



全品作业本

QUANPIN ZUOYEBEN

主 编：肖德好

本册主编：乔纯杰

编 者：申 森 冯建设

高中化学
选修 3

新课标 (RJ)

开明出版社

第一章 原子结构与性质

01

第一节 原子结构	1
第1课时 原子的诞生、能层与能级、构造原理、电子排布式	1
第2课时 能量最低原理 电子云与原子轨道 泡利原理和洪特规则	3
第二节 原子结构与元素的性质	5
第1课时 原子结构与元素周期表	5
第2课时 元素周期律	7
章末知识测评(一)	9

第二章 分子结构与性质

02

第一节 共价键	11
第1课时 共价键	11
第2课时 键参数与等电子原理	13
第二节 分子的立体构型	15
第1课时 形形色色的分子 价层电子对互斥理论	15
第2课时 杂化轨道理论简介 配合物理论简介	17
第三节 分子的性质	19
第1课时 键的极性和分子的极性	19
第2课时 分子的性质	21

专题强化训练(一) 分子的立体构型与性质	23
章末知识测评(二)	25
滚动测评卷【考查范围:第一章、第二章】	27

第三章 晶体结构与性质

03

第一节 晶体的常识	31
第二节 分子晶体与原子晶体	33
第1课时 分子晶体	33
第2课时 原子晶体	35
专题强化训练(二) 晶胞结构 分子晶体与原子晶体	37
第三节 金属晶体	39
第四节 离子晶体	41
专题强化训练(三) 晶体结构与性质	43
章末知识测评(三)	45

综合测评

模块综合测评(一)	49
模块综合测评(二)	53
参考答案	57

第一章 原子结构与性质

第一节 原子结构

第1课时 原子的诞生、能层与能级、构造原理、电子排布式

基础巩固

- 1 下列说法错误的是 ()
- A. 氢是宇宙中最丰富的元素
B. 宇宙大爆炸产生了氢、氦、锂元素
C. 思辨性推测就是科学假设
D. 不同的能层是根据电子的能量差异划分的
- 2 原子结构模型的发展与科学实验紧密相关。下列对应关系错误的是 ()
- A. 道尔顿发现原子——“空心球”模型
B. 汤姆生发现电子——“葡萄干面包”模型
C. 卢瑟福进行 α 粒子散射实验——“核式”模型
D. 玻尔解释氢原子光谱——“电子分层排布”模型
- 3 [2019·福建华安一中等高二联考] 以下能级符号不正确的是 ()
- A. 3s B. 3f C. 3d D. 3p
- 4 下列关于能层与能级的说法中不正确的是 ()
- A. 原子核外电子的每一个能层最多可容纳的电子数为 $2n^2$
B. 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. 同是 s 能级, 在不同的能层中所能容纳的最多电子数是不相同的
D. 1 个原子轨道里最多只能容纳 2 个电子, 且自旋方向相反
- 5 按能量由低到高的顺序排列, 正确的一组是 ()
- A. 1s、2p、3d、4s B. 1s、2s、3s、2p
C. 2s、2p、3s、3p D. 4p、3d、4s、3p
- 6 [2019·甘肃兰州一中高二期中] 4p 能级只填充一半电子的原子, 其原子序数是 ()
- A. 15 B. 33 C. 35 D. 51
- 7 下列各原子的电子排布式正确的是 ()
- ①Be: $1s^2 2s^1 2p^1$ ②C: $1s^2 2s^2 2p^2$ ③He: $1s^1 2s^1$
④Cl: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
- A. ①④ B. ①③ C. ③④ D. ②④
- 8 [2019·黑龙江实验中学高二期末] 下列各能级中的电子所具有的能量最高的是 ()
- A. $3s^2$ B. $4p^4$
C. $5d^1$ D. $6s^2$

- 9 构造原理揭示的电子排布能级顺序, 实质是各能级能量的高低。若以 $E(nl)$ 表示某能级的能量, 以下各式中正确的是 ()
- A. $E(5s) > E(4f) > E(4s) > E(3d)$
B. $E(3d) > E(4s) > E(3p) > E(3s)$
C. $E(4s) < E(3s) < E(2s) < E(1s)$
D. $E(5s) > E(4s) > E(4f) > E(3d)$
- 10 请按要求填空。
- (1) Cu 的原子结构示意图为 _____。
- (2) S 的价电子排布式为 _____。
- (3) Cr 的电子排布式为 _____。
- (4) X 元素的价电子排布式是 $4s^2 4p^5$, X 的元素符号是 _____。
- 11 根据下列叙述, 写出元素名称, 并写出其原子核外电子排布式。
- (1) A 元素原子核外 M 层电子数是 L 层电子数的一半: _____。
- (2) B 元素原子的最外层电子数是次外层电子数的 1.5 倍: _____。
- (3) C 元素的单质在常温下可与水剧烈反应, 产生的气体能使带火星的木条复燃: _____。
- (4) D 元素的次外层电子数是最外层电子数的 $\frac{1}{4}$: _____。

能力提升

- 12 某微粒的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6$, 下列关于该微粒的说法一定正确的是 ()
- A. 质子数为 10
B. 单质具有还原性
C. 是单原子分子
D. 电子数为 10
- 13 M、N 两元素可形成 M_2N_3 型化合物, 则 M、N 原子基态时外围的电子排布可能是 ()
- A. M: $2s^2 2p^1$ N: $3s^2 3p^5$
B. M: $3d^6 4s^2$ N: $2s^2 2p^4$
C. M: $2s^2 2p^2$ N: $2s^2 2p^4$
D. M: $4s^2$ N: $2s^2 2p^3$

14 下列各原子或离子的电子排布式正确的是 ()

- A. $\text{O}^{2-}: 1s^2 2s^2 2p^4$
B. $\text{Ca}: [\text{Ar}] 3d^2$
C. $\text{Fe}: [\text{Ar}] 3d^5 4s^3$
D. $\text{Al}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

15 若某原子的外围电子排布式为 $4d^1 5s^2$, 则下列说法正确的是 ()

- A. 该元素基态原子中共有 3 个电子
B. 该元素原子核外有 5 个能层
C. 该元素原子最外层共有 3 个电子
D. 该元素原子 M 能层共有 8 个电子

16 [2019 · 山东烟台龙口一中高二月考] 下列各原子或离子的电子排布式错误的是 ()

- A. $\text{K}^+: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
B. $\text{As}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$
C. $\text{N}^{3-}: 1s^2 2s^2 2p^6$
D. $\text{Cr}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$

17 下列各组指定的元素, 不能形成 AB_2 型化合物的是 ()

- A. $2s^2 2p^2$ 和 $2s^2 2p^4$
B. $3s^2 3p^4$ 和 $2s^2 2p^4$
C. $3s^2$ 和 $2s^2 2p^5$
D. $3s^1$ 和 $3s^2 3p^4$

18 (1) 某元素形成的单质常温下为红棕色液体, 则

- ①此元素原子的电子总数是 _____;
②有 _____ 个电子层, _____ 个能级;
③它的电子排布式为 _____。

(2) 写出 S 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 的电子排布式。

- ① S : _____;
② Ca^{2+} : _____;
③ Cl^- : _____。

(3) 某原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ 。

- ①该元素原子中共有 _____ 个电子;
②该元素原子核外有 _____ 个能层;
③该元素原子 M 能层共有 _____ 个电子。

19 有几种元素的粒子核外电子排布式均为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, 其中:

(1) 某电中性粒子, 一般不和其他元素的原子反应, 这种粒子的符号是 _____。

(2) 某粒子的盐溶液, 能使溴水褪色, 并出现浑浊, 这种粒子的符号是 _____。

(3) 某粒子氧化性很弱, 但得到电子后还原性很强, 且这种元素的原子最外层只有一个电子, 这种粒子的符号是 _____。

(4) 某粒子还原性虽弱, 但失去电子后氧化性强, 且这种元素的原子得到一个电子即达稳定结构, 这种粒子的符号是 _____。

综合拓展

20 M、R、X、Y 为原子序数依次增大的短周期主族元素, Z 是一种过渡元素。M 基态原子 L 层中 p 轨道电子数是 s 轨道电子数的 2 倍, R 是同周期元素中最活泼的金属元素, X 和 M 形成的一种化合物是引起酸雨的主要大气污染物, Z 的基态原子 4s 和 3d 轨道半充满。请回答下列问题:

(1) 写出 M、R 的价电子排布式: M _____、R _____。

(2) 写出 X、Y 的价电子排布图:

X _____、
Y _____。

(3) 写出 Z 的核外电子排布式: _____, Z 的核外未成对电子数为 _____。

21 A、B、C、D 是短周期元素, A 元素的最高价氧化物对应的水化物与它的气态氢化物反应得到离子化合物, 1 mol 该化合物含有 42 mol 电子, B 原子的最外层电子排布式为 $ns^n np^{2n}$ 。C、D 两原子的最外层电子数分别是内层电子数的一半。C 元素是植物生长的营养元素之一。试写出:

(1) A、B 元素分别为 _____、_____。

(2) D 元素的单质与水反应的化学方程式: _____。

(3) A、C 元素气态氢化物的稳定性大小: _____ < _____ (用分子式表示)。

第2课时 能量最低原理 电子云与原子轨道 泡利原理和洪特规则

基础巩固

- 1 [2019·甘肃静宁一中高二月考] 下列说法中正确的是 ()

A. 基态原子是处于最低能量状态的原子
 B. 基态C原子的电子排布式是 $1s^2 2s^1 2p^3$
 C. 焰色反应是金属原子的电子从基态跃迁到激发态时产生的光谱
 D. 同一原子处于激发态时的能量一定低于基态时的能量

- 2 [2019·福建晋江高二期中] 若将 $_{15}\text{P}$ 原子的电子排布式写成 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^1$, 它违背了 ()

A. 能量守恒原理
 B. 泡利不相容原理
 C. 能量最低原理
 D. 洪特规则

- 3 “各能级最多容纳的电子数是该能级原子轨道数的二倍”, 支撑这一结论的理论是 ()

A. 构造原理 B. 泡利原理
 C. 洪特规则 D. 能量最低原理

- 4 观察1s轨道电子云示意图, 判断下列说法正确的是 ()

A. 1个小黑点表示1个自由运动的电子
 B. 1s轨道的电子云形状为圆形的面
 C. 电子在1s轨道上运动像地球围绕太阳旋转
 D. 1s轨道电子云小黑点的疏密表示电子在某一位置出现机会的多少



图 1-1-1

- 5 下列说法正确的是 ()

A. 因为p轨道是哑铃形的, 所以p电子是哑铃形的
 B. 第3能层有 $3s, 3p, 3d, 3f$ 4个轨道
 C. 氢原子中只有1个电子, 故氢原子只有1个轨道
 D. 任何原子中不存在运动状态完全相同的两个电子

- 6 气态中性基态原子的原子核外电子排布发生如下变化, 吸收能量最多的是 ()

A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^1$
 B. $1s^2 2s^2 2p^5 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^4 3s^1$
 C. $1s^2 2s^2 2p^4 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^3 4f^1$
 D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^1$

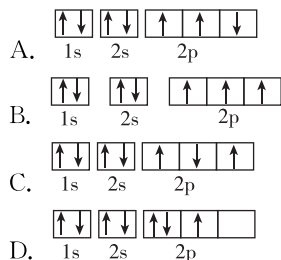
- 7 [2019·福建德化高二月考] 下列电子排布式违反了泡利不相容原理的是 ()

A. 硅原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3$
 B. 碳原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^2$
 C. 铊原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^3$
 D. 铬原子的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$

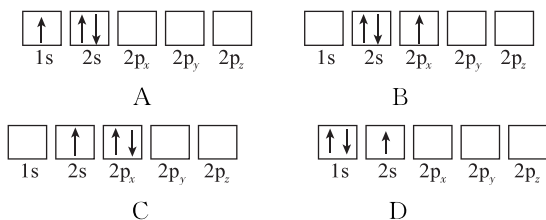
- 8 下列说法中正确的是 ()

A. $1s^2 2s^1 2p^1$ 表示的是激发态原子的电子排布
 B. $3p^2$ 表示3p能级有两个轨道
 C. 同一原子中 $1s, 2s, 3s$ 电子的能量逐渐减小
 D. 同一原子中, $2p, 3p, 4p$ 能级的轨道数依次增多

- 9 [2019·江苏泰州中学高二联考] 下列能正确表示基态氮原子的电子排布图的是 ()

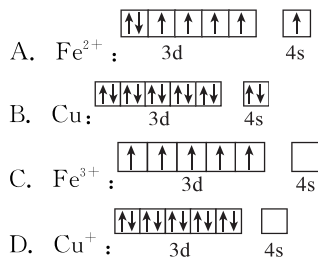


- 10 (1) [2018·全国卷 I] 下列Li原子电子排布图表示的状态中, 能量最低和最高的分别为____、____ (填标号)。



- (2) [2018·全国卷 II] 基态Fe原子价层电子的电子排布图(轨道表达式)为____, 基态S原子电子占据最高能级的电子云轮廓图为____形。

- (3) [2018·海南卷] 下列基态原子或离子的价层电子排布图正确的是____ (填标号)



能力提升

- 11 以下表示氦原子结构的化学用语中, 对电子运动状态描述最详尽的是 ()



- 12 如果每个轨道只能容纳2个电子, 那么L电子层最多可容纳的电子数为 ()

A. 3个 B. 8个 C. 9个 D. 18个

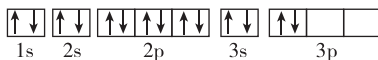
- 13 基态原子的电子在原子核外排布时应遵循的原则是 ()

①电子排在同一能级时,总是优先单独占据不同轨道,且自旋方向相同
 ②电子排在不同能级时,总是优先占据能量低的轨道,然后再占据能量高的轨道
 ③电子排在同一轨道时,最多只能排2个,且自旋方向必须相反
 ④电子的排布总是遵循“能量最低原理”“泡利不相容原理”和“洪特规则”

A. ①② B. ②④ C. ①③ D. ②③④

- 14 下列有关物质结构的表述正确的是 ()

A. 乙炔的结构式: $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
 B. 氟原子的外围电子排布式: $2s^2 2p^7$
 C. 镁原子核外电子的电子排布图为



D. 次氯酸的电子式: $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{O}}:$

- 15 [2019·山西大学附中高二期中] 下列变化中释放能量的是 ()

A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$
 B. $\text{N}\equiv\text{N}(\text{g}) \rightarrow \text{N}(\text{g}) + \text{N}(\text{g})$
 C. $2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1 \rightarrow 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^0$
 D. $2\text{H}(\text{g}) \rightarrow \text{H}-\text{H}(\text{g})$

- 16 下列说法错误的是 ()

A. ns 电子的能量不一定高于 $(n-1)p$ 电子的能量
 B. ${}_6\text{C}$ 的电子排布式 $1s^2 2s^2 2p_x^2$ 违反了洪特规则
 C. 电子排布式 $({}_{21}\text{Sc}) 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$ 违反了能量最低原理
 D. 电子排布式 $({}_{22}\text{Ti}) 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^{10}$ 违反了泡利原理

- 17 下列原子核外电子排布的表示方法不正确的是 ()

A. ${}_{24}\text{Cr}$ 的电子排布式: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
 B. K 的简化电子排布式: $[\text{Ar}]4s^1$

C. N 原子的电子排布图: $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\uparrow\uparrow \\ \hline \end{array}$

D. S 原子的电子排布图:



- 18 下列用原子最外层电子排布式表示的各对元素中,能形成离子化合物的是 ()

A. $3s^2 3p^3$ 和 $2s^2 2p^2$ B. $3s^2$ 和 $4s^2 4p^5$
 C. $1s^1$ 和 $3s^2 3p^4$ D. $2s^2 2p^2$ 和 $2s^2 2p^4$

- 19 X、Y 两元素可形成 X_2Y_3 型化合物,则 X、Y 原子基态时最外层的电子排布可能是 ()

A. X: $3s^2 3p^1$ Y: $3s^2 3p^5$
 B. X: $2s^2 2p^2$ Y: $2s^2 2p^4$
 C. X: $3s^2 3p^1$ Y: $3s^2 3p^4$
 D. X: $3s^2$ Y: $2s^2 2p^3$

- 20 (1)图 1-1-2 是 s 能级与 p 能级的原子轨道图:

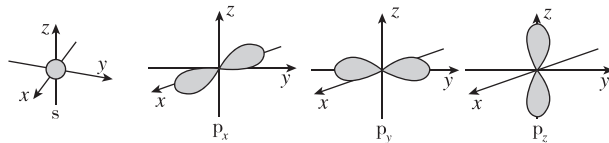


图 1-1-2

请回答下列问题:

s 电子的原子轨道呈_____形,每个 s 能级有_____个原子轨道;

p 电子的原子轨道呈_____形,每个 p 能级有_____个原子轨道。

(2)写出下列元素基态原子的电子排布式:

①Co _____;

②Cu _____。

(3)画出下列元素原子的电子排布图:

①N _____;

②F _____。

综合拓展

- 21 下列各组表述中,两个原子不属于同种元素原子的是 ()

A. $3p$ 能级有一个空轨道的基态原子和核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ 的原子
 B. $2p$ 能级无空轨道且有一个未成对电子的基态原子和原子的最外层电子排布式为 $2s^2 2p^5$ 的原子
 C. M 层全充满而 N 层为 $4s^2$ 的原子和核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ 的原子
 D. 最外层电子数是核外电子总数 $\frac{1}{5}$ 的原子和最外层电子排布式为 $4s^2 4p^5$ 的原子

- 22 A、E、F 代表 3 种元素。请填空:

(1)A 元素基态原子的最外层有 2 个未成对电子,次外层有 2 个电子,其元素符号为_____。

(2)E 元素基态原子的 M 层全充满, N 层没有成对电子,只有一个未成对电子,其元素符号为_____,其正二价离子的电子排布式为_____。

(3)F 元素的原子最外层电子排布式为 $ns^n np^{n+1}$, 则 $n=$ _____; 原子中能量最高的是_____电子。



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

基础巩固

- 1 下列说法中正确的是 ()
- A. 所有金属元素都分布在 d 区和 ds 区
B. 最外层电子数为 2 的元素都分布在 s 区
C. 元素周期表中第ⅢB族到第ⅡB族 10 个纵行的元素都是金属元素
D. s 区均为金属元素
- 2 [2019·辽宁实验中学分校高二月考] 价电子排布式为 $5s^2 5p^3$ 的元素是 ()
- A. 位于第五周期第ⅢA族
B. 51 号元素
C. sp 区的主族元素
D. Te
- 3 某元素的最外层电子数为 2, 价电子数为 5, 并且是同族中原子序数最小的元素。关于该元素的判断错误的是 ()
- A. 电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$
B. 该元素为钒元素
C. 该元素为第ⅡA族元素
D. 该元素位于 d 区
- 4 元素周期表共有 18 个纵行, 从左到右排为 18 列, 即碱金属是第 1 列, 稀有气体是第 18 列, 按这种规定, 下列说法正确的是 ()
- A. 第 9 列元素中没有非金属
B. 第 15 列元素的原子最外层的电子排布是 $ns^2 np^5$
C. 最外层电子排布为 ns^2 的元素一定在第二列
D. 第 11、12 列为 d 区的元素
- 5 [2019·山西大学附中高二期中] 按电子排布, 可把周期表里的元素划分成 5 个区, 电子排布式为 $[\text{Xe}]4f^{14} 5d^7 6s^2$ 的元素位于周期表中的哪个区 ()
- A. s 区 B. d 区 C. f 区 D. ds 区
- 6 已知下列元素原子的最外层电子排布式, 其中不一定能表示该元素为主族元素的是 ()
- A. $3s^2 3p^3$ B. $4s^2 4p^1$
C. $4s^2$ D. $3s^2 3p^5$
- 7 已知某元素 +3 价离子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$, 该元素在周期表中的位置是 ()
- A. 第三周期第Ⅷ族, p 区
B. 第三周期第ⅤB族, ds 区
C. 第四周期第Ⅷ族, d 区
D. 第四周期第ⅤB族, f 区
- 8 [2019·辽宁六校协作体高二期中] 闪烁着银白色光泽的金属钛($_{22}\text{Ti}$)因具有密度小、强度大、无磁性等优良的机械性能, 被广泛应用于军事、医学等领域, 号称“崛起的第三金属”。已知钛有 ^{48}Ti 、 ^{49}Ti 、 ^{50}Ti 等同位素, 下列关于金属钛的叙述中不正确的是 ()
- A. 上述钛原子中, 中子数不可能为 22
B. 钛元素在周期表中处于第四周期
C. 钛的不同同位素在周期表中处于不同的位置
D. 钛元素是 d 区的过渡元素
- 9 某元素的原子序数为 29, 试问:
- (1) 此元素原子的电子总数为 _____ 个。
(2) 它有 _____ 个电子层, 有 _____ 个能级。
(3) 它的外围电子排布式是 _____。
(4) 它属于第 _____ 周期, 第 _____ 族。
(5) 它有 _____ 个未成对电子。
- 10 已知元素周期表中共有 18 个纵行, 图 1-2-1 实线表示元素周期表的边界。按电子排布, 可把周期表里的元素划分为几个区: s 区、p 区、d 区、ds 区等。除 ds 区外, 其他区的名称来自按构造原理最后填入电子的能级的符号。

图 1-2-1

- (1) 请在图中用实线画出 s 区、p 区、ds 区的边界线, 并分别用阴影  和  表示 d 区和 ds 区。
- (2) 有的同学受这种划分的启发, 认为 d 区内第 6、7 纵行的部分元素可以排在另一区, 你认为应排在 _____ 区。
- (3) 请在元素周期表中用元素符号标出 4s 轨道处于半充满状态的元素。

能力提升

- 11 [2019·四川绵阳南山中学高二期中] 下列有关元素及周期表说法错误的是 ()
- A. 金属元素约占 80%
B. 主族元素处于周期表的 s 区和 p 区
C. 价电子排布式为 $5s^2 5p^1$ 的元素位于第五周期第ⅢA族, 是 p 区元素
D. Na、K、Rb 电子层数相同, 最外层电子数依次增多

- 12 [2019·辽宁实验中学等高二期末] 在已知元素中,基态原子的4s能级中只有1个电子且位于d区的元素共有 ()

A. 0种 B. 3种 C. 2种 D. 1种

- 13 元素X、Y、Z在周期表中的相对位置如下表所示。已知Y元素原子的外围电子排布为 $ns^{(n-1)}np^{(n+1)}$,则下列说法不正确的是 ()

		X
	Y	
Z		

- A. Y元素原子的外围电子排布为 $4s^2 4p^4$
 B. Y元素在周期表的第三周期第ⅥA族
 C. X元素所在周期中所含非金属元素最多
 D. Z元素原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$

- 14 下列说法正确的是 ()

- A. 元素周期表每一周期元素原子的最外层电子排布都是从 ns^1 过渡到 $ns^2 np^6$
 B. 所有的非金属元素都分布在p区
 C. 原子核外电子排布式为 $1s^1$ 的原子与原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^1$ 的原子的化学性质相似
 D. 元素周期表中第ⅢB族到第ⅡB族的10个纵行的元素都是金属元素,统称过渡金属元素

- 15 (1)某元素最高化合价为+5价,原子最外层电子数为2,半径是同族中最小的,其核外电子排布式为_____,外围电子排布为_____,属_____区元素。

(2)某元素原子的外围电子排布为 $4s^2 4p^1$,它位于第_____周期第_____族,最高正化合价为_____价,元素符号是_____。

(3)原子序数为24的元素原子中有_____个电子层,_____个未成对电子。

(4)请写出有2个能层的p轨道中只有一个未成对电子的基态原子的外围电子排布图:_____。

- 16 现有四种元素,其中A、B、C为短周期主族元素,D为第四周期元素,它们的原子序数依次增大。请根据下列相关信息,回答问题:

元素	相关信息
A	元素的核外电子数和电子层数相等,也是宇宙中最丰富的元素
B	元素原子的核外p电子数比s电子数少1
C	元素位于周期表的第三周期第ⅡA族
D	元素在周期表的第七列

(1)已知 BA_5 为离子化合物,写出其电子式:_____。

(2)B基态原子中能量最高的电子,其电子云在空间有_____个方向,原子轨道呈_____形。

(3)某同学根据上述信息,推断C基态原子的核外电子排布图为 $\begin{array}{c} \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \uparrow\downarrow \\ 1s \quad 2s \quad 2p \quad 3s \end{array}$,该同学所画的电子排布图违背了_____。

(4)D位于第_____族、_____区,价电子排布式为_____。

综合拓展

- 17 金、银、铜、铁、铝和钛均是人类大量生产和使用的金属。试回答与上述金属原子结构有关的问题。

(1)上述金属中属于主族元素的有_____。

(2)钛被称为继铁、铝之后的第三金属。基态钛原子外围电子的电子排布图为_____。

(3)基态金原子的外围电子排布式为 $5d^{10} 6s^1$,试判断金在元素周期表中位于第_____周期第_____族。

(4)已知Ag与Cu位于同一族,则Ag在元素周期表中位于_____ (填“s”“p”“d”“f”或“ds”)区。

- 18 在研究原子核外电子排布与元素周期表的关系时,人们发现价电子排布相似的元素集中在一起,据此,人们将元素周期表分为五个区,并以最后填入电子的轨道能级符号作为该区的符号,如图1-2-2所示。

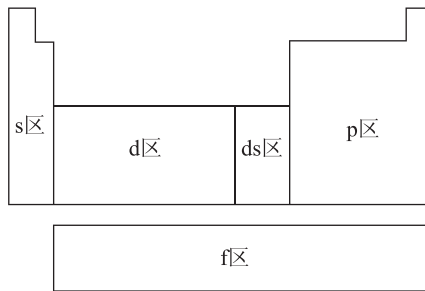


图 1-2-2

(1)在s区中,族序数最大、原子序数最小的元素,其原子的价电子的电子云形状为_____。

(2)在d区中,族序数最大、原子序数最小的元素,它的常见离子的电子排布式为_____。

(3)在ds区中,族序数最大、原子序数最小的元素,其原子的价电子排布式为_____。

(4)在p区中,第二周期第ⅤA族元素原子的价电子的电子排布图为_____。

第 2 课时 元素周期律

基础巩固

- 1 下列关于粒子半径的说法正确的是 ()
- A. 电子层数少的元素的原子半径一定小于电子层数多的元素的原子半径
- B. 核外电子层结构相同的单核粒子半径相同
- C. 质子数不同的不同单核粒子,电子数越多半径越大
- D. 原子序数越大,原子半径越大
- 2 已知 A^{n+} 、 $B^{(n+1)+}$ 、 C^{n-} 、 $D^{(n+1)-}$ 均具有相同的电子层结构,关于 A、B、C、D 四种元素的叙述正确的是 ()

- A. 原子半径: $A > B > C > D$
- B. 原子序数: $b > a > c > d$
- C. 离子半径: $D > C > B > A$
- D. 金属性: $B > A$;非金属性: $D > C$

- 3 下列有关电离能的说法中正确的是 ()
- A. 第一电离能是原子失去核外第一个电子需要的能量
- B. 在元素周期表中,主族元素的第一电离能从左到右越来越大
- C. 可通过各级电离能的数值,判断元素可能的化合价
- D. 第一电离能越大的元素,其电负性越大

- 4 某元素的电离能如下,此元素位于元素周期表的族数是 ()

I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
14.5	29.6	47.4	77.5	97.9	551.9	666.8

- A. II A B. III A C. V A D. IV A

- 5 同周期具有下列最外电子层结构的原子中,第一电离能最小的是 ()

- A. ns^2np^6 B. ns^2np^5 C. ns^2np^4 D. ns^2np^3

- 6 下列对电负性的理解不正确的是 ()

- A. 电负性是元素固有的性质,与原子结构无关
- B. 电负性是人为规定的一个相对数值,不是绝对标准
- C. 根据电负性的大小,可判断化合物 XY 中两元素化合价的正负
- D. 电负性的大小反映了不同元素的原子对键合电子吸引力的大小

- 7 下列是几种基态原子的电子排布式,电负性最大的是 ()

- A. $1s^22s^22p^63s^23p^2$ B. $1s^22s^22p^63s^23p^3$
- C. $1s^22s^22p^63s^23p^44s^2$ D. $1s^22s^22p^4$

- 8 下列各组中,元素的电负性递增的是 ()

- A. Na K Rb B. N B Be
- C. O S Se D. Na P Cl

- 9 在下列空格中,填上适当的元素符号。(不考虑放射性元素)

- (1)在第三周期中,第一电离能最小的元素是_____,第一电离能最大的元素是_____。
- (2)在元素周期表中,电负性最大的元素是_____,电负性最小的元素是_____。
- (3)最活泼的金属元素是_____。
- (4)最活泼的气态非金属原子是_____。
- (5)第二、三、四周期原子中 p 轨道半充满的元素是_____。
- (6)电负性相差最大的两种元素是_____。

- 10 根据下列 5 种元素的电离能数据(单位: $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$),回答下列问题。

元素符号	I_1	I_2	I_3	I_4
Q	2080	4000	6100	9400
R	500	4600	6900	9500
S	740	1500	7700	10 500
T	580	1800	2700	11 600
V	420	3100	4400	5900

- (1)在元素周期表中,最有可能处于同一族的是_____。
- A. Q 和 R B. S 和 T C. T 和 V D. R 和 T
- E. R 和 V

- (2)它们的氯化物的化学式,最有可能正确的是_____。
- A. QCl_2 B. RCl C. SCl_3 D. TCl E. VCl_4

- (3)下列元素,最有可能与 Q 元素位于同一族的是_____。
- A. 硼 B. 铍 C. 锂 D. 氢 E. 氦

- (4)在这 5 种元素中,最容易与氯元素形成离子化合物的是_____。
- A. Q B. R C. S D. T E. V

- (5)根据表中的数据,V 元素最有可能是下列元素中的_____。

- A. H B. Li C. Na D. K

能力提升

- 11 [2019·莆田第一中学高二期中] 下表列出了某短周期元素 R 的各级电离能数据(用 I_1 、 I_2 ……表示):

	I_1	I_2	I_3	I_4	……
R 的电离能 ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	740	1500	7700	10 500	……

- 下列关于元素 R 的判断中正确的是 ()

- A. R 的最高正价为 +3 价
- B. R 元素位于元素周期表中第 II A 族
- C. R 元素的原子最外层共有 4 个电子
- D. R 元素基态原子的电子排布式为 $1s^22s^2$

- 12 已知 X、Y 两种元素位于同一周期,且电负性 $X>Y$,下列说法正确的是 ()
- A. 第一电离能 X 一定大于 Y
- B. 气态氢化物的稳定性 $H_nY>H_mX$
- C. X 最高价含氧酸的酸性强于 Y 最高价含氧酸的酸性
- D. X 和 Y 形成化合物时,X 显正价,Y 显负价
- 13 [2019·四川绵阳南山中学高二期中] 下列有关微粒性质的排列顺序中正确的是 ()
- A. 元素电负性: $O<P<F$
- B. 元素第一电离能: $C<N<O$
- C. 离子半径: $O^{2-}>Na^{+}>S^{2-}$
- D. 未成对电子数: $Mn>Si>Cl$
- 14 [2019·辽宁实验中学高二期末] A、B、C、D 四种短周期主族元素,原子序数依次增大。其中 A 原子和 C 原子最外层电子数相同,A 与 B、C 与 D 基态原子的能层数相同。A 的最高价氧化物对应水化物与其气态氢化物可以形成盐。A 和 B 的质子数之和等于 D 的质子数。下列比较中正确的是 ()
- A. 元素电负性: $B>A>C>D$
- B. 原子半径: $B>A>C>D$
- C. 第一电离能: $B>A>C>D$
- D. A 和 D 的最高价氧化物对应的水化物不都是强酸
- 15 下表是元素周期表的一部分,表中所列的字母分别代表某一种化学元素。

[illegible]

图 1-2-3

- (1) 上述第三周期元素中第一电离能(I_1)最大的是_____, c 和 f 的 I_1 大小关系是_____大于_____。(用字母表示)
- (2) 上述元素中, 原子中未成对电子数最多的是_____(填字母), 写出该元素的电子排布式:_____。
- (3) 根据下表所提供的电离能数据, 回答下列问题。

	锂	X	Y
I_1	519	502	580
I_2	7296	4570	1820
I_3	11 799	6920	2750
I_4		9550	11 600

- ①表中 X 可能为以上 13 种元素中的 _____ (填写字母) 元素。用元素符号表示 X 和 j 形成的化合物的化学式: _____。
- ②Y 是周期表中的第 _____ 族的元素。
- ③以上 13 种元素中, _____ (填写字母) 元素原子失去核外第一个电子需要的能量最多。

综合拓展

- 16 [2019·山西大学附中高二期中] 下表为元素周期表中前四周期的部分元素,表中所列的字母分别代表一种化学元素,根据要求回答下列各小题:

[illegible]

图 1-2-4

- (1)①写出 n^2 的核外电子排布式：_____。
②写出 k 元素基态原子的价电子排布式：_____。
③写出 l 元素基态原子的价电子排布式：_____。
④写出 m 元素基态原子价电子的电子排布图：_____
_____，该元素在元素周期表中的位置为_____。
- (2)①元素非金属性强弱比较有很多方法，其中 f 和 j 的非金属性强弱的研究方案中不可行的是_____（填序号）。
- a. 比较两种单质的颜色
b. 比较气态氢化物的稳定性
c. 依据两元素在周期表的位置
d. 比较电负性
e. 比较最高价氧化物对应水化物的酸性
- ②在 c、d、e 三种元素中，电负性由小到大的顺序是_____
_____，第一电离能由大到小的顺序是_____
_____（用元素符号回答）。
- [2019·安徽六安第一中学高二开学考] A、B、C、D、E 是元素周期表前四周期中的常见元素，原子序数依次增大，相关信息如下：

元素	相关信息
A	基态原子的价电子排布式为 ns^nnp^n
B	基态原子中的未成对电子数是同周期中最多的
C	最外层电子数是电子层数的 3 倍
D	简单离子是第三周期元素中离子半径最小的
E	价电子层中的未成对电子数为 4

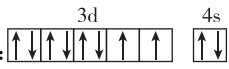
请回答下列问题:

- (1) D 元素基态原子的价电子排布式为 _____, E^{2+} 价电子的电子排布图为 _____。
- (2) 这 5 种元素中电负性最大的元素是 _____ (填元素符号), A、B、C 三种元素的第一电离能由大到小的顺序为 _____ (用元素符号表示)。
- (3) B、C、D 的简单离子的半径由大到小的顺序为 _____ (用离子符号表示)。
- (4) 写出核外有 18 个电子的 C 的氢化物的电子式: _____。

章末知识测评(一)

(时间:45分钟 分值:100分)

一、选择题(本题包括12小题,每小题4分,共48分。在每小题列出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的)

- 1 下列说法中正确的是 ()
- A. 处于最低能量的原子叫作基态原子
- B. $3s^2$ 表示3s能级有两个轨道
- C. 同一原子中,1s、2s、3s电子的能量逐渐减小
- D. 同一原子中,3d、4d、5d能级的轨道数依次增多
- 2 [2019·辽宁抚顺六校高二期末] 下列各项叙述中,正确的是 ()
- A. 所有原子任一能层的s电子云轮廓图都是球形,且球的半径大小相同
- B. 镁原子由 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3p^2$ 时,原子释放能量,由基态转化成激发态
- C. $_{24}\text{Cr}$ 原子的电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$
- D. 基态Ni原子的价电子排布图: 
- 3 某元素基态原子3p能级上有1个空轨道,则该元素为 ()
- A. Na B. Mg C. Al D. Si
- 4 [2019·福建福州八县协作校高二期末] 表示一个原子在第三电子层上有10个电子可以写成 ()
- A. $3d^{10} 4s^2$ B. $3d^{10} 4s^1$
- C. $3s^2 3p^6 3d^2$ D. $3s^2 3p^6 4s^2$
- 5 [2018·陕西西安中学高二期末] 已知X、Y是主族元素, I 为电离能,单位是 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。根据下表所列数据判断错误的是 ()

元素	I_1	I_2	I_3	I_4
X	500	4600	6900	9500
Y	580	1800	2700	11 600

- A. 元素X的常见化合价是+1价
- B. 元素Y是第ⅢA族的元素
- C. 元素X与氯元素形成化合物时,化学式可能是XCl
- D. 若元素Y处于第三周期,它可与冷水剧烈反应
- 6 已知某元素+3价离子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$,该元素在周期表中的位置和区域是 ()
- A. 第三周期ⅥB族;p区
- B. 第三周期ⅢB族;ds区
- C. 第四周期ⅥB族;d区
- D. 第四周期ⅢB族;f区
- 7 第112号化学元素正式名称为“Copernicium”,元素符号为“Cn”,以纪念著名天文学家哥白尼。该元素的一种核素含有的中子数为165。下列关于Cn的说法不正确的是 ()

- B. Cn位于ds区
- C. Cn是金属元素
- D. Cn的一种核素可表示为 $^{165}_{112}\text{Cn}$

- 8 [2019·四川树德中学高二月考] 长式周期表共有18个纵行,从左到右排为1~18列,即碱金属元素为第1列,稀有气体元素为第18列。按这种规定,下列说法正确的是 ()
- A. 第四周期第9列元素是铁元素
- B. 只有第2列的元素原子最外层电子排布式为 ns^2
- C. 第14列元素所形成的化合物种类最多
- D. 第10、11列为ds区
- 9 中学化学中很多“规律”都有其适用范围,下列根据有关“规律”推出的结论合理的是 ()
- A. 根据同周期元素的第一电离能变化趋势,推出Al的第一电离能比Mg大
- B. 根据主族元素最高正化合价与族序数的关系,推出卤族元素最高正价都是+7价
- C. 根据同周期元素的电负性变化趋势,推出Ar的电负性比Cl大
- D. 根据较强酸可以制取较弱酸的规律,推出 CO_2 通入NaClO溶液中能生成HClO
- 10 X、Y为两种元素的原子,X的阴离子与Y的阳离子具有相同的电子层结构,由此可知 ()
- A. X的原子半径大于Y的原子半径
- B. X的电负性大于Y的电负性
- C. X阴离子的半径小于Y阳离子的半径
- D. X的第一电离能小于Y的第一电离能

11 现有四种元素的基态原子的电子排布式如下:

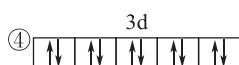
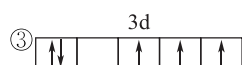
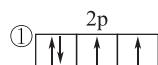
- ① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$; ② $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$; ③ $1s^2 2s^2 2p^3$; ④ $1s^2 2s^2 2p^5$ 。则下列有关比较中正确的是 ()
- A. 第一电离能:④>③>②>①
- B. 原子半径:④>③>②>①
- C. 电负性:④>③>②>①
- D. 最高正化合价:①>③>②>④

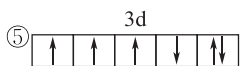
12 X、Y、Z 3种主族元素的原子,其最外层电子排布分别为 ns^1 、 $3s^2 3p^1$ 和 $2s^2 2p^4$,由这3种元素组成的化合物的化学式可能为 ()

- A. XYZ_2 B. X_2YZ_3 C. X_2YZ_2 D. XYZ_3

二、非选择题(本题包括5小题,共52分)

13 (12分)(1)以下列出的是一些原子的2p能级和3d能级中电子排布的情况。试判断,违反了泡利原理的是_____,违反了洪特规则的是_____。





(2)某元素的激发态(不稳定状态)原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^2$, 则该元素基态原子的电子排布式为_____; 其最高价氧化物对应水化物的化学式是_____。

(3)用符号“>”“<”或“=”表示下列各项关系。

①第一电离能: Na _____ Mg, Mg _____ Ca。

②电负性: O _____ F, F _____ Cl。

③能量高低: ns _____ $(n+1)s$, ns _____ np 。

④主族序数 _____ 价电子数 _____ 元素最高正化合价(O、F除外)。

14 (8分)(1)铝原子核外电子云有_____种不同的伸展方向, 有_____种不同运动状态的电子。

(2)W、X、Y、Z是周期表前36号元素中的四种常见元素, 其原子序数依次增大。W、Y的氧化物是导致酸雨的主要物质, X的基态原子核外有7个原子轨道填充了电子, Z能形成红色(或砖红色)的 Z_2O 和黑色的ZO两种氧化物。

①W位于元素周期表第_____周期第_____族。W的气态氢化物的稳定性比 H_2O _____(填“强”或“弱”)。

②Y的基态原子核外电子排布式是_____, Y的第一电离能比X的_____ (填“大”或“小”)。

(3)卤族元素包括F、Cl、Br等。下列曲线表示卤族元素某种性质随核电荷数的变化趋势, 正确的是_____。

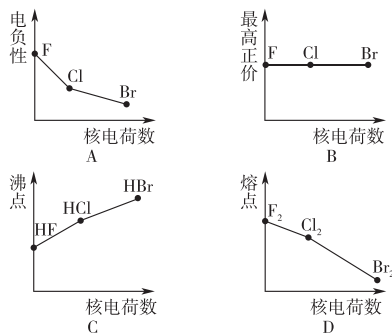


图 CA1-1

15 (10分)A、B、D代表3种元素。请填空:

(1)A的原子序数为24, 该元素原子中有_____个电子层, _____个能级, _____个未成对电子, 位于元素周期表的_____区。

(2)B的原子核的2p轨道上只有1个电子的自旋方向与其他电子的自旋方向相反, 写出该原子价电子的电子排布图:_____。

(3)D元素基态原子的M层全充满, N层没有成对电子, 只有一个未成对电子, D元素基态原子的电子排布式为_____, 其单质在一定条件下能与浓硫酸反应, 试写出该反应方程式:_____。

16 (12分)根据原子结构、元素周期表和元素周期律的知识回答下列问题。

(1)A元素次外层电子数是最外层电子数的 $\frac{1}{4}$, 外围电子的电子排布图是_____。

(2)B是1~36号元素原子核外电子排布中未成对电子数最多的元素, B元素的名称是_____, 在元素周期表中的位置是_____。

(3)C元素基态原子的电子排布图是图CA1-2中的_____ (填序号), 另一电子排布图不能作为基态原子的电子排布图是因为它不符合_____ (填编号)。

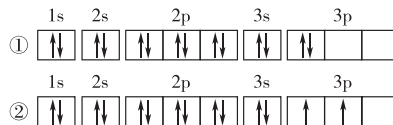


图 CA1-2

A. 能量最低原理 B. 泡利原理 C. 洪特规则

(4)第三周期元素的第一电离能(设为 E)如图CA1-3所示:

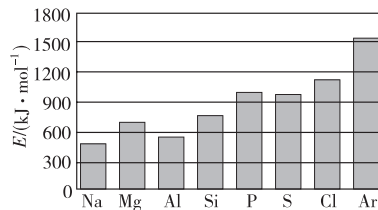


图 CA1-3

①同周期内, 随着原子序数的增大, E 值变化的总趋势是_____;

②根据图中提供的信息, 试推断 $E_{\text{氮}}$ _____ (填“>”“<”或“=”, 下同) $E_{\text{氟}}$;

③根据第一电离能的含义和元素周期律, 试推断 $E_{\text{铍}}$ _____ $E_{\text{钙}}$ 。

17 (10分)有A、B、C、D、E5种元素, 它们的核电荷数依次增大, 且都小于20。其中C、E是金属元素; A和E属于同一族, 它们原子的最外层电子排布式均为 ns^1 ; B和D也属于同一族, 它们原子最外层的p能级电子数是s能级电子数的两倍; C原子最外层电子数等于D原子最外层电子数的一半。请回答下列问题。

(1)由这5种元素组成的一种化合物是(写化学式)_____。

(2)写出C元素基态原子的电子排布式:_____。

(3)用电子排布图表示D元素原子的价电子排布:_____。

(4)元素B与D电负性大小的关系是_____ (用元素符号表示, 下同), C与E的第一电离能的大小关系是_____。

第二章 分子结构与性质

第一节 共价键

第1课时 共价键

基础巩固

- ① 下列说法中正确的是 ()
- A. 共价化合物中可能含有离子键
B. 非金属元素之间不能形成离子键
C. 气体分子单质中一定存在非极性共价键
D. 离子化合物中可能含有共价键
- ② 只有在化合物中才能存在的化学键是 ()
- ①离子键 ②范德华力 ③共价键 ④极性键 ⑤非极性键
- A. ①④ B. ①②④
C. ③⑤ D. ①③⑤
- ③ 原子间形成分子时,决定各原子相互结合的数量关系的是 ()
- A. 共价键的方向性 B. 共价键的饱和性
C. 原子的大小 D. 共价键的稳定性
- ④ 在氯化氢分子中,形成共价键的原子轨道是 ()
- A. 氯原子的 2p 轨道和氢原子的 1s 轨道
B. 氯原子的 2p 轨道和氢原子的 2p 轨道
C. 氯原子的 3p 轨道和氢原子的 1s 轨道
D. 氯原子的 3p 轨道和氢原子的 2s 轨道
- ⑤ 下列分子中的 σ 键是由一个原子的 s 轨道和另一个原子的 p 轨道以“头碰头”方式重叠构建而成的是 ()
- A. H_2 B. HF
C. Cl_2 D. F_2
- ⑥ 下列关于 σ 键和 π 键的说法中,不正确的是 ()
- A. s 轨道与 s 轨道只能“头碰头”重叠而形成 s-s σ 键
B. s 轨道与 p 轨道只能“头碰头”重叠而形成 s-p σ 键
C. p 轨道与 p 轨道可以“肩并肩”重叠而形成 p-p σ 键
D. p 轨道与 p 轨道可以“肩并肩”重叠而形成 p-p π 键
- ⑦ 关于 σ 键和 π 键的比较,下列说法不正确的是 ()
- A. σ 键是轴对称的, π 键是镜面对称的
B. σ 键是“头碰头”式重叠, π 键是“肩并肩”式重叠
C. σ 键不能断裂, π 键容易断裂
D. H 原子只能形成 σ 键,O 原子可以形成 σ 键和 π 键
- ⑧ [2019·湖北孝感八校高二期中] 下列说法正确的是 ()
- A. 所有物质中都存在化学键
B. N_2 分子中有一个 σ 键,2 个 π 键

- C. σ 键和 π 键都只能存在于共价分子中
D. 全部由非金属元素组成的化合物中肯定不存在离子键
- ⑨ 指明下列化学键类型的名称,并各举一例含有这种键类型的物质。

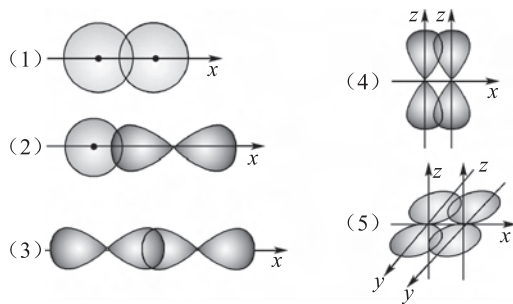


图 2-1-1

化学键类型

举例

- (1) _____, _____。
(2) _____, _____。
(3) _____, _____。
(4) _____, _____。
(5) _____, _____。

能力提升

- ⑩ [2019·四川绵阳南山中学高二期中] 下列分子中 σ 键和 π 键数目比为 1:1 的是 ()
- A. HCN B. CO
C. C_6H_6 D. C_2H_2
- ⑪ 下列说法正确的是 ()
- A. 所有共价键都有方向性
B. s 轨道和 p 轨道重叠可以形成 π 键
C. 若把 H_2S 分子写成 H_3S 分子,违背了共价键的饱和性
D. 两个原子之间形成共价键时,可形成多个 σ 键
- ⑫ 下列有关 σ 键和 π 键的说法错误的是 ()
- A. 含有 π 键的分子在反应时, π 键是化学反应的积极参与者
B. 当原子形成分子时,首先形成 σ 键,可能形成 π 键
C. 有些原子在与其他原子形成分子时,只能形成 σ 键,不能形成 π 键
D. 在分子中,化学键可能只有 π 键而没有 σ 键

- 13 关于乙醇分子的说法正确的是 ()
- A. 分子中共含有 8 个极性共价键
- B. 分子中不含非极性键
- C. 分子中只含 σ 键
- D. 分子中含有 1 个 π 键

- ⑭ [2019·安徽安庆五校高二期中] 氰气的化学式为 $(\text{CN})_2$, 结构式为 $\text{N}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$, 性质与卤素相似, 下列叙述正确的是 ()

- A. 在一定条件下可发生加成反应
B. 分子中 $\text{N}\equiv\text{C}$ 键的键长大于 $\text{C}-\text{C}$ 键的键长
C. 分子中含有 2 个 σ 键和 4 个 π 键
D. 不和氢氧化钠溶液发生反应

- 15** [2019·四川双流中学月考] 下列分子中含有的电子数目与 HF 相同,且分子中只有 2 个 σ 键的是 ()
- A. H₂O B. CO₂
- C. N₂O D. CH₄

- 16** [2018·河北邢台内丘五校月考] 下列 10 种物质:
①Ar ②N₂ ③Cu ④CO₂ ⑤NaCl ⑥NaOH
⑦NH₄Cl ⑧乙烷 ⑨乙炔 ⑩乙烯

- (1) 不含化学键的是_____；
- (2) 只含共价键的化合物是_____；
- (3) 只含离子键的化合物是_____；
- (4) 既含离子键又含共价键的化合物是_____；
- (5) 只含 σ 键的分子是_____；
- (6) 既含 σ 键又含 π 键的单质是_____；
- (7) 既含 σ 键又含 π 键的共价化合物是_____。

- 17 现有原子序数小于 20 的 A、B、C、D、E、F 6 种元素,它们的原子序数依次增大,已知 B 是地壳中含量最多的元素;A 和 C 的价电子数相同,B 和 D 的价电子数也相同,且 A 和 C 两元素原子核外电子数之和是 B、D 两元素原子核内质子数之和的 $\frac{1}{2}$;C、D、E 三种元素的基态原子具有相同的电子层数,且 E 原子的 p 轨道上比 D 原子的 p 轨道上多一个电子;6 种元素的基态原子中,F 原子的电子层数最多且和 A 处于同一主族。请回答下列问题。

- (1) 用电子式表示 C 和 E 形成化合物的过程: _____。
- (2) 写出基态 F 原子的核外电子排布式: _____。
- (3) 写出 A_2D 的电子式: _____, 其分子中 _____ (填“含”或“不含”) σ 键, _____ (填“含”或“不含”) π 键。

- (4) A、B、C 共同形成的化合物中化学键的类型有_____。

综合拓展

- 18 A、B、C、D 分别代表四种短周期元素。A 元素的原子最外层电子排布为 ns^1 , B 元素的原子价电子排布为 ns^2np^2 , C 元素原子的最外层电子数是其电子层数的 3 倍, D 元素原子的 M 电子层的 p 轨道中有 3 个电子。
- (1) C 原子的电子排布式为_____。若 A 元素的原子最外层电子排布为 $1s^1$, 则按原子轨道的重叠方式, A 与 C 形成的化合物中的共价键属于_____键。
- (2) 若 A 元素的原子最外层电子排布为 $2s^1$, B 元素的最外层电子排布为 $3s^23p^2$, 则元素 A 在元素周期表中的位置是_____, A、B、C、D 四种元素的第一电离能由大到小的顺序是_____ (用元素符号表示)。

- 19** [2019·齐齐哈尔八中高二期中考] 图 2-1-2 是元素周期表的一部分,表中所列的字母分别代表一种化学元素。试回答下列问题:

[illegible]

图 2-1-2

- (1)元素 p 为 26 号元素,请写出其基态原子的电子排布式:_____。
- (2)h 的单质在空气中燃烧发出耀眼的白光,请用原子结构的知识解释发光的原因:

- (3) o、p 两元素的部分电离能数据列于下表:

元素		o	p
电离能/ (kJ · mol ⁻¹)	I_1	717	759
	I_2	1509	1561
	I_3	3248	2957

- 比较两元素的 I_2 、 I_3 可知,气态 o^{2+} 再失去一个电子比气态 p^{2+} 再失去一个电子难。对此,你的解释是 _____。
- (4)元素 a、c、e 可形成一种相对分子质量为 60 的一元羧酸分子,其分子中共形成 _____ 个 σ 键, _____ 个 π 键。

第2课时 键参数与等电子原理

基础巩固

- 1 [2018·吉林辽源第五中学月考] 关于键长、键能和键角,下列说法不正确的是 ()
- A. 通过反应物和生成物分子中键能数据可以粗略预测反应热的大小
- B. 键长越长,键能越小,共价化合物越稳定
- C. 键角是确定分子立体结构(分子形状)的重要参数
- D. 同种原子间形成的共价键键长:三键<双键<单键
- 2 下列叙述中正确的是 ()
- A. 两个原子间形成的共价键键能越大,键长越短,键越牢固
- B. 两个原子半径之和就是所形成的共价键键长
- C. 化学键键角越大,键越牢固
- D. 键的强度与键长无关
- 3 [2019·河北邢台月考] 下列能说明 BCl_3 分子中的 4 个原子位于同一平面的是 ()
- A. 3 个 B—Cl 键的键角均为 120°
- B. 3 个 B—Cl 键的键能均相等
- C. 3 个 B—Cl 键的键长均相等
- D. 3 个 B—Cl 键均为 σ 键
- 4 根据等电子原理,等电子体之间结构相似,许多性质也相似。以下各组粒子不能互称为等电子体的是 ()
- A. CO 和 N_2 B. O_3 和 SO_2
- C. CO_2 和 N_2O D. N_2H_4 和 C_2H_4
- 5 根据 σ 键和 π 键的成键特征,下列有关 C—C 键和 C=C 键的叙述正确的是 ()
- A. C=C 键的键能是 C—C 键的键能的 2 倍
- B. C—C 键的键长是 C=C 键的键长的 2 倍
- C. C—C 键的键长小于 C=C 键的键长的 2 倍, C=C 键的键能小于 C—C 键的键能的 2 倍
- D. C—C 键和 C=C 键都是由碳原子形成的非极性键,所以二者化学性质相同
- 6 [2019·兰州一中高二期中] 下列分子中所有原子都满足最外层为 8 电子结构的是 ()
- A. BCl_3 B. H_2O C. SiCl_4 D. PCl_5
- 7 与 NO_3^- 互为等电子体的粒子是 ()
- A. SO_3^{2-} B. BF_3 C. CH_4 D. NO_2
- 8 已知氢分子的键能为 $436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,氧分子的键能为 $497.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,氯分子的键能为 $242.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,氮分子的键能为 $946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则下列叙述正确的是 ()
- A. N—N 键的键能为 $\frac{1}{3} \times 946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 315.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 氮分子中共价键比氢分子中共价键的键长短
- C. 氧分子中氧原子是以共价单键结合的

D. 氮分子比氯分子稳定

- 9 某些化学键的键能如下表(单位: $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

键	H—H	Br—Br	I—I	Cl—Cl	H—Cl	H—Br	H—I
键能	436	193.7	152.7	242.7	431.8	366	298.7

- (1) 1 mol H_2 在 2 mol Cl_2 中燃烧,放出的热量是 _____ kJ 。
- (2) 在一定条件下, 1 mol H_2 分别与 1 mol Cl_2 、 Br_2 、 I_2 反应,放出热量由多到少的顺序是 _____ (填编号)。
- A. $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$
- B. $\text{Br}_2 > \text{Cl}_2 > \text{I}_2$
- C. $\text{I}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2$
- (3) 预测 1 mol H_2 在足量的 F_2 中燃烧比在足量的 Cl_2 中燃烧放出的热量 _____ (填“多”或“少”)。
- 10 分析下列化学式中划有横线的元素,选出符合要求的物质,填空。
- A. $\underline{\text{N}}\text{H}_3$ B. $\text{H}_2\underline{\text{O}}$ C. $\text{H}\underline{\text{C}}\text{I}$ D. $\underline{\text{C}}\text{H}_4$
- E. $\underline{\text{C}}_2\text{H}_6$ F. $\underline{\text{N}}_2$
- (1) 所有的价电子都参与形成共价键的是 _____。
- (2) 只有一个价电子参与形成共价键的是 _____。
- (3) 最外层有未参与成键的电子对的是 _____。
- (4) 既有 σ 键又有 π 键的是 _____。

能力提升

- 11 [2019·河北定州中学月考] 下列说法中正确的是 ()
- A. 双原子分子中化学键键能越大,分子越稳定
- B. 双原子分子中化学键键长越长,分子越稳定
- C. 双原子分子中化学键键角越大,分子越稳定
- D. 同一分子中, σ 键和 π 键的分子轨道重叠程度一样多,只是重叠的方向不同
- 12 [2019·吉林松原扶余县第一中学月考] 一般情况下,下列比较中不正确的是 ()
- A. 键角: $\text{H}_2\text{O} < \text{CO}_2$
- B. 键长: $\text{Cl—Cl} > \text{F—F}$
- C. 键能: $\text{C—C} < \text{C—Si}$
- D. 强度: σ 键 $>$ π 键
- 13 下表是某些共价键的键能数据,由此判断下列说法不正确的是 ()
- | 共价键 | H—H | F—F | H—F | H—Cl | H—I |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|------|-----|
| $E/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$ | 436 | 157 | 568 | 432 | 298 |
- A. $432 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} > E(\text{H—Br}) > 298 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HF}(\text{g}) \quad \Delta H = +25 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 表中最稳定的共价键是 H—F 键
- D. $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}(\text{g}) \quad \Delta H = +436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 14 [2019·安徽亳州涡阳第一中学月考] 下列分子中存在的共价键类型与数目完全相同的是 ()

A. CH_4 与 NH_3 B. C_3H_8 与 C_2H_4
C. Cl_2 与 O_2 D. H_2 与 F_2

- 15 下列几组微粒互为等电子体的有 ()

① N_2 和 CO ② NO^+ 和 CN^- ③ CO_2 和 CS_2 ④ N_2O 和 CO_2 ⑤ BF_3 和 SO_3

A. ①②③ B. ④⑤
C. ①③④ D. ①②③④⑤

- 16 下列关于等电子体的说法中,正确的是 ()

A. N_2 与 CO 不互为等电子体,故它们的熔沸点、溶解度相差较大
B. PO_4^{3-} 与 SO_4^{2-} 不互为等电子体,故结构不相似
C. NO_2^- 与 O_3 互为等电子体,故 NO_2^- 和 O_3 互为同素异形体
D. PH_3 是极性分子,呈三角锥形,与 NH_3 是等电子体

- 17 有 A、B、C、D、E、F 六种元素,已知:

①它们位于三个不同的短周期,核电荷数依次增大。
②E 元素的电离能数据见下表($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$):

I_1	I_2	I_3	I_4	...
496	4562	6912	9540	...

③B 与 F 同主族。

④A、E 都能与 D 按原子个数比 1:1 或 2:1 形成化合物。

⑤B、C 都能与 D 按原子个数比 1:1 或 1:2 形成化合物。

(1)写出只含有 A、B、D、E 四种元素的两种无水盐的化学式:_____、_____。

(2) B_2A_2 分子中存在_____个 σ 键,_____个 π 键。

(3)人们通常把拆开 1 mol 某化学键所吸收的能量看成该化学键的键能。键能的大小可以衡量化学键的强弱,也可以用于计算化学反应的反应热(ΔH),化学反应的反应热等于反应中反应物的键能之和减少生成物的键能之和。下表列出了上述部分元素形成的化学键的键能:

化学键	F—D	F—F	B—B	F—B	C=D	D=D
键能 ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	460	176	347.7	347	745	497.3

①下列四种物质的熔点由高到低的顺序为_____ (用 a、b、c、d 表示)。

a. F 与 B 形成的化合物
b. B 与 D 形成的化合物
c. F 的单质
d. E 与 D 形成的化合物

②试计算 1 mol F 单质燃烧时的反应热 $\Delta H =$ _____ (已知 1 mol F 原子可以形成 2 mol F—F 键)。

- 18 早期的等电子体理论认为原子总数相同、电子总数相同的分子,互称为等电子体。等电子体的结构相似、物理性质相近。

(1)根据上述原理,仅由第二周期元素组成的共价分子中,互为等电子体的是_____和_____;

(2)此后,等电子原理又有所发展。例如,由短周期元素组成的粒子,只要其原子总数相同,各原子最外层电子数之和相同,也可互称为等电子体,它们也具有相似的结构特征。在短周期元素组成的物质中,与 NO_2^- 互为等电子体的分子有_____、_____。

(3)下列分子中与 O_3 分子的结构最相似的是 ()
A. H_2O B. CO_2 C. SO_2 D. BeCl_2

(4)分子中某原子有一对或几对没有跟其他原子共用的价电子叫孤电子对,那么 H_2O 分子有_____对孤电子对。

综合拓展

- 19 (1)按要求填空:电负性最大的元素符号为_____;第一电离能最大的元素基态原子核外电子排布式为_____;第三周期原子半径最小的元素的价电子排布式为_____。



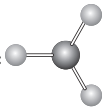
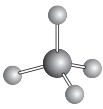
(2)有 ① N_2 、② H_2O 、③ NaOH 、④ MgCl_2 、⑤ C_2H_4 、⑥ Na_2O_2 6 种物质,其中只含有非极性键的是_____ (用序号填空,下同);只含有极性键的是_____;只含有离子键的是_____;既含有非极性键又含有极性键的是_____;含有非极性键的离子化合物是_____。

(3) $\text{N} \equiv \text{N}$ 键的键能为 $942 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{N}-\text{N}$ 键的键能为 $247 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,通过计算说明 N_2 中的_____ (填“ σ ”或“ π ”)键更稳定。

第二节 分子的立体构型

第1课时 形形色色的分子 价层电子对互斥理论

基础巩固

- 下列分子中,各原子均处于同一平面上的是 ()
A. NH_3 B. CCl_4
C. P_4 D. CH_2O
- 下列分子或离子中,不含有孤电子对的是 ()
A. H_2O B. H_3O^+
C. NH_3 D. NH_4^+
- [2019·四川雅安期末] 根据价层电子对互斥理论,判断下列分子或者离子的空间构型不是三角锥形的是 ()
A. PCl_3 B. H_3O^+
C. NO_3^- D. PH_3
- 下列粒子中带“·”的中心原子价层电子对数正确的是 ()
A. CH_4 4 B. CO_2 1
C. BF_3 2 D. SO_3 2
- 若分子中心原子有孤电子对,它一般可和 H^+ 结合。下列分子不能结合 H^+ 的是 ()
A. H_2O B. NH_3
C. CO_2 D. SO_3^{2-}
- 下列物质中既有极性键,又有非极性键的直线形分子是 ()
A. CS_2 B. CH_4
C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ D. $\text{HC}\equiv\text{CH}$
- 下列分子的立体构型模型正确的是 ()
A. CO_2 的立体构型模型:

B. H_2O 的立体构型模型:

C. NH_3 的立体构型模型:

D. CH_4 的立体构型模型:

- [2019·黑龙江齐齐哈尔八中高二期] 用价层电子对互斥理论(VSEPR)可以预测许多分子或离子的空间构型,有时也能用来推测键角大小,下列判断正确的是 ()
A. SO_2 、 CS_2 、 HI 都是直线形分子
B. BF_3 键角为 120° , SnBr_2 键角大于 120°
C. COCl_2 、 BF_3 、 SO_3 都是平面三角形分子
D. PCl_3 、 NH_3 、 PCl_5 都是三角锥形分子

- 用价层电子对互斥理论推测下列分子(或离子)的立体构型:

(1) H_2S _____, (2) NH_2^- _____, (3) BF_3 _____,
(4) CHCl_3 _____, (5) SiF_4 _____。

能力提升

- [2019·宁夏育才中学月考] 下列分子的空间构型是正四面体形的是 ()
① CH_4 ② NH_3 ③ CF_4 ④ SiH_4 ⑤ C_2H_4 ⑥ CO_2
A. ①②③ B. ①③④ C. ②④⑤ D. ①③⑤
- [2019·河北石家庄一中高二期中] NH_3 分子的空间构型是三角锥形,而不是正三角形的平面结构,能充分说明此种现象的是 ()
① NH_3 是极性分子 ② 分子内 3 个 $\text{N}-\text{H}$ 键的键长相等,3 个键角都等于 107° ③ 分子内 3 个 $\text{N}-\text{H}$ 键的键长相等、键角相等 ④ NH_3 分子内 3 个 $\text{N}-\text{H}$ 键的键长相等,3 个键角都等于 120°
A. ①② B. ②③
C. ③④ D. ①④
- 下列对应关系不正确的是 ()

选项	A	B	C	D
中心原子所在族	Ⅳ A 族	V A 族	Ⅳ A 族	Ⅵ A 族
分子通式	AB_4	AB_3	AB_2	AB_2
立体构型	正四面体形	平面三角形	直线形	V 形

- [2019·河北邢台三中高二期] 下列关于丙烯 ($\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$) 的说法正确的是 ()
A. 丙烯分子中有 8 个 σ 键,1 个 π 键
B. 丙烯分子中所有的键角都相等
C. 丙烯分子为平面形分子
D. 丙烯分子中 3 个碳原子在同一直线上
- 若 AB_n 型分子的中心原子 A 上没有未用于形成共价键的孤电子对,根据价层电子对互斥理论,下列说法正确的是 ()
A. 若 $n=2$,则分子的立体构型为 V 形
B. 若 $n=3$,则分子的立体构型为三角锥形
C. 若 $n=4$,则分子的立体构型为正四面体形
D. 以上说法都不正确
- 原子形成化合物时,电子云间的相互作用对物质的结构和性质会产生影响。请回答下列问题:
(1) BF_3 分子的立体构型为 _____, NF_3 分子的立体构型为 _____。

(2)已知 H_2O 、 NH_3 、 CH_4 三种分子中,键角由大到小的顺序是 $\text{CH}_4 > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$,请分析可能的原因是_____

16 有下列分子或离子:

① CS_2 ② PCl_3 ③ H_2S ④ CH_2O ⑤ H_3O^+

⑥ NH_4^+ ⑦ BF_3 ⑧ SO_2

粒子的立体构型为直线形的有_____;粒子的立体构型为 V 形的有_____;粒子的立体构型为平面三角形的有_____;粒子的立体构型为三角锥形的有_____;粒子的立体构型为正四面体形的有_____。

综合拓展

17 (1)利用 VSEPR 模型推断分子或离子的空间构型。

PO_4^{3-} _____; CO_3^{2-} _____; AlBr_3 (共价分子) _____。

(2)有两种活性反应中间体粒子,它们的粒子中均含有 1 个碳原子和 3 个氢原子。请依据下面给出的这两种粒子的球棍模型,写出相应的化学式:

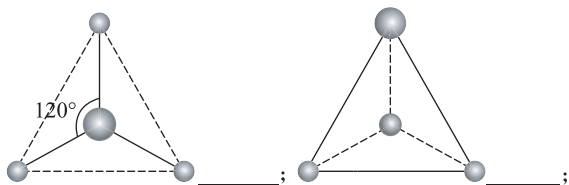


图 2-2-1

(3)按要求写出由第二周期非金属元素的原子构成的中性分子的化学式:

平面三角形分子_____,三角锥形分子_____,四面体形分子_____。

(4)为了解释和预测分子的空间构型,科学家在归纳了许多已知的分子空间构型的基础上,提出了一种十分简单的理论模型——价层电子对互斥模型。这种模型把分子分成两类:一类是_____;

另一类是_____。 BF_3 和 NF_3 都是由 4 个原子构成的分子, BF_3 的中心原子是_____, NF_3 的中心原子是_____; BF_3 分子的立体构型是平面三角形而 NF_3 分子的立体构型是三角锥形的原因是_____。

20 世纪 50 年代科学家提出价层电子对互斥模型(简称 VSEPR 模型),用于预测简单分子立体构型。其要点可以概括为:

①用 AX_nE_m 表示只含一个中心原子的分子, A 为中心原子, X 为与中心原子相结合的原子, E 为中心原子最外层未参与成键的电子对(称为孤电子对), $(n+m)$ 称为价层电子对数。分子中的价层电子对总是互相排斥,均匀地分布在中心原子周围的空间。

②分子的空间构型是指分子中的原子在空间的排布,不包括中心原子未成键的孤电子对。

③分子中价层电子对之间的斥力主要顺序:

- 孤电子对之间的斥力 > 孤电子对与共用电子对之间的斥力 > 共用电子对之间的斥力;
- 双键与双键之间的斥力 > 双键与单键之间的斥力 > 单键与单键之间的斥力;
- X 原子得电子能力越弱, A—X 形成的共用电子对之间的斥力越强;
- 其他。

请仔细阅读上述内容,回答下列问题。

(1)根据要点①可以画出 AX_nE_m 的 VSEPR 理想模型,请填写下表。

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

(2)请用 VSEPR 模型解释 CO_2 为直线形分子的原因:

(3) H_2O 分子的立体构型为_____,请你预测水分子中 $\angle \text{H—O—H}$ 的大小范围并解释原因:_____

(4) SO_2Cl_2 和 SO_2F_2 都属于 AX_4E_0 型分子, S、O 之间以双键结合, S—Cl、S—F 之间以单键结合。请你预测 SO_2Cl_2 和 SO_2F_2 分子的空间构型:_____, SO_2Cl_2 分子中 $\angle \text{Cl—S—Cl}$ _____ (填“<”“>”或“=”) SO_2F_2 分子中 $\angle \text{F—S—F}$ 。

第2课时 杂化轨道理论简介 配合物理论简介

基础巩固

- ① 下列有关杂化轨道的说法错误的是 ()
- A. 原子中能量相近的某些轨道,在成键时能重新组合成能量相等的新轨道
- B. 轨道数目杂化前后可以相等,也可以不等
- C. 杂化轨道成键时,要满足原子轨道最大重叠原理、最小排斥原理
- D. 杂化轨道可分为 sp 、 sp^2 、 sp^3 等杂化轨道
- ② 下列加点元素在形成共价键时,没有发生原子轨道杂化的是 ()
- A. $H\dot{C}l$ B. $H_2\dot{O}$
- C. $P\dot{C}l_3$ D. $\dot{C}O_2$
- ③ 下列分子的中心原子是 sp^2 杂化的是 ()
- A. NH_3 B. H_2O
- C. $BeCl_2$ D. BF_3
- ④ 有关乙炔分子中的化学键描述不正确的是 ()
- A. 两个碳原子采用 sp 杂化方式
- B. 两个碳原子采用 sp^2 杂化方式
- C. 每个碳原子都有两个未杂化的 $2p$ 轨道形成 π 键
- D. 两个碳原子形成两个 π 键
- ⑤ [2019·广东中山一中高二段考] 向下列配合物的水溶液中加入 $AgNO_3$ 溶液,不能生成 $AgCl$ 沉淀的是 ()
- A. $[Co(NH_3)_3Cl_3]$
- B. $[Co(NH_3)_6]Cl_3$
- C. $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$
- D. $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$
- ⑥ [2018·新疆呼图壁县一中期中考试] 关于 $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$ 的说法正确的是 ()
- A. 中心原子的化合价为 +2 价
- B. 配体为水分子,外界为 Cl^-
- C. 配位数是 6
- D. 在其水溶液中加入 $AgNO_3$ 溶液,不产生白色沉淀
- ⑦ [2019·宁夏石嘴山第三中学月考] 下列各组微粒间不能形成配位键的是 ()
- A. Ag^+ 和 NH_3 B. Ag^+ 和 H^+
- C. H_2O 和 H^+ D. Co^{3+} 和 CO
- ⑧ [2019·福建德化一中高二联考] 下列物质中存在配位键的是 ()
- ① H_3O^+ ② $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ ③ CH_3COO^- ④ NH_3
- ⑤ CH_4
- A. ①③
- B. ①②
- C. ④⑤
- D. ②④

- ⑨ 指出下列分子中中心原子可能采用的杂化轨道类型,并预测分子的几何构型。

分子式	杂化轨道类型	分子的几何构型
PCl_3		
BCl_3		
CS_2		
Cl_2O		

- ⑩ 向黄色的三氯化铁溶液中加入无色的 $KSCN$ 溶液,溶液变成红色。该反应在有的教材中用化学方程式 $FeCl_3 + 3KSCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3KCl$ 表示。经研究表明, $Fe(SCN)_3$ 是配合物, Fe^{3+} 与 SCN^- 不仅能以 1:3 的个数比配合,还能以其他个数比配合。请按要求填空。
- (1) Fe^{3+} 与 SCN^- 反应时, Fe^{3+} 提供 _____, SCN^- 提供 _____,二者通过配位键结合。
- (2) 所得 Fe^{3+} 与 SCN^- 的配合物中,主要是 Fe^{3+} 与 SCN^- 以个数比 1:1 配合所得离子显红色。含该离子的配合物的化学式是 _____。
- (3) 若 Fe^{3+} 与 SCN^- 以个数比 1:5 配合,则 $FeCl_3$ 与 $KSCN$ 在水溶液中发生反应的化学方程式可以表示为 _____。

能力提升

- ⑪ 下列分子中心原子的杂化方式和分子的空间构型均正确的是 ()
- A. C_2H_2 : sp^2 、直线形
- B. SO_4^{2-} : sp^3 、三角锥形
- C. H_3O^+ : sp^3 、V 形
- D. BF_3 : sp^2 、平面三角形
- ⑫ 下列各组粒子互为等电子体,且中心原子均采用 sp^3 杂化的是 ()
- A. N_3^- 与 CO_2 B. SO_3 和 CO_3^{2-}
- C. NO_2^+ 与 CO_2 D. H_3O^+ 与 NH_3
- ⑬ 向硫酸铜溶液中加入氨水,开始形成蓝色沉淀,继续添加氨水,难溶物溶解得到深蓝色的透明溶液。下列对此现象说法正确的是 ()
- A. 反应后溶液中不存在任何沉淀,所以反应前后 Cu^{2+} 的浓度不变
- B. 在 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 中, Cu^{2+} 是配位原子, NH_3 是配体
- C. 在 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 中, Cu^{2+} 给出孤电子对, NH_3 提供空轨道
- D. 沉淀溶解后,将会生成深蓝色的配离子 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$

- 14 水分子在特定条件下容易得到一个 H^+ , 形成水合氢离子(H_3O^+)。下列对上述过程的描述不合理的是 ()

A. 氧原子的杂化类型发生了改变
B. 微粒的空间构型发生了改变
C. 微粒的化学性质发生了改变
D. 微粒中的键角发生了改变

- 15 [2018·辽宁实验中学分校月考] 下列描述中正确的是 ()

A. CS_2 分子构型为 V 形
B. ClO_3^- 的空间构型为平面三角形
C. SF_6 中有 4 对完全相同的成键电子对
D. SiF_4 和 SO_3^{2-} 的中心原子均为 sp^3 杂化

- 16 [2019·吉林辉南一中高二月考] 关于化学式为 $[\text{TiCl}(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的配合物的下列说法中正确的是 ()

A. 配位体是 Cl^- 和 H_2O , 配位数是 9
B. 中心离子是 Ti^{4+} , 配离子是 $[\text{TiCl}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$
C. 内界和外界中的 Cl^- 的数目比是 1:2
D. 加入足量 AgNO_3 溶液, 所有 Cl^- 均被完全沉淀

- 17 如图 2-2-2 所示是甲醛分子的模型。根据该图和所学化学键知识回答下列问题。



甲醛分子的比例模型 甲醛分子的球棍模型

图 2-2-2

(1) 甲醛分子中碳原子的杂化方式是 _____, 作出该判断的主要理由是 _____。

(2) 下列是对甲醛分子中碳氧键的判断, 其中正确的是 _____ (填序号)。

①单键 ②双键 ③ σ 键 ④ π 键 ⑤ σ 键和 π 键

(3) 甲醛分子中 C—H 键与 C—H 键间的夹角 _____ (填“>”“<”或“=”) 120° , 出现该现象的主要原因是 _____。

- 18 Cu^{2+} 和 Co^{3+} 都能与 NH_3 、 Cl^- 形成配合物。配位化学创始人维尔纳发现, 取 $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ (黄色)、 $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ (紫红色)、 $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ (绿色) 和 $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ (紫色) 4 种化合物各 1 mol, 分别溶于水, 加入足量硝酸银溶液, 立即产生 AgCl 白色沉淀, 沉淀的物质的量分别为 3 mol、2 mol、1 mol 和 1 mol。

(1) 请根据实验事实用配合物的形式写出它们的化学式。

$\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ (黄色): _____。

$\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ (紫红色): _____。

$\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ (绿色) 和 $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ (紫色): _____。

(2) $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ (绿色) 和 $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ (紫色) 颜色不同的原因是 _____。

(3) 上述配合物中, 中心离子的配位数都是 _____。

综合拓展

- 19 一项科学研究成果表明, 铜锰氧化物 (CuMn_2O_4) 能在常温下催化氧化空气中的一氧化碳和甲醛 (HCHO)。

(1) 向一定物质的量浓度的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中加入 Na_2CO_3 溶液, 所得沉淀经高温灼烧, 可制得 CuMn_2O_4 。

① Mn^{2+} 的电子排布式可表示为 _____。

② NO_3^- 的空间构型是 _____ (用文字描述)。

(2) 在铜锰氧化物的催化下, CO 被氧化为 CO_2 , HCHO 被氧化为 CO_2 和 H_2O 。

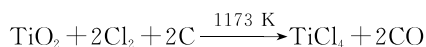
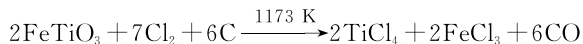
① 根据等电子体原理, CO 分子的结构式为 _____。

② H_2O 分子中氧原子轨道的杂化类型为 _____。

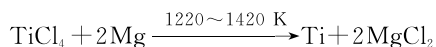
③ CO_2 的电子式为 _____, 1 mol CO_2 中含有的 σ 键数目为 _____。

(3) 向 CuSO_4 溶液中加入过量 NaOH 溶液可生成 $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 。不考虑空间构型, $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ 的结构可用示意图表示为 _____。

- 20 [2019·辽宁抚顺六校期末] 钛呈银白色, 因它坚硬、强度大、耐热、密度小, 被称为高技术金属。目前生产钛采用氯化法, 即将金红石或钛铁矿与焦炭混合, 通入氯气并加热制得 TiCl_4 :



将 TiCl_4 蒸馏并提纯, 在氩气保护下与镁共热得到钛:



MgCl_2 和过量 Mg 用稀盐酸溶解后得海绵状钛, 再在真空中熔化铸成钛锭。

请回答下列问题:

(1) 基态钛原子的价电子排布式为 _____。

(2) 与 CO 互为等电子体的一种离子为 _____ (填化学式)。

(3) 在 CH_2Cl_2 、 CO_2 、 C_2H_4 中, 碳原子采取 sp 杂化的分子为 _____。

(4) 与钛同周期的另一种元素钴 (Co) 可形成分子式均为 $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{BrSO}_4$ 的两种配合物, 其中一种化学式为 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$, 往其溶液中加入 BaCl_2 溶液时, 现象是 _____; 往另一种配合物的溶液中加入 BaCl_2 溶液时, 无明显现象, 若加入 AgNO_3 溶液时, 产生淡黄色沉淀, 则第二种配合物的化学式为 _____。

第三节 分子的性质

第1课时 键的极性和分子的极性

基础巩固

- ① 下列元素原子与 H 形成的分子中,共价键的极性最大的是 ()
A. I B. S C. F D. Cl
- ② 下列物质可能为单质的是 ()
A. 既有离子键,又有非极性键的物质
B. 只有离子键的物质
C. 只有极性键的物质
D. 只有非极性键的物质
- ③ 下列叙述中正确的是 ()
A. 以非极性键结合的双原子分子一定是非极性分子
B. 以极性键结合的分子一定是极性分子
C. 非极性分子一定是双原子单质分子
D. 非极性分子中一定含有非极性共价键
- ④ 下列分子中,含有极性键和非极性键的是 ()
A. H_2S B. N_2
C. CS_2 D. H_2O_2
- ⑤ [2019·广东中山一中高二段考] 在下列化学反应中,既有离子键、极性键、非极性键断裂,又有离子键、极性键、非极性键形成的是 ()
A. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
B. $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_3 \uparrow$
C. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCl}$
D. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- ⑥ 下列叙述正确的是 ()
A. 构成单质分子的微粒一定含有共价键
B. 由非金属元素组成的化合物不一定是共价化合物
C. 非极性键只存在于双原子单质分子里
D. 不同元素组成的多原子分子里的化学键一定都是极性键
- ⑦ [2019·四川绵阳南山中学高二期中] 下列化合物中共价键极性最弱的是 ()
A. H_2O B. H_2S
C. H_2Se D. H_2Te
- ⑧ X、Y 为两种不同元素,由它们组成的下列物质的分子中,肯定有极性的是 ()
A. XY_4 B. XY_3
C. XY_2 D. XY
- ⑨ [2019·河北邢台内丘中学等五校高二月考] 微波炉加热时,炉内的微波场以极高的频率改变电场的方向,使水分子迅速摆动而产生热效应。在高频改变方向的电场中水分子会迅速摆动的原因是 ()

- A. 水分子具有极性共价键
- B. 水分子中有共用电子对
- C. 水由氢、氧两种元素组成
- D. 水分子是极性分子

- ⑩ [2018·吉林松原扶余县第一中学月考] 在 HF 、 H_2O 、 NH_3 、 CS_2 、 CH_4 、 N_2 分子中(将所选物质的化学式填入下列空白):
(1)以非极性键结合的非极性分子是_____。
(2)以极性键相结合,具有直线形结构的非极性分子是_____。
(3)以极性键相结合,具有正四面体结构的非极性分子是_____。
(4)以极性键相结合,具有三角锥形结构的极性分子是_____。
(5)以极性键相结合,具有 V 形结构的极性分子是_____。
(6)以极性键相结合,而且分子极性最大的是_____。
(7)与 N_2O 互为等电子体的是_____。

能力提升

- ⑪ 实验测得 BeCl_2 为共价化合物,两个 $\text{Be}-\text{Cl}$ 键间的夹角为 180° ,则 BeCl_2 属于 ()
A. 由极性键构成的极性分子
B. 由极性键构成的非极性分子
C. 由非极性键构成的极性分子
D. 由非极性键构成的非极性分子
- ⑫ [2019·河南郑州第一中学期中] 下列温室气体中,和 CO_2 一样,既是非极性分子,所有的原子又都达到 8 电子稳定结构的是 ()
A. N_2O
B. $\text{CF}_2=\text{CF}_2$
C. CCl_2F_2
D. SF_6
- ⑬ [2019·宁夏银川一中高二期末] 科学家最近研制出可望成为高效火箭推进剂的 $\text{N}(\text{NO}_2)_3$ (如图 2-3-1)。已知该分子中 $\text{N}-\text{N}-\text{N}$ 键的键角都是 108.1° ,下列有关 $\text{N}(\text{NO}_2)_3$ 的说法不正确的是 ()

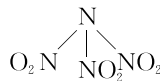


图 2-3-1

- A. 该分子中既含有非极性键又含有极性键
- B. 分子中四个氮原子不共平面
- C. 该物质既有氧化性又有还原性
- D. 该分子属于非极性分子

- 14 NH_3 、 H_2S 等是极性分子, CO_2 、 BF_3 、 CCl_4 等是由极性键形成的非极性分子。根据上述事实可推出 AB_n 型分子是非极性分子的经验规律是 ()

A. 分子中不能含有氢原子
B. 在 AB_n 分子中 A 原子的所有价电子都参与成键
C. 在 AB_n 分子中每个共价键的键长都相等
D. 在 AB_n 分子中 A 的相对原子质量应小于 B 的相对原子质量

- 15 常温下三氯化氮(NCl_3)是一种淡黄色液体, 其分子结构呈三角锥形。以下关于三氯化氮的说法中正确的是 ()

A. 分子中 N—Cl 键是非极性键
B. 分子中不存在孤电子对
C. NCl_3 分子是极性分子
D. 因 N—Cl 键的键能大, 则它的沸点高

- 16 有 X、Y、Z、Q、T 五种元素, X 元素原子的 M 能层的 p 轨道上有两个未成对电子且无空轨道; Y 元素原子的价电子排布式为 $3d^6 4s^2$; Z 元素原子的 L 能层的 p 轨道有一个空轨道; Q 元素原子的 L 能层的 p 轨道上只有一对成对电子; T 元素原子 M 能层上 p 轨道有 3 个未成对电子。下列说法中不正确的是 ()

A. T 元素有一种单质的立体构型为正四面体形
B. ZQ 分子中含有 1 个 σ 键和 2 个 π 键
C. X 和 Q 元素能形成两种只含极性键的极性分子
D. Z 与 X、Q 元素均能形成直线形非极性分子

- 17 X、Y、Z、W 为按原子序数由小到大排列的 4 种短周期元素, 已知:

① X 元素原子的价电子排布式为 ns^1 , 且原子半径是同族元素中最小的;
② Y 元素是地壳中含量最多的元素; W 元素的电负性略小于 Y 元素, 在 W 原子的电子排布式中, p 轨道上只有 1 个未成对电子;
③ Z 元素的电离能(用符号 I 表示)数据见下表(电离能单位为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)。

I_1	I_2	I_3	I_4	...
496	4562	6912	9540	...

请回答:

(1) Z_2Y 中含有的化学键类型为_____。

(2) X_2Y 分子的空间构型为_____, XWY 属于_____ (填“极性”或“非极性”)分子。

- 18 短周期元素 D、E、X、Y 原子序数逐渐增大, 它们的气态氢化物分子的空间构型依次是正四面体形、三角锥形、正四面体形、V 形。回答下列问题。

(1) Y 的核外电子排布式为_____, 其最高价氧化物的化学式为_____。

(2) D 的最高价氧化物与 E 的一种氧化物为等电子体, 写出 E 的氧化物的化学式:_____。

(3) D 和 Y 形成的化合物分子为_____ (填“极性”或“非极性”)分子, 空间构型为_____, D 原子的轨道杂化方式是_____。

(4) 金属镁和 E 的单质在高温下反应得到的产物与水反应生成两种碱性物质, 该反应的化学方程式是_____。

综合拓展

- 19 A、B、C、D、E、G (G 的某种单质可以吸收紫外线) 为短周期元素。其中, A 元素和 B 元素的原子都有一个未成对电子, A^{3+} 比 B^- 少一个电子层, B 原子得一个电子后 3p 轨道全充满; C 原子的 p 轨道中有 3 个未成对电子, 其气态氢化物在水中的溶解性在同族元素所形成的气态氢化物中最大; D 的最高化合价与最低化合价代数和为 4, 其最高价氧化物对应的水化物可以用于制取炸药和制作铅蓄电池; E 元素的基态原子核外有六种运动状态的电子。请回答下列问题:

(1) CB_3 分子中, 中心原子的杂化类型是_____, 空间构型为_____, CG_3^- 的空间构型为_____。

(2) B、D 元素最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱为_____ (填化学式), 原因是_____。

(3) 分子 R 是由 G 元素与氢元素形成的 18 电子分子, R 的电子式为_____。

(4) C、E、G 的第一电离能由大到小的顺序为_____。

(5) 已知 EC^- 的结构与 C_2 相似, 1 mol EC^- 中的 π 键数目为_____。

- 20 [2019 · 河南太康一高高二期中] $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ 可以形成两种固体, 一种为淡黄色, 在水中的溶解度小, 另一种为黄绿色, 在水中的溶解度较大, 请回答下列问题。

(1) $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ 是平面正方形结构, 还是四面体形结构? _____。

(2) 请在以下空格内画出这两种固体分子的几何构型图。淡黄色固体:_____。黄绿色固体:_____。

(3) 淡黄色固体物质是由_____组成, 黄绿色固体物质是由_____组成。(填“极性分子”或“非极性分子”)

(4) 黄绿色固体在水中溶解度比淡黄色固体在水中溶解度大, 原因是_____。

第2课时 分子的性质

基础巩固

- 1 下列有关范德华力的叙述正确的是 ()
- A. 范德华力的实质是一种电性作用,所以范德华力是一种特殊的化学键
- B. 范德华力存在于所有的分子之间
- C. 范德华力比较弱,但范德华力越强,物质的熔点和沸点越高
- D. 范德华力与化学键的区别在于分子内成键的强弱问题
- 2 下列关于氢键的说法正确的是 ()
- A. 每个水分子内含有两个氢键
- B. 在水蒸气、水和冰中都含有氢键
- C. 分子间能形成氢键使物质的熔点和沸点升高
- D. HF 的稳定性很强,是因为其分子间能形成氢键
- 3 当干冰气化时,下列所述中发生变化的是 ()
- A. 分子大小 B. 范德华力
- C. 分子内共价键 D. 化学性质
- 4 下列事实与氢键无关的是 ()
- A. 液态氟化氢中有三聚氟化氢(HF)₃ 分子存在
- B. H₂O 比 H₂S 稳定
- C. 乙醇能与水以任意比混溶而甲 1 醚(CH₃—O—CH₃) 难溶于水
- D. 冰的密度比液态水的密度小
- 5 根据“相似相溶”规则 and 实际经验,下列叙述不正确的是 ()
- A. 白磷(P₄)易溶于 CS₂,但难溶于水
- B. NaCl 易溶于水,难溶于 CCl₄
- C. 碘易溶于苯,微溶于水
- D. 卤化氢易溶于水,也易溶于 CCl₄
- 6 下列分子中,不含手性碳原子的是 ()
- A. $\text{CH}_3\text{CHOH}\begin{array}{c} | \\ \text{Br} \end{array}$
- B. $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{O}-\text{R}$
- C. $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- D. CH₃CHClCH₂CHO
- 7 下列各组酸中,酸性前者小于后者的是 ()
- A. H₂CO₃、H₂SiO₃ B. HCl、H₂S
- C. HNO₃、H₃PO₄ D. H₂SO₃、H₂SO₄
- 8 碘单质在水溶液中溶解度很小,但在 CCl₄ 中溶解度很大,这是因为 ()

B. CCl₄ 与 I₂ 都是直线形分子,而 H₂O 不是直线形分子

C. CCl₄ 与 I₂ 都不含氢元素,而 H₂O 中含有氢元素

D. CCl₄ 与 I₂ 都是非极性分子,而 H₂O 是极性分子

9 下列说法是否正确? 若不正确,请说明理由。

(1)乙醇能与水互溶是由于乙醇分子与水分子之间只存在范德华力。

(2)碘化氢的沸点比氯化氢的沸点高是由于碘化氢分子之间存在氢键。

- 10 20 世纪 60 年代美国化学家鲍林提出了一个经验规则:设含氧酸的化学式为 H_nRO_m,其中(m-n)为非羟基氧原子数,鲍林认为含氧酸的酸性强弱与非羟基氧原子数(m-n)有如下关系:

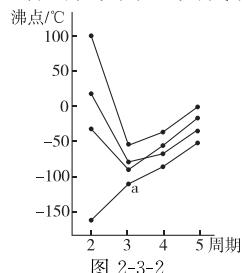
m-n	0	1	2	3
含氧酸强度	弱酸	中强酸	强酸	超强酸
实例	HClO	H ₃ PO ₄	HNO ₃	HClO ₄

(1)按此规律判断:H₃AsO₄、H₂CrO₄、HMnO₄ 的酸性由强到弱的顺序为_____。

(2)按此规则判断碳酸应属于_____酸,与通常认为的碳酸的强度是否一致? _____,其可能的原因是_____。

能力提升

- 11 关于氢键,下列说法正确的是 ()
- A. 所有含氢元素的化合物间都存在氢键,氢键比范德华力强
- B. H₂O 是一种非常稳定的化合物,是因为水分子间形成了氢键
- C. 氢原子和非金属性很强的元素原子(F、O、N)形成的共价键称为氢键
- D. 分子间形成的氢键使相应物质的熔点和沸点升高,氢键也可存在于分子内
- 12 如图 2-3-2 所示折线表示周期表第ⅣA~ⅦA 族中的某一族元素气态氢化物,其中 a 点代表的是 ()



- A. H₂S B. HCl C. PH₃ D. SiH₄

- 13 [2019·宁夏石嘴山第三中学月考] 比较下列各组化合物的沸点,前者低于后者的是 ()

A. 乙醇和氯乙烷
B. 邻羟基苯甲酸与对羟基苯甲酸
C. 对羟基苯甲醛与邻羟基苯甲醛
D. H_2O 和 H_2Te

- 14 无机含氧酸的强弱规律:对于同一种元素的含氧酸来说,成酸元素的化合价越高,酸性越强。下列说法正确的是 ()

A. 根据这一规律,高氯酸是很强的酸
B. H_3PO_4 的酸性比盐酸强
C. 碳酸和亚硫酸的酸性不好比较
D. 硝酸与磷酸的酸性一样

- 15 [2019·广西钦州港经济开发区中学期中] 丙氨酸($\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$)分子为手性分子,它存在手性异构体,如图 2-3-3 所示:

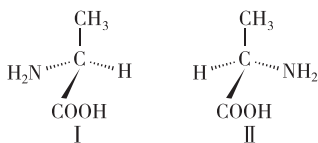


图 2-3-3

下列关于丙氨酸的两种手性异构体(I 和 II)的说法正确的是 ()

A. I 和 II 分子中均存在 2 个手性碳原子
B. I 和 II 呈镜面对称,具有不同的分子极性
C. I 和 II 分子都是极性分子,只含有极性键,不含非极性键
D. I 和 II 的化学键相同,但分子的性质不同

- 16 [2019·河北石家庄一中高二期中] 镓(Ga)、锗(Ge)、砷(As)、硒(Se)均为第四周期的元素,它们在高科技尖端科学特别是信息领域有着广泛的用途。试回答下列问题:

(1)基态锗原子的电子排布式为_____。
(2)沸点: NH_3 _____ AsH_3 (填“>”“<”或“=”),原因是_____。
(3) H_2SeO_4 和 H_2SeO_3 是硒的两种含氧酸,请根据结构与性质的关系,解释 H_2SeO_4 比 H_2SeO_3 酸性强的原因:_____。

- 17 短周期的 5 种非金属元素,其中 A、B、C 的价电子排布式可表示为 A: as^a , B: $bs^b p^b$, C: $cs^c p^{2c}$; D 与 B 同主族, E 在 C 的下一周期,且是同周期元素中电负性最大的元素。

回答下列问题:

(1)由 A、B、C、E 四种元素中的两种元素可形成多种分子,下列分子属于极性分子的是_____ (填序号)。

① BC_2 ② BA_4 ③ A_2C_2 ④ BE_4

(2)C 的气态氢化物比下一周期同族元素的气态氢化物沸点还要高,其原因是_____。

(3)B、C 两元素都能和 A 元素组成常见的溶剂,其分子式分别为_____、_____。 DE_4 在前者中的溶解性_____ (填“大于”或“小于”)在后者中的溶解性。

(4) BA_4 、 BE_4 和 DE_4 的沸点从高到低的顺序为_____ (填化学式)。

(5)A、C、E 三种元素可形成多种含氧酸,如 AEC 、 AEC_2 、 AEC_3 、 AEC_4 等,以上列举的 4 种酸,其酸性由强到弱的顺序为_____ (填化学式)。

综合拓展

- 18 [2019·甘肃兰州一中高二期中] 氮(N)、磷(P)、砷(As)等都是第 V A 族的元素,该族元素的化合物在研究和生产中许多重要用途。回答下列问题:

(1) NH_3 的沸点比 PH_3 _____ (填“高”或“低”),原因是_____。

(2) Na_3AsO_4 中含有的化学键类型包括_____;
 AsO_4^{3-} 的空间构型为_____, As_4O_6 的分子结构如图 2-3-4,则在该化合物中 As 的杂化方式是_____。

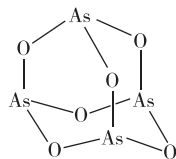


图 2-3-4

(3)自然固氮现象发生的一系列化学变化($\text{N}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_3^-$)解释了民谚“雷雨发庄稼”的原理。

① NO_3^- 中 N 原子采取_____杂化,其空间构型为_____,写出它的一种等电子体的化学式:_____。

②已知酸性: $\text{HNO}_3 > \text{HNO}_2$, 下列相关见解合理的是_____。

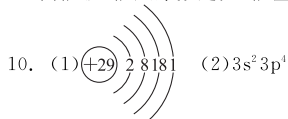
A. 含氧酸中氧原子总数越多,酸性越强
B. 同种元素化合价越高,对应含氧酸的酸性越强
C. HNO_3 中氮元素的正电性更高,在水溶液中更易电离出 H^+ ,酸性强于 HNO_2

第一章 原子结构与性质

第一节 原子结构

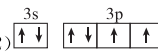
第1课时 原子的诞生、能层与能级、构造原理、电子排布式

1. C
2. A
3. B 【解析】第三电子层只有 3s、3p、3d 三种能级。所以能级符号不正确的是 3f。
4. C 5. C
6. B 【解析】4p 能级只填充一半电子的原子应该是第 V A 族元素的原子,根据核外电子排布规律可知其原子序数是 $2+8+18+5=33$,B 项正确。
7. D 【解析】Be 的电子排布式应为 $1s^2 2s^2$,①错误;He 的电子排布式为 $1s^2$,③错误,D 项正确。
8. C 【解析】原子的核外电子排布遵循能量最低原理,基态原子核外电子的排布都遵循下列顺序:1s、2s、2p、3s、3p、4s、3d、4p、5s、4d、5p、6s、4f、5d,所以电子能量最高的是 5d¹,C 项正确。
9. B 【解析】根据构造原理,各能级能量由低到高的顺序为 $E(1s)$ 、 $E(2s)$ 、 $E(2p)$ 、 $E(3s)$ 、 $E(3p)$ 、 $E(4s)$ 、 $E(3d)$ 、 $E(4p)$ 、 $E(5s)$,A 项和 D 项正确的顺序为 $E(4f) > E(5s) > E(3d) > E(4s)$;对于不同能层的相同能级,能层序数越大,能量越高,所以 C 项错误。



- (3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ (4) Br
11. (1) 硅 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ (2) 硼 $1s^2 2s^2 2p^1$
(3) 氟 $1s^2 2s^2 2p^5$ (4) 氮 $1s^2 2s^2 2p^2$
 12. D 【解析】 $1s^2 2s^2 2p^6$ 为 10 电子微粒,可能为 Ne、Na⁺、F⁻ 等,故无法确定具体元素或分子,A、B、C 项错误,D 项正确。
 13. B 【解析】B 与 Cl 可形成的化合物为 BCl₃,A 项错误;Fe 与 O 可形成的化合物为 Fe₃O₄ 和 Fe₂O₃ 等,B 项正确;C 与 O 可形成的化合物为 CO 和 CO₂,C 项错误;Ca 与 N 可形成的化合物为 Ca₃N₂,D 项错误。
 14. D 【解析】O²⁻ 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6$,A 项错误;Ca 的电子排布式为 [Ar]4s²,B 项错误;Fe 的电子排布式为 [Ar]3d⁶4s²,C 项错误;D 项正确。
 15. B 【解析】根据核外电子排布规律,该元素基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 3d^{10} 4s^2 4p^4 5s^2$ 。由此可知,该元素基态原子中共有 39 个电子,原子核外有 5 个能层,其中 M 能层上有 18 个电子,最外层上有 2 个电子,B 项正确。
 16. D 【解析】Cr 原子的核外电子排布式应为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$,D 项符合题意。
 17. D 【解析】AB₂ 型化合物中 A 的化合价为 +2 或者 +4 价,B 的化合价为 -1 或 -2 价,价层电子排布为 $2s^2 2p^2$ 的元素为 C,价层电子排布为 $2s^2 2p^4$ 的元素为 O,二者可形成 CO₂;价层电子排布为 $3s^2 3p^4$ 的元素为 S,价层电子排布为 $2s^2 2p^4$ 的元素为 O,二者可形成 SO₂;价层电子排布为 $3s^2$ 的元素为 Mg,价层电子排布为 $2s^2 2p^5$ 的元素为 F,二者可形成 MgF₂;价层电子排布为 $3s^1$ 的元素为 Na,价层电子排布为 $3s^2 3p^1$ 的元素为 S,二者形成 Na₂S,D 项符合题意。
 18. (1) ①35 ②4 8 ③ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$
(2) ① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ ② $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
③ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
(3) ①25 ②4 ③13

- 【解析】(1)该单质为 Br₂,核电荷数=原子序数=核外电子数,故此原子的核外电子数为 35;依据构造原理,此元素的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ 。(3)从电子排布式看,各能级的电子数之和为 25,该原子最高能级为 4s 能级,故有 4 个能层,M 能层电子排布式为 $3s^2 3p^3 3d^5$,故该能层电子数为 13。
19. (1) Ar (2) S²⁻ (3) K⁺ (4) Cl⁻
【解析】(1)符合题述核外电子排布式的电中性粒子很难发生化学反应,应为 Ar。(2)使溴水褪色并出现浑浊,应为还原性较强的 S²⁻,发生反应 $S^{2-} + Br_2 = S \downarrow + 2Br^-$ 。(3)某粒子氧化性很弱,得电子后还原性很强,且这种元素的原子最外层只有一个电子,应为 K⁺。(4)这种元素的原子得到一个电子即达稳定结构,则对应的粒子应为 Cl⁻。

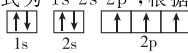
20. (1) $2s^2 2p^4$ 3s¹ (2)  (3) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ 或 [Ar]3d⁵4s¹ 6


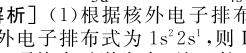
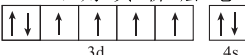
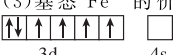
【解析】根据题目给出的 M、R 和 X 的信息确定,M 是氧元素,R 是钠元素,X 是硫元素。根据 M、R、X、Y 为原子序数依次增大的短周期主族元素确定 Y 是氯元素。根据 Z 的基态原子 4s 和 3d 轨道半充满,则 Z 元素原子的核外有 24 个电子,是铬元素。

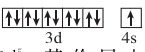
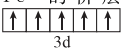
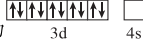
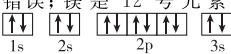
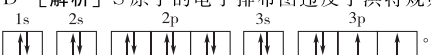
21. (1) N O
(2) $2Li + 2H_2O = 2LiOH + H_2 \uparrow$
(3) PH₃ NH₃

【解析】A 元素的最高价氧化物对应的水化物与它的气态氢化物反应得到离子化合物,可知 A 为氮元素,所得离子化合物为 NH₄NO₃;B 原子的最外层电子排布式为 $ns^2 np^2$,n 必为 2,即 B 原子的最外层电子排布式为 $2s^2 2p^2$,则 B 为氧元素;C、D 两原子的最外层电子数分别是内层电子数的一半,若最外层为 L 层,则内层电子数为 2,L 层电子数为 1,即为锂元素,若最外层为 M 层,则内层电子数为 10,M 层电子数为 5,即为磷元素,且 C 元素是植物生长的营养元素之一,所以,C、D 元素分别为磷元素和锂元素。

第2课时 能量最低原理 电子云与原子轨道 泡利原理和洪特规则

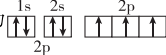
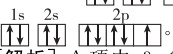
1. A 【解析】根据基态原子的定义,基态原子处于最低能量状态,A 项正确;基态 C 原子的电子排布式应是 $1s^2 2s^2 2p^2$,B 项错误;焰色反应是金属原子的电子从激发态跃迁到基态时产生的光谱,C 项错误;根据定义,基态原子吸收能量转变为激发态的原子,D 项错误。
2. D 【解析】P 原子 3p 能级上有 3 个轨道,3p 能级上有 3 个电子,3 个电子应该排在 3 个不同的轨道上,且自旋方向相同,若将 P 原子的电子排布式写成 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^3 p_y^1$,它违背了洪特规则,D 项符合题意。
3. B 【解析】根据泡利原理,每个原子轨道中最多能容纳 2 个自旋状态相反的电子,所以每个能级最多能容纳的电子数是该能级原子轨道数的 2 倍,选项 B 符合题意。
4. D
5. D 【解析】A 项,p 轨道是哑铃形,说的是电子出现频率高的“区域”的形状;B 项,第 3 能层共有 9 个轨道;C 项,氢原子中有 1 个电子,但轨道是人们规定的,可以是空轨道。
6. C 【解析】 $2p^1 \rightarrow 4f^1$ 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 项正确。
7. C 【解析】硅是 14 号元素,硅原子的电子排布式应为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3$ 违反了能量最低原理,A 项错误;碳是 6 号元素,碳原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$,符合能量最低原理、泡利不相容原理和洪特规则,B 项错误;铊是 21 号元素,铊原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^3$ 违反了泡利不相容原理,C 项正确;铬是 24 号元素,铬原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$ 没有违反泡利不相容原理,D 项错误。
8. A 【解析】A 项,1 个 2s 电子被激发到 2p 能级上,表示的是激发态原子;B 项,3p² 表示 3p 能级上填充了 2 个电子;C 项,同一原子中,电子层数越大,离核越远,能量越高,故 1s、2s、3s 电子的能量逐渐升高;D 项,同为 p 能级,其轨道数是一定的,不论它在哪一能层中。
9. B 【解析】N 为 7 号元素,电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$,根据洪特规则和泡利不相容原理,电子排布图为 ,故 B 项正确。

10. (1) D C

(2)  哑铃(或纺锤) (3) CD
【解析】(1)根据核外电子排布的“三原则”分析可知,基态 Li 原子核外电子排布式为 $1s^2 2s^1$,则 D 项表示处于基态,能量最低。A、B、C 三项均表示激发态,处于较高能级轨道上的电子数越多,具有的能量越高,故 C 项激发态具有的能量最高。
(2)基态 Fe 原子核外电子排布式为 [Ar]3d⁶4s²,价层电子排布式为 $3d^6 4s^2$,则其价层电子排布图(轨道表达式)为 。基态 S 原子核外电子排布式为 [Ne]3s²3p⁴,故基态 S 原子电子占据最高能级为 3p 能级,其电子云轮廓图为哑铃形(或纺锤形)。
(3)基态 Fe²⁺ 的价电子排布式为 $3d^6$,其价层电子排布图应为  3d 4s,A 项错误。基态 Cu 原子的价层电子排布式为

- 3d¹⁰4s¹,其价层电子排布图应为 , B 项错误。基态 Fe³⁺ 的价层电子排布式为 3d⁵,其价层电子排布图应为 , C 项正确。基态 Cu⁺ 的价层电子排布式为 3d¹⁰,其价层电子排布图应为 , D 项正确。
11. D
12. B [解析] L 电子层中有 1 个 s 能级、1 个 p 能级, s 能级有 1 个原子轨道, p 能级有 3 个原子轨道, 所以 L 电子层共有 4 个原子轨道, 每个原子轨道最多容纳 2 个电子, 所以 L 电子层最多可容纳 8 个电子。
13. C
14. A [解析] 在乙炔分子中, C 原子和 H 原子之间形成一个共价键, C 原子与 C 原子之间形成碳碳三键, 结构式为 H—C≡C—H, 故 A 项正确; 氟是 9 号元素, 氟原子的外围电子排布式为 2s²2p⁵, 故 B 项错误; 镁是 12 号元素, 镁原子核外电子的电子排布图应为 , 故 C 项错误; 次氯酸中氧元素是 -2 价, 氯元素是 +1 价, 次氯酸的中心原子是氧原子, 正确的电子式为 H : $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}} :$, 故 D 项错误。
15. D [解析] 1s²2s²2p⁶3s¹ → 1s²2s²2p⁶, 失去电子, 吸收能量; N≡N(g) → N(g) + N(g), 化学键断裂, 吸收能量; 2p_x²2p_y²2p_z² → 2p_x²2p_y²2p_z², 2p_x²、2p_y²、2p_z² 为等价轨道, 能量相等, 不吸收也不释放能量; 2H(g) → H—H(g), 形成化学键, 释放能量, D 项正确。
16. A [解析] 根据构造原理, ns 电子的能量一定高于 (n-1)p 电子的能量, A 项错误。
17. D [解析] S 原子的电子排布图违反了洪特规则, 正确的是 。
18. B [解析] 活泼金属元素与活泼非金属元素能形成离子化合物, 3s² 和 4s²4p⁵ 表示的是镁元素和溴元素, B 项正确。
19. C [解析] X₂Y₃ 型化合物中 X 显 +3 价或者 +6 价, Y 显 -2 或者 -4 价, A 选项中 X 原子是 Al, Y 原子是 Cl, 可以组成 AlCl₃; B 选项中 X 原子是 C, Y 原子是 O, 可以组成 CO、CO₂; C 选项中 X 原子是 Al, Y 原子是 S, 可以组成 Al₂S₃; D 选项中 X 原子是 Mg, Y 原子是 N, 可以组成 Mg₃N₂。
20. (1) 球 1 哑铃 3 (2) ① 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁷4s² 或 [Ar]3d⁷4s²

② 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s¹ 或 [Ar]3d¹⁰4s¹

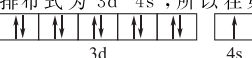
(3) ①  ② 

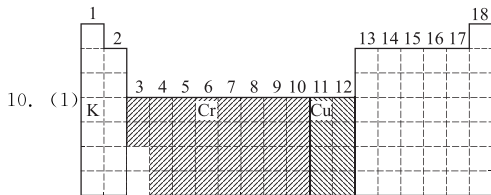
[解析] (1) s 电子的原子轨道呈球形, 每个 s 能级有 1 个原子轨道; p 电子的原子轨道呈哑铃形, 每个 p 能级有 3 个原子轨道。(2) ① Co 的原子序数是 27, 核外电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁷4s² 或 [Ar]3d⁷4s²。② Cu 的原子序数是 29, 核外电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s¹ 或 [Ar]3d¹⁰4s¹。(3) ① N 的原子序数是 7, 电子排布图应为 。② F 的原子序数是 9, 电子排布图应为 。

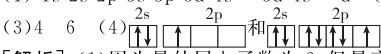
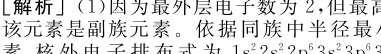
21. C [解析] A 项中, 3p 能级有一个空轨道的基态原子, 按洪特规则可得其 3p 轨道上只能有两个电子, 所以两原子是同种元素的原子; B 项中, 2p 能级无空轨道且有一个未成对电子的基态原子, 它的 2p 能级上只能是 5 个电子, 所以两原子是同种元素的原子; C 项中, M 层全充满而 N 层为 4s² 的原子, M 层应为 18 个电子, 而后的 M 层上只有 8 个电子, 所以两原子不是同种元素的原子; D 项中, 最外层电子数是核外电子总数的 $\frac{1}{5}$ 的原子中, 最外层电子数要小于或等于 8 且电子总数为 5 的倍数, 所以该原子原子序数可能是 5、10、15、20、25、30、35、40, 其中满足最外层电子数是核外电子总数的 $\frac{1}{5}$ 且符合核外电子排布规则的只能是 35 号元素, 该元素原子的价电子排布式为 4s²4p³, 所以两原子是同种元素的原子。
22. (1) C 或 O (2) Cu 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁹ (3) 2 2p
- [解析] (1) A 元素基态原子的最外层有 2 个未成对电子, 次外层有 2 个电子, 根据构造原理可知, 核外有 6 或 8 个电子, 所以该元素为 C 或 O。(2) E 元素基态原子的 M 层全充满, N 层没有成对电子, 只有一个未成对电子, 基态原子的电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s¹ 或 [Ar]3d¹⁰4s¹, 应为铜元素, Cu²⁺ 的电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁹。(3) F 元素的原子最外层电子排布式为 nsⁿnpⁿ⁺¹, s 能级最多排 2 个电子, 该元素排列了 np 能级, 说明 ns 能级已经填满, 所以 n=2, 则该元素原子最外层电子排布式为 2s²2p³, 则该元素是氮元素, 根据构造原理知该元素中能量最高的电子是 2p 电子。

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

1. C [解析] s 区除 H 外均为金属元素, 故 A、D 项错误。He、Zn 等虽然最外层电子数为 2, 但不在 s 区, B 项错误。周期表中第ⅢB 族~第ⅡB 族为过渡元素, 全部为金属元素, C 项正确。
2. B [解析] 5s²5p³ 中的 5 指的是电子层数, 即位于第五周期, 价电子指的是最外层电子数, 主族元素所在族序数等于最外层电子数, 即位于第 V A 族, 属于主族元素, 又因为最后一个电子填充在 p 能级上, 属于 p 区, 按照核外电子排布的规律, 推出此元素是锑元素 (Sb), 故 B 项正确。
3. C [解析] 主族元素的最外层电子数=价电子数, 因其最外层电子数与价电子数不相等, 因此不是主族元素, C 项错误; 因该元素是同族中原子序数最小的元素, 所以位于第四周期, 其价电子数为 5, 推测价电子排布为 3d⁵4s², 其电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁵4s², 为钒元素, 位于第 V B 族, 属于 d 区元素, A、B、D 项正确。
4. A [解析] 第 9 列元素是过渡元素, 没有非金属, A 项正确; 第 15 列元素的原子最外层电子排布是 ns²np³, B 项错误; 最外层电子排布为 ns² 的元素也可能是过渡元素或 0 族元素 He, C 项错误; 第 11、12 列为 ds 区元素, D 项错误。
5. B [解析] 因为次外层的 d 轨道电子数为 7, 属于 d 区, 故 B 项正确。
6. C [解析] 由元素原子的最外层电子排布式可知, 3s²3p³、4s²4p¹、3s²3p⁵ 表示的元素均是处于元素周期表中 p 区的主族元素, 4s² 表示的元素可能是主族元素 Ca, 也可能是第四周期除 Cr、Cu 以外的过渡元素。
7. C [解析] 某元素 +3 价离子的电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁵, 其原子核外电子数为 23+3=26, 为铁元素, 原子核外电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁶4s², 处于周期表中第四周期Ⅷ族。
8. C [解析] 根据原子的质量数和质子数可以求出其中子数, 根据其核外电子的排布可以确定其在元素周期表中的位置。⁴⁸Ti、⁴⁹Ti、⁵⁰Ti 的中子数分别为 26、27、28, 故其中子数不可能为 22, A 项正确; 钛原子的价电子排布式为 3d³4s², 故其在周期表中处于第四周期, B 项正确; 钛的不同同位素的质子数和核外电子排布相同, 故在元素周期表中处于相同的位置, C 项错误; 钛元素的原子核外价电子排布式为 3d³4s², D 项正确。
9. (1) 29 (2) 4 7 (3) 3d¹⁰4s¹ (4) 四 I B (5) 1
- [解析] 根据核外电子排布原则, 该元素原子的核外电子排布应为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s¹, 共有 29 个电子, 故为 Cu。从核外电子排布式中可以得出 n=4, 有 4 个电子层, 所以为第四周期元素, 外围电子排布式为 3d¹⁰4s¹, 所以在第 I B 族。外围电子的电子排布图应为  , 所以有 1 个未成对电子。



- (2) ds
- (3) 见上表
11. D [解析] 在元素周期表中金属元素约占 80%, 故 A 项正确; 主族元素处于周期表的 s 区和 p 区, 故 B 项正确; 价电子排布式为 5s²5p¹ 的元素最外层电子数为 3, 电子层数是 5, 最后一个电子排在 p 轨道, 所以该元素位于第五周期第ⅢA 族, 是 p 区元素, 故 C 项正确; Na、K、Rb 为第 I A 族元素, 最外层电子数相同, D 项错误。
12. D [解析] 该元素最外层仅有一个电子位于 4s 能级, 即 4s¹, 该原子 4s 能级未填满, 情况之一是按照能级顺序正常填充的结果: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s¹, 为 K; 情况之二是按照洪特规则的特例填充的结果: 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁵4s¹, 为 Cr 和 Cu, 所以基态原子的 4s 能级中只有 1 个电子的元素共有 3 种, 其中位于 d 区的元素只有 1 种, 故 D 项正确。
13. A [解析] 先确定 Y 元素原子的价电子层结构, 再依据周期表推出 X、Z 元素并作答。因为 Y 元素原子的外围电子排布中出现了 np 能级, 故其 ns 能级已经排满且只能为 2 个电子, 则 n-1=2, n=3, 即 Y 元素原子的外围电子排布为 3s²3p⁴, 故 A 项错误, B 项正确。Y 为 S, X 为 F, 第二周期所含非金属元素最多, 故 C 项正确。Z 为 As, 核外电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s²4p³, D 项正确。
14. D [解析] 第一周期元素原子的最外层电子排布是从 ns¹ 过渡到 ns², 故 A 错误; 氢元素处于 s 区, 故 B 错误; 原子核外电子排布式为 1s¹ 的原子为氢原子, 原子核外电子排布式为 1s²2s¹ 的原子为锂原子, H 为非金属元素, Li 为金属元素, 二者性质不同, 故 C 错误; 过渡元素包括副族与第Ⅷ族元素, 为元素周期表中的第 3 列到第 12 列, 即第ⅢB 族到第ⅡB 族的 10 个纵行, 都是金属元素, 故 D 正确。
15. (1) 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d³4s² 3d³4s² (2) 四 III A +3 Ga
- (3) 4 6 (4)  和 
- [解析] (1) 因为最外层电子数为 2, 但最高正化合价却为 +5, 说明该元素是副族元素。依据同族中半径最小, 可知其为第四周期元素, 核外电子排布式为 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d³4s², 外围电子排布为 3d³4s², 属于 d 区元素。(2) 由外围电子排布为 4s²4p¹ 可知其属于第四周期第ⅢA 族, 最高正化合价为 +3 价, 是 Ga。(3) 原子序数为

(3) 核外电子排布相同的离子, 其离子半径随原子序数的增大而减小, 则 B、C、D 的简单离子的半径由大到小的顺序为 $\text{N}^{3-} > \text{O}^{2-} > \text{Al}^{3+}$ 。

(4)核外有 18 个电子的氧元素的氢化物是过氧化氢,属于共价化合

物,电子式为 $\text{H} : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} : \text{H}$ 。

章末知识测评(一)

1. A 【解析】处于最低能量的原子叫作基态原子,A 项正确。 $3s^2$ 表示 3s 能级容纳 2 个电子,s 能级有 1 个原子轨道,B 项错误。能级符号相同,能层越大,电子能量越高,所以 $1s, 2s, 3s$ 电子的能量逐渐增大,C 项错误。同一原子中, $3d, 4d, 5d$ 能级的轨道数相等,都为 5,故 D 项错误。
2. D 【解析】所有原子任一能层的 s 电子云轮廓图都是球形,能层越大,球的半径越大,故 A 项错误;基态 Mg 的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$,能量处于最低状态,当变为 $1s^2 2s^2 2p^6 3p^2$ 时,电子发生跃迁,需要吸收能量,变为激发态,故 B 项错误; $_{24}\text{Cr}$ 原子的电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^5 4s^1$,半充满轨道能量较低,故 C 项错误;Ni 是 28 号元素,其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$,价电子数

为 10,价电子排布式为 $3d^8 4s^2$,价电子排布图为 $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$,故 D 项正确。

3. D 【解析】3p 能级上有 1 个空轨道,则该原子的电子排布图为 $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$,即该元素为 14 号元素硅。

4. C
5. D 【解析】X、Y 是主族元素,I 为电离能,X 第一电离能和第二电离能差距较大,说明 X 为第 I A 族元素;Y 第三电离能和第四电离能差距较大,说明 Y 为第 III A 族元素,X 的第一电离能小于 Y,说明 X 的金属活泼性大于 Y。X 为第 I A 族元素,元素最高化合价与其族序数相等,所以 X 常见化合价为 +1 价,A 项正确;通过以上分析知,Y 为第 III A 族元素,B 项正确;元素 X 与氯元素形成化合物时,X 的电负性小于 Cl,所以在二者形成的化合物中 X 显 +1 价、Cl 显 -1 价,则化学式可能是 XCl ,C 项正确;若元素 Y 处于第三周期,为 Al,它不能与冷水剧烈反应,但能溶于酸和强碱溶液,D 项错误。

6. C 【解析】根据该元素 +3 价离子的电子排布式可知,该元素的外围电子排布为 $3d^5 4s^1$,位于 d 区、第四周期第 VI B 族。

7. D 【解析】112 号元素位于第七周期第 II B 族,属于过渡元素,过渡元素均为金属元素,属于 ds 区。D 选项应为 $^{277}_{112}\text{Cn}$ 。

8. C 【解析】第四周期第 9 号元素是钴元素,故 A 错误;He 的最外层电子排布式也是 ns^2 ,故 B 错误;第 14 号元素是碳元素,碳元素是组成有机化合物的必需元素,因此形成化合物的种类最多,故 C 正确;第 11、12 列为 ds 区,D 项错误。

9. D 【解析】Al 的第一电离能比 Mg 小,A 错误;卤族元素中 F 没有正价,B 错误;Ar 最外层已达 8 个电子稳定结构,电负性比 Cl 小很多,C 错误; H_2CO_3 的酸性强于 HClO ,所以 CO_2 通入 NaClO 溶液中能生成 HClO ,离子方程式为 $\text{CO}_2 + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{HClO}$,因此只有 D 项正确。

10. B 【解析】由题可知 X、Y 在周期表中位置应为 $\text{Y} \xrightarrow{\quad} \text{X}$,所以原子半径 $\text{Y} > \text{X}$,电负性 $\text{X} > \text{Y}$,离子半径 $\text{X} > \text{Y}$,第一电离能 $\text{X} > \text{Y}$ 。

11. A 【解析】根据四种元素的基态原子的电子排布式,可知①是 S,②是 P,③是 N,④是 F。一般情况下,同周期元素从左到右第一电离能逐渐增大,所以第一电离能 $\text{F} > \text{N}$,由于第 V A 族元素的 p 能级为半充满状态,第 V A 族元素的第一电离能大于同周期第 VI A 族元素,所以第一电离能 $\text{P} > \text{S}$,同主族元素从上到下第一电离能减小,所以第一电离能 $\text{N} > \text{P}$,则第一电离能 $\text{④} > \text{③} > \text{②} > \text{①}$,故 A 正确。同周期主族元素从左到右原子半径逐渐减小,所以原子半径 $\text{③} > \text{④}$,故 B 错误。非金属性越强电负性越大,故电负性 $\text{④} > \text{③} > \text{①} > \text{②}$,故 C 错误。N、P 最高正化合价都是 +5 价,F 没有正化合价,故 D 错误。

12. A 【解析】X、Y、Z 是 3 种主族元素,最外层电子排布为 ns^1 的元素是第 I A 族元素,最外层电子排布为 $3s^2 3p^1$ 的元素是 Al,最外层电子排布为 $2s^2 2p^4$ 的元素是 O,这 3 种元素组成的化合物的化学式可以是 NaAlO_2 。

13. (1)② ③⑤ (2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ H_2SO_4

(3)① < ② < ③ < ④ = =

【解析】(1)同一轨道中不应有自旋状态相同的电子,②违反了泡利原理;对于基态原子,电子在能量相同的轨道上排布时,将尽可能分

占不同的轨道并且自旋方向相同,③⑤违反了洪特规则。(2)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 。(3)同周期从左到右,元素第一电离能总体呈增大的趋势,电负性逐渐增大,同主族自上而下,元素电负性与第一电离能均逐渐减小。由构造原理可知,能量 $ns < (n+1)s, ns < np$;主族元素的价电子数与主族序数、元素的最高正化合价(O、F 除外)相等。

14. (1)4 13

(2)① 2 V A 弱 ② $[\text{Ne}]3s^2 3p^4$ 或 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ 大

(3)A

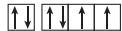
【解析】(1)铝原子核外电子云有 s、p,分别有 1、3 种伸展方向,其核外有 13 个电子,则有 13 种不同的运动状态。

(2)判断出这四种元素是解题的关键。导致酸雨的主要物质是 SO_2 和 NO_2 ,据原子序数 $\text{W} < \text{Y}$ 可知,W 是 N,Y 是 S。据 X 基态原子的核外电子填充 7 个轨道,得其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$,从而确定 X 是 Al。Z 很容易判断出是 Cu。

①由于非金属性 $\text{O} > \text{N}$,因此气态氢化物的稳定性 $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3$ 。

②Y(S)和 X(Al)处于同一周期,同周期元素, I_1 从左往右依次增大(第 II A 族与第 V A 族例外),因此 S 的第一电离能大于 Al 的第一电离能。

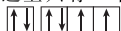
(3)同主族元素,随着原子序数的递增,电负性依次减弱,A 正确;F 无正价,B 错;由于 HF 分子间能形成氢键,故沸点最高,C 错;卤素单质随着原子序数的递增,分子间作用力增大,熔、沸点逐渐升高,D 错。



15. (1)4 7 6 d (2)2s 2p (3) $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^1$

$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

【解析】(1)24 号元素为 Cr,核外有 24 个电子,其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$,所以 Cr 有 4 个电子层,7 个能级,6 个未成对电子,位于周期表的 d 区。(2)B 原子的 2p 轨道上只有 1 个电子的自旋方向与其他电子的自旋方向相反,则 2p 轨道上只有 4 个



电子,即 $2p^4$,所以 B 原子的价电子的电子排布图为 $2s^2 2p^4$ 。(3)D 元素基态原子的 M 层全充满,N 层没有成对电子,只有 1 个未成对电子,D 元素基态原子的电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^1$,Cu 与浓硫酸反应的方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

16. (1) $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$ (2)铬 第四周期第 VI B 族

(3)② C (4)①逐渐增大 ② < ③ >

【解析】(1)次外层电子数是最外层电子数的 $\frac{1}{4}$ 的元素只能是铊;

(2)1~36 号元素,未成对电子数最多的元素是铬,共有 6 个未成对电子;(3)由电子排布图中的电子数知,C 元素是硅,根据洪特规则,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,且自旋方向相同,故硅元素基态原子的电子排布图为②;(4)同周期内,随着原子序数的增大,第一电离能变化的总趋势是逐渐增大;同主族内,随着电子层数的增多,第一电离能变化的总趋势是逐渐减小。

17. (1) $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (2) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

(3) $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$ (4) $\text{O} > \text{S}$ $\text{Al} > \text{K}$

【解析】因 A、E 的最外层电子排布式均是 ns^1 ,应在第 I A 族,A 不是金属元素,应是 H。因为 B、D 原子最外层的 p 能级电子数是 s 能级电子数的两倍,最外层电子排布式应是 $ns^2 np^4$,在第 VI A 族,B 是 O,D 是 S。因 C 原子最外层电子数等于 D 原子最外层电子数的一半,C 在第 III A 族,是 Al,E 应是 K。

第二章 分子结构与性质

第一节 共价键

第 1 课时 共价键

1. D 2. A 3. B 4. C 5. B

6. C 【解析】s 轨道只能形成 σ 键;p 轨道与 p 轨道可以“头碰头”重叠而形成 p-p σ 键,也可以“肩并肩”重叠而形成 p-p π 键。

7. C 【解析】 σ 键较稳定,不易断裂,而不是不能断裂。

8. B 【解析】稀有气体为单原子分子,不存在化学键,A 项错误; $\text{N} \equiv \text{N}$ 中有一个 σ 键,2 个 π 键,B 项正确;在离子化合物如 KCN 中存在 σ 键和 π 键,C 项错误;全部由非金属元素组成的化合物如氯化铵等存在离子键,D 项错误。

9. (1)s-s σ 键 H_2 (2)s-p σ 键 HCl

(3)p-p σ 键 Cl_2 (4)p_x-p_y π 键 N_2

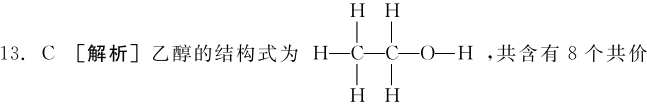
(5)p_y-p_y π 键 N_2

【解析】共价键具有方向性,以“头碰头”方式形成的为 σ 键,“肩并肩”方式形成的为 π 键,由此可知(1)、(2)、(3)形成的为 σ 键,(4)、(5)形成的为 π 键。

10. A 【解析】HCN 分子中 σ 键和 π 键数目比为 1 : 1; CO 分子中 σ 键和 π 键数目比为 1 : 2; C_6H_6 的分子结构不确定,无法判断 σ 键和 π 键数目; C_2H_2 分子中 σ 键和 π 键数目比为 3 : 2。故 A 项正确。

11. C 【解析】s-s 共价键没有方向性,可以在任意方向上重叠,A 项错误;s 轨道和 p 轨道只能“头碰头”重叠,只能形成 σ 键,B 项错误;S 最外层有 6 个电子,只能结合 2 个 H,形成 H_2S 分子,若写成 H_3S 分子,违背了共价键的饱和性,C 项正确;两个原子之间形成共价键

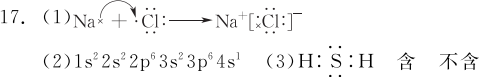
时,只能存在1个σ键,D项错误。
12. D 【解析】由于π键在发生反应时易断裂,A项正确;在分子形成时为了使其能量最低,必然首先形成σ键,根据形成的原子的核外电子排布来判断是否形成π键,所以B项正确;像H原子与其他原子形成分子时只能形成σ键,所以C项正确。



14. A 【解析】氙气在一定条件下能发生加成反应,A项正确;同一周期主族元素中,原子半径随着原子序数的增大而减小,原子半径越大,其键长越长,碳原子半径大于氮原子,则C—C键的键长大于C—N键,而C—N键的键长大于C≡N键,所以氙分子中C≡N键的键长小于C—C键的键长,B项错误;1个单键就是1个σ键,1个双键中含有1个σ键、1个π键,共价三键中含有1个σ键、2个π键,所以氙气分子中含有3个σ键和4个π键,C项错误;卤素单质能和氢氧化钠溶液反应,氙气和卤素单质性质相似,所以氙气能和氢氧化钠溶液反应,D项错误。

15. A
16. (1)① (2)④⑧⑨⑩ (3)⑤ (4)⑥⑦ (5)⑧ (6)② (7)④⑨⑩

【解析】(1)Ar是单原子分子,不存在化学键。(2)只含共价键的化合物只能是共价化合物,一般都是由非金属元素组成,符合题意的物质有CO₂、乙烷、乙炔、乙烯。(3)只含离子键的化合物一定是离子化合物,离子化合物包括强碱、绝大部分盐、金属氧化物等;属于离子化合物的物质有NaCl、NaOH、NH₄Cl;其中NaCl只含有离子键,而NaOH、NH₄Cl两种物质中既含离子键,又含共价键。(4)既含离子键又含共价键的化合物一定是离子化合物;符合条件的物质有NaOH、NH₄Cl。(5)只含有σ键的分子的结构特点是分子中全是共价单键,只有乙烷符合题意。(6)既含σ键又含π键的单质只能是氮气,氮气中氮氮三键包含1个σ键和2个π键。(7)既含σ键又含π键的共价化合物是乙炔、乙烯、CO₂。



【解析】已知B是地壳中含量最多的元素,则B为氧元素;B和D的价电子数相同,则D为硫元素;B、D两元素原子核内质子数之和为24,其 $\frac{1}{2}$ 为12,A和C的价电子数相同,且A和C两元素原子核外

电子数之和是B、D两元素原子核内质子数之和的 $\frac{1}{2}$,则A为氢元素,C为钠元素;C、D、E三种元素的基态原子具有相同的电子层数,且E原子的p轨道上比D原子的p轨道上多一个电子,则E为氯元素;6种元素的基态原子中,F原子的电子层数最多且和A处于同一主族,则F为钾元素。

18. (1) $1s^2 2s^2 2p^1$ σ (2)第二周期第ⅠA族 O>P>Si>Li
【解析】“A元素的原子最外层电子排布为 ns^1 ”,则A可能为H、Li、Na。“B元素的原子价电子排布为 $ns^2 np^2$ ”,可知B可能为C、Si。“C元素原子的最外层电子数是其电子层数的3倍”,可知C为O。“D元素原子的M电子层的p轨道中有3个电子”,可知D为P。(1)H原子的电子在s能级,不能形成π键,只能形成σ键。(2)A为Li,位于第二周期第ⅠA族。B为Si。依据第一电离能的变化规律,A、B、C、D四种元素的第一电离能由大到小的顺序为O>P>Si>Li。

19. (1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ 或 $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$
(2)电子从能量较高的轨道跃迁到能量较低的轨道时,以光(子)的形式释放能量
(3) Mn^{2+} 的3d轨道电子排布为半满状态,比较稳定
(4)7 1

【解析】(1)铁原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ 或 $[\text{Ar}]3d^6 4s^2$ 。(2)电子从能量较高的轨道跃迁到能量较低的轨道时,以光(子)的形式释放能量,从而发光。(3) Mn^{2+} 的3d轨道电子排布为半满状态,比较稳定,难失去电子。(4)该酸为乙酸,含有的σ键个数为7,π键个数为1。

第2课时 键参数与等电子原理

1. B 【解析】反应热=反应物的总键能-生成物的总键能,则通过反应物和生成物分子中键能数据可以粗略预测反应热的大小,故A项正确;键长越长,键能越小,共价化合物越不稳定,键长越短,键能越大,共价化合物越稳定,故B项错误;键角是描述分子立体结构的重要参数,故C项正确;同种原子间形成的共价键键长的大小顺序为三键<双键<单键,故D项正确。
2. A 【解析】两个成键原子之间的核间距叫键长,B项错误;化学键键角与键的牢固程度无关,C项错误;键的强度与键长有关,D项错误。

3. A
4. D 【解析】N₂H₄和C₂H₄的原子总数相同,但价电子总数不相同,D项错误。
5. C 【解析】C—C键只含有1个σ键,C≡C键含有1个σ键和1个π键,σ键强度较大,较稳定,π键不如σ键牢固,比较容易断裂。键长越短,往往键能越大,共价键越稳定。
6. C 7. B 8. D
9. (1)184.9 (2)A (3)多
10. (1)D、E (2)C (3)A、B、C、F (4)F

【解析】NH₃中N原子分别与3个H原子形成3个σ键,还有1对不成键电子;H₂O中O原子与2个H原子形成2个σ键,还有2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3对不成键电子;CH₄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;C₂H₆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,所有电子都参与成键;N₂中2个N原子之间形成1个σ键,2个π键,还有2对不成键电子。

11. A 【解析】键能越大,断键时消耗能量越多,物质越稳定,故A正确。键长越长,越容易断裂,分子越不稳定,故B错误。键角是描述分子立体结构的重要参数,不能根据键角的大小来判断分子的稳定性,故C错误。π键是“肩并肩”重叠,σ键是“头碰头”重叠,同一分子中,σ键重叠程度大于π键,故D错误。
12. C 【解析】水是V形分子,二氧化碳是直线形分子,键角H₂O<CO₂,故A正确。原子半径越大,键长越长,键长Cl—Cl>F—F,故B正确。键长越短,键能越大,键能C—C>C—Si,故C错误。一般而言,σ键比π键重叠程度大,强度大,强度:σ键>π键,故D正确。
13. B 【解析】同主族从上到下,原子半径增大,即Br的半径介于Cl和I之间,因此H—Br键的键能介于H—Cl键和H—I键之间,故A正确。根据 $\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和} = 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 157 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 2 \times 568 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -543 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,故B错误。键能越大,共价键越稳定,根据数据,H—F键最稳定,故C正确。断键需要吸收热量,因此有H₂(g)→2H(g) $\Delta H = +436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,故D正确。

14. D
15. D 【解析】等电子体是指原子中含有的原子个数相等,最外层电子数之和也相等。①N₂和CO中,原子个数分别为2、2,最外层电子数分别为10、10,互为等电子体。②NO⁺和CN⁻中,原子个数分别为2、2,最外层电子数分别为5+6-1=10和4+5+1=10,互为等电子体。③CO₂和CS₂均含3个原子,O和S同主族,所以两粒子中最外层电子数必然相等,互为等电子体。④N₂O和CO₂均含3个原子,最外层电子数分别为5×2+6=16和4+6×2=16,互为等电子体。⑤BF₃和SO₃均含4个原子,最外层电子数分别为3+7×3=24和6×4=24,互为等电子体。故①②③④⑤中的微粒都互为等电子体,D正确。

16. D 【解析】N₂与CO原子数目相等,价电子总数相等,互为等电子体,故A错误。PO₄³⁻与SO₄²⁻原子数目相等,价电子总数相等,互为等电子体,结构相似,故B错误。NO₂⁻与O₃互为等电子体,但NO₂⁻和O₃不互为同素异形体,故C错误。PH₃是极性分子,呈三角锥形,与NH₃是等电子体,故D正确。

17. (1)NaHCO₃ CH₃COONa (2)3 2
(3)①a>c>d>b ②-990.7 kJ·mol⁻¹
【解析】由题意可知,D为O,E为Na,A为H,B为C,C为N,F为Si。(2)1个C₂H₂分子中含有1个三键和2个单键,则有3个σ键和2个π键。(3)②反应热等于反应物的键能总和减去生成物的键能总和; $\Delta H = 2E(\text{Si}-\text{Si}) + E(\text{O}=\text{O}) - 4E(\text{Si}-\text{O}) = 2 \times 176 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 497.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 4 \times 460 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -990.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

18. (1)N₂ CO CO₂ N₂O
(2)SO₂ O₃ (3)C (4)2
【解析】(3)等电子体的结构相似,O₃与SO₂的价电子总数均为18,它们互为等电子体,分子结构相似。
(4)根据氧原子的核外电子排布式1s²2s²2p⁴可知,形成H₂O分子时,有2个p轨道形成了共用电子对,有2对孤电子对。

19. (1)F 1s² 3s²3p⁵ (2)① ② ④ ⑤ ⑥ (3)π
【解析】(1)根据非金属性越强电负性越强,周期表中非金属性最强的为F,所以F的电负性最大;元素的第一电离能是指气态基态原子失去1个电子形成气态基态阳离子,克服原子核的引力而消耗的能量,原子越稳定其第一电离能越大,He为稀有气体中原子半径最小的,最难失去1个电子,所以He的第一电离能最大,He的电子排布式为1s²;同周期从左到右原子半径依次减小(稀有气体除外),所以第三周期原子半径最小的元素为Cl,其价电子排布式为3s²3p⁵。
(3)根据题给数据可知,N—N键是σ键,其键能为247 kJ·mol⁻¹,N≡N键的键能为942 kJ·mol⁻¹,其中包含一个σ键和两个π键,则π键的键能是 $\frac{(942-247) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{2} = 347.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} >$

$247 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (σ键),键能越大,化学键越稳定,故N₂中π键比σ键稳定。

第二节 分子的立体构型

第1课时 形形色色的分子 价层电子对互斥理论

1. D 【解析】NH₃呈三角锥形,CCl₄呈正四面体形,P₄呈正四面体

形,CH₂O呈平面三角形。
2. D 【解析】H₃O⁺和NH₃中含一对孤电子对,H₂O中含两对孤电子

- 对, NH_4^+ 中不含孤电子对。
3. C 【解析】根据价层电子对互斥理论, A 项, PCl_3 中中心原子的价层电子对数 $= 3 + \frac{1}{2}(5 - 3 \times 1) = 4$, 且含有一对孤电子对, 所以空间构型是三角锥形, 故 A 不符合题意; B 项, H_3O^+ 中中心原子的价层电子对数 $= 3 + \frac{1}{2}(6 - 1 - 3 \times 1) = 4$, 且含有一对孤电子对, 所以空间构型是三角锥形, 故 B 不符合题意; C 项, NO_3^- 中中心原子的价层电子对数 $= 3 + \frac{1}{2}(5 + 1 - 3 \times 2) = 3$, 不含孤电子对, 所以空间构型是平面三角形, 故 C 符合题意; D 项, PH_3 中中心原子的价层电子对数 $= 3 + \frac{1}{2}(5 - 3 \times 1) = 4$, 且含有一对孤电子对, 所以空间构型是三角锥形, 故 D 不符合题意。
4. A 【解析】 CH_4 中 C 的价层电子对数为 4, A 项正确; CO_2 中 C 的价层电子对数为 2, B 项错误; BF_3 中 B 的价层电子对数为 3, C 项错误; SO_3 中 S 的价层电子对数为 3, D 项错误。
5. C 6. D
7. D 【解析】 CO_2 的分子构型是直线形, A 项错误; H_2O 的分子构型为 V 形, B 项错误; NH_3 的分子构型为三角锥形, C 项错误; CH_4 是正四面体结构, D 项正确。
8. C 【解析】根据价层电子对互斥理论(VSEPR), SO_2 为 V 形分子, A 项错误; BF_3 键角为 120° , SnBr_2 键角小于 120° , B 项错误; COCl_2 、 BF_3 、 SO_3 都是平面三角形分子, C 项正确; PCl_5 是三角双锥形分子, D 项错误。
9. (1) V 形
(2) V 形
(3) 平面三角形
(4) 四面体形
(5) 正四面体形
- 【解析】

化学式	H_2S	NH_2^-	BF_3	CHCl_3	SiF_4
中心原子上的孤电子对数	2	2	0	0	0
分子或离子的价层电子对数	4	4	3	4	4

- 根据上述数据不难判断出各分子或离子的立体构型。
10. B 【解析】① CH_4 分子中中心原子的价层电子对数 $= \sigma$ 键电子对数 + 中心原子上的孤电子对数 $= 4 + \frac{1}{2}(4 - 4 \times 1) = 4$, 且不含孤电子对, 所以其空间构型是正四面体形, 故正确; ② NH_3 分子中中心原子的价层电子对数 $= \sigma$ 键电子对数 + 中心原子上的孤电子对数 $= 3 + \frac{1}{2}(5 - 3 \times 1) = 4$, 该分子中含有一对孤电子对, 所以其空间构型为三角锥形, 故错误; ③ CF_4 分子中中心原子的价层电子对数 $= \sigma$ 键电子对数 + 中心原子上的孤电子对数 $= 4 + \frac{1}{2}(4 - 4 \times 1) = 4$, 且不含孤电子对, 所以其空间构型是正四面体形, 故正确; ④ SiH_4 分子中中心原子的价层电子对数 $= \sigma$ 键电子对数 + 中心原子上的孤电子对数 $= 4 + \frac{1}{2}(4 - 4 \times 1) = 4$, 且不含孤电子对, 所以其空间构型是正四面体形, 故正确; ⑤ C_2H_4 分子中中心原子的价层电子对数 $= \sigma$ 键电子对数 + 中心原子上的孤电子对数 $= 3 + 0 = 3$, 分子中不含孤电子对, 所以其空间构型是平面形, 故错误; ⑥ CO_2 分子中中心原子的价层电子对数 $= \sigma$ 键电子对数 + 中心原子上的孤电子对数 $= 2 + \frac{1}{2}(4 - 2 \times 2) = 2$, 所以 CO_2 是直线形结构, 故错误; 则分子的空间构型是正四面体形的是①③④。
11. A
12. B 【解析】当中心原子在 V A 族时, AB_3 分子应是三角锥形。当中心原子在 IV A 族时, AB_4 分子是正四面体形, AB_2 分子是直线形。当中心原子在 VI A 族时, AB_2 分子是 V 形。
13. A 【解析】丙烯分子中有 8 个 σ 键, 1 个 π 键, A 项正确; 因原子不同, 成键电子对不等, 丙烯分子中的键角不都相等, B 项错误; 因甲基为立体结构, 所以丙烯不是平面形分子, C 项错误; 丙烯分子中 3 个碳原子不在同一直线上, D 项错误。
14. C 【解析】根据价层电子对互斥理论知, 若 AB_n 型分子的中心原子 A 上没有未用于形成共价键的孤电子对, 若 $n = 2$, 则分子的立体构型为直线形, 若 $n = 3$, 则分子的立体构型为平面三角形; 若 $n = 4$, 则分子的立体构型为正四面体形。
15. (1) 平面三角形 三角锥形
(2) H_2O 、 NH_3 、 CH_4 分子中的中心原子 O、N、C 的价层电子对数均为 4, H_2O 中的 O 上有 2 对孤电子对, 对成键电子对的排斥作用最大, 键角最小; NH_3 中的 N 上有 1 对孤电子对, 对成键电子对的排斥作用使键角缩小, 但比水分子的键角要大; CH_4 中的 C 上无孤电子对, 键角最大。
16. ① ③⑧ ④⑦ ②⑤ ⑥
- 【解析】中心原子上孤电子对数及粒子的空间构型如下表

AB_n	中心原子孤电子对数	分子或离子	分子或离子的立体构型
AB_2	0	CS_2	直线形
AB_3		CH_2O 、 BF_3	平面三角形
AB_4		NH_4^+	正四面体形
AB_2	1	SO_2	V 形
AB_3		PCl_3 、 H_3O^+	三角锥形
AB_2	2	H_2S	V 形

17. (1) 正四面体形 平面三角形 平面三角形
(2) CH_3^+ CH_3^- (3) BF_3 NF_3 CF_4
(4) 中心原子上的价电子都用于形成共价键 中心原子上有孤电子对 B N BF_3 分子中 B 原子的 3 个价电子都与 F 原子形成共价键; 而 NF_3 分子中 N 原子的 3 个价电子与 F 原子形成共价键, 还有一对未成键的电子对, 占据了 N 原子周围的空间, 参与相互排斥, 形成三角锥形
【解析】(1) PO_4^{3-} 是 AB_4 型, 价层电子对数是 4, 中心原子上的孤电子对数为 0, 为正四面体形。 CO_3^{2-} 和 AlBr_3 是 AB_3 型, 价层电子对数是 3, 中心原子上的孤电子对数为 0, 是平面三角形。(2) 两种分子均为 AB_3 型分子, 中心原子无孤电子对的呈平面三角形, 有 1 对孤电子对的呈三角锥形, 所以分别是 CH_3^+ 、 CH_3^- 。
18. (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 型分子, $n + m = 2$, 故为直线形
(3) V 形 水分子属于 AX_2E_2 型分子, $n + m = 4$, VSEPR 理想模型为正四面体形, 价层电子对之间的键角均为 $109^\circ 28'$ 。根据③中的 a, 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 $n + m = 2$ 且不存在孤电子对时为直线形分子; 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四面体形, 如果有两对孤电子对时为 V 形。水分子中 $n + m = 4$, 且有两对孤电子对, 所以是 V 形结构, 结合③中的 a, 其键角小于 $109^\circ 28'$ 。 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 杂化轨道理论简介 配合物理论简介

1. B 【解析】原子中能量相近的某些轨道, 在成键时能重新组合成能量相等的新轨道, 但轨道个数不变, 轨道形状发生变化, 故 A 正确; 杂化轨道的数目与杂化前的轨道数目相等, 故 B 错误; 杂化轨道成键时, 要满足原子轨道最大重叠原理、最小排斥原理, 这样分子才能最稳定, 故 C 正确; 根据价层电子对互斥理论, 价层电子对数可能为 2、3、4 等, 对应于杂化轨道可分为 sp 、 sp^2 、 sp^3 等杂化轨道, 故 D 正确。
2. A 【解析】HCl 分子中 H 原子的 1s 轨道和 Cl 原子的 1 个 2p 轨道重叠而形成 1 个 σ 键, 故选 A 项。
3. D 【解析】 NH_3 分子中 N 原子以 sp^3 杂化, H_2O 分子中 O 原子以 sp^3 杂化, BeCl_2 分子中 Be 原子以 sp 杂化, BF_3 分子中 B 原子以 sp^2 杂化。
4. B
5. A 【解析】因在配合物 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$ 中, 氯离子处于内界, 无法电离出来, 所以 A 项符合题意。
6. C 【解析】 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 中 Cl 的化合价是 -1 价, 所以 Cr 的化合价是 +3 价, 故 A 错误。 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 中配体为水分子和氯离子, 外界为 Cl^- , 故 B 错误。中心原子铬离子配位数是 6, 故 C 正确。 $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ 的外界为 Cl^- , 在其水溶液中加入 AgNO_3 溶液, 会产生氯化银白色沉淀, 故 D 错误。
7. B 【解析】Ag 的价电子排布式为 $4d^{10}5s^1$, 失去一个电子后变为 Ag^+ , 5s 轨道为空轨道, NH_3 分子中, N 有孤电子对, Ag^+ 和 NH_3 能形成配位键; Ag^+ 有空轨道无孤电子对, H^+ 有空轨道, 不含孤电子对, 二者不能形成配位键; H^+ 有空轨道, H_2O 分子中氧原子含有孤电子对, 二者可形成配位键; Co^{3+} 有空轨道, CO 中 C 和 O 均含孤电子对, 可形成配位键。
8. B 【解析】含有孤电子对和含有空轨道的原子之间易形成配位键。① H_3O^+ 中氢离子提供空轨道, O 原子提供孤电子对, 所以该微粒中含有配位键, 故①正确; ② $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 中 Cu^{2+} 提供空轨道、 NH_3 中的 N 原子提供孤电子对, 所以该微粒中含有配位键, 故②正确; ③ CH_3COO^- 中不存在含有空轨道的原子, 所以不存在配位键, 故③错误; ④ NH_3 中 N 原子含有孤电子对, 没有含空轨道的原子, 所以该微粒中不存在配位键, 故④错误; ⑤ CH_4 中没有含空轨道和孤电子对的原子, 所以该微粒中不存在配位键, 故⑤错误。

NH_3 、 H_2S 分子中每个共价键的键长都相等却为极性分子。D 项,如 CH_4 中 C 的相对原子质量大于 H 的相对原子质量,但 CH_4 为非极性分子。

15. C [解析] NCl_3 的电子式为: $\text{Cl}:\ddot{\text{N}}:\ddot{\text{Cl}}:$, N 原子上还有一对孤电子对:

$\text{Cl}:$ 子对; NCl_3 分子为极性分子,结构为三角锥形。N—Cl 键为极性键,其键能大说明分子稳定,而物质熔、沸点的高低应受分子间作用力影响,与其键键强弱无关。

16. C [解析] 有 X、Y、Z、Q、T 五种元素, X 元素原子的 M 能层的 p 轨道上有两个未成对电子且无空轨道, X 为 S; Y 元素原子的价电子排布式为 $3d^6 4s^2$, Y 为 Fe; Z 元素原子的 L 能层的 p 轨道有一个空轨道, Z 为 C; Q 元素原子的 L 能层的 p 轨道上只有一对成对电子, Q 为 O; T 元素原子 M 能层上 p 轨道有 3 个未成对电子, T 为 P。白磷的立体构型为正四面体形,故 A 正确; CO 分子的结构式为 $\text{C}\equiv\text{O}$,其中含有 1 个 σ 键和 2 个 π 键,故 B 正确; SO_2 分子中 S 采用 sp^2 杂化,为 V 形分子,属于极性分子, SO_3 中 S 采用 sp^2 杂化,为平面三角形结构,属于非极性分子,故 C 错误; CS_2 与 CO_2 的结构相似,为直线形分子,属于非极性分子,故 D 正确。

17. (1)离子键 (2)V 形 极性
[解析] X、Y、Z、W 为 4 种短周期元素。X 元素原子的价电子排布式为 ns^1 ,可以判断该元素处于第 I A 族,且原子半径在同族中最小,可以判断出 X 为 H; Y 元素在地壳中含量最多,可知 Y 为 O; W 原子 p 轨道上只有 1 个未成对电子,则 W 可能是第 III A 族或第 VII A 族元素,又因为其电负性略小于 O,故 W 为 Cl; 由电离能数据可以看出 Z 的第一电离能与第二电离能差异很大,由此可知 Z 为第 I A 族元素,由 4 种元素之间的原子序数关系可知 Z 为 Na。

18. (1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ SO_3 (2) N_2 O
(3)非极性 直线形 sp 杂化
(4) $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_3 \uparrow$
[解析] 短周期元素的气态氢化物有 CH_4 、 NH_3 、 H_2O 、 HF 、 SiH_4 、 PH_3 、 H_2S 、 HCl ,空间构型呈正四面体形的有 CH_4 、 SiH_4 ,呈三角锥形的有 NH_3 、 PH_3 ,呈 V 形的有 H_2O 、 H_2S 。由 D、E、X、Y 原子序数逐渐增大,它们的气态氢化物分子的空间构型依次是正四面体形、三角锥形、正四面体形、V 形知, D、E、X、Y 分别是碳、氮、硅、硫。

19. (1) sp^3 杂化 三角锥形 平面三角形
(2) $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$ Cl 的非金属性比 S 强
(3) $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ (4) $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ (5) 2N_A

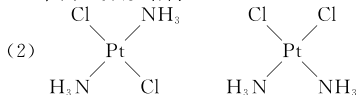
[解析] A、B、C、D、E、G 为短周期元素,其中, A 元素和 B 元素的原子都有一个未成对电子, B 原子得一个电子后 3p 轨道全充满,则 B 是 Cl, A^{3+} 比 B^- 少一个电子层,则 A 是 Al; C 原子的 p 轨道中有 3 个未成对电子,则位于第 V A 族,其气态氢化物在水中的溶解性在同族元素所形成的气态氢化物中最大,则 C 是 N; D 的最高化合价与最低化合价代数和为 4,其最高价氧化物对应的水化物可以用于制取炸药和制作铅蓄电池,则 D 是 S; E 元素的基态原子核外有六种运动状态的电子,有几种运动状态的电子就有几个电子,则 E 是 C; G 的某种单质可以吸收紫外线,则 G 是 O。

- (1) NCl_3 分子中,中心原子含有 3 个 σ 键和 1 个孤电子对,所以 N 原子的杂化类型是 sp^3 杂化,分子的空间构型是三角锥形。
(2) 同一周期主族元素中,元素的非金属性随着原子序数的增大而增强,所以 Cl 的非金属性大于 S,元素的非金属性越强,其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强,所以酸性 $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$ 。
(3) 分子 R 是由氧元素与氢元素形成的 18 电子分子,则 R 为 H_2O_2 ,其电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ 。

(4) 一般来说,非金属性越强,第一电离能越大,但是因为第 V A 族元素 p 轨道为半充满状态,具有很强的稳定性,故第一电离能 $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ 。

- (5) CN^- 与 N_2 分子结构类似,则 CN^- 含有碳氮三键, 1 mol CN^- 中的 π 键数目为 2N_A 。

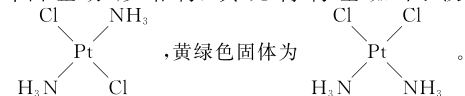
20. (1)平面正方形结构



- (3)非极性分子 极性分子

- (4)相似相溶原理

[解析] 解本题的突破口是根据相似相溶原理,因为淡黄色固体在水中溶解度小,而黄绿色固体在水中溶解度大,所以淡黄色固体由非极性分子组成,而黄绿色固体由极性分子组成。 $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ 是平面正方形结构,其几何构型如下: 淡黄色固体为



第2课时 分子的性质

1. C [解析] 范德华力不是化学键, A 项错误; 只有当分子间距很小时才能存在范德华力, B 项错误; 范德华力属于分子间的作用力, 化学键是分子内的强烈相互作用, D 项错误。 C 项正确。
2. C [解析] 水分子间可形成氢键, 水分子内不会形成氢键, A 项错误; 在水蒸气中不存在氢键, B 项错误; C 项正确; HF 的稳定性与化

学键有关, D 项错误。

3. B [解析] 干冰气化只是由二氧化碳固体变成二氧化碳气体, 改变的是二氧化碳的分子间距离和分子间作用力, 发生的是物理变化, 与分子内的共价键、化学性质、分子大小无关。
4. B [解析] HF 的极性非常强, F 的半径很小, 在 HF 分子间会产生氢键, 通过氢键使得 HF 相互缔合成三聚氟化氢 (HF_3) 分子; 分子的稳定性与分子之间的氢键无关; 乙醇分子可以和水分子之间形成氢键, 故乙醇能与水以任意比混溶, 而甲醇 ($\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$) 中氧原子上无氢原子, 与水分子之间不能形成氢键, 同时甲醛分子的极性非常小, 故难溶于水; 冰中的氢键比液态水中的多, 使得水分子排列得很规则, 造成体积膨胀, 密度变小。
5. D [解析] 白磷分子属于非极性分子, 白磷易溶于非极性溶剂 CS_2 , 但难溶于极性溶剂水, 故 A 正确。 NaCl 属于离子化合物, 易溶于水, 难溶于非极性溶剂 CCl_4 , 故 B 正确。 碘分子属于非极性分子, 碘易溶于非极性溶剂苯, 微溶于极性溶剂水, 故 C 正确。 卤化氢分子属于极性分子, 卤化氢易溶于极性溶剂水, 难溶于非极性溶剂 CCl_4 , 故 D 不正确。
6. B [解析] 连接 4 个不同的原子或原子团的碳原子为手性碳原子, B 项中无此种碳原子。
7. D [解析] 同主族元素最高价含氧酸的酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ 、 $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4$; HCl 是强酸, H_2S 是弱酸; H_2SO_3 和 H_2SO_4 都是 S 的含氧酸, S 的化合价越高, 酸性就越强。
8. D [解析] 根据“相似相溶”原理: 极性分子组成的溶质易溶于极性分子组成的溶剂, 难溶于非极性分子组成的溶剂; 非极性分子组成的溶质易溶于非极性分子组成的溶剂, 难溶于极性分子组成的溶剂。 CCl_4 和 I_2 都是非极性分子, 而 H_2O 是极性分子, 所以碘单质在水溶液中溶解度很小, 在 CCl_4 中溶解度很大, 与相对分子质量、是否是直线形分子、是否含有氢元素等没有直接的关系。
9. (1) 不正确, 乙醇分子与水分子之间不但存在范德华力, 也存在氢键, 乙醇与水互溶主要是由于乙醇分子与水分子之间存在氢键
(2) 不正确, 碘化氢的沸点比氯化氢的沸点高是由于碘化氢的相对分子质量大于氯化氢的相对分子质量, 相对分子质量越大, 范德华力越大, 沸点越高
10. (1) $\text{HMnO}_4 > \text{H}_2\text{CrO}_4 > \text{H}_3\text{AsO}_4$
(2) 中强 不一致 CO_2 在水中的溶解度不大, 形成的 H_2CO_3 又容易分解
[解析] (1) H_3AsO_4 的非羟基氧有 1 个, H_2CrO_4 和 HMnO_4 的非羟基氧分别有 2 个和 3 个, 故按鲍林提出的规则, 酸性: $\text{HMnO}_4 > \text{H}_2\text{CrO}_4 > \text{H}_3\text{AsO}_4$ 。(2) 根据经验规则, H_2CO_3 中非羟基氧数目为 1, 应为中强酸, 与通常认为的碳酸是弱酸不一致, 其可能原因是 CO_2 在水中的溶解度不大, 形成的 H_2CO_3 又容易分解。
11. D [解析] 含有氢元素的化合物间不一定有氢键, 如甲烷分子间不能形成氢键, 故 A 错误。 氢键只影响物质的物理性质, H_2O 是一种非常稳定的化合物, 是因为 H—O 键的稳定性强, 故 B 错误。 氢原子和非金属性很强的元素原子 (F、O、N) 形成的共价键是一种化学键, 不是氢键, 故 C 错误。 氢键的存在使分子间作用力增强, 能够显著提高物质的熔、沸点, 氢键也可存在于分子内, 如邻羟基苯甲醛分子 () 内的羟基与醛基之间即存在氢键, 故 D 正确。
12. D [解析] 在第 IV A ~ VII A 族中的气态氢化物里, NH_3 、 H_2O 、HF 因存在分子间氢键, 故沸点高于同主族相邻元素气态氢化物的沸点, 只有第 IV A 族元素气态氢化物不存在这种现象, 故 a 点代表的应是 SiH_4 。
13. B [解析] 乙醇分子间存在氢键, 导致其沸点增大, 因而乙醇的沸点高于氯乙烷, A 错误。 邻羟基苯甲酸与对羟基苯甲酸属于同分异构体, 邻羟基苯甲酸可以形成分子内氢键, 对羟基苯甲酸可以形成分子间氢键, 导致分子间作用力增大, 熔、沸点升高, 因而邻羟基苯甲酸沸点低于对羟基苯甲酸, B 正确。 对羟基苯甲酸形成分子间氢键, 增大了分子间作用力, 邻羟基苯甲酸形成分子内氢键, 因而前者沸点高于后者, C 错误。 H_2O 分子间可以形成氢键, 导致分子间作用力增大, 而使其沸点大于 H_2Te , D 错误。
14. A
15. D [解析] 丙氨酸 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ 中含有 1 个手性碳原子, 故 A 错误; 手性异构又称镜面异构, 具有相同的分子极性, 都是极性分子, 故 B 错误; I 和 II 分子都是极性分子, 分子中含有极性键, 如 C—H 键, 也含非极性键, 如 C—C 键, 故 C 错误; I 和 II 互为同分异构体, 结构不同, 因此分子的性质不同, 故 D 正确。
16. (1) $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^2$
(2) $>$ NH_3 分子间存在氢键
(3) H_2SeO_4 中 Se 的化合价为 +6 价, H_2SeO_3 中 Se 的化合价为 +4 价, Se 的化合价越高, 吸引电子能力越强, 使 $\text{Se}-\text{O}-\text{H}$ 中的 O 的电子偏向 Se, 更易电离出 H^+ , 所以 H_2SeO_4 比 H_2SeO_3 酸性强
[解析] (1) 基态锆原子的电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^2$ 。
(2) NH_3 分子间存在氢键, 所以 NH_3 的沸点高于 AsH_3 。
(3) H_2SeO_4 中 Se 的化合价为 +6 价, H_2SeO_3 中 Se 的化合价为 +4 价, Se 的化合价越高, 吸引电子能力越强, 使 $\text{Se}-\text{O}-\text{H}$ 中的 O 的电子偏向 Se, 更易电离出 H^+ , 所以 H_2SeO_4 比 H_2SeO_3 酸性强。
17. (1) ③ (2) H_2O 分子间形成氢键
(3) C_6H_6 H_2O 大于 (4) $\text{SiCl}_4 > \text{CCl}_4 > \text{CH}_4$
(5) $\text{HClO}_4 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_2 > \text{HClO}$
[解析] 由 s 轨道最多可容纳 2 个电子且 A 为非金属元素可得 $a=1$, $b=c=2$, 即 A 为 H, B 为 C, C 为 O, 由 D 与 B 同主族, 则 D 为 Si; 由 E 在 C 的下一周期, 且 E 为同周期元素中电负性最大的元素, 可

- 知 E 为 Cl。
- (1)①、②、③、④分别为 CO_2 、 CH_4 、 H_2O_2 、 CCl_4 ，其中 H_2O_2 为极性分子，其他为非极性分子。
- (2)C 的气态氢化物为 H_2O ， H_2O 分子间可形成氢键是其沸点较高的主要原因。
- (3)B、A 两元素组成苯，C、A 两元素组成水，两者都为常见的溶剂。 SiCl_4 为非极性分子，易溶于非极性溶剂(苯)中。
- (4)BA、BE、DE 分别为 CH_4 、 CCl_4 、 SiCl_4 ，三者结构相似，相对分子质量逐渐增大，分子间作用力逐渐增强，故它们的沸点从高到低的顺序为 $\text{SiCl}_4 > \text{CCl}_4 > \text{CH}_4$ 。
- (5)这 4 种酸分别为 HClO_4 、 HClO_3 、 HClO_2 、 HClO ，含氧酸的通式可写为 $(\text{HO})_m\text{ClO}_n (m \geq 1, n \geq 0)$ ， n 值越大，酸性越强，故酸性由强到弱的顺序为 $\text{HClO}_4 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_2 > \text{HClO}$ 。
18. (1) 高 NH_3 分子间存在氢键，而 PH_3 分子间仅有范德华力
- (2) 离子键、共价键 正四面体 sp^3
- (3)① sp^2 平面三角形 SO_3 、 CO_3^{2-} ② BC

专题强化训练(一) 分子的立体构型与性质

1. D [解析] H_2S 分子中，S 为 sp^3 杂化， H_2S 的分子构型应为 V 形。
2. D [解析] NH_4^+ 中心原子为 N，有 4 个 σ 键，孤电子对数为 $(5-1-4 \times 1) \div 2 = 0$ ，因此 NH_4^+ 的 VSEPR 模型和空间构型都是正四面体形，故 A 错误。 PH_3 中心原子是 P，有 3 个 σ 键，孤电子对数为 $(5-3 \times 1) \div 2 = 1$ ，VSEPR 模型为四面体形，空间构型为三角锥形，故 B 错误。 H_3O^+ 中心原子是 O，有 3 个 σ 键，孤电子对数为 $(6-1-3 \times 1) \div 2 = 1$ ，VSEPR 模型为四面体形，空间构型为三角锥形，故 C 错误； H_2S 中心原子是 S，含有 2 个 σ 键，孤电子对数为 $(6-2 \times 1) \div 2 = 2$ ，VSEPR 模型为四面体形，空间构型为 V 形，故 D 正确。
3. C [解析] C—C、C—H 键均为 σ 键，C—C 键含一个 σ 键，一个 π 键，则丙烯分子有 8 个 σ 键，1 个 π 键，故 A 错误；甲基中的 C 为 sp^3 杂化，碳碳双键中的 C 为 sp^2 杂化，则丙烯分子中 1 个碳原子是 sp^3 杂化，2 个碳原子是 sp^2 杂化，故 B 错误；乙烯为平面结构，故丙烯分子中至少有 6 个原子位于同一平面，由于单键可以旋转，故甲基上的 1 个氢原子也可能在这个平面内，故丙烯分子中最多有 7 个原子位于同一平面，故 C 正确；丙烯分子中 3 个碳原子在同一平面内，但不在同一直线上，故 D 错误。
4. C [解析] 水在高温下难分解是因为水分子中的化学键的键能大、不易断裂，故 A 错误。白磷分子为正四面体结构是因为白磷分子中有 4 个磷原子，每个磷原子与邻近的 3 个磷原子形成共价键，这些共价键的键长和键角都相等，键角为 60° ，故 B 错误。根据“相似相溶”原理，碘易溶于有机溶剂不易溶于水，苯不溶于水，所以苯具备作为萃取剂的基本条件，可以用苯把碘从其水溶液中萃取出来，故 C 正确。水的沸点高于硫化氢，是因为水分子之间能形成氢键，而硫化氢分子之间不能形成氢键，故 D 错误。
5. C [解析] NH_4^+ 是正四面体结构，故 A 错误； H_3O^+ 和 ClO_3^- 是三角锥形结构，故 B 错误； NO_3^- 和 CO_3^{2-} 是平面三角形结构，故 C 正确； PO_4^{3-} 和 SiO_4^{4-} 是正四面体结构，故 D 错误。
6. B [解析] CH_4 和 NH_3 是正四面体形结构，键角是 $109^\circ 28'$ ，A 错； NO_3^- 和 CO_3^{2-} 是等电子体，均为平面三角形结构，B 对； H_2O^+ 和 PCl_3 的价电子总数不相等，C 错；苯的结构中存在“肩并肩”式的重叠轨道，故 $\text{B}_2\text{N}_2\text{H}_4$ 分子中也存在，D 错。
7. A [解析] 由中心原子上孤电子对数的计算公式可知， CH_4 中碳原子无孤电子对； NH_3 中氮原子有 1 对孤电子对； H_2O 中的氧原子有 2 对孤电子对。根据题意知 CH_4 中 C—H 键间的键角为 $109^\circ 28'$ ，若孤电子对与成键电子对间的斥力等于成键电子对与成键电子对间的斥力，则 NH_3 中 N—H 键间的键角和 H_2O 中 O—H 键间的键角均应为 $109^\circ 28'$ ，故 C 项不正确；若孤电子对与成键电子对间的斥力小于成键电子对与成键电子对间的斥力，则 NH_3 中 N—H 键间的键角和 H_2O 中 O—H 键间的键角均应大于 $109^\circ 28'$ ，现它们的键角均小于 $109^\circ 28'$ ，故 B 项不正确；孤电子对与成键电子对间的斥力大于成键电子对与成键电子对间的斥力，将成键电子对压得靠近一点，使其键角变小，D 项错误，A 项正确。
8. C [解析] O_3 是 V 形结构，是极性分子， NCl_3 是三角锥形结构，是极性分子， BCl_3 与 SO_3 是平面正三角形结构，是非极性分子，C 项符合题意。
9. C [解析] A 项，“反常”是指它们在本族氢化物沸点排序中的现象，它们的沸点顺序可由事实得出，常温时只有水是液体，水的沸点最高。B 项，氢键存在于不直接相连但相邻的 H、O 原子间，所以，分子内可以存在氢键，如邻羟基苯甲酸。C 项正确，因为氢键的存在使常温常压下的水呈液态，而液态水是生物体营养传递的基础。D 项，水在气态时，分子间距离大，分子之间没有氢键。
10. B [解析] A 项中， N_2 和 O_2 都是非极性分子，在水中的溶解度都不大，但在相同条件下， O_2 分子与水分子之间的作用力比 N_2 分子与水分子之间的作用力大，故 O_2 在水中的溶解度大于 N_2 。B 项中，HF、HCl、HBr、HI 的热稳定性与其分子中的氢卤键的强弱有关，而与分子间作用力无关。C 项中， F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 的组成和结构相似，分子间作用力随相对分子质量的增大而增大，故其熔、沸点逐渐升高。D 项中，烷烃分子之间的作用力随相对分子质量的增大而增大，故乙烷、丙烷、丁烷的沸点逐渐升高，在烷烃的同分异构体中，支链越多、分子结构越对称，分子间作用力越小，熔、沸点越低，故异丁烷的沸点小于正丁烷。
11. C [解析] 组成和结构相似的分子晶体的熔、沸点随着相对分子质量增大而升高，但由于 HF 分子之间存在氢键，所以 HCl、HBr、HI、

- [解析] (1) NH_3 和 PH_3 分子间都存在范德华力，但由于 NH_3 分子间存在氢键，导致 NH_3 的沸点比 PH_3 高。(2) Na_3AsO_4 属于离子化合物，含有离子键，酸根离子中含有共价键； AsO_4^{3-} 中 As 原子孤电子对数 $= \frac{5+3-2 \times 4}{2} = 0$ ，价层电子对数为 $4+0=4$ ，据此判断空间构型为正四面体； As_2O_5 的分子中 As 原子形成 3 个 As—O 键，含有 1 对孤电子对，杂化轨道数目为 4，所以杂化类型为 sp^3 杂化。(3)①硝酸根离子中 N 原子价层电子对数为 3，为平面三角形，其杂化方式为 sp^2 杂化；与硝酸根离子互为等电子体的物质为 SO_3 、 CO_3^{2-} 等。②判断含氧酸(含有氧元素的酸)酸性强弱的一条经验规律是同种元素化合价越高，同种元素含氧酸中非羟基氧原子总数越多，酸性越强，所以 A 错误；同种元素化合价越高，酸性越强，B 正确； HNO_3 中氮元素化合价更高，得到电子能力强，所以相较 HNO_2 酸性更强，C 正确。
- HF 的熔、沸点依次升高，故 A 错误；乙醇分子与水分子之间还存在氢键，故 B 错误；甲醇的熔点、沸点大于甲烷是由于甲醇分子之间存在氢键，故 C 正确；氯的各种含氧酸的酸性由强到弱排列为 $\text{HClO}_4 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_2 > \text{HClO}$ ，故 D 错误。
12. A [解析] 能形成分子间氢键的物质熔、沸点较高，邻羟基苯甲醛容易形成分子内氢键，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，A 项正确；水很稳定是因为水中含有的 H—O 键非常稳定，与存在氢键无关，B 项错误； HCHO 分子中 C 原子为 sp^2 杂化， CH_3OH 和 CH_4 分子中的 C 原子采取 sp^3 杂化，C 项错误；根据配合物 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$ 结构分析，含有空轨道的金属阳离子为中心离子，所以中心离子为 Cu^{2+} ，有孤电子对的原子或离子为配体，所以配体为 H_2O ，配位数就是配体的个数，所以配位数为 4，D 项错误。
13. (1) 相似 有 有 (2) NH_3 (3) D
- [解析] (1) N 原子与 P 原子结构相似， NH_3 分子与 PH_3 分子结构也相似，P—H 键为不同种元素原子之间形成的共价键，为极性键。(2) 由 N、P 在元素周期表中的位置关系和元素周期律知，N 的非金属性比 P 强。由元素的非金属性与气态氢化物之间的热稳定性关系知， NH_3 比 PH_3 热稳定性强。(3) “易液化”属于物质的物理性质， NH_3 与 PH_3 都是共价型分子，其物理性质与化学键无关。按照相对分子质量与范德华力的关系、范德华力与物质的物理性质的关系分析，应该是 PH_3 比 NH_3 沸点高， PH_3 比 NH_3 易液化，但实际是 NH_3 比 PH_3 易液化，这种反常现象是由于 NH_3 分子之间存在特殊的分子间作用力——氢键。
14. (1) ①② $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ ③ 过氧化氢分子之间存在更强烈的氢键 ④ 22
- (2) ① H—O—O—H ② 极性 非极性 极性 ③ 因 H_2O_2 为极性分子，而 CS_2 为非极性分子，根据“相似相溶”规律， H_2O_2 难溶于 CS_2 ④ —1 O—O 键为非极性键，而 O—H 键为极性键，共用电子对偏向 O，故氧元素为 -1 价
- [解析] (1) ① 每个水分子与相邻的 4 个水分子形成氢键，每个氢键为两个水分子所共有，故每个水分子形成的氢键数为 $4 \div 2 = 2$ 。④ 冰中氢键的能量为 $(51 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \div 2 = 22 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- (2) ① 过氧化氢是一种含有 O—O 键和 O—H 键的极性分子，结构式为 H—O—O—H。② 过氧化氢中 H 与 O 形成的是极性键，O 与 O 形成的是非极性键，根据过氧化氢分子的结构，分子中正、负电荷的中心不重合，属于极性分子。③ H_2O_2 是极性分子， CS_2 是非极性分子，依据“相似相溶”的原理可知， H_2O_2 难溶于 CS_2 。④ 在过氧化氢中，O—O 键为非极性键，而 O—H 键为极性键，氧原子得电子的能力强，共用电子对偏向 O，故 O 为 -1 价。
15. (1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ 或 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^2$ (2) 三角锥形 (3) HNO_3 HF (4) 正四面体形 sp^3 (5) NH_3 NH_3 形成分子间氢键
- [解析] X、Z、Q、R、T、U 分别代表原子序数依次增大的短周期元素，Z 和 U 位于第 VIIA 族，则 Z 是 F，U 是 Cl；X 和 Z 可形成化合物 XZ_4 ，则 X 显 +4 价，X 是 C；X 和 R 属同族元素，则 R 是 Si；Q 基态原子的 s 轨道和 p 轨道的电子总数相等，则 Q 是 Mg；T 的一种单质在空气中能够自燃，则 T 是 P。
- (1) R (Si) 基态原子核外有 14 个电子，则核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ 或 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^2$ 。
- (2) Tu_3 是 PCl_3 ，分子中 P 原子的 σ 键电子对数为 3，含有孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (5-3 \times 1) = 1$ ，根据价层电子对互斥理论， PCl_3 的立体构型是三角锥形。
- (3) X (C) 处于第二周期，同周期元素最高价氧化物对应的水化物中，酸性最强的是 HNO_3 ；HF 形成分子间氢键，HCl 分子间只存在范德华力，故 HF 的沸点高于 HCl。
- (4) XU_4 分子为 CCl_4 ，中心 C 原子形成 4 个 σ 键，且不含孤电子对，则 C 原子采取 sp^3 杂化，分子的立体构型是正四面体形。
- (5) T 是 P，处于第 VA 族，前四周期的该族元素形成的气态氢化物中沸点最高的是 NH_3 ，其原因是 NH_3 形成分子间氢键，其余元素的