素,同一主族元素,从上到下,金属单质的还原性逐渐增强,所以单质的还原性: $\text{Tl} > \text{Al}$,A 正确;同一主族元素从上到下原子半径逐渐增大,所以原子半径: $\text{Al} < \text{Tl}$,B 错误;同一主族元素,从上到下,元素的金属性逐渐增强,所以最高价氧化物对应的

水化物的碱性逐渐增强,碱性: $\text{Al}(\text{OH})_3 < \text{Tl}(\text{OH})_3$, C 错误; 在一个氧化还原反应中,氧化剂的氧化性强于氧化产物的氧化性,根据反应 $\text{Tl}^{3+} + 2\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Tl}^+ + 2\text{Ag}^+$ 可知,氧化性: $\text{Tl}^{3+} > \text{Ag}^+$, D 正确; Tl 位于第 IIIA 族,最外层有 3 个电子,失去 1 个电子形成 Tl^+ ,其最外层有 2 个电子, E 错误; 根据反应 $\text{Tl}^{3+} + 2\text{Ag} = \text{Tl}^+ + 2\text{Ag}^+$ 可知, Tl 能形成 +3 价和 +1 价的化合物, F 正确。故选 ADF。

(3) 与铝属于对角线关系的第二周期元素为 Be, 对角线元素性质相似, Be 与浓 NaOH 溶液反应的化学方程式是 $\text{Be} + 2\text{NaOH}(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{BeO}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ 。

18. (1) 大于 Zn 原子的 4s 能级处于全充满状态, 较稳定

(2) O

(3) 大于 小于

(4) N

↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑
----	----	----	----	----	----	---

(5) 3

【解析】(1) Cu 原子的外围电子排布式为 $3d^{10}4s^1$, 4s 能级处于半充满状态, 而 Zn 原子的 4s 能级处于全充满状态, 较难失去 1 个电子, 所以 Zn 原子的第一电离能较大。

(2) O 是非金属元素, 而 Mn 是金属元素, 前者易得电子而不易失电子, 后者则反之, 所以 O 的第一电离能大于 Mn。

(3) 同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 第一电离能呈增大趋势。Ga 的原子半径大于 As, Ga 的第一电离能小于 As。

(4) c 的最外层电子数为其内层电子数的 3 倍, 则 c 为 O; d 与 c 同族, 则 d 为 S; 周期表前四周期的元素 a、b、c、d、e, 原子序数依次增大, a 的核外电子总数与其周期数相同, b 的价电子层中的未成对电子有 3 个, 则 a 为 H; b 为 N; e 的最外层只有 1 个电子, 但次外层有 18 个电子, 则 e 为 Cu; 故推出元素 a、b、c、d、e 依次是 H、N、O、S、Cu。N、O、S 中第一电离能最大的是 N, Cu 的价层电子排布图为

↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑
----	----	----	----	----	----	---

(5) 同周期元素的第一电离能从左到右呈增大趋势, 但是由于氮原子的 2p 轨道处于半充满状态, 较稳定, 其第一电离能比氧的大, 铍原子的 2s 轨道处于全充满状态, 2p 轨道处于全空状态, 铍的第一电离能比硼的大, 所以第一电离能介于硼和氮之间的第二周期元素有铍、碳、氧 3 种。

19. (1) 球形

(2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ Fe^{3+}

(3) $3d^{10}$

(4)

↑↓	↑	↑	↑
----	---	---	---

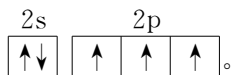
(5) f

【解析】(1) 在 s 区中, 族序数最大、原子序数最小的元素位于第二周期 II A 族的 Be, 其原子的价电子排布式应为 $2s^2$, 所以其原子的价电子的电子云形状为球形。

(2) 在 d 区中, 族序数最大、原子序数最小的元素为 Fe, 常见的离子为二价铁离子和三价铁离子。其原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$; Fe^{3+} 的最外层为 $3d^5$, 为半充满稳定结构, 而 Fe^{2+} 的最外层为 $3d^6$, 故 Fe^{3+} 较稳定。

(3) 在 ds 区中, 族序数最大, 原子序数最小的元素为第四周期第 II B 族的 Zn, Zn 离子的价电子排布式为 $3d^{10}$ 。

(4) 在 p 区第二周期 V A 族的元素为 N, 原子价电子排布式为 $2s^2 2p^3$, 其价电子的轨道表示式为



(5)常用于核能开发的元素是铀和钚,它们在f区中。

20.(1)Cu

(2) $6s^2 6p^3$ $O > N > H > Bi$

(3)①CD D ② $S > P > Si$ $P > S > Si$

【解析】(1)Al的核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$,未成对电子数为1,Cu的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$,未成对电子数也是1,故Cu的基态原子未成对电子数与Al相同。

(2)Bi是第83号元素,属于第六周期VA族,主族元素的价电子为最外层电子,第二周期VA族的N的价电子为 $2s^2 2p^3$,根据同周期元素核外电子排布相似,Bi的价电子为 $6s^2 6p^3$; $Bi(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ 含有的元素有Bi、N、O、H,非金属性越强,电负性越强,同周期从左到右电负性依次增大,同主族从上到下电负性依次减小,因此电负性 $O > N > H > Bi$ 。

(3)①A. $1s^2 2s^2 2p^3$,该状态为基态,未成对电子为3个;B. $1s^2 2s^2$,该状态为基态,没有未成对电子;C. $1s^2 2s^1 2p^4$,该状态为激发态,未成对电子为3个;D. $1s^2 2s^1 2p^3$,该状态为激发态,未成对电子为4个;电子从激发态到基态会释放能量形成发射光谱,因此用光谱仪可捕捉到发射光谱的是激发态的粒子,故选CD;未成对电子最多的是 $1s^2 2s^1 2p^3$,有4个未成对电子,故选D。②根据元素周期律,同周期主族元素从左到右非金属性逐渐增强,则非金属性 $Si < P < S$,非金属性越强,电负性越大,则电负性: $S > P > Si$;同周期主族元素,从左到右第一电离能呈增大趋势,由于P的3p轨道电子处于半充满较稳定状态,第一电离能大于相邻元素,则第一电离能由大到小的顺序是 $P > S > Si$ 。

第二章测试卷

一、选择题

- 【解析】** CO_2 分子中C原子采取 sp 杂化,苯分子中C原子采取 sp^2 杂化; CH_4 分子和 NH_3 分子中的C、N原子都是采取 sp^3 杂化; $BeCl_2$ 分子中Be原子采取 sp 杂化而 BF_3 分子中的B原子采取 sp^2 杂化; C_2H_2 分子中C原子采取 sp 杂化而 C_2H_4 分子中C原子采取 sp^2 杂化。
- 【解析】** CS_2 为直线形非极性分子; SiF_4 与 SO_3^{2-} 的中心原子的价层电子对数均为4,因此中心原子均为 sp^3 杂化; C_2H_2 分子中 σ 键与 π 键的数目比为3:2;水加热到很高温度都难分解是因O—H的键能较大。
- 【解析】** SO_2 中硫原子上孤电子对数为1, H_2Se 中硒原子上孤电子对数为2, $HClO$ 分子的中心原子是氧原子,孤电子对数为2,以上三种分子的立体构型均为V形; CS_2 分子中,碳原子上的孤电子对数为0,是直线形分子。
- 【解析】**中间的碳原子形成了3个 σ 键,无未成键价电子对,需要形成3个杂化轨道,采用的杂化方式是 sp^2 。两边的碳原子各自形成了4个 σ 键,无未成键电子对,需要形成4个杂化轨道,采用的是 sp^3 杂化。
- 【解析】** BF_3 为平面三角形, NH_4^+ 为正四面体形; CH_4 分子中碳原子的2s轨道与2p轨道形成4个 sp^3 杂化轨道,然后与氢原子的1s轨道重叠,形成4个 $s-sp^3\sigma$ 键。
- 【解析】**A项中 CO_2 为直线型结构且正负电荷中心重合,故为非极性分子;C项中从HF到HI稳定性依次减弱;D项, H_2O 为V形分子,是极性分子。
- 【解析】**HF分子间可以形成氢键,沸点最高,沸点高低顺序应为 $HF > HI > HBr > HCl$,A错误;O元素的电负性较大,水分子间可以形成氢键,故 H_2O 的熔、沸点高于 H_2S ,B正确;乙醇分子与水分子之间可以形成氢键,C错误;Cl元素的化合价越高,对应氧化物的水化物酸性越强,酸性强弱顺序应为 $HClO < HClO_2 < HClO_3 < HClO_4$,D错误。
- 【解析】**互为手性异构体的分子其结构不同,性质也有所不同,A错误;由提示可知,B项中F原子的存

在使得酸性增强,故同族元素的 Cl 也有类似的作用,B 正确;s 轨道与 s 轨道发生电子云重叠形成的共价键没有方向性, σ 键可以绕键轴旋转, π 键不能旋转,C 错误;在卤素氢化物中,只有 HF 分子间能形成氢键,D 错误。

9.C 【解析】根据杂化轨道理论可知, NH_3 、 CH_4 分子中的中心原子都采取 sp^3 杂化形式,二者不同在于 NH_3 分子中 N 原子杂化后的四个轨道中有 3 个形成 σ 键,而有 1 个容纳孤电子对, CH_4 分子中 C 原子杂化后的四个轨道全部用于形成 σ 键,这样会导致二者的立体构型有所不同。

10.A 【解析】对于共价键键能的概念要理解:①拆开 1 mol 共价键所需要吸收的能量或形成 1 mol 共价键所释放的能量,都称键能;②键能越大,键越牢固,由该键形成的物质越稳定。比较 H—I 和 H—Cl 的键能大小可知 H—I 的键能小,易断裂,因此 HI 比 HCl 稳定性弱,酸性强,但键能与由分子组成的物质的熔、沸点无关。

11.A 【解析】 SOCl_2 分子中 S 原子的杂化轨道数为 $1+3=4$,S 原子采取 sp^3 杂化,由于孤电子对占据一个杂化轨道,分子构型为三角锥形。

12.C 【解析】 sp^3 杂化轨道没有孤对电子时几何构型才为正四面体; CH_4 分子中的 sp^3 杂化轨道是由 C 原子 2s 轨道和 2p 轨道混合而形成的; AB_3 型的共价化合物的中心原子也可采用 sp^2 杂化轨道成键。

13.A 【解析】水稳定是由于 H—O 键牢固,而氢键只影响熔沸点,A 错误。

14.B 【解析】 CH_4 和 NO_3^- 都是正四面体结构,键角均为 $109^\circ 28'$,A 错误; NO_3^- 和 CO_3^{2-} 是等电子体,均为平面正三角形结构,B 正确; H_3O^+ 和 PCl_3 价电子总数不相等,不是等电子体,C 错误; $\text{B}_3\text{N}_3\text{H}_6$ 结构与苯相似,也存在“肩并肩”式重叠的轨道,D 错误。

15.A 【解析】A 的相对分子质量为 28,可能为 CO 、 C_2H_4 等;B 分子中含有 18 个电子,可能为 HCl 、 H_2S 等。A 与 B 能反应,则为乙烯与 HCl 加成,生成的 C 为氯乙烷;乙烯与 D 反应生成 E 为乙烯与水发生加成反应生成乙醇,乙醇与 HCl 可以发生取代反应生成氯乙烷,所以 X、Y、Z、W 分别为 H、C、O、Cl。C 和 H 可以组成高分子化合物,沸点比 H_2O 高,A 错误; H_2CO_3 为弱酸,B 正确; CO_2 为非极性分子,C 正确;Cl 在第三周期元素中原子半径最小,D 正确。

二、非选择题

16.(1)①③⑨

(2)②④⑦

(3)⑤⑥⑧

(4)①②③⑥⑦⑧

(5)④⑤⑨

(6)⑦

(7)①③⑤⑥⑧⑨

(8)②④⑤⑥⑧⑨

17.(1) σ 键、 π 键 配位键

(2)氢键

(3) sp^2 、 sp^3

【解析】碳氮之间是共价双键,一个是 σ 键,一个是 π 键;氮镍之间形成的是配位键,氮原子提供孤电子对,镍原子提供空轨道;分子中和氮原子形成双键的碳原子发生 sp^2 杂化,甲基中的碳原子发生 sp^3 杂化。

18.(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ 或 $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$

1s	2s	2p
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$

(2) Co^{3+} CN^- 6

(3)平面正三角形 sp^2 120°

(4) $\text{CH}_3-\overset{*}{\text{CH}}-\text{COOH}$
|
 NH_2

【解析】(1)掌握电子排布式和电子排布图的书写方法。

(2)理解关于配位化合物的概念,如中心离子、配体、配位数、内界和外界等概念。

(3) BCl_3 分子的中心原子B是 sp^2 杂化,分子构型是平面正三角形,键角是 120° 。

(4)所谓的手性碳原子,是指同一碳原子上所连接的4个原子或基团不相同。

19.(1) σ 键、 π 键 sp^3

(2) H_2O 水分子间能形成氢键,使其沸点高于 H_2S 的

(3) $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^5$ (或 $[\text{Ne}]3\text{s}^2 3\text{p}^5$)

(4) $\text{H}^+ + \text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$

【解析】由题意知A是H,B是O,C是Na,D是S,E是Cl。

(1) O_2 中含 $\text{O}=\text{O}$ 键,既有 σ 键又有 π 键; H_2O 中O采用 sp^3 杂化,有2对孤电子对。

(2) H_2O 与 H_2S 结构相似,但水分子间能形成氢键,故 H_2O 的沸点高于 H_2S 的。

(3)Cl的电子排布式是 $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^5$ 或 $[\text{Ne}]3\text{s}^2 3\text{p}^5$ 。

(4)每一种物质均由H、O、Na、S组成,由Na的存在想到可能是碱或者盐,但碱最多由三种元素组成,所以只能是盐,而且只能是酸式盐—— NaHSO_4 和 NaHSO_3 。

20.(1) SiH_4 sp^3 正四面体形 非极性

(2)Si

(3)Ⅷ $\begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ \textcircled{+26} \diagup \diagdown \\ 2 \quad 8 \quad 14 \end{array}$ $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2 3\text{p}^6 3\text{d}^5$

(4)HF与 H_2O 都是极性分子,HF与 H_2O 可形成分子间氢键

【解析】B原子的L层p能级中有5个电子,则B为F元素;D原子的L层电子数与最外层电子数之比为4:1,其d能级中有一对成对电子,D为26号元素Fe;C是周期表1~18列中的第14列元素,原子序数在9至26之间,所以C为Si元素;A与其他3种元素既不在同一周期又不在同一主族,所以A为H元素。

(1)H与Si形成的简单共价化合物的分子式是 SiH_4 ;价电子对数为4,中心原子杂化类型是 sp^3 ;无孤电子对,分子的空间结构是正四面体形,是非极性分子。

(2)元素的非金属性越强,电负性越大,F与Si比较,电负性较小的是Si。

(4)H与F形成的化合物极易溶于水,其原因是HF与 H_2O 都是极性分子,HF与 H_2O 可形成分子间氢键。

第三章测试卷

一、选择题

1.A 【解析】分子间通过分子间作用力构成的晶体,由于分子间作用力比较小,许多物质在常温下呈气态或液态,降温后容易生成的晶体属于分子晶体;故答案选A。

2.C 【解析】由图可知,每个水分子(处于四面体的中心)与4个水分子(处于四面体的四个顶角)形成四个氢键,因为每个氢键都是由2个水分子共同形成的,所以每个水分子形成的氢键数为 $4 \times \frac{1}{2} = 2$ 。

3.A 【解析】分子、原子都可以构成单质;所有金属单质都可以形成金属晶体;离子晶体是阴阳离子之间通过离子键形成的晶体,故不可能是单质构成的晶体。故选A。

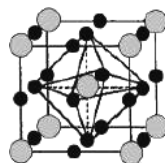
4.B 【解析】 σ 键不一定比 π 键强度大,如氮气中 σ 键的强度比 π 键强度小,A错误;常规晶胞的顶角原子是8个晶胞共用的,棱上的原子是4个晶胞共有,面上的原子是2个共有,B正确;一般来说,同一周期从左到右,第一电离能增大,但IIIA族和VA族反常,如第一电离能: $\text{Mg} < \text{Al}$,但金属性: $\text{Mg} > \text{Al}$,C错误;基态原子的核外电子填充在6个轨道中的元素有 $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^1$ 、 $1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6 3\text{s}^2$,即Na、Mg两种元素,D错误。故

选 B。

- 5.D 【解析】冰晶胞内水分子间作用力是氢键,描述错误,A 不符题意;每个冰晶胞平均占有分子个数 $=4+\frac{1}{8}\times 8+\frac{1}{2}\times 6=8$,描述错误,B 不符题意;氢键有饱和性和方向性,每个 H 原子只能形成一个氢键,但不属于化学键,描述错误,C 不符题意;冰中氢键的作用能为 $18.5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,而冰的熔化热为 $5.0\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,说明冰熔化为液态水时只是破坏了一部分氢键,并且液态水中分子间仍存在氢键,描述正确,D 符合题意。

- 6.A 【解析】由于该晶体是一种新型超导材料,说明其是由阴、阳离子构成的,故该晶体属于离子晶体,A 错误;由该物质形成晶体的晶胞可知:A 个数为 $8\times\frac{1}{8}+1=2$,B 个数为

$12\times\frac{1}{4}+6\times\frac{1}{2}=6$,故 B、A 原子个数比为 3:1,B 正确;A 位于 B 构成的八面体空隙中,



如图所示,C 正确;由 B 项解析可知,一个晶胞中含有两个 A 原子,D 正确。

- 7.D 【解析】 CO_2 属于非极性分子, H_2O 属于极性分子,A 错误; CO_2 分子中,C 的价层电子对数为 $2+\frac{4-2\times 2}{2}=2$,B 错误;1 个碳化钼晶胞中含有 $1+12\times\frac{1}{4}=4$ 个 C 原子, $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$ 个 Mo 原子,故

MoC 晶体密度为 $\frac{432}{V\cdot N_A}\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,C 错误;由碳化钼晶胞可知,离 Mo 最近的 Mo 原子为 12 个,D 正确。

- 8.D 【解析】H—O 与 B—O 属于共价键,键长为两个原子核间距,半径越大,键长越长,即键长: $\text{H—O}<\text{B—O}$, $\text{O—H}\cdots\text{O}$ 为氢键,为分子间作用力,键长长于共价键,A 正确;根据 H_3BO_3 结构可知,分子中含 H—O,与水分子可形成氢键, H_3BO_3 易溶于水,B 正确; H_3BO_3 为 B 的最高价含氧酸,B 的非金属性弱于 C,所以 H_3BO_3 的酸性弱于 H_2CO_3 , H_3BO_3 属于弱酸,根据题意可知 H_3BO_3 与足量的 NaOH 反应生成 NaH_2BO_3 ,说明 H_3BO_3 为一元酸,即 H_3BO_3 为一元弱酸,C 正确; H_3BO_3 属于酸,固态时形成分子晶体,D 错误。

- 9.A 【解析】Zn 的价电子排布式为: $3d^{10}4s^2$,故 Zn 位于元素周期表 ds 区,A 错误;由图可知, Zn^{2+} 位于顶点和面心,个数为 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$, S^{2-} 位于体内,其个数为 4,则离子数目相同,B 正确;由图可知每个 S^{2-} 周围有 4 个 Zn^{2+} ,C 正确;同类型的离子晶体中,离子半径越小,晶格能越大,因氧离子半径小于硫离子半径,则氧化锌的晶格能大于硫化锌,D 正确。答案选 A。

- 10.D 【解析】离子晶体和共价晶体的熔点都比较高,因此不能据此判断该晶体为离子晶体,A 错误;固体不导电,若物质不溶于水,则其水溶液也可能不导电,如 BaSO_4 是离子晶体,固体不导电,其难溶于水,水溶液也不能导电,再必然 CO_2 在固态时属于分子晶体,在固态时不能导电,在水溶液中 CO_2 能够与水反应产生 H_2CO_3 , H_2CO_3 电离产生自由移动的离子,因此 CO_2 的水溶液能够导电,因此固体不导电,水溶液可导电不是离子晶体的特征,B 错误;离子晶体中有的能够溶于水,有的不溶于水,如 NaCl 能够溶于水,而 AgCl 难溶于水,不能因此不能根据是否物质是否能够溶于水判断晶体类型是否为离子晶体,C 错误;离子晶体中含有离子,但离子不能自由移动,因此固体不导电,而离子晶体在熔融状态可发生电离而导电,D 正确。故合理选项是 D。

- 11.A 【解析】 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 均为分子晶体,随着相对分子质量增大,分子间作用力增大,故它们的熔沸点逐渐升高与分子间作用力有关,A 正确;BNaF、NaCl、NaBr、NaI 均为离子晶体,由于离子半径 $\text{F}^-<\text{Cl}^-<\text{Br}^-<\text{I}^-$,其离子键的晶格能依次减小,故它们的熔点依次降低与分子间作用力无关,B 错误;C. HF、HCl、HBr、HI 的热稳定性依次减弱与它们的共价键的键能有关,与其分子间作用力无关,C 错误;金刚石和晶体硅均为共价晶体(共价晶体),金刚石的硬度大于硅,其熔沸点也高于硅是由于金刚石中的 C—C 共价键的键能比晶体硅中 Si—Si 键的键能大,与分子间作用力无关,D 错误。故答案为 A。

- 12.B 【解析】在该离子化合物中含有 Cu 原子个数是 4,含有 O 原子个数为: $1+8\times\frac{1}{8}=2$, $n(\text{Cu}):n(\text{O})=4:2=2:1$,则该化合物化学式是 Cu_2O ,根据化合物中元素化合价代数和为 0,O 为 -2 价,则 Cu 为 +1

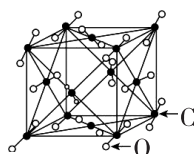
价,A 正确;在 C_{60} 晶胞中含有 C_{60} 分子数目是: $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个,B 错误;在 C_{60} 中含有 30 个碳碳双键,则 C_{60} 与 F_2 在一定条件下,发生加成反应生成 $C_{60}F_{60}$,C 正确;在 C_{60} 分子中,每个 C 原子与相邻 C 原子形成 3 个 σ 键,则在 1 个 C_{60} 分子中含有 σ 键数目是 $\frac{3 \times 60}{2} = 90$ 个,故在 1 mol C_{60} 分子中,含有的 σ 键数目约为 $90 \times 6.02 \times 10^{23}$,D 正确。故合理选项是 B。

13.D 【解析】由图可知,层与层之间由水分子通过氢键连在一起,A 正确;由图可知,每个 H_2O 连接在 Ca^{2+} 和相邻两层各 1 个 SO_4^{2-} 的 O 上,B 正确; $CaSO_4 + 2H_2O = CaSO_4 \cdot 2H_2O$,故无水 $CaSO_4$ 可用作吸水剂,C 正确;加热图示所示石膏,将失去结晶水而发生化学变化,故有化学键的断裂和形成,而不仅仅破坏层与层之间的作用力,D 错误。

14.A 【解析】①将 I_3^- 中一个碘原子看成中心原子,另两个是与中心原子结合的原子,中

心原子的价层电子对 $= 2 + \frac{7-1-2 \times 1}{2} = 4$,所以中心原子的杂化方式为 sp^3 ,①正确;

②金属晶体是由金属阳离子和自由电子构成的,所以金属阳离子可能还存在于金属晶体中,②错误;③氨气分子间存在氢键,导致其熔、沸点较高,所以 NH_3 极易液化,液氨汽化吸收大量的热,用作制冷剂,③正确;④离子晶体的熔点与离子键的强弱有关,与金属性无关,离子半径越小,电荷越多,晶格能越大,离子晶体的熔点越高,所以熔点: $KCl < NaCl < MgCl_2$,④错误;⑤干冰晶胞结构如图所示,每个 CO_2 分子周围等距且紧邻的 CO_2 分子个数 $= 3 \times 8 \div 2 = 12$,⑤正确;⑥SiC 晶体中每个 Si 原子形成 4 个 Si—C 键,1 mol SiC 晶体中含有 1 mol Si 原子,所以含有 4 mol Si—C 键,⑥错误;⑦ CCl_4 含有 C—Cl 极性键,空间构型为正四面体型,结构对称且正负电荷的中心重合,为非极性分子, CH_3Cl 是四面体构型,但不是正四面体型,结构不对称,为极性分子,⑦错误;⑧ H_2O 比 H_2S 稳定,是因为共价键键能前者大于后者,氢键影响的是熔沸点,⑧错误。综上所述正确的有①③⑤,故答案为 A。



15.B 【解析】由图可知, M^{2+} 离子中 Si 为 +4 价,故中心 Si 原子与 Cl 之间,与 N 原子之间均形成配位键,故其配位数是 6,A 正确;单键为 σ 键,双键为 1 个 σ 键和一个 π 键,故 1 个 M^{2+} 中含有 54 个 σ 键,B 错误;由于 SiF_4 、 $SiCl_4$ 、 $SiBr_4$ 、 SiI_4 均为分子晶体,随着相对分子质量的增大,分子间作用力增大,沸点逐渐升高,故 SiF_4 、 $SiCl_4$ 、 $SiBr_4$ 、 SiI_4 的沸点依次升高,C 正确; $SiCl_4$ 的中心原子 Si 原子周围的价电子对数为 4,无孤电子对,故气态 $SiCl_4$ 分子的空间构型为正四面体形,D 正确。故答案为 B。

二、非选择题

16.(1)① $1s^2 2s^2 2p^2$ sp^2 ②0.5 ③B ④BC

(2)共价晶体 1:4

【解析】(1)①碳原子的核电荷数为 6 其原子结构示意图为 $(+6) \begin{array}{c} 2 \\ 4 \end{array} 6$,则基态碳原子的电子排布式为

$1s^2 2s^2 2p^2$;石墨烯中 1 个 C 形成 3 个 C—C 键,没有孤电子对,杂化方式均为 sp^2 。②每个碳原子为 3 个六元环共用,1 个六元环含有 2 个碳原子,12 g 碳的物质的量为 1 mol,则六元环的物质的量为 0.5 mol,③石墨烷的分子通式为 $(CH)_n$,不满足烷烃的分子通式 $C_n H_{2n+2}$,则不属于烷烃,A 错误;石墨烷属于烃类,均难溶于水,B 正确;石墨烷中所有碳原子均为 sp^3 杂化,则所有碳原子不可能共平面,C 错误;石墨烷中不存在碳碳双键,不可以发生加成反应,D 错误。④加热 SiC 晶体脱除 Si 制得石墨烯,有新物质生成,是化学变化,A 错误;加热 SiC 晶体脱除 Si 制得石墨烯发生反应的化学方程式为 $SiC \xrightarrow{\Delta} Si + C$,属于分解反应,B 正确;反应中碳、硅元素化合价发生变化,属于氧化还原反应,C 正确。

(2)晶体硅为共价晶体, SiC 的晶体结构与晶体硅类似,则 SiC 的晶体类型为共价晶体;晶体中每个 Si 原子形成 4 个 Si—C 键,则晶体中 SiC 原子与 Si—C 键的数目之比为 1:4。

17.(1) $(BO_2)_n^{n-}$ 或 $B_n O_{2n}^{n-}$

(2)共价键、氢键

(3)三氯化硼为分子晶体,而氯化镁为离子晶体,范德华力比离子键弱

(4) $12N_A \cdot a \cdot \rho$

【解析】(1)无限长链式偏硼酸根离子中,一个B占有O的数目为 $1+2 \times \frac{1}{2}=2$,所以其化学式可表示为 $(BO_2)_n^{n-}$ 或 $B_nO_{2n}^{n-}$ 。

(2)硼酸晶体是片层结构,每一层内存在共价键,分子间存在氢键,层与层之间还存在范德华力。

(3)三氯化硼是共价化合物,其晶体为分子晶体,而氯化镁是离子化合物,其晶体是离子晶体,因范德华力比离子键弱,故三氯化硼的熔点比氯化镁的熔点低。

(4)根据晶胞的结构可知紧邻的四个镁原子的中心连线构成的几何体占整个晶胞的 $\frac{1}{12}$,而晶胞中含有的

镁原子数为 $1+\frac{1}{8} \times 8=2$,根据 $\rho=\frac{\frac{2M_r}{N_A}}{12 \times 2a}$, $M_r=12N_A \cdot a \cdot \rho$ 。

18.(1)3d 3 钛原子的价电子数比铝原子的多,金属键更强

(2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$

(3)分子晶体

(4) $KFe_2(CN)_6$ 1:1

【解析】(1)钛原子核外有22个电子,基态钛原子价层电子排布式为 $3d^2 4s^2$,占据最高能级的符号为3d;基态原子的未成对电子数为2;第四周期中未成对电子数为2的元素有Ge、Se、Ni有3种;钛原子的价层电子数是4、铝原子的价层电子数是3,钛原子的价层电子数比铝原子的多,金属键更强,所以钛的硬度比铝大。

(2)Fe原子核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$,Fe原子失去4s能级2个电子及3d能级1个电子形成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 的核外电子排布为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$ 或 $[Ar]3d^5$ 。

(3)化合物 $FeCl_3$ 是棕色固体,易潮解,100℃左右时升华,它的晶体类型是分子晶体。

(4)每两个立方体中含有一个钾离子,所以一个晶胞中钾离子个数为 $1 \div 2=0.5$,该立方体中铁原子个数为 $8 \times \frac{1}{8}=1$, CN^- 位于棱上,该立方体中 CN^- 个数为 $12 \times \frac{1}{4}=3$,所以平均化学式是 $K_{0.5}Fe(CN)_3$,该晶体的化学式为 $KFe_2(CN)_6$,Fe平均化合价为2.5,所以铁离子与亚铁离子个数之比是1:1。

19.(1) $\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \end{array}$ Cu_2O 两种物质均为离子晶体,且离子所带电荷数相同,但 O^{2-} 的半径小于 S^{2-} 的半径,故 Cu_2O 中离子键较强, Cu_2O 的熔点高

(2) $Ca^{2+} [: C : : : C :]^{2-}$ 8

(3) $FeC \frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt[3]{\frac{272}{dN_A}} \times 10^{10}$

【解析】(1)Cu元素位于第四周期ⅠB族,其核外电子排布式为 $[Ar]3d^{10}4s^1$,则 Cu^+ 的最高能级电子的轨道表示式为 $\begin{array}{c} 3d \\ \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \end{array}$ 。离子晶体中离子半径越小、离子所带电荷数越多,离子键越强,物质的熔点越高。 Cu_2O 和 Cu_2S 均为离子晶体,且二者的阴、阳离子所带电荷数分别相等, S^{2-} 的半径大于 O^{2-} 的半径,因此 Cu_2S 的熔点低于 Cu_2O 的熔点。

(2) CaC_2 的电子式为 $Ca^{2+} [: C : : : C :]^{2-}$ 。根据晶胞的结构, Ca^{2+} 位于顶角和面心, C_2^{2-} 位于棱上和体心,该晶胞中 C_2^{2-} 的个数为 $12 \times \frac{1}{4}+1=4$,根据 CaC_2 的电子式,1个 C_2^{2-} 中有2个 π 键,即1个晶胞中含有 π 键的数目为 $2 \times 4=8$ 。

(3)由晶胞结构知,铁原子位于顶角、面心,个数为 $8 \times \frac{1}{8}+6 \times \frac{1}{2}=4$;碳原子位于棱上和体心,个数为

$12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$, 因此该物质的化学式为 FeC 。该晶胞的质量为 $\frac{4 \times 68}{N_A}$ g, 根据密度的定义, 得出晶胞的边

长为 $\sqrt[3]{\frac{272}{dN_A}}$ cm, 根据晶胞的结构, 相距最近的两个碳原子的距离是面对角线长的一半, 为

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt[3]{\frac{272}{dN_A}} \times 10^{10} \text{ pm}。$$

20. (1) $3d^8 4s^2$ d

(2) 6

(3) sp^3

(4) 两种晶体都是共价晶体, 原子半径越小, 键长越短, 键能越大, 熔点越高, 原子半径 $C < Si$, 键长 $C-C < Si-C$, 所以碳化硅的熔点低于金刚石的

(5) 是 正八面体 5.2

【解析】根据核外电子排布三原则进行书写电子排布式, 根据价层电子排布判断元素所在区。杂化类型判断类比碳原子的判断方法, 根据所接化学键都是单键可知 Si 原子杂化方式为 sp^3 杂化。对于物质熔、沸点的比较首先判断晶体类型, 对于同种晶体可以根据作用力的强弱进行判断。

(1) Ni 是 28 号元素, 其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$, 故其价层电子排布式为 $3d^8 4s^2$; Cr 是 24 号元素, 位于第 VI B 族, 为周期表中 d 区元素。

(2) $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 的中心原子 Ni 的配位数为 6。

(3) 该物质中, Si 原子周围有 4 个单键, 其杂化方式为 sp^3 。

(4) 碳化硅和金刚石都是共价晶体, 它们的熔、沸点与共价键的强弱有关: C 原子半径比 Si 原子半径小, 则金刚石的 C—C 键键长较短, 键能较高, 晶体的熔、沸点较高。

(5) 该立方体中, O^{2-} 的个数为 $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$, Fe^{2+} 的个数为 1, Fe^{3+} 的个数为 $4 \times \frac{1}{8} + 3 \times \frac{1}{2} = 2$, 该化合物为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$, 则该立方体是 Fe_3O_4 的晶胞; 立方体中 Fe^{3+} 处于 O^{2-} 围成的正八面体空隙; Fe_3O_4 晶

体的密度 $\rho = \frac{M}{N_A a^3} = \frac{232 \text{ g/mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \times (0.42 \times 10^{-7} \text{ cm})^3} \approx 5.2 \text{ g/cm}^3$ 。