

# 2019年普通高等学校招生全国统一考试

## 化学

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H1 C12 N14 O16 Na23 Mg24 S32 Cl35.5 Mn55

一、选择题：本题共6小题，每小题2分，共12分，在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 某试剂瓶标签上安全标志如图，该试剂是



A. 氨水

B. 乙酸

C. 氢氧化钠

D. 硝酸

【1 题答案】

【答案】D

【解析】

【详解】A.氨水具有腐蚀性，但不具有氧化性，A 不符合题意；

B.乙酸具有腐蚀性，但不具有氧化性，B 不符合题意；

C.氢氧化钠具有腐蚀性，但不具有氧化性，C 不符合题意；

D 硝酸具有腐蚀性，同时具有氧化性，D 符合题意；

故合理选项是 D。

2. 我国古代典籍中有“石胆……浅碧色，烧之变白色者真”的记载，其中石胆是指

A.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

B.  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

C.  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

D.  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

【2 题答案】

【答案】A

【解析】

【详解】在选项给出的四种物质中只有  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  晶体有色，而  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  均为无色晶体， $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  加热分解生成  $\text{CuSO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{CuSO}_4$  呈白色；而  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  加热发生分解反应，生成的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  呈红棕色，所以符合题意的物质是  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，故合理选项是 A。

3. 反应  $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \Delta H > 0$ ，在一定条件下于密闭容器中达到平衡。下列各项措施中，不能提高乙烷平衡转化率的是

- A. 增大容器容积  
B. 升高反应温度  
C. 分离出部分氢气  
D. 等容下通入惰性气体

【3 题答案】

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 该反应的正反应是气体体积增大的吸热反应，增大反应容器的容积，体系的压强减小，化学平衡正向移动，能提高乙烷平衡转化率，A 不符合题意；

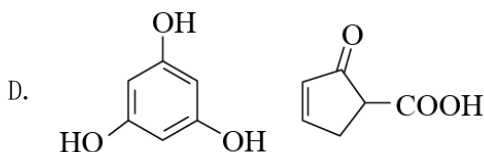
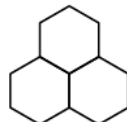
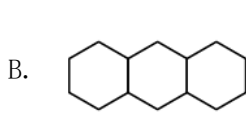
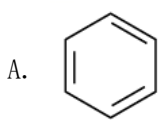
B. 该反应的正反应是气体体积增大的吸热反应，升高反应温度，化学平衡正向移动，可提高乙烷的平衡转化率，B 不符合题意；

C. 分离出部分氢气，减少了生成物浓度，平衡正向移动，可提高乙烷的平衡转化率，C 不符合题意；

D. 等容下通入惰性气体，体系的总压强增大，物质的浓度不变，因此化学平衡不移动，对乙烷的平衡转化率无影响，D 符合题意；

故合理选项是 D。

4. 下列各组化合物中不互为同分异构体的是



【4 题答案】

【答案】 B

【解析】

【分析】

【详解】 A.二者分子式都是  $C_6H_6$ ，分子式相同，结构不同，二者是同分异构体，A 不符合题意；

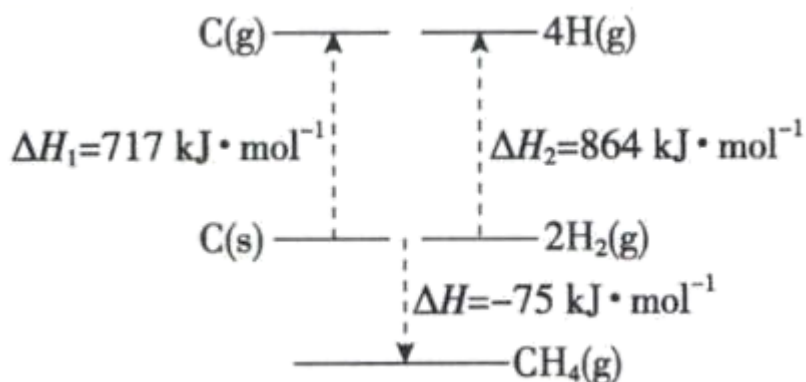
B.前者分子式是  $C_{14}H_{24}$ ，后者分子式是  $C_{13}H_{22}$ ，分子式不相同，二者不是同分异构体，B 符合题意；

C.前者分子式是  $C_3H_6O_2$ ，后者分子式是  $C_3H_6O_2$ ，分子式相同，结构不同，二者是同分异构体，C 不符合题意；

D.前者分子式是  $C_6H_6O_3$ ，后者分子式是  $C_6H_6O_3$ ，分子式相同，结构不同，二者是同分异构体，D 不符合题意；

故合理选项是 B。

5. 根据图中的能量关系，可求得 C—H 的键能为



A.  $414\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B.  $377\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C.  $235\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D.  $197\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【5 题答案】

【答案】 A

【解析】

【详解】 根据图示可知 1 mol  $CH_4$  分解变为 1 mol  $C(g)$  原子和 4 mol  $H(g)$  原子共吸收的能量是  $(75+717+864)\text{kJ}=1656\text{kJ}$  的能量，则 C-H 键的键能为  $1656\text{kJ} \div 4\text{mol}=414\text{kJ/mol}$ ，故合理选项是 A。

6. 实验室通过称量  $MgSO_4 \cdot xH_2O$  样品受热脱水前后的质量来测定 x 值，下列情况会导致测定值偏低的是

A. 实验前试样未经干燥

B. 试样中含有少量碳酸氢铵

C. 试样中含有少量氯化钠

D. 加热过程中有试样迸溅出来

【6 题答案】

【答案】 C

### 【解析】

- 【详解】A.实验前试样未经干燥，加热后剩余固体质量偏少，导致结晶水含量偏高，A 不符合题意；
- B.试样中含有少量碳酸氢铵，碳酸氢铵受热分解成氨气、二氧化碳和水，加热分解后剩余固体质量偏少，导致结晶水含量偏高，B 不符合题意；
- C.试样中含有少量氯化钠，氯化钠受热不分解，加热分解后剩余固体质量偏大，导致结晶水的含量偏低，C 符合题意；
- D.加热过程中有试样迸溅出来，加热分解后剩余固体质量偏少，会使结晶水的质量偏高，导致结晶水的含量偏高，D 不符合题意；
- 故合理选项是 C。

**二、选择题：本题共 6 小题，每小题 4 分，共 24 分。每小题有一个或两个选项符合题意，若正确答案只包括一个选项，多选得 0 分；若正确答案包括两个选项，只选一个且正确得 2 分，选两个且都正确得 4 分，但只要选错一个就得 0 分。**

7. 今年是门捷列夫发现元素周期律 150 周年，联合国将 2019 年定为“国际化学元素周期表年”。下列有关化学元素周期表的说法正确的是
- A. 元素周期表共有 18 列
  - B. VIIA 族元素的非金属性自上而下依次减弱
  - C. 主族元素均呈现与其族数相同的最高化合价
  - D. 第二周期主族元素的原子半径自左向右依次增大

### 【7 题答案】

【答案】AB

### 【解析】

- 【详解】A.元素周期表共有 18 纵行，也就是共有 18 列，A 正确；
- B.由于同一主族的元素从上到下，原子半径逐渐增大，原子获得电子的能力逐渐减弱，所以 VIIA 族元素的非金属性自上而下依次减弱，B 正确；
- C.主族元素一般呈现与其族数相同的最高化合价，O、F 非金属性强，O 没有与族序数相等的最高正化合价，F 没有正价，C 错误；
- D.第二周期主族元素的原子半径自左向右依次减小，D 错误；
- 故合理选项是 AB。

8. 微型银-锌电池可用作电子仪器的电源，其电极分别是  $\text{Ag} / \text{Ag}_2\text{O}$  和  $\text{Zn}$ ，电解质为  $\text{KOH}$  溶液，电池总反应为  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{Zn} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Ag} + \text{Zn}(\text{OH})_2$ ，下列说法正确的是

- A. 电池工作过程中，KOH 溶液浓度降低
- B. 电池工作过程中，电解液中  $\text{OH}^-$  向负极迁移
- C. 负极发生反应  $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$
- D. 正极发生反应  $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = 2\text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$

【8 题答案】

【答案】BC

【解析】

【分析】根据电池反应式知，Zn 失电子发生氧化反应而作负极，氧化银作正极，负极发生反应  $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$ ，正极上发生反应： $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$ ，放电时，电解质溶液中阴离子向负极移动、阳离子向正极移动，以此解答该题。

【详解】A.根据电池工作原理可知，在电池工作过程中，KOH 的物质的量不变，但反应消耗水，使  $c(\text{KOH})$  增大，A 错误；

B.根据同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引的原则，电池工作过程中，电解液中  $\text{OH}^-$  向负极迁移，B 正确；

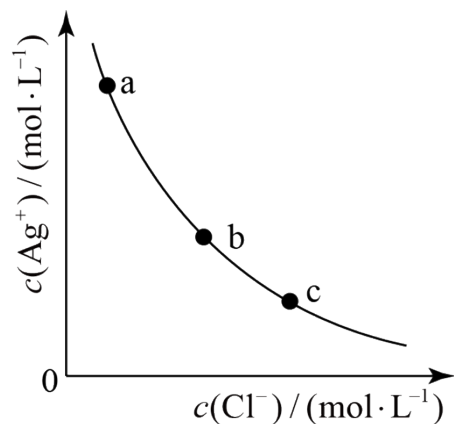
C.负极上锌失电子发生氧化反应，电极反应式为  $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$ ，C 正确；

D.正极上  $\text{Ag}_2\text{O}$  获得电子，发生还原反应，由于电解质溶液为碱性，不可能大量存在  $\text{H}^+$ ，电极反应式为  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$ ，D 错误；

故合理选项是 BC。

【点睛】本题考查新型电池的工作原理的知识，明确各个电极上发生的反应是解本题关键，难点是电极反应式的书写，要结合电解质溶液酸碱性书写，易错选项是 D。

9. 一定温度下， $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$  体系中， $c(\text{Ag}^+)$  和  $c(\text{Cl}^-)$  的关系如图所示。下列说法正确的是



- A. a、b、c 三点对应的  $K_{\text{sp}}$  相等
- B. AgCl 在 c 点的溶解度比 b 点的大

- C. AgCl 溶于水形成的饱和溶液中,  $c(\text{Ag}^+)=c(\text{Cl}^-)$
- D. b 点的溶液中加入  $\text{AgNO}_3$  固体,  $c(\text{Ag}^+)$ 沿曲线向 c 点方向变化

【9 题答案】

【答案】 AC

【解析】

【分析】 A.溶度积常数只与温度有关;

B.AgCl 在溶液中存在沉淀溶解平衡, 向溶液中加入与 AgCl 电离产生的相同离子时, 根据沉淀溶解平衡的影响因素分析移动方向, 判断物质溶解度大小;

C.根据 AgCl 在溶液中的沉淀溶解平衡电离产生的  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 的关系判断离子浓度大小;

D.向 AgCl 饱和溶液中加入  $\text{AgNO}_3$  固体, 溶液中  $c(\text{Ag}^+)$ 会增大。

【详解】 A.a、b、c 三点对应的 AgCl 的沉淀溶解平衡所处的温度相同, 而溶度积常数  $K_{sp}$  只与温度有关, 温度相同, 则  $K_{sp}$  相等, A 正确;

B. 在 AgCl 溶于水形成的饱和溶液中  $c(\text{Ag}^+)=c(\text{Cl}^-)$ , 在  $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq})+\text{Cl}^-(\text{aq})$ 平衡体系中  $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)=K_{sp}(\text{AgCl})$ , 若溶液中  $c(\text{Cl}^-)$ 大, 则溶液中  $c(\text{Ag}^+)$ 小, AgCl 的溶解度小, 在 b 点溶液中  $c(\text{Cl}^-)$  小于 c 点, 则溶解度 b 点大于 c 点, B 错误;

C.根据溶解平衡  $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq})+\text{Cl}^-(\text{aq})$ 可知, 在 AgCl 溶于水形成的饱和溶液中, 溶解的 AgCl 电离产生的  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Ag}^+$ 的浓度相等,  $c(\text{Ag}^+)=c(\text{Cl}^-)$ , C 正确;

D.在 b 点的溶液中加入  $\text{AgNO}_3$  固体, 溶液中  $c(\text{Ag}^+)$ 增大, 则  $c(\text{Cl}^-)$  减小, 所以  $c(\text{Ag}^+)$ 变化应该是沿曲线向 a 点方向变化, D 错误;

故合理选项是 AC。

【点睛】 本题考查难溶电解质的溶解平衡及溶度积常数等知识, 解答本题时注意把握横坐标、纵坐标的含义及曲线变化趋势, 了解图像曲线的意义。

10. 下列说法正确的是

- A.  $\text{MgO}$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$  都属于两性氧化物
- B. 悬浊液和乳浊液的分散质均为液态
- C.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  和  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  中的金属都呈现两种价态
- D. 葡萄糖溶液和淀粉溶液都具有丁达尔效应

【10 题答案】

【答案】 C

【解析】

【详解】 A. $\text{MgO}$  是碱性氧化物, A 错误;

B.悬浊液的分散质是固体小颗粒, B 错误;

C.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  可表示为  $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Fe 元素化合价为+2、+3 价;  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  可表示为  $2\text{PbO}\cdot\text{PbO}_2$ , Pb 元素化合价为+2、+4 价; 因此二者中的金属都呈现两种价态, C 正确;

D. 葡萄糖分子是小分子, 葡萄糖溶液中溶质分子直径小于 1nm, 所以葡萄糖溶液不能产生丁达尔效应, D 错误;

故合理选项是 C。

11. 能正确表示下列反应的离子方程式为

A. 向  $\text{FeBr}_2$  溶液中通入过量  $\text{Cl}_2$ :  $2\text{Fe}^{2+}+\text{Cl}_2=2\text{Fe}^{3+}+2\text{Cl}^-$

B. 向碳酸钠溶液中通入少量  $\text{CO}_2$ :  $\text{CO}_3^{2-}+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}=2\text{HCO}_3^-$

C. 向碘化钾溶液中加入少量双氧水:  $3\text{H}_2\text{O}_2+\text{I}^-=\text{IO}_3^-+3\text{H}_2\text{O}$

D. 向硫化钠溶液中通入过量  $\text{SO}_2$ :  $2\text{S}^{2-}+5\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}=3\text{S}\downarrow+4\text{HSO}_3^-$

【11 题答案】

【答案】BD

【解析】

【分析】

【详解】A.  $\text{FeBr}_2$  电离产生的  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$  都具有还原性, 向该溶液中通入过量  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$  都会被氧化, 离子方程式为:  $2\text{Fe}^{2+}+4\text{Br}^-+3\text{Cl}_2=2\text{Fe}^{3+}+2\text{Br}_2+6\text{Cl}^-$ , A 错误;

B. 向碳酸钠溶液中通入少量  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  发生反应生成  $\text{NaHCO}_3$ , 反应的离子方程式为:  $\text{CO}_3^{2-}+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}=2\text{HCO}_3^-$ , B 正确;

C.  $\text{H}_2\text{O}_2$  具有氧化性, 在酸性条件下, 会将  $\text{I}^-$  氧化为  $\text{I}_2$ , 反应的离子方程式为:  $\text{H}_2\text{O}_2+2\text{H}^++2\text{I}^-=\text{I}_2+2\text{H}_2\text{O}$ , C 错误;

D. 向硫化钠溶液中通入过量  $\text{SO}_2$ , 由于酸性  $\text{H}_2\text{SO}_3>\text{H}_2\text{S}$ , 由于  $\text{SO}_2$  过量, 发生的反应有:  $\text{S}^{2-}+2\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}=\text{H}_2\text{S}+2\text{HSO}_3^-$ ,  $\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{S}=3\text{S}\downarrow+2\text{H}_2\text{O}$ , 总反应方程式为  $2\text{S}^{2-}+5\text{SO}_2+2\text{H}_2\text{O}=3\text{S}\downarrow+4\text{HSO}_3^-$ , D 正确;


故合理选项是 BD。

12. 下列化合物中, 既能发生取代反应又能发生加成反应的有

A.  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$

B.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

C.  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-C-CH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

D. 

【12 题答案】

【答案】AD

### 【解析】

【详解】A.丙烯含有饱和 C 原子，因此可以发生取代反应，含有碳碳双键，可以发生加成反应，A 符合题意；

B.丙醇含有醇羟基，可以发生取代反应，没有不饱和的碳碳双键、碳碳三键、无醛基、羰基，不能发生加成反应，B 不符合题意；

C.该物质名称为 2, 2-二甲基丁烷，属于烷烃，只能发生取代反应，不能发生加成反应，C 不符合题意；

D.苯在一定条件可以发生取代反应、加成反应，D 符合题意；

故合理选项是 AD。

### 三、非选择题：共 4 分。每个试题考生都必须作答。

13. 自门捷列夫发现元素周期律以来，人类对自然的认识程度逐步加深，元素周期表中的成员数目不断增加。回答下列问题：

(1)2016 年 IUPAC 确认了四种新元素，其中一种为 Mc，中文名为“镆”。元素 Mc 可由反应： ${}_{95}^{243}\text{Am} + {}_{20}^{41}\text{Ca} = {}_{115}^{281}\text{Mc} + 3 {}_0^1\text{n}$  得到。该元素的质子数为\_\_\_\_\_， ${}^{287}\text{Mc}$  与  ${}^{288}\text{Mc}$  互为\_\_\_\_\_。

(2)Mc 位于元素周期表中第 VA 族，同族元素 N 的一种氢化物为  $\text{NH}_2\text{NH}_2$ ，写出该化合物分子电子式\_\_\_\_\_。该分子内存在的共价键类型有\_\_\_\_\_。

(3)该族中的另一元素 P 能呈现多种化合价，其中 +3 价氧化物的分子式为\_\_\_\_\_，+5 价简单含氧酸的分子式为\_\_\_\_\_。

### 【13 题答案】

【答案】 ①. 115      ②. 同位素      ③.  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H}:\text{N}:\text{N}:\text{H} \\ \vdots \quad \vdots \end{array}$       ④. 极性键和非极性键      ⑤.  $\text{P}_4\text{O}_6$

⑥.  $\text{H}_3\text{PO}_4$

### 【解析】

【分析】(1)根据  ${}_{115}^{281}\text{Mc}$  可确定 Mc 元素的质子数；根据质子数相同而中子数不同的原子互为同位素判断  ${}^{287}\text{Mc}$  与  ${}^{288}\text{Mc}$  的关系；

(2)N 原子最外层有 5 个电子，两个 N 原子形成一个共用电子对，每个 N 原子分别与 2 个 H 原子形成 2 对共用电子对，每个原子都达到稳定结构；同种元素的原子形成的共价键是非极性共价键，不同种元素的原子形成的共价键是极性共价键；

(3)根据化合物中元素正负化合价代数和等于 0，结合 P 元素化合价可确定氧化物、含氧酸的分子式。

【详解】(1) 根据  ${}_{115}^{281}\text{Mc}$ ，可得 Mc 的质子数为 115； ${}^{287}\text{Mc}$  与  ${}^{288}\text{Mc}$  质子数都是 115，由于质量数分别是

287、288，则二者的中子数分别是 172、173，二者质子数相同，中子数不同，它们互为同位素；

(2) N 原子最外层有 5 个电子，化合物  $\text{NH}_2\text{NH}_2$  中 2 个 N 原子形成一对共用电子对，每个 N 原子与 2 个 H

原子形成 2 对共用电子对，所以该化合物电子式为  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H} : \text{N} : \text{N} : \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \end{array}$ 。在该物质分子中含有 4 个 N-H 极性键，

一个 N-N 非极性键；

(3) P 元素的氧化物为  $\text{P}_x\text{O}_y$ ，由于 P 为 +3 价，O 为 -2 价，根据化合物中元素正负化合价代数和等于 0，可得  $3x=2y$ ，所以  $x:y=2:3$ ，结合白磷的正四面体结构，可知该氧化物的化学式为  $\text{P}_4\text{O}_6$ ；P 元素的 +5 价简单含氧酸的分子式为  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 。

【点睛】本题考查了原子结构、核素的表示、同位素的概念、电子式和化学式的书写、共价键的类型等知识，在原子  ${}^A_Z\text{X}$  中，Z 代表质子数，A 代表质量数，同种元素的质子数相同，注意应用价键规则书写电子式。

14. 由  $\gamma$ -羟基丁酸生成  $\gamma$ -丁内酯的反应如下： $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{H}^+} \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

在 298K 下， $\gamma$ -羟基丁酸水溶液的初始浓度为  $0.180\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，测得  $\gamma$ -丁内酯的浓度随时间变化的数据如表所示。回答下列问题：

$t/\text{min}$	21	50	80	100	120	160	220	$\infty$
$c/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	0.024	0.050	0.071	0.081	0.090	0.104	0.116	0.132

(1) 该反应在 50~80min 内的平均反应速率为  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

(2) 120min 时  $\gamma$ -羟基丁酸的转化率为  $\text{\%}$ 。

(3) 298K 时该反应的平衡常数  $K=$   $\text{\%}$ 。

(4) 为提高  $\gamma$ -羟基丁酸的平衡转化率，除适当控制反应温度外，还可采取的措施是  $\text{\%}$ 。

#### 【14 题答案】

【答案】 ①. 0.0007    ②. 0.5(50%)    ③.  $\frac{11}{4}$     ④. 将  $\gamma$ -丁内酯移走

#### 【解析】

【分析】(1) 根据  $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$  计算反应速率；

(2) 根据物质的转化率 =  $\frac{\text{转化量}}{\text{投入量}} \times 100\%$  计算；

(3) 根据化学平衡常数  $K = \frac{c(\gamma\text{-丁内酯})}{c(\gamma\text{-羟基丁酸})}$  计算化学平衡常数；

(4)根据影响化学平衡移动的因素，分析判断。

【详解】(1)  $v = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{0.071 \text{ mol/L} - 0.050 \text{ mol/L}}{80 \text{ min} - 30 \text{ min}} = 0.0007 \text{ mol/(L}\cdot\text{min)}$ ;

(2)在 120min 时反应产生的  $\gamma$ -丁内酯的物质的量浓度 0.090mol/L，则反应消耗的  $\gamma$ -羟基丁酸的浓度为 0.090mol/L，由于反应开始时  $\gamma$ -羟基丁酸的浓度 0.180mol/L，所以  $\gamma$ -羟基丁酸的转化率为

$$\frac{\text{转化量}}{\text{投入量}} \times 100\% = \frac{0.090 \text{ mol/L}}{0.180 \text{ mol/L}} \times 100\% = 50\%;$$

(3)298K 的摄氏温度为 25℃，水为液态，则此时该反应的平衡常数  $K = \frac{c(\gamma\text{-丁内酯})}{c(\gamma\text{-羟基丁酸})} =$

$$\frac{0.132 \text{ mol/L}}{0.180 \text{ mol/L} - 0.132 \text{ mol/L}} = \frac{11}{4};$$

(4)为提高  $\gamma$ -羟基丁酸的平衡转化率，使化学平衡正向移动，除适当控制反应温度外，还可采取的措施是及时分离出  $\gamma$ -丁内酯。

【点睛】本题考查了有关化学反应速率、化学平衡的知识，包括化学反应速率、物质的平衡转化率、化学平衡常数的计算及提高物质转化率的措施等，掌握化学反应速率和化学平衡理论知识是解题关键因素。

15. 无机酸有机酯在生产中具有广泛的应用，回答下列问题：

(1)硫酸氢乙酯( $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{OC}_2\text{H}_5$ )可看作是硫酸与乙醇形成的单酯，工业上常通乙烯与浓硫酸反应制得，该反

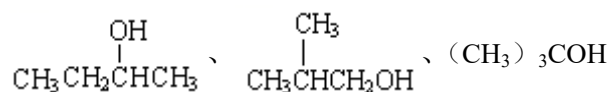
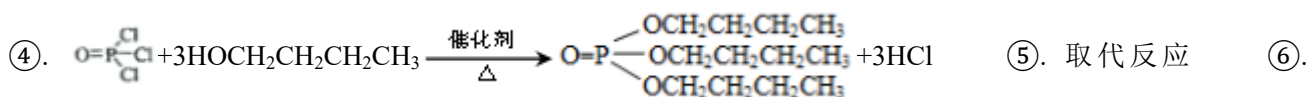
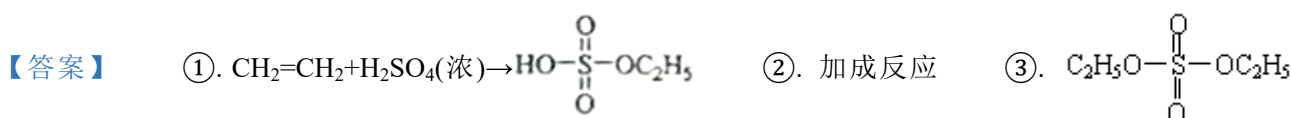
应的化学方程式为\_\_\_\_\_，反应类型为\_\_\_\_\_，写出硫酸与乙醇形成的双酯—硫酸二乙酯

( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_4\text{S}$ )的结构简式\_\_\_\_\_。

(2)磷酸三丁酯常作为稀土元素富集时的萃取剂，工业上常用正丁醇与三氯氧磷( $\text{O}=\text{P}(\text{Cl})_2$ )反应来制备，该反

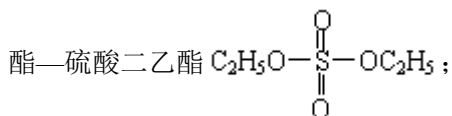
应的化学方程式为\_\_\_\_\_，反应类型为\_\_\_\_\_。写出正丁醇的任意一个醇类同分异构体的结构简式\_\_\_\_\_。

【15 题答案】



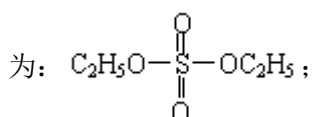
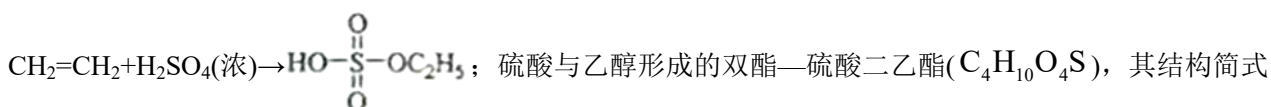
【解析】

【分析】(1) 乙烯与浓硫酸发生加成反应生成  $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{OC}_2\text{H}_5$ ；硫酸与 2 个分子的乙醇发生酯化反应，生成双

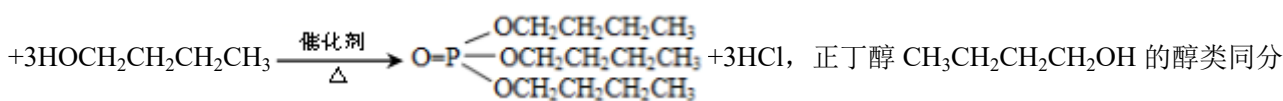


(2) 正丁醇与三氯氧磷( $\text{O}=\text{P}(\text{Cl})_2$ )发生取代反应产生磷酸三丁酯和  $\text{HCl}$ ；根据同分异构体的含义及要求，写出正丁醇的一种同分异构体的结构简式。

【详解】(1) 乙烯  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  与浓硫酸发生加成反应生成  $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{S}}-\text{OC}_2\text{H}_5$ ，反应方程式为：



(2) 正丁醇与三氯氧磷( $\text{O}=\text{P}(\text{Cl})_2$ )发生取代反应产生磷酸三丁酯，该反应的化学方程式为：



异构体的结构简式可能为： $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{OH}}{\text{CH}}\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{OH}$ 、 $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ 。

【点睛】本题考查了无机酸有机酯的合成方法、结构简式和化学方程式的书写、有机物同分异构体的书写等知识。掌握酯化反应特点及同分异构体书写规律是本题解答关键。

16. 连二亚硫酸钠( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )，俗称保险粉，易溶于水，常用于印染、纸张漂白等。回答下列问题：

(1)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  中 S 的化合价为\_\_\_\_\_。

(2) 向锌粉的悬浮液中通入  $\text{SO}_2$ ，制备  $\text{ZnS}_2\text{O}_4$ ，生成  $1\text{mol ZnS}_2\text{O}_4$ ，反应中转移的电子数为\_\_\_\_\_mol；向  $\text{ZnS}_2\text{O}_4$  溶液中加入适量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，生成  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  并有沉淀产生，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_

(3)  $\text{Li}-\text{SO}_2$  电池具有高输出功率的优点。其正极为可吸附  $\text{SO}_2$  的多孔碳电极，负极为金属锂，电解液为溶解有  $\text{LiBr}$  的碳酸丙烯酯-乙腈溶液。电池放电时，正极上发生的电极反应为  $2\text{SO}_2 + 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ ，电池总反应式为\_\_\_\_\_。该电池不可用水替代混合有机溶剂，其原因是\_\_\_\_\_。

【16 题答案】

【答案】 ①. +3      ②. 2      ③.  $\text{ZnS}_2\text{O}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{ZnCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$       ④.  
 $2\text{Li} + 2\text{SO}_2 = \text{Li}_2\text{S}_2\text{O}_4$       ⑤. Li 与水反应

【解析】

【分析】(1)根据化合物中所有元素正负化合价的代数和等于 0，结合常见的 Na 为+1 价，O 为-2 价判断 S 元素的化合价；

(2)根据反应前后 Zn 元素的化合价的变化判断转移电子的物质的量，根据质量守恒定律书写反应方程式；

(3)负极上是 Li 失去电子变为  $\text{Li}^+$ ，根据闭合回路中电子转移数目相等，结合正极反应式，叠加，可得总反应方程式；Li 是比较活泼的金属，可以与水反应产生相应的碱和氢气。

【详解】(1)在  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  中 Na 为+1 价，O 为-2 价，由于化合物中所有元素正负化合价的代数和等于 0，所以 S 元素化合价为+3 价；

(2)向锌粉的悬浮液中通入  $\text{SO}_2$ ，制备  $\text{ZnS}_2\text{O}_4$ ，反应前 Zn 为单质中的 0 价，反应后变为  $\text{ZnS}_2\text{O}_4$  中的+2 价，所以每生成 1mol  $\text{ZnS}_2\text{O}_4$ ，反应中转移的电子数为 2mol；向  $\text{ZnS}_2\text{O}_4$  溶液中加入适量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，生成  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  并有沉淀产生，生成的沉淀为  $\text{ZnCO}_3$ ，则该反应的化学方程式为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{ZnS}_2\text{O}_4 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 + \text{ZnCO}_3\downarrow$ ；

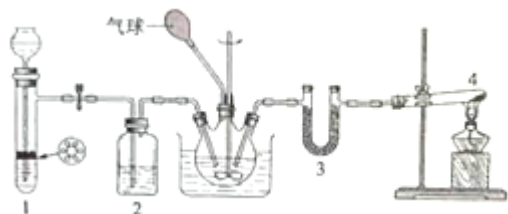
(3) $\text{Li}-\text{SO}_2$  电池具有高输出功率的优点，负极是 Li 失去电子，电极反应式为  $\text{Li}-\text{e}^- = \text{Li}^+$ ，电池放电时，正极上发生的电极反应为  $2\text{SO}_2 + 2\text{e}^- = \text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ ，根据闭合回路中电子转移数目相等，将两个电极反应式叠加，可得电池总反应式为  $2\text{Li} + 2\text{SO}_2 = \text{Li}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 。锂是碱金属，比较活泼，可以与水发生反应生成 LiOH 和  $\text{H}_2$ ，所以该电池不可用水替代。

【点睛】本题考查了化合物中元素化合价的标定、氧化还原反应中的电子转移、化学方程式的书写及原电池反应原理的应用的知识。掌握化学反应基本原理及元素化合物的基础知识是解题关键。

17. 干燥的二氧化碳和氨气反应可生成氨基甲酸铵固体，化学方程式为：

$2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{COONH}_4(\text{s}) \quad \Delta H < 0$ ，在四氯化碳中通入二氧化碳和氨制备氨基甲酸铵的

实验装置如下图所示，回答下列问题：



(1)装置 1 用来制备二氧化碳气体：将块状石灰石放置在试管中的带孔塑料板上，漏斗中所加试剂为\_\_\_\_；装置 2 中所加试剂为\_\_\_\_；

(2)装置 4 中试剂为固体  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_；试管口不能向上倾斜的原因是\_\_\_\_\_。装置 3 中试剂为  $\text{KOH}$ ，其作用为\_\_\_\_\_。

(3)反应时三颈瓶需用冷水浴冷却，其目的是\_\_\_\_\_。

### 【17 题答案】

【答案】 ①. 稀盐酸 ②. 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ③.  $\text{Ca}(\text{OH})_2+2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2+2\text{NH}_3\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$  ④. 防止冷凝水倒流到管底部使试管破裂 ⑤. 干燥剂(干燥氨气) ⑥. 降低温度，使平衡正向移动提高产量

### 【解析】

【分析】在装置 1 中稀盐酸与  $\text{CaCO}_3$  发生反应产生  $\text{CO}_2$  气体，在装置 2 中用浓硫酸干燥  $\text{CO}_2$  气体，将干燥的  $\text{CO}_2$  通入三颈烧瓶中；在装置 4 中  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  混合加热发生复分解反应产生  $\text{NH}_3$ ，经装置 3 盛有  $\text{KOH}$  固体的干燥管干燥后通入三颈烧瓶中，与  $\text{CO}_2$  发生反应  $2\text{NH}_3(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{COONH}_4(\text{s}) \Delta H<0$ ，制取得到  $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ 。

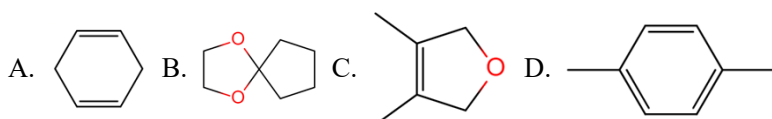
【详解】(1)装置 1 用来制备二氧化碳气体，反应方程式为  $\text{CaCO}_3+2\text{HCl}=\text{CaCl}_2+\text{CO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$ ，在试管的带孔塑料板上放置块状  $\text{CaCO}_3$ ，在长颈漏斗中放置稀盐酸；装置 2 中所加试剂为浓硫酸，作用是干燥  $\text{CO}_2$  气体；(2)在装置 4 中试剂为固体  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，二者混合加热发生反应制取氨气，发生反应的化学方程式为  $\text{Ca}(\text{OH})_2+2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2+2\text{NH}_3\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ ；试管口不能向上倾斜的原因是：防止冷凝水倒流到管底部使试管破裂。装置 3 中试剂为  $\text{KOH}$ ，其作用为干燥氨气。

(3)反应时三颈瓶需用冷水浴冷却，原因是  $2\text{NH}_3(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_2\text{COONH}_4(\text{s}) \Delta H<0$  的正反应是放热反应，降低温度，化学平衡向放热的正反应方向移动，从而可提高产物的产量。

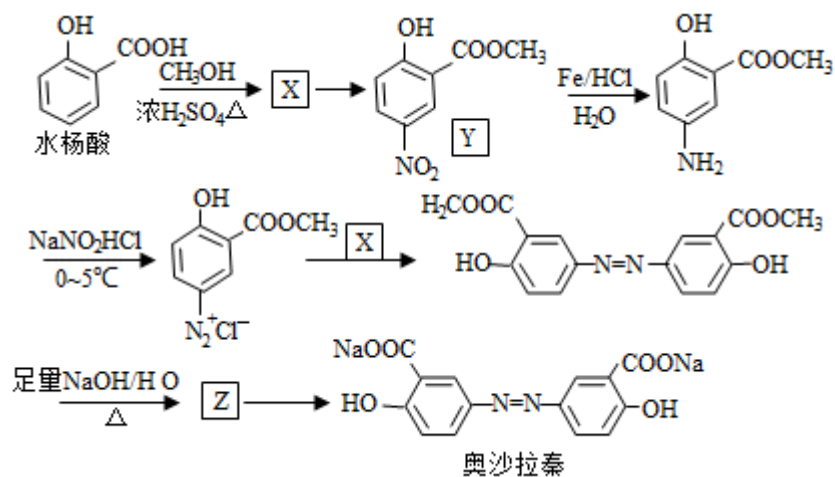
【点睛】本题考查了化学实验基本操作的知识。涉及仪器的使用，试剂的选择、装置的作用、操作的目的地及外界条件对化学平衡移动的影响等知识，体现了化学在实际生产中的应用。

四、选考题：共 20 分，请考生从第 18、19 题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。第 18、19 题的第 I 题为选择题，在给出的四个选项中，有两个选项是符合题目要求的，请将符合题目要求的选项标号填在答题卡相应位置；第 II 题为非选择题，请在答题卡相应位置作答并写明小题号。

18. 18- I 分子中只有两种不同化学环境的氢，且数目比为 3:2 的化合物 ( )



II 奥沙拉秦是曾用于治疗急、慢性溃疡性结肠炎的药物，其由水杨酸为起始物的合成路线如下：



回答下列问题：

(1) X 的结构简式为\_\_\_\_\_；由水杨酸制备 X 的反应类型为\_\_\_\_\_。

(2) 由 X 制备 Y 的反应试剂为\_\_\_\_\_。

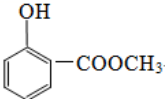
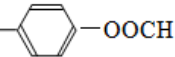
(3) 工业上常采用廉价的  $\text{CO}_2$ ，与 Z 反应制备奥沙拉秦，通入的  $\text{CO}_2$  与 Z 的物质的量之比至少应为\_\_\_\_\_。

(4) 奥沙拉秦的分子式为\_\_\_\_\_，其核磁共振氢谱为\_\_\_\_\_组峰，峰面积比为\_\_\_\_\_。

(5) 若将奥沙拉秦用 HCl 酸化后，分子中含氧官能团的名称为\_\_\_\_\_。

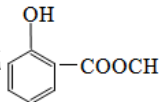
(6) W 是水杨酸的同分异构体，可以发生银镜反应；W 经碱催化水解后再酸化可以得到对苯二酚。W 的结构简式为\_\_\_\_\_。

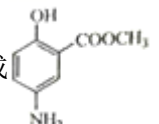
### 【18 题答案】

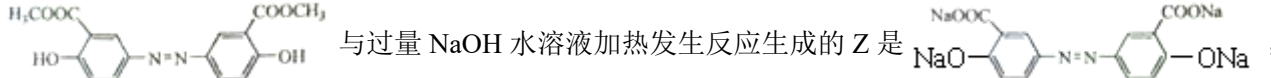
- 【答案】 ①. CD ②.  ③. 取代反应 ④. 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，浓  $\text{HNO}_3$  ⑤. 2:1
- ⑥.  $\text{C}_{14}\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_6\text{Na}_2$  ⑦. 4 ⑧. 1: 1: 1: 1 ⑨. 羧基、羟基 ⑩. 

### 【解析】

【分析】I. 先判断分子中含有的 H 原子种类，然后确定每种 H 原子的数目，进而判断 H 原子的个数比；

II. 水杨酸与甲醇在浓硫酸存在条件下发生酯化反应生成的 X 是水杨酸甲酯，结构简式 ，X 与

浓硝酸、浓硫酸混合加热发生硝化反应产生 Y，Y 与 Fe、HCl 发生还原反应生成 ，

与过量 NaOH 水溶液加热发生反应生成的 Z 是 ，

然后向该溶液中通入足量  $\text{CO}_2$  气体反应生成奥沙拉秦。

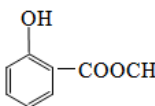
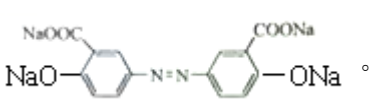
【详解】I.A 分子中有两种不同的 H 原子，个数比为 4: 4=1: 1，A 错误；

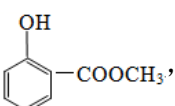
B. 该物质有三种不同的 H 原子，个数比等于 4: 4: 4=1: 1: 1，B 错误；

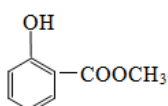
C. 该物质有两种不同的 H 原子，个数比等于 6: 4=3: 2，C 正确；

D. 该物质有两种不同的 H 原子，个数比等于 6: 4=3: 2，D 正确；

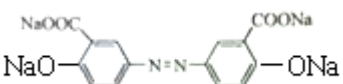
故合理选项是 CD；

II. 根据上述分析可知 X 是 ，Z 是 。

(1) X 的结构简式为 ，由水杨酸与  $\text{CH}_3\text{OH}$  在浓硫酸存在和加热条件下发生酯化反应生成

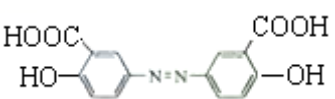
 和水，酯化反应也属于取代反应；

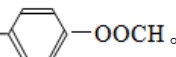
(2) 由 X 与浓硝酸、浓硫酸混合加热，发生取代反应生成 Y 和水，所以由 X 制备 Y 的反应试剂为浓硫酸、浓硝酸。

(3) 由于酸性：羧酸  $> \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{酚} > \text{HCO}_3^-$ ，在 Z 的分子  中含有 2 个酚钠基团，所

以在工业上常采用廉价的  $\text{CO}_2$  与 Z 反应制备奥沙拉秦，通入的  $\text{CO}_2$  与 Z 发生反应，为保证 Z 完全反应，通入的  $\text{CO}_2$  与 Z 的物质的量之比至少应为 2: 1。

(4) 根据奥沙拉秦的分子结构可知，奥沙拉秦的分子式为  $\text{C}_{14}\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_6\text{Na}_2$ ，在物质分子中含有 4 种不同位置的 H 原子，所以其核磁共振氢谱为 4 组峰，峰面积比为 1: 1: 1: 1。

(5) 若将奥沙拉秦用 HCl 酸化后，得到的物质分子结构为 ，在该分子中含氧官能团的名称为羧基、羟基。

(6) W 是水杨酸的同分异构体，可以发生银镜反应，说明 W 中含醛基；W 经碱催化水解后再酸化可以得到对苯二酚。W 的结构简式为 。

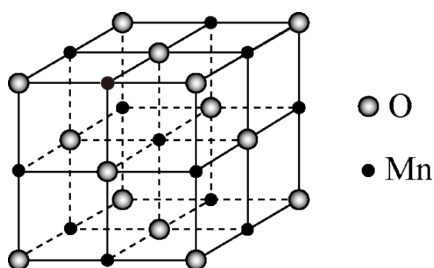
【点睛】本题考查了有机物的推断，涉及物质结构的推断、同分异构体的书写、反应类型的判断、反应条件的判断等。掌握各种官能团对物质性质的决定作用是解题关键，本题同时考查了学生接受信息、应用信息解决问题的能力。

19. I. 下列各组物质性质的比较，结论正确的是 ( )

A. 分子的极性:  $\text{BCl}_3 < \text{NCl}_3$     B. 物质的硬度:  $\text{NaI} < \text{NaF}$

C. 物质的沸点:  $\text{HF} < \text{HCl}$       D. 在  $\text{CS}_2$  中的溶解度:  $\text{CCl}_4 < \text{H}_2\text{O}$

II. 锰单质及其化合物应用十分广泛。回答下列问题:



(1) Mn 位于元素周期表中第四周期\_\_\_\_族, 基态 Mn 原子核外未成对电子有\_\_\_\_个。

(2)  $\text{MnCl}_2$  可与  $\text{NH}_3$  反应生成  $[\text{Mn}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ , 新生成的化学键为\_\_\_\_键。  $\text{NH}_3$  分子的空间构型为\_\_\_\_, 其中 N 原子的杂化轨道类型为\_\_\_\_。

(3) 金属锰有多种晶型, 其中  $\delta\text{-Mn}$  的结构为体心立方堆积, 晶胞参数为  $a \text{ pm}$ ,  $\delta\text{-Mn}$  中锰的原子半径为\_\_\_\_ $\text{pm}$ 。已知阿伏加德罗常数的值为  $N_A$ ,  $\delta\text{-Mn}$  的理论密度  $\rho =$ \_\_\_\_ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。(列出计算式)

(4) 已知锰的某种氧化物的晶胞如图所示, 其中锰离子的化合价为\_\_\_\_, 其配位数为\_\_\_\_。

【19 题答案】

【答案】 ①. AB    ②. VIIB    ③. 5    ④. 配位    ⑤. 三角锥    ⑥.  $\text{sp}^3$     ⑦.  $\frac{\sqrt{3}a}{4}$     ⑧.

$\frac{2 \times 55}{N_A a^3 \times 10^{-30}}$     ⑨. +2    ⑩. 6

【解析】

【分析】 I.A. 先判断分子是否为极性分子, 然后根据极性分子的极性大于非极性分子的极性;

B. 二者是离子晶体, 离子键越强, 物质的硬度越大;

C.  $\text{HF}$  分子之间存在氢键;

D.  $\text{CS}_2$ 、 $\text{CCl}_4$  都是非极性分子,  $\text{H}_2\text{O}$  是极性分子, 利用相似相溶原理分析;

II. (1) Mn 是 25 号元素, 根据原子序数与元素周期表的位置判断其位置; 并根据构造原理书写其核外电子排布式, 判断其核外未成对电子数目;

(2) 在络离子的中心离子与配体之间存在配位键; 用价层电子对理论判断  $\text{NH}_3$  的空间构型, N 原子的杂化轨道类型为  $\text{sp}^3$ ;

(3) 体心立方结构中 Mn 原子在晶胞顶点和体心内, 体对角线为 Mn 原子半径的 4 倍, 据此计算 Mn 原子半

径：先计算一个晶胞中含有的 Mn 原子数，然后根据  $\rho = \frac{m}{V}$  计算晶胞密度；

(4)用均摊法计算晶胞中 Mn、O 离子个数，然后利用化合物中正负化合价代数和等于 0 计算 Mn 的化合价；根据晶胞结构可知：在 Mn 离子上下、前后、左右 6 个方向有 O 离子，配位数是 6。

【详解】I.A.BCl<sub>3</sub> 是平面正三角形，分子中正负电中心重合，是非极性分子；而 NCl<sub>3</sub> 的 N 原子上有一对孤电子对，是三角锥形，分子中正负电中心不重合，是极性分子，所以分子极性：BCl<sub>3</sub><NCl<sub>3</sub>，A 正确；

B.NaF、NaI 都是离子晶体，阴、阳离子通过离子键结合，由于离子半径 F<sup>-</sup><I<sup>-</sup>，离子半径越小，离子键越强，物质的硬度就越大，所以物质硬度：NaF>NaI，B 正确；

C.HCl 分子之间只存在分子间作用力，而 HF 分子之间除存在分子间作用力外，还存在分子间氢键，因此 HF 的沸点比 HCl 的高，C 错误；

D.CCl<sub>4</sub>、CS<sub>2</sub> 都是由非极性分子构成的物质，H<sub>2</sub>O 是由极性分子构成的物质，根据相似相溶原理可知，由非极性分子构成的溶质 CCl<sub>4</sub> 容易溶解在由非极性分子构成的溶剂 CS<sub>2</sub> 中，由极性分子 H<sub>2</sub>O 构成的溶质不容易溶解在由非极性分子构成的溶剂 CS<sub>2</sub> 中，所以溶解度：CCl<sub>4</sub>>H<sub>2</sub>O，D 错误；

故合理选项是 AB；

II. (1)Mn 是 25 号元素，在元素周期表中第四周期 VIIB 族，根据构造原理可得基态 Mn 原子核外电子排布式 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>3d<sup>5</sup>4s<sup>2</sup>，根据核外电子排布规律可知，该原子核外的未成对电子有 5 个；

(2)MnCl<sub>2</sub> 中的 Mn<sup>2+</sup> 上有空轨道，而 NH<sub>3</sub> 的 N 原子上有孤电子对，因此二者反应可形成络合物

$[\text{Mn}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ ，则新生成的化学键为配位键。NH<sub>3</sub> 的价层电子对数为  $3 + \frac{5-3 \times 1}{2} = 4$ ，且 N 原子上有一对孤电子对，所以 NH<sub>3</sub> 分子的空间构型为三角锥形，其中 N 原子的杂化轨道类型为 sp<sup>3</sup> 杂化。

(3)体心立方结构中 Mn 原子在晶胞顶点和体心内，体对角线为 Mn 原子半径的 4 倍，由于晶胞参数为

a pm，则  $\sqrt{3}a \text{ pm} = 4r$ ，则 Mn 原子半径  $r = \frac{\sqrt{3}a}{4} \text{ pm}$ ；在一个 Mn 晶胞中含有的 Mn 原子数为

$8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ，则根据晶体密度  $\rho = \frac{m}{V}$  可得晶胞密度  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\frac{2 \times 55}{N_A} \text{ g}}{(a \times 10^{-10} \text{ cm})^3} = \frac{2 \times 55}{N_A a^3 \times 10^{-30}} \text{ g/cm}^3$ ；

(4)在晶胞中含有的 Mn 离子数目为： $\frac{1}{4} \times 12 + 1 = 4$ ，含有的 O 离子数目为： $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$ ，Mn 离子：

O 离子=4：4=1：1，所以该氧化物的化学式为 MnO，化合物中元素正负化合价代数和等于 0，由于 O 的化合价为-2 价，所以 Mn 的化合价为+2 价；根据晶胞结构可知：在 Mn 离子上、下、前、后、左、右 6 个方向各有一个 O 离子，所以 Mn 离子的配位数是 6。

【点睛】本题考查了物质结构与性质的知识，涉及分子的极性、物质的熔沸点、硬度、溶解性的比较、原子核外电子排布及与其在周期表位置的关系、晶胞结构与计算等。在考查学生对知识的掌握的同时，考查

了学生的空间想象能力及数学计算能力。

