

## 化 学（物质结构与性质）

（试卷满分 100 分，考试时间：90 分钟）

温馨提示：

1. 试题答案（含选择题、填空题答案）统一填写在答案卷指定的相应位置。

2. 相对原子质量：Mg-24 Cu-64

### 第 I 卷（选择题，共 44 分）

一. 选择题（本题共有 22 小题，每小题 2 分，共 44 分，每小题只有一个选项符合题意）

1. 天然气水合物是分布于深海沉积物或陆域的永久冻土中，由天然气（CH<sub>4</sub>）与水在高压低温条件下形成的类冰状的结晶物质。因其外观象冰一样而且遇火即可燃烧，所以又被称作“可燃冰”。可燃冰中不存在的微粒间的作用力为  
A. 极性共价键      B. 非极性共价键      C. 氢键      D. 分子间作用力
2. 原子轨道 s、p、d、f 上最多可容纳的电子数依次为  
A. 1、3、5、7      B. 2、6、10、14      C. 1、2、3、4      D. 2、4、6、8
3. 按电子排布，可把周期表里的元素划分成 5 个区，以下元素属于 p 区的是  
A. Fe      B. Mg      C. Br      D. Cu
4. 某主族元素的原子，M 层上有一个半充满的能级，这种原子的质子数  
A. 只能是 7      B. 只能是 15      C. 是 11 或 15      D. 是 11 或 13
5. 某元素原子的外围电子排布式为 3d<sup>10</sup>4s<sup>2</sup>，其应在元素周期表中  
A. 第四周期 II A 族      B. 第四周期 VII B 族  
C. 第四周期 VII A 族      D. 第四周期 II B 族
6. 下列晶体中，属于金属晶体的是  
A. MnO<sub>2</sub>      B. Zn      C. SiO<sub>2</sub>      D. C<sub>60</sub>

7. 下列说法中正确的是

- A. 处于能量最低状态的原子叫做基态原子
- 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

8. 下列极性共价键中, 极性最强的是

- A. H—F
- B. H—O
- C. H—N
- D. H—C

9. 下列分子中所有原子都满足最外层 8 电子结构的是

- A.  $PCl_3$
- B.  $BF_3$
- C.  $XeF_4$
- D. HCl

10. 对 Na、Mg、Al 的有关性质的叙述正确的是

- A. 碱性:  $NaOH < Mg(OH)_2 < Al(OH)_3$
- B. 第一电离能:  $Na < Mg < Al$
- C. 电负性:  $Na > Mg > Al$
- D. 还原性:  $Na > Mg > Al$

11. 下列轨道表示式能表示氮原子的最低能量状态的是

- A. 

↑↓	↑↓	↑	↑	↑
1s	2s	2p		
- B. 

↑↓	↑↓	↑↓	↑	
1s	2s	2p		
- C. 

↑↓	↑↓	↑↓	↓↑	↑↓
1s	2s	2p		
- D. 

↑↓	↑↓	↑		
1s	2s	2p		

12. 下列说法与配合物的形成无关的是

- A. 除去铁粉中的  $SiO_2$  可用强碱溶液
- B. CO 与血红蛋白的结合能力比  $O_2$  强
- C. 向  $Fe^{3+}$  溶液中加入 KSCN 溶液
- D. 向一定量的  $CuSO_4$  溶液中加入氨水至沉淀消失

13. 元素周期表中, 第一至六周期包含的元素种类数为

- A. 2、8、18、32、72、98
- B. 2、8、8、18、18、32
- C. 2、8、8、18、32、32
- D. 2、8、18、32、32、72

14. 下列分子中键角由大到小排列正确的是

- A.  $\text{CH}_4$   $\text{NH}_3$   $\text{CO}_2$   $\text{H}_2\text{O}$                       B.  $\text{NH}_3$   $\text{CH}_4$   $\text{CO}_2$   $\text{H}_2\text{O}$   
C.  $\text{CO}_2$   $\text{CH}_4$   $\text{NH}_3$   $\text{H}_2\text{O}$                       D.  $\text{H}_2\text{O}$   $\text{NH}_3$   $\text{CO}_2$   $\text{CH}_4$

15. 某元素质子数为 24，其基态原子未成对电子数为

- A. 3                      B. 4                      C. 5                      D. 6

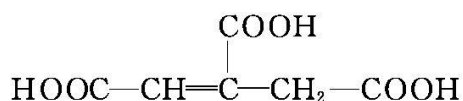
16. 下列分子中碳原子采取  $sp$  杂化的是



17. 已知  $\text{C}_3\text{N}_4$  晶体很可能具有比金刚石更大的硬度，且原子间以单键结合。下列有关  $\text{C}_3\text{N}_4$  晶体的说法中正确的是

- A.  $\text{C}_3\text{N}_4$  晶体是分子晶体  
B.  $\text{C}_3\text{N}_4$  晶体中  $\text{C}-\text{N}$  键的键长比金刚石中的  $\text{C}-\text{C}$  键的键长短  
C.  $\text{C}_3\text{N}_4$  晶体中  $\text{C}$  原子采取  $sp^2$  杂化  
D.  $\text{C}_3\text{N}_4$  晶体中微粒间通过离子键结合

18. 乌头酸是一种重要的增味剂，结构如下所示，下列有关它的说法正确的是



- A. 乌头酸分子中只有  $\sigma$  键  
B. 乌头酸分子中既有极性键又有非极性键  
C. 与氢氧化钠反应只能生成两种盐  
D. 1 mol 该物质与足量钠反应时可得到 33.6 L  $\text{H}_2$

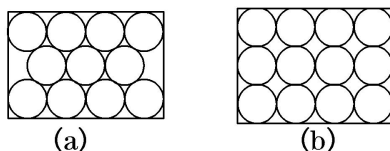
19. 下列各组原子中，彼此化学性质一定相似的是

- A. 原子核外电子排布式为  $1s^2$  的 X 原子与原子核外电子排布式的  $1s^22s^2$  的 Y 原子  
B. 原子核外 L 层仅有两个电子的 X 原子与原子核外 M 层仅有两个电子的 Y 原子  
C. 2p 轨道有一个未成对电子的 X 原子和 3p 轨道有一个未成对电子的 Y 原子  
D. 最外层都只有一个电子的 X、Y 原子

20.  $\text{PCl}_5$  和  $\text{AlCl}_3$  形成的加合物  $\text{PCl}_5 \cdot \text{AlCl}_3$  由  $[\text{PCl}_4]^+$  和  $[\text{AlCl}_4]^-$  构成。下列有关该加合物的叙述错误的是

- A. 属于离子晶体  
 B.  $[\text{PCl}_4]^+$  空间构型为平面四边形  
 C.  $[\text{AlCl}_4]^-$  含有配位键  
 D. 固态不导电

21. 金属原子在二维空间里的放置所示的两种方式，下列说法中正确的是



- A. 图(a)为非密置层，配位数为 6  
 B. 图(b)为密置层，配位数为 4  
 C. 图(a)在三维空间里堆积可得六方最密堆积和面心立方最密堆积  
 D. 图(b)在三维空间里堆积仅得简单立方堆积

22.  $\text{SO}_4^{2-}$  中存在一种特殊的  $\pi$  键，它是由配位氧原子 p 轨道上的孤对电子与中心硫原子的空 3d 轨道发生肩并肩重叠而形成，称为 d-p $\pi$  键。下列微粒可能含有 d-p $\pi$  键的是

- A.  $\text{CO}_3^{2-}$                       B.  $\text{NCl}_3$                       C.  $\text{ClO}_3^-$                       D.  $\text{PH}_3$

## 第 II 卷 (非选择题, 共 56 分)

### 二、填空题 (本题共 4 小题, 共 56 分)

23. (5 分)

有下列几种物质: A. 晶体氦 B. 石墨 C. 氢氧化钾 D. 晶体硅 E. 干冰  
请根据要求填空 (填序号):

- (1) 不含化学键的分子晶体是\_\_\_\_\_。
- (2) 属于原子晶体的是\_\_\_\_\_。
- (3) 晶体中不含离子键的化合物是\_\_\_\_\_。
- (4) 既有离子键又有共价键的是\_\_\_\_\_。
- (5) 受热熔化时, 破坏两种作用力的是\_\_\_\_\_。

24. (10 分)

有五种元素, 他们的结构、性质等信息如下表所述:

元素	结构、性质等信息
a	焰色显黄色, 该元素的某种合金是原子反应堆的导热剂
b	b 与 a 同周期, 其最高价氧化物的水化物呈两性
c	元素的气态氢化物极易溶于水, 可用作制冷剂
d	该元素所形成的化合物种类最多, 其固态氧化物可用于人工降雨
e	M 层的 d 轨道上有两个空轨道

请根据表中信息填写:

- (1) a 元素原子的核外电子排布式为\_\_\_\_\_。
- (2) b 元素在周期表中的位置是\_\_\_\_\_, 其原子核外有\_\_\_种电子运动状态不同的电子。
- (3) c 元素原子中能量最高的电子为\_\_\_\_\_轨道上的电子, 其轨道呈\_\_\_\_\_形。
- (4) d 元素有多种氢化物, 其中一种分子式为  $d_2H_4$ , 该分子中  $\pi$  键与  $\sigma$  键数目之比为\_\_\_\_\_。
- (5) e 元素原子的价电子轨道表示式为\_\_\_\_\_。

25. (8 分)

短周期元素 A、B、C、D 的位置如图所示, 已知 C 单质是双原子分子, 常温下为黄绿色气体, 有毒。

	A	
B	D	C

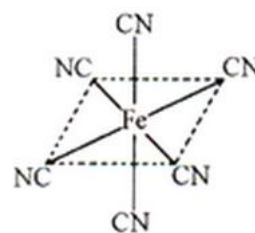
- (1)  $DC_2$  分子的电子式为\_\_\_\_\_。
- (2) 最简单气态氢化物热稳定性: B \_\_\_\_\_ C (填“>”或“<”)。
- (3)  $DA_2$  分子构型为\_\_\_\_\_。
- (4) 第一电离能: B \_\_\_\_\_ D (填“>”、“<”或“=”), 理由是\_\_\_\_\_。
- (5) A 的氢化物的沸点高于 D, 理由是\_\_\_\_\_。

26. (12分)

近年来,配合物在光、电、磁、催化、药物缓释、光电转换、气体存储和分离等应用领域表现出了优良的性能,逐步成为一类新型的功能材料。按要求完成下列各题:

(1) 已知含  $\text{Ti}^{3+}$  的配合物的化学式为  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 其配合物离子为 \_\_\_\_\_, 该配合物的配体是 \_\_\_\_\_, 中心原子的配位数为 \_\_\_\_\_。

(2) 已知+3价 Co 的配合物  $\text{CoCl}_m \cdot n\text{NH}_3$ , 中心原子的配位数为 6, 若 1mol 该配合物与足量  $\text{AgNO}_3$  溶液反应生成 2mol  $\text{AgCl}$  沉淀, 则该配合物的化学式为 \_\_\_\_\_ (用配合物形式表示)。



(3) 已知  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{KCN}$  溶液反应生成  $\text{Fe}(\text{CN})_2$  沉淀, 当加入过量  $\text{KCN}$  溶液时沉淀溶解, 生成配合物黄血盐, 其配离子呈正八面体结构 (如图)。沉淀溶解过程的化学方程式为: \_\_\_\_\_。

(4)  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$  具有平面四边形结构, Pt 处在四边形中心,  $\text{NH}_3$  和  $\text{Cl}$  分别处在四边形的 4 个角上。已知该化合物有 A、B 两种异构体, 其部分性质如表所示:

物质	颜色	极性	在水中的溶解性	抗癌活性
A	棕黄色	极性	0.2577g/100g $\text{H}_2\text{O}$	有活性
B	淡黄色	非极性	0.0366g/100g $\text{H}_2\text{O}$	无活性

a. 请画出两种异构体的几何构型: A \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_

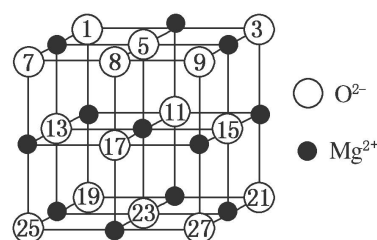
b. 请设计实验方案确定  $\text{Cl}^-$  与  $\text{Pt}^{2+}$  是以配位键结合还是以离子键结合的。

27. (9分)

2017年5月5日,首架国产大飞机C919在上海浦东机场4号跑道成功起飞! C919大飞机从2007年立项起步实施以来,铝合金、铝锂合金、镁铜合金、钛合金、碳纤维复合材料等的研制与推进跃上了一个全新的台阶。

(1) 工业上从海水中提取镁时,先制备无水氯化镁,然后将其熔融电解得到金属镁和氯气,在电解过程中新形成的化学键类型为 \_\_\_\_\_。

(2) 已知  $\text{MgO}$  的晶体结构属于  $\text{NaCl}$  型,某同学画出的  $\text{MgO}$  晶胞结构示意图如图所示,其中数字 \_\_\_\_\_ 代表的  $\text{O}^{2-}$  位置应改为  $\text{Mg}^{2+}$ 。



(3) Mg 是第三周期元素，该周期部分元素氟化物的熔点见下表：

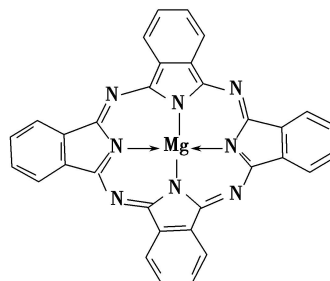
氟化物	NaF	MgF <sub>2</sub>
熔点/K	1266	1534

请解释表中氟化物熔点差异的原因：\_\_\_\_\_。

(4) 金属酞菁配合物在硅太阳能电池中有重要作用，一种金属镁酞菁配合物的结构如右图所示，配合物分子中 N 原子

杂化方式为\_\_\_\_\_，该物质中所含元素原子半径由

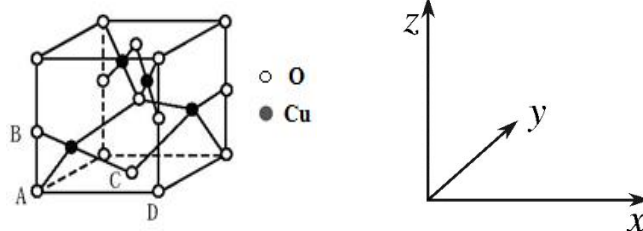
大到小的顺序是\_\_\_\_\_。



(5) 晶胞有两个基本要素，其中一点是原子坐标参数，表示

晶胞内部各原子的相对位置，下图为氧化铜晶体的晶胞，其中原子坐标参数 A 为 (0,

0, 0); B 为 (0, 0,  $\frac{1}{2}$ ); C 为 ( $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{2}$ , 0)。则 D 原子的坐标参数为\_\_\_\_\_。



28. (12 分)

储氢材料的研究是发展氢能源的技术难点之一。

(1) 某物质的分子可以通过氢键形成“笼状结构”，而可成为潜在储氢材料，则该分子一定

不可能是\_\_\_\_\_ (填序号)。

A. CH<sub>4</sub>

B. H<sub>2</sub>O

C. HF

D. CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>

(2) Ti(BH<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 是一种储氢材料，Ti(BH<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 由 Ti<sup>3+</sup> 和 BH<sub>4</sub><sup>-</sup> 构成。

① Ti<sup>3+</sup> 的未成对电子数有\_\_\_\_\_ 个。

② Ti、B、H 元素的电负性由大到小的顺序为\_\_\_\_\_。

③ BH<sub>4</sub><sup>-</sup> 离子的结构式为\_\_\_\_\_ (用“→”标出配位键)。

(3) 金属氢化物是具有良好发展前景的储氢材料。

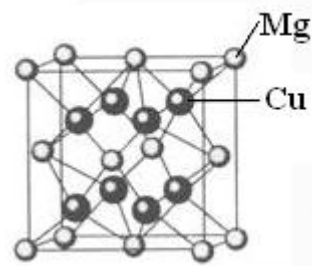
① LiH 中，离子半径：Li<sup>+</sup> \_\_\_\_\_ H<sup>-</sup> (填“>”“<”或“=”)。

②某储氢材料是短周期金属元素 M 的氢化物。M 的部分电离能如下表所示：

$I_1/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$I_2/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$I_3/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$I_4/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$I_5/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
738	1451	7733	10540	13630

M 是\_\_\_\_\_（填元素符号）

(4) Mg-Cu 合金可用作储氢材料，具有大容量、寿命高耐低温等特点。其晶胞如图所示：



已知 Mg-Cu 合金的密度为  $d \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,

则晶胞参数  $a = \underline{\hspace{2cm}}$  cm（用含  $d$ 、 $N_A$  的式子表示）。



## 化 学（物质结构与性质）答题卷

（试卷满分 100 分，考试时间：90 分钟）

登分表：

题号	1-22	23	24	25	26	27	28	总分
得分								

一、选择题答题表（本题每小题 2 分，共 44 分）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
答案											

题号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
答案											

二、填空题（本题共 6 小题，共 56 分）

23. (5 分)

(1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_ (3) \_\_\_\_\_ (4) \_\_\_\_\_ (5) \_\_\_\_\_

24. (10 分)

(1) \_\_\_\_\_

(2) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

(4) \_\_\_\_\_

(5) \_\_\_\_\_

25. (8 分)

(1) \_\_\_\_\_

(2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_

(4) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

(5) \_\_\_\_\_

26. (12分)

(1) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

(2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_

(4) a. A \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_

b. \_\_\_\_\_

27. (9分)

(1) \_\_\_\_\_

(2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_

(4) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

(5) \_\_\_\_\_

28. (12分)

(1) \_\_\_\_\_

(2) ① \_\_\_\_\_ ② \_\_\_\_\_ ③ \_\_\_\_\_

(3) ① \_\_\_\_\_

② \_\_\_\_\_

(4) \_\_\_\_\_