

# 2022 北京四中高二（上）期末

## 化 学

一、选择题（每小题只有 1 个选项符合题意，每小题 2 分，共 40 分）

- 关于原子光谱说法不正确的是（ ）
  - 霓虹灯光、LED 灯光与原子核外电子跃迁释放能量有关
  - 焰色实验是利用元素的特征可见原子光谱鉴别某些元素
  - 许多元素是通过原子光谱发现的
  - 原子电子发生跃迁，是指电子从较低能量的状态变为较高能量的状态
- 下列表述不正确的是（ ）
  - 多电子原子中，原子轨道能量： $3s < 3p < 3d$
  - 第四周期有 18 种元素，因此第四能层最多容纳 18 个电子
  - 不同元素原子的 1s 轨道能量不同
  - 基态 Cl 原子中，存在 17 个运动状态不同的电子
- 第四周期基态原子中单电子数最多的是（ ）
  - Cr
  - Mn
  - As
  - Kr
- 下列各组物质的晶体中，化学键类型相同、晶体类型也相同的是（ ）
  - $\text{SO}_2$  和  $\text{SiO}_2$
  - NaCl 和 HCl
  - $\text{CCl}_4$  和 KCl
  - $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$
- 关于元素周期表说法正确的是（ ）
  - 除 ds 区外，各区的名称来自按照构造原理最后填入电子的能级的符号
  - 最外层电子数为 2 的元素都分布在 s 区
  - 第二周期元素中，第一电离能介于 B、N 之间的有 1 种元素
  - 第四周期的金属元素从左到右，元素的金属性依次减弱
- 下列说法不正确的是（ ）
  - 碳碳双键、碳碳三键的键能分别是碳碳单键键能的两倍和三倍
  - 丙烯（ $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ ）分子中有 8 个  $\sigma$  键，1 个  $\pi$  键
  - 丙烯分子中的  $\pi$  键不如  $\sigma$  键稳定
  - $\pi$  键电子云形状为镜面对称
- 下列说法不正确的是（ ）
  - 晶体的 X 射线衍射实验可以测定分子的键长、键角、键能
  - 红外吸收光谱仪可以测得未知物中的化学键或官能团
  - 晶体的 X 射线衍射实验可以测定晶胞中微粒的相对位置
  - 晶体的 X 射线衍射实验可以区分玻璃与水晶
- 下列分子中属于极性分子的是（ ）
  - $\text{S}_8$ （八元环状分子）
  - $\text{CH}_2\text{Cl}_2$
  - $\text{BF}_3$
  - $\text{CS}_2$

(多选) 9. 现有三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 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ ; ③ $1s^2 2s^2 2p^5$ . 则下列有关比较中正确的是 ( )

- A. 第一电离能: ③>②>①                      B. 原子半径: ③>②>①  
C. 电负性: ③>②>①                        D. 最高正化合价: ③>②>①

10. 下列酸中酸性最弱的是 ( )

- A.  $CF_3COOH$             B.  $CCl_3COOH$             C.  $CH_3COOH$             D.  $CH_3CH_2COOH$

11. 关于离子键、共价键的各种叙述, 下列说法中正确的是 ( )

- A. 在离子化合物里, 只能存在离子键  
B. 非极性键只存在于双原子的单质分子(如  $Cl_2$ ) 中  
C. 在共价化合物分子内, 一定不存在离子键  
D. 由多种元素组成的多原子分子里, 一定既存在极性键又存在非极性键

12. 下列说法中不正确的是 ( )

- A. 离子晶体中可能存在共价键、氢键  
B. 硫单质熔点高于白磷的原因是硫硫键键能大于磷磷键键能  
C. 可通过融化状态下是否导电, 区分子晶体与分子晶体  
D. 石墨晶体中片层间距远大于层内碳原子间距, 说明层间靠范德华力维系

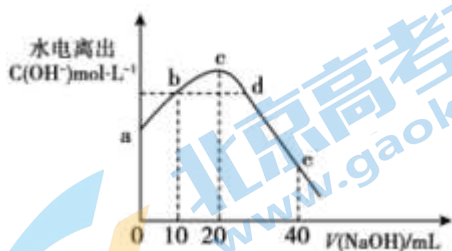
13. 向蓝色的硫酸铜溶液中加入氯化钠固体, 溶液变为绿色, 向绿色溶液中滴加氨水, 先生成蓝色沉淀, 最终蓝色沉淀溶解得到深蓝色溶液, 再向深蓝色溶液中加入乙醇后, 析出深蓝色晶体。下列说法不正确的是 ( )

- A. 上述过程中涉及 2 种配离子  
B. 深蓝色晶体中含铜配离子的配位数为 4  
C. 上述的转化过程说明铜离子与不同配体形成的配位键强度不同  
D. 向深蓝色溶液中加入乙醇通过改变溶剂极性, 使溶质溶解度降低

14.  $25^\circ C$  时, 若溶液中由水电离产生的  $c(OH^-) = 1 \times 10^{-12} mol \cdot L^{-1}$ , 则下列说法正确的是 ( )

- A. 该溶液中水的电离被促进  
B. 该溶液 pH 一定为 2  
C. 该溶液中  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ 、 $NO_3^-$  可以大量共存  
D. 该溶液一定是碱溶液

15. 常温下, 向  $20 mL 0.1 mol \cdot L^{-1}$  的  $CH_3COOH$  溶液中逐滴加入  $0.1 mol \cdot L^{-1}$  的  $NaOH$  溶液, 溶液中水电离的  $c(OH^-)$  随加入  $NaOH$  溶液的体积变化如图所示, 下列说法正确的是 ( )



- A. b、d 两点溶液的 pH 相同  
B. 从 a 到 e, 水的电离程度一直增大  
C. 从 a - c 的过程中, 溶液的导电能力逐渐增强

D. e 点所示溶液中,  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + 2c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

16. 对室温下 pH 相同、体积相同的氨水与氢氧化钠两种稀溶液, 分别采取下列措施, 有关叙述正确的是 ( )

- A. 温度均升高  $20^\circ\text{C}$ , 两溶液的 pH 均不变
- B. 加入适量氯化铵固体后, 两溶液的 pH 均减小
- C. 加水稀释 100 倍后, 氨水中  $c(\text{OH}^-)$  比氢氧化钠溶液中的小
- D. 与足量的氯化铁溶液反应, 产生的氢氧化铁沉淀一样多

17. 下列各离子组在指定的溶液中能够大量共存的是 ( )

- A. 无色溶液中:  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$
- B. 含有  $\text{NO}_3^-$  的溶液中:  $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}^+$
- C. 强酸性溶液中:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{SCN}^-$
- D. pH=11 的 NaOH 溶液中:  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

18. 下列用于解释事实的方程式书写不正确的是 ( )

- A. 0.1 mol/L 氨水的 pH 约为 11.1:  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- B. 用明矾  $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2\cdot 12\text{H}_2\text{O}]$  作净水剂:  $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$
- C. 向  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液中滴加少量浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 溶液橙色加深:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{橙色}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}(\text{黄色}) + 2\text{H}^+$
- D. 用饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液处理水垢中的  $\text{CaSO}_4$ :  $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3\downarrow$


19. 室温下, 1 L 含 0.1 mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和 0.1 mol  $\text{CH}_3\text{COONa}$  的溶液 a 及加入一定量强酸或强碱后溶液的 pH 如表 (加入前后溶液体积不变): 像溶液 a 这样, 加入少量强酸或强碱后 pH 变化不大的溶液称为缓冲溶液。下列说法不正确的是 ( )

	溶液 a	通入 0.01 mol HCl	加入 0.01 mol NaOH
pH	4.76	4.67	4.85

- A. 溶液 a 和 0.1 mol·L<sup>-1</sup>  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离程度前者小于后者
- B. 向溶液 a 中通入 0.01 mol HCl 时,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  结合  $\text{H}^+$  生成  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , pH 变化不大
- C. 向溶液 a 中加入 0.1 mol NaOH 固体, pH 基本不变
- D. 含 0.1 mol·L<sup>-1</sup>  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  与 0.1 mol·L<sup>-1</sup>  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的混合溶液也可做缓冲溶液

20. 利用如图装置探究铜粉与下列试剂的反应, 在试管中加入一定量铜粉, 加入试剂后, 立即塞上橡胶塞, 实验现象如下表所示, 下列推断不正确的是 ( )

资料:  $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  呈绛蓝色。

装置	序号	试剂	现象
	①	10mL 浓 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ , 3mL $\text{H}_2\text{O}$	溶液变为绛蓝色, 左侧水柱上升
	②	10mL 浓 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ , 3mL $\text{H}_2\text{O}_2$	溶液变为绛蓝色, 且比①深
	③	10mL 20% $\text{HNO}_3$ 溶液, 3mL $\text{H}_2\text{O}$	溶液快速变蓝, 产生无色气体, 左侧水柱下降
	④	10mL 20% $\text{HNO}_3$ 溶液, 3mL $\text{H}_2\text{O}_2$	溶液变蓝比③慢, 产生无色气体, 左侧水柱下降

- A. ①中实验现象说明  $\text{O}_2$  参与了反应

- B. ②中溶液颜色比①深可能是由于  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化  $\text{Cu}$  生成  $\text{Cu}^{2+}$
- C. ③中左侧水柱下降可能是反应产生  $\text{NO}$  气体导致的
- D. ④比③变蓝慢是由于  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解造成自身消耗

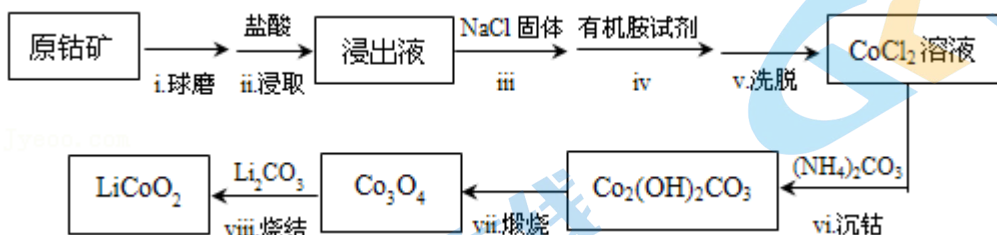
## 二、填空题

21. (16分) 如图所示为 PTC 元件 (热敏电阻) 的主要成分——钡钛矿晶体结构, 该结构是具有代表性的最小重复单位。该晶体经 X 射线分析鉴定, 晶胞为立方体, 边长  $a=400\text{pm}$ , 顶点位置为  $\text{Ti}^{4+}$  所占, 立方体中心位置为  $\text{Ba}^{2+}$  所占, 所有棱心位置为  $\text{O}^{2-}$  所占。



- (1) Ti 在周期表中的位置 \_\_\_\_\_。
- (2) 写出晶体的化学式 \_\_\_\_\_, 其组成元素的电负性大小顺序是 \_\_\_\_\_。
- (3) 在该物质的晶体中, 每个  $\text{Ti}^{4+}$  周围有 \_\_\_\_\_ 个与它最邻近的且距离相等的  $\text{Ti}^{4+}$ 。
- (4) 指明  $\text{Ba}^{2+}$  周围与它最邻近的且距离相等的  $\text{O}^{2-}$  有几个 \_\_\_\_\_;
- (5) 若用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数, 计算该晶体密度 \_\_\_\_\_ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。
- (6) 在  $\text{CrCl}_3$  的水溶液中, 一定条件下存在组成为  $[\text{CrCl}_n(\text{H}_2\text{O})_{6-n}]^{x+}$  ( $n$  和  $x$  均为正整数) 的配离子, 将其通过氢离子交换树脂 ( $\text{R}-\text{H}$ ), 可发生离子交换反应:  $[\text{CrCl}_n(\text{H}_2\text{O})_{6-n}]^{x+} + x\text{R}-\text{H} = \text{R}_x[\text{CrCl}_n(\text{H}_2\text{O})_{6-n}] + x\text{H}^+$ 。交换出来的  $\text{H}^+$  经中和滴定, 即可求出  $x$  和  $n$ , 确定配离子的组成。将含  $0.0015\text{mol}$   $[\text{CrCl}_n(\text{H}_2\text{O})_{6-n}]^{x+}$  的溶液, 与  $\text{R}-\text{H}$  完全交换后, 中和生成的  $\text{H}^+$  需浓度为  $0.1200\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液  $25.00\text{mL}$ , 可知该配离子的化学式为 \_\_\_\_\_, 中心离子的配位数为 \_\_\_\_\_。

22. (16分)  $\text{LiCoO}_2$  是锂离子电池最早使用的电极材料, 利用原钴矿 (含  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NiS}$  等杂质) 制备  $\text{LiCoO}_2$  的工艺流程如图:

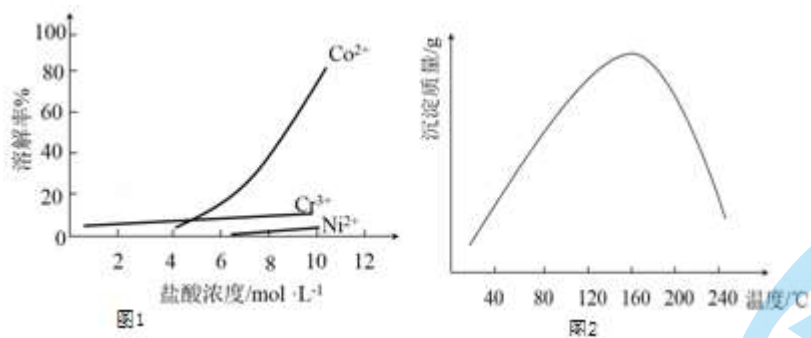


资料: i. 在含一定量  $\text{Cl}^-$  的溶液中, 钴离子以  $\text{CoCl}_4^{2-}$  形式存在:  $\text{Co}^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CoCl}_4^{2-}$

ii.  $\text{CoCl}_4^{2-}$  溶于有机胺试剂, 有机胺不溶于水。



iii. 盐酸溶液中，有机胺试剂对金属离子的溶解率随盐酸浓度变化如图 1 所示：



(1) 步骤 ii 选用盐酸的浓度应为 \_\_\_\_\_。

a. 4 mol/L b. 6 mol/L c. 10 mol/L

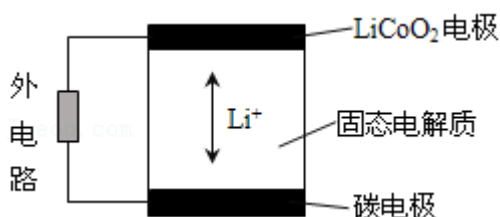
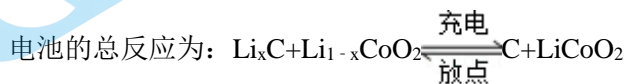
(2) 从平衡移动角度解释步骤 iii 中加入 NaCl 固体的目的 \_\_\_\_\_。

(3) 步骤 iv 的操作是 \_\_\_\_\_。

(4) 步骤 vi 用 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 作沉淀剂，在一定条件下得到碱式碳酸钴 (Co<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)。实验测得在一段时间内加入等量 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 所得沉淀质量随反应温度的变化如图 2 所示，分析曲线下落的原因 \_\_\_\_\_。

(5) 步骤 viii 中 Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 和 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 混合后，鼓入空气，经高温烧结得到 LiCoO<sub>2</sub>。该反应的化学方程式是 \_\_\_\_\_。

(6) 锂离子电池的工作原理如图，充、放电过程中，Li<sup>+</sup> 在 LiCoO<sub>2</sub> 电极和碳电极之间传递。



① 放电时，电池的负极是 \_\_\_\_\_。

② 充电时，电池的阴极反应式是 \_\_\_\_\_。

23. (12 分) 石油天然气开采和炼制过程中会产生大量含硫废水 (其中 S 元素的主要化合价是 -2 价)，对设备、环境等造成严重危害。

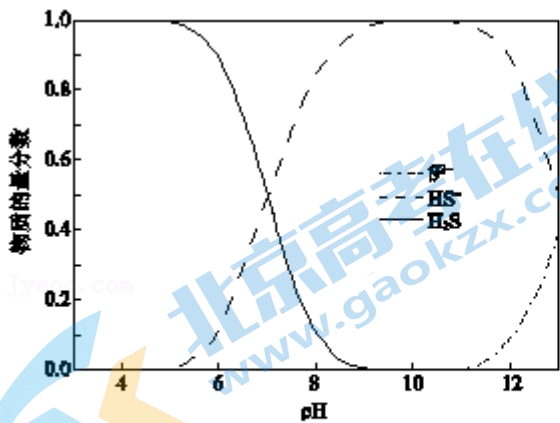


图 1

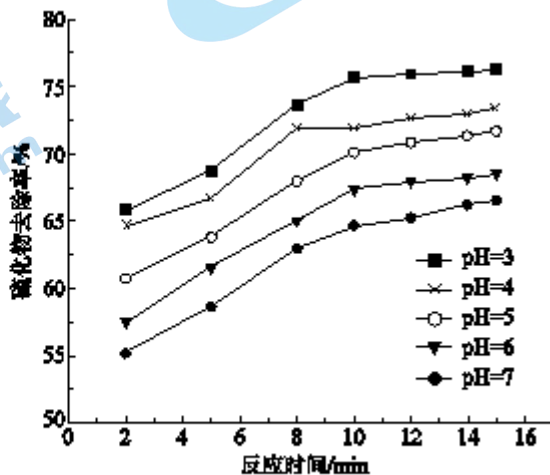


图 2

已知： $\text{H}_2\text{S}$  有毒；常温下溶解度为 1: 2.6（体积）。

(1)  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HS}^-$ 、 $\text{S}^{2-}$  在水溶液中的物质的量分数随 pH 的分布曲线如图 1。当  $\text{pH}\approx 8$  时，含硫废水中最主要的含硫（-2 价）微粒是\_\_\_\_\_。

(2) 沉淀法处理含硫废水：

向  $\text{pH}\approx 8$  的含硫废水中加入适量  $\text{Cu}^{2+}$  的溶液，产生黑色沉淀且溶液的 pH 降低。用化学平衡移动的原理解释溶液的 pH 降低的原因：\_\_\_\_\_。

(3) 氧化还原法处理含硫废水：

向  $\text{pH}\approx 8$  的含硫废水中加入一定浓度的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液，加酸将溶液调为  $\text{pH}=5$ ，产生淡黄色沉淀。

①反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

②不同 pH 时，硫化物去除率随时间的变化曲线如图 2。本工艺选择控制体系的  $\text{pH}=5$ ，不选择  $\text{pH}<5$ ，从环境保护的角度分析其主要原因：\_\_\_\_\_。

(4) 电浮选絮凝法处理含硫废水：

铝作阳极、石墨作阴极，以直流电电解含一定浓度  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  的  $\text{pH}\approx 8$  的含硫废水。阳极产生微小气泡，随后溶液中产生淡黄色浑浊，阳极附近生成的胶体吸附淡黄色浑浊。

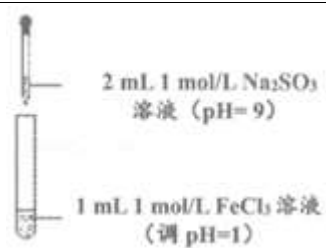
①用离子方程式表述产生淡黄色浑浊的可能原因：\_\_\_\_\_。（1 种即可）

②阴极产生的气泡把污水中的悬浮物（含阳极扩散的胶体）带到水面形成浮渣层，结合电极反应式解释胶体和浮渣层的形成过程：\_\_\_\_\_。

24. (16 分) 某实验小组对  $\text{FeCl}_3$  溶液与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液的反应进行探究。

已知：铁氰化钾的化学式为  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ，用于检验  $\text{Fe}^{2+}$ ，遇  $\text{Fe}^{2+}$  离子产生蓝色沉淀

### 【实验 1】

装置	实验现象
 <p>2 mL 1 mol/L <math>\text{Na}_2\text{SO}_3</math> 溶液 (<math>\text{pH}=9</math>)</p> <p>1 mL 1 mol/L <math>\text{FeCl}_3</math> 溶液 (<math>\text{调 pH}=1</math>)</p>	现象 i: 一开始溶液颜色加深，由棕黄色变为红褐色。 现象 ii: 一段时间后溶液颜色变浅，变为浅黄色。

(1)  $\text{SO}_3^{2-}$  离子中中心原子的杂化类型 \_\_\_\_\_， $\text{Fe}^{3+}$  简化的核外电子排布式 \_\_\_\_\_。

(2) 配制  $\text{FeCl}_3$  溶液时，先将  $\text{FeCl}_3$  溶于浓盐酸，再稀释至指定浓度。从化学平衡角度说明浓盐酸的作用：\_\_\_\_\_。

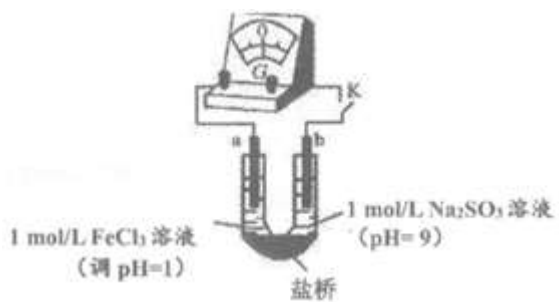
(3) 探究现象 i 产生的原因：

①甲同学认为发生反应： $2\text{Fe}^{3+}+3\text{SO}_3^{2-}+6\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3$ （胶体）+ $3\text{H}_2\text{SO}_3$ ；他取少量红褐色溶液于试管中，继续滴加  $1\text{mol/L Na}_2\text{SO}_3$  溶液，发现溶液红褐色变深且产生刺激性气味的气体，该气体是 \_\_\_\_\_（填化学式）。

②乙同学认为还发生了氧化还原反应，其离子方程式为 \_\_\_\_\_；他取少许红褐色溶液于试管中，加入 \_\_\_\_\_，有白色沉淀产生，证明产物中含有  $\text{SO}_4^{2-}$ 。丙同学认为乙同学的实验不严谨，因为在上述过程中  $\text{SO}_3^{2-}$  可能被其它物质氧化。为了进一步确认  $\text{SO}_3^{2-}$  被氧化的原因，丙同学设计了实验 2。

### 【实验 2】

用如图装置（a、b 均为石墨电极）进行实验。闭合开关后灵敏电流计指针偏转。



③实验 2 中正极的电极反应式为 \_\_\_\_\_。丙同学又用铁氰化钾溶液检验正极的产物，观察到有蓝色沉淀产生。他得出的结论是 \_\_\_\_\_。

(4) 综合上述结果，请从平衡移动角度解释，现象 ii 产生的原因为 \_\_\_\_\_。

## 参考答案

一、选择题（每小题只有 1 个选项符合题意，每小题 2 分，共 40 分）

1. 【分析】A. 焰色实验发生的过程：基态原子吸收能量变为激发态原子，激发态原子释放能量放出可见光；  
B. 不同元素的原子发生跃迁时会吸收或释放不同的光，通过光谱分析可以鉴定某些元素；  
C. 原子光谱用于测定原子种类；  
D. 原子的电子排布遵循构造原理，使整个原子处于最低状态，此时的原子成为基态原子；当基态原子的电子吸收能量后，电子会跃迁到较高能级，变成激发态；相反，电子从较高能量的激发态跃迁到降低能量的激发态乃至基态时，将释放能量。

【解答】解：A. 霓虹灯光、LED 灯光为金属元素的焰色实验，与原子核外电子的跃迁有关，故 A 正确；

B. 焰色实验是利用元素的特征可见原子光谱鉴别某些元素，常利用原子光谱上的特征谱线来鉴定元素，称为光谱分析，故 B 正确；

C. 原子光谱用于测定原子种类，则历史上很多种元素是通过原子光谱发现的，故 C 正确；

D. 原子中的电子在跃迁时会发生能量的变化，能量的表现形式之一是光（辐射），不同元素的原子发生跃迁时会吸收或释放不同的光，可以用光谱仪摄取各种元素的电子的吸收光谱或发生光谱，电子从较高能量的状态变为较低能量的状态，也是电子跃迁，故 D 错误；

故选：D。

【点评】本题考查原子光谱产生的原因及种类，掌握原子光谱吸收或发射光谱原子光谱产生的原因是解答关键，题目难度不大。

2. 【分析】A. 多电子原子中，同一能层中原子轨道能量： $ns < np < nd$ ；

B. 第四能层最多容纳 32 个电子；

C. 元素不同，其 1s 轨道能量不同；

D. 基态原子中，含有几个电子，就有几种不同运动状态的电子。

【解答】解：A. 多电子原子中，同一能层中原子轨道能量： $ns < np < nd$ ，所以原子轨道能量： $3s < 3p < 3d$ ，故 A 正确；

B. 每个电子层最多容纳电子数  $2n^2$ ，所以第四能层最多容纳 32 个电子，故 B 错误；

C. 元素不同，其 1s 轨道能量不同，所以不同元素原子的 1s 轨道能量不同，故 C 正确；

D. 基态 Cl 原子中，含有 17 个电子，就有 17 种不同运动状态的电子，故 D 正确；

故选：B。

【点评】本题考查原子核外电子排布、原子运动状态等知识点，侧重考查基础知识的掌握和灵活运用能力，明确原子结构特点、原子核外电子排布特点、电子运动状态与电子个数的关系是解本题关键，题目难度不大。

3. 【分析】A. Cr 元素为 24 号元素，其核外电子排布式为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ ；

B. Mn 元素为 25 号元素，其核外电子排布式为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ ；

C. As 元素为 33 号元素，其核外电子排布式为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$ ；

D. Kr 是 36 号元素，其核外电子排布式为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ 。

【解答】解：A. Cr 元素为 24 号元素，其核外电子排布式为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ ，未成对电子数是 6；

B. Mn 元素为 25 号元素，其核外电子排布式为： $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ ，未成对电子数是 5；



C. As 元素为 33 号元素, 其核外电子排布式为:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$ , 未成对电子数是 3;

D. Kr 是 36 号元素, 其核外电子排布式为:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ , 没有未成对电子;

通过以上分析知, 单电子数最多的是 Cr,

故选: A。

【点评】本题考查原子核外电子排布, 侧重考查基础知识的掌握和灵活运用能力, 明确原子序数及原子核外电子排布规律是解本题关键, 题目难度不大。

4. 【分析】根据晶体的类型和所含化学键的类型分析, 离子化合物含有离子键, 可能含有共价键, 共价化合物只含共价键, 双原子分子或多原子分子含有共价键。

【解答】解: A、固体  $SO_2$  是分子晶体, 二氧化硅是原子晶体, 二者晶体类型不同, 二氧化硅、二氧化碳都只含共价键, 故 A 错误;

B、NaCl 是离子晶体, NaCl 中只含离子键, 固体 HCl 为分子晶体, HCl 中只含共价键, 二者化学键类型、晶体类型均不同, 故 B 错误;

C、 $CCl_4$  是分子晶体,  $CCl_4$  中只含共价键, KCl 是离子晶体, KCl 中只含离子键, 二者化学键类型、晶体类型均不同, 故 C 错误;

D、固体  $CO_2$  和  $H_2O$  都是分子晶体,  $CO_2$  和  $H_2O$  都只含共价键, 故 D 正确;

故选: D。

【点评】本题考查了化学键类型和晶体类型的关系。判断依据为: 离子晶体中阴阳离子以离子键结合, 原子晶体中原子以共价键结合, 分子晶体中分子之间以范德华力结合, 分子内部存在化学键。

5. 【分析】A. 区的名称来自按构造原理最后填入电子的能级符号;

B. He 原子只有 2 个电子, 一些过渡元素的最外层电子数也是 2;

C. 同周期随原子序数增大第一电离能呈增大趋势, 但 IIA 族、VA 族元素第一电离能高于同周期相邻元素;

D. 主族元素从左到右, 元素的金属性依次减弱, 但过渡元素不一定。

【解答】解: A. 区的名称来自按构造原理最后填入电子的能级符号, 除 ds 区外, 各区的名称来自按照构造原理最后填入电子的能级的符号, 故 A 正确;

B. s 区的 IIA 族元素原子最外层电子数 2, 但最外层电子数为 2 的元素也可能处于 p 区, 如 He, 可能处于 d 区, 如 Fe, 也可能处于 ds 区、f 区, 如 Zn 处于 ds 区, 故 B 错误;

C. 同周期随原子序数增大第一电离能呈增大趋势, 但 IIA 族、VA 族元素具有全充满或半充满稳定结构, 它们的第一电离能高于同周期相邻元素, 第二周期元素中第一电离能  $B < Be < C < O < N$ , 第一电离能介于 B、N 之间的有 3 种元素, 故 C 错误;

D. 主族元素从左到右, 元素的金属性依次减弱, 但过渡元素不一定, 若金属性  $Zn > Cu$ , 故 D 错误;

故选: A。

【点评】本题考查元素周期表、元素周期律, 识记族与列的关系、各分区外围电子排布特点, 注意电子构型对电离能的影响, 题目难度不大。

6. 【分析】A. 单键只含有一个  $\sigma$  键, 双键含一个  $\sigma$  键和 1 个  $\pi$ , 三键含有一个  $\sigma$  键和 2 个  $\pi$ ,  $\sigma$  键的键能大于  $\pi$  键;

B. 共价单键为  $\sigma$  键, 共价双键中一个是  $\sigma$  键、一个是  $\pi$  键;

C. 丙烯分子中的  $\pi$  键不如  $\sigma$  键牢固;

D.  $\pi$  键电子云形状为上下、左右对称。

【解答】解：A. 单键只含有一个  $\sigma$  键，双键含一个  $\sigma$  键和 1 个  $\pi$ ，三键含有一个  $\sigma$  键和 2 个  $\pi$ ， $\sigma$  键的键能大于  $\pi$  键，则碳碳三键、双键的键能与单键的键能不成整数比关系，故 A 错误；

B. 共价单键为  $\sigma$  键，共价双键中一个是  $\sigma$  键、一个是  $\pi$  键，所以该分子中含有 8 个  $\sigma$  键，1 个  $\pi$  键，故 B 正确；

C. 丙烯分子中碳碳双键中含有  $\pi$  键，乙其中  $\pi$  键不如  $\sigma$  键牢固，易断裂，故 C 正确；

D. 乙烯为左右、上下对称结构，故  $\pi$  键电子云形状为镜面对称，故 D 正确；

故选：A。

【点评】本题考查共价键类型判断，为高频考点，明确  $\sigma$  键与  $\pi$  键的区别为解答关键，注意掌握常见共价键的类型及判断方法，试题侧重考查学生的分析与应用能力，题目难度不大。

7. 【分析】A. 晶体的 X 射线衍射实验不能确定键能；

B. 红外吸收光谱仪可以测得化学键或官能团；

C. 晶体的 X 射线衍射实验可以测定原子的相对位置，计算原子间的相对距离；

D. 玻璃是非晶态二氧化硅，水晶是晶态二氧化硅，两者的衍射图谱不同。

【解答】解：A. 晶体的 X 射线衍射实验可以测定晶体中哪些原子间存在化学键，确定键长、键角，从而得出物质的空间结构，不能确定键能，故 A 错误；

B. 红外吸收光谱仪可以测得未知物中的化学键或官能团，故 B 正确；

C. 晶体的 X 射线衍射实验可以测定晶胞中各微粒的相对位置，计算原子间的相对距离，故 C 正确；

D. 玻璃是非晶态二氧化硅，水晶是晶态二氧化硅，则水晶的衍射图谱中会出现分立的斑点或明锐的衍射峰，两者的衍射图谱不同，故 D 正确；

故选：A。

【点评】本题主要考查晶体的 X 射线衍射实验的相关知识，红外吸收光谱的作用，属于基本知识的考查，需要学生注意基本知识的积累，难度不大。

8. 【分析】正负电荷中心重合的分子为非极性分子，正负电荷中心不重合的分子为极性分子。

【解答】解：A.  $S_8$ （八元环状分子），结构对称，正负电荷中心重合，为非极性键分子，故 A 错误；

B.  $CH_2Cl_2$  中 C - H、C - Cl 键的键长不同，所以该结构不对称，正负电荷中心不重合，为极性分子，故 B 正确；

C.  $BF_3$  中 B 原子价层电子对数  $= 3 + \frac{3-3 \times 1}{2} = 3$  且不含孤电子对，为平面正三角形，正负电荷中心重合，为非极性键分子，故 C 错误；

D.  $CS_2$  和  $CO_2$  互为等电子体，二者结构相似， $CO_2$  为直线形分子，则  $CS_2$  为直线形分子，正负电荷中心重合，为非极性键分子，故 D 错误；

故选：B。

【点评】本题考查分子极性判断，侧重考查基础知识的掌握和灵活运用能力，明确分子结构特点、基本概念内涵是解本题关键，知道极性分子的判断方法。

9. 【分析】由核外电子排布式可知，①  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$  为 S 元素，②  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  为 Cl 元素，③  $1s^2 2s^2 2p^5$  为 F 元素。

- A. 同周期随原子序数增大元素第一电离能呈增大趋势，同主族自上而下第一电离能减小；  
B. 同周期自左而右原子半径减小，同主族自上而下原子半径增大；  
C. 同周期自左而右电负性增大，同主族自上而下电负性减小；  
D. 最高正化合价等于最外层电子数，注意 F、O 元素一般没有正化合价。

【解答】解：由核外电子排布式可知，① $1s^22s^22p^63s^23p^4$ 为 S 元素，② $1s^22s^22p^63s^23p^5$ 为 Cl 元素，③ $1s^22s^22p^5$ 为 F 元素。

- A. 同周期随原子序数增大元素第一电离能呈增大趋势，同主族自上而下第一电离能减小，故第一电离能  $F > Cl > S$ ，即③>②>①，故 A 正确；  
B. 同周期自左而右原子半径减小，同主族自上而下原子半径增大，故原子半径  $S > Cl > F$ ，即①>②>③，故 B 错误；  
C. 同周期自左而右电负性增大，同主族自上而下电负性减小，故电负性：③>②>①，故 C 正确；  
D. S 元素最高正化合价为+6，Cl 元素最高正化合价为+7，但 F 没有正化合价，故 D 错误。

故选：AC。

【点评】本题考查核外电子排布规律、元素周期律等，难度不大，注意具有半满、全满、全空的电子构型的元素原子的第一电离能高于同周期相邻元素。

10. 【分析】烃基为推电子基团，其中 C 原子数越多，推电子能力越强，-COOH 中的 O-H 键极性越小，卤素为吸电子基团，其卤素原子越多，卤素本身的电负性越强，其吸电子能力越强，-COOH 中 O-H 键的极性越强；

【解答】解： $CF_3COOH$  和  $CCl_3COOH$  中均含有吸电子基团，其卤素原子数目相同，但 F 电负性比 Cl 大， $CH_3COOH$  和  $CH_3CH_2COOH$  均含有推电子基团， $CH_3CH_2COOH$  中推电子基团的推电子能力更强，综上，-COOH 中 O-H 键的极性从小到大排列为： $CH_3CH_2COOH < CH_3COOH < CCl_3COOH < CF_3COOH$ ，COOH 中 O-H 键的极性越强，越容易电离出  $H^+$ ，物质酸性越强，故酸性从小到大排列为： $CH_3CH_2COOH < CH_3COOH < CCl_3COOH < CF_3COOH$ ，

故选：D。

【点评】本题考查了羧酸酸性大小的比较，在由结构考虑有机物的性质时，要综合物质所有的结构来判断，本题难度适中。

11. 【分析】A. 离子化合物中可能含有共价键；  
B. 非极性键可能存在多原子分子或离子化合物中；  
C. 只含共价键的化合物是共价化合物；  
D. 由多种元素组成的多原子分子里，一定含有极性键，可能含有非极性键，也可能不含非极性键。

【解答】解：A. 离子化合物中可能含有共价键，如 KOH 等离子化合物中含有共价键，故 A 错误；  
B. 非极性键可能存在多原子分子或离子化合物中，如  $CH_2=CHCH_3$ 、 $Na_2O_2$  中都含有非极性键，故 B 错误；  
C. 只含共价键的化合物是共价化合物，所以在共价化合物分子内，一定不存在离子键，故 C 正确；  
D. 由多种元素组成的多原子分子里，一定含有极性键，可能含有非极性键，也可能不含非极性键，如  $CH_3OH$  分子中含有极性键，不含非极性键，故 D 错误；

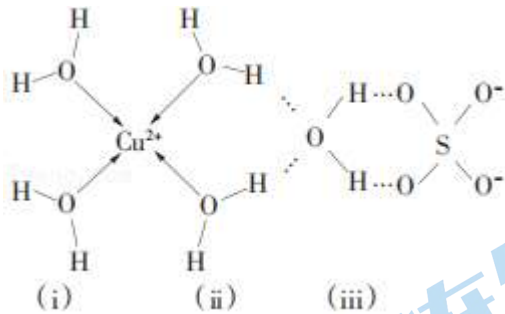
故选：C。

【点评】本题考查化学键和化合物的关系，侧重考查基础知识的掌握和灵活运用能力，明确物质构成微粒及微粒之间作用力是解本题关键，D 为解答易错点。



12. 【分析】A. 离子晶体中一定含有离子键，可能存在共价键、氢键；  
 B. 分子晶体熔沸点与键能无关；  
 C. 离子晶体在熔融态以离子存在、分子晶体在熔融态以分子存在；  
 D. 石墨晶体中，层与层之间存在范德华力。

【解答】解：A. 离子晶体中一定含有离子键，可能存在共价键、氢键，胆矾的简单平面结构式如图：



，该图中含有共价键、氢键，胆矾属于离子晶体，故 A 正确；

B. 硫单质和白磷都是分子晶体，其熔点与分子间作用力有关，与键能无关，故 B 错误；

C. 离子晶体在熔融态以离子存在、分子晶体在熔融态以分子存在，所以熔融态离子晶体导电、熔融态分子晶体不导电，可以通过融化状态下是否导电，区分离子晶体与分子晶体，故 C 正确；

D. 石墨晶体中，层与层之间存在范德华力，范德华力小于共价键，所以石墨晶体中片层间距远大于层内碳原子间距，说明层间靠范德华力维系，故 D 正确；

故选：B。

【点评】本题考查化学键、晶体熔沸点影响因素、离子晶体和分子晶体的鉴别等知识点，侧重考查基础知识的掌握和灵活运用能力，明确物质构成微粒及微粒之间作用力是解本题关键，A\B 为解答易错点。

13. 【分析】由题意可知，蓝色沉淀为： $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ，深蓝色的溶液为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 溶液， $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 在乙醇中溶解度小，加入乙醇，析出深蓝色的晶体为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

【解答】解：A. 由分析可知过程中涉及到一种配离子，故 A 错误；

B. 深蓝色的晶体为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的铜离子的配位数为 4，故 B 正确；

C.  $\text{CuSO}_4$ 溶液中滴加过量氨水，先出现蓝色沉淀后沉淀溶解变为深蓝色溶液，由于氨水呈碱性， $\text{Cu}^{2+}$ 先于溶液中的  $\text{OH}^-$  结合生成  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ，但由于氨水是过量的，过量的  $\text{NH}_3$  可与  $\text{Cu}^{2+}$  结合生成稳定的配位键，故 C 正确；

D. 步骤 3 中加入乙醇可减小溶剂极性，降低  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  的溶解度，从而析出深蓝色晶体，故 D 正确；

故选：A。

【点评】本题考查物质的制备方案设计，为高频考点，把握制备原理、物质性质为解答关键，注意掌握电解质概念及常见元素化合物性质，试题侧重考查学生的分析能力及化学实验能力，题目难度中等。

14. 【分析】由水电离产生的  $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-12} \text{mol/L}$  的溶液，水的电离受到抑制，则为酸溶液或碱溶液，据此分析。

【解答】解：A. 水电离产生的  $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-12} \text{mol/L}$  的溶液，水的电离受到抑制，故 A 错误；

B. 水电离产生的  $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-12} \text{mol/L}$  的溶液，水的电离受到抑制，如果是酸溶液，氢离子浓度为  $0.01 \text{mol/L}$ ，则溶液的  $\text{pH} = 2$ ，故 B 错误；

C. 在酸性或碱性条件下， $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  都能大量共存，故 C 正确；

D. 水电离产生的  $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-12} \text{mol/L}$  的溶液，水的电离受到抑制，可能是酸溶液，不一定是碱溶液，故 D 错误；



故选：C。

【点评】本题考查影响水电离的因素，注意酸或碱能抑制水电离，含有弱根离子的盐能促进水电离，题目难度不大，侧重于考查学生对基础知识的应用能力。

15. 【分析】常温下，向 20mL  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中逐滴加入  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的烧碱溶液，a 点为  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液， $\text{CH}_3\text{COOH}$  电离出的氢离子抑制了水的电离，溶液中  $c_{\text{水}}(\text{H}^+)$  等于溶液中的  $c(\text{OH}^-) = 10^{-11}\text{mol/L}$ ；b 点的溶液为等浓度的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  的混合溶液， $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离程度大于  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  的水解程度，此时溶液呈酸性；c 点两者恰好完全反应，此时溶质为  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液，水的电离程度最大，溶液呈碱性；d 点  $\text{NaOH}$  过量，抑制了水的电离，溶质为  $\text{CH}_3\text{COONa}$  和  $\text{NaOH}$ ，溶液呈碱性；e 点的溶液为等浓度的  $\text{CH}_3\text{COONa}$  和  $\text{NaOH}$  的混合溶液，由物料守恒可得： $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + 2c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 。

- A. b 点是等浓度的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  的混合溶液， $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离程度大于  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  的水解程度，此时溶液呈酸性，d 点  $\text{NaOH}$  过量，溶质为  $\text{CH}_3\text{COONa}$  和  $\text{NaOH}$ ，溶液呈碱性；
- B. 酸或碱抑制水电离， $\text{CH}_3\text{COONa}$  促进水电离；
- C. 溶液中离子浓度越大，其导电性越强；
- D. 体积扩大，浓度减小。

【解答】解：A. b 点是向 20mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中逐滴加入 10mL  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NaOH}$  溶液，溶液为等浓度的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  的混合溶液， $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离程度大于  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  的水解程度，此时溶液呈酸性，d 点  $\text{NaOH}$  过量，抑制了水的电离，溶质为  $\text{CH}_3\text{COONa}$  和  $\text{NaOH}$ ，溶液呈碱性，两点溶液的 pH 不相同，故 A 错误；

B. 酸碱抑制水的电离，水解的盐促进水的电离，所以从 a 到 c，水的电离程度一直增大；从 c 到 e，水的电离程度一直减小，故 B 错误；

C. a 点到 c 点的过程中，弱电解质醋酸转化为强电解质  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ，溶液中总离子浓度增大，故溶液的导电能力增强，故 C 正确；

D. e 点的溶液为等浓度的  $\text{CH}_3\text{COONa}$  和  $\text{NaOH}$  的混合溶液，由物料守恒可得： $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + 2c(\text{CH}_3\text{COOH})$ ，但体积扩大，浓度减小，所以  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + 2c(\text{CH}_3\text{COOH}) < 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，故 D 错误；

故选：C。

【点评】本题考查溶液酸碱性及溶液 pH 的关系，题目难度中等，明确图示曲线变化的意义为解答关键，注意掌握质子守恒、盐的水解原理及其影响，试题侧重考查学生的分析能力及化学计算能力。

16. 【分析】A. 温度升高，一水合氨电离程度增大；

B. 加入适量的氯化铵固体，抑制一水合氨电离， $\text{NaOH}$  和氯化铵反应生成氯化钠和一水合氨；

C. 加水稀释促进一水合氨电离；

D. 与足量的氯化铁溶液反应，氢氧根离子量越多生成沉淀越多。

【解答】解：A. 温度升高，一水合氨电离程度增大，所以氨水的 pH 增大，故 A 错误；

B. 加入适量的氯化铵固体，抑制一水合氨电离， $\text{NaOH}$  和氯化铵反应生成氯化钠和一水合氨，所以加入适量的氯化铵晶体后，两溶液的 pH 均减小，故 B 正确；

C. 加水稀释促进一水合氨电离，则稀释后氨水的 pH 大于氢氧化钠，故 C 错误；

D. pH 相同、体积相同的氨水与氢氧化钠两种稀溶液，一水合氨的物质的量大于氢氧化钠，所以氨水产生的氢氧化铁沉淀多，故 D 错误。

故选：B。

【点评】本题考查了弱电解质的电离，明确弱电解质的电离特点是解本题关键，注意 pH 相等的氨水和 NaOH 溶液中氨水浓度大于 NaOH。

17. 【分析】A. 铜离子水溶液为蓝色；

B. 酸性环境下  $\text{NO}_3^-$  离子具有强的氧化性，能够氧化  $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ ；

C.  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SCN}^-$  发生络合反应；

D. pH=11 的 NaOH 溶液中，溶液含有大量  $\text{OH}^-$ ， $\text{OH}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  相互不反应。

【解答】解：A. 铜离子水溶液为蓝色，不符合题意，故 A 不选；

B. 酸性环境下  $\text{NO}_3^-$  离子具有强的氧化性，能够氧化  $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ ，所以  $\text{I}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{H}^+$  不能大量共存，故 B 不选；

C.  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SCN}^-$  发生络合反应，二者不能大量共存，故 C 不选；

D. pH=11 的 NaOH 溶液中，溶液含有大量  $\text{OH}^-$ ， $\text{OH}^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  相互不反应，能大量共存，故 D 选；

故选：D。

【点评】本题考查离子共存，为高频考点，把握常见离子之间的反应为解答的关键，侧重复分解反应的离子共存考查，题目难度不大。

18. 【分析】A. 0.1 mol/L 氨水的 pH 约为 11.1，说明一水合氨为弱碱，在溶液中部分电离；

B. 铝离子水解生成氢氧化铝胶体，氢氧化铝胶体可以净水；

C. 加入稀硫酸后溶液酸性增强，平衡向着逆向移动；

D. 硫酸钙不能拆开。

【解答】解：A. 0.1 mol/L 氨水的 pH 约为 11.1，氢氧根离子浓度小于 0.1 mol/L，说明一水合氨部分电离，其电离方程式为： $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ，故 A 正确；

B. 铝离子存在水解反应： $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3$ （胶体）+  $3\text{H}^+$ ，可用明矾  $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$  作净水剂，故 B 正确；

C. 向  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液中滴加少量浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，溶液酸性增强，氢离子浓度增大，平衡  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ （橙色）+  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ （黄色）+  $2\text{H}^+$  向着逆向移动，溶液橙色加深，故 C 正确；

D. 用饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液处理水垢中的  $\text{CaSO}_4$ ，实现了沉淀的转化，正确的离子方程为： $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{SO}_4^{2-}$ ，故 D 错误；

故选：D。

【点评】本题考查了离子方程式的书写判断，为高考的高频题，题目难度不大，注意明确离子方程式正误判断常用方法：检查反应物、生成物是否正确，检查各物质拆分是否正确，如难溶物、弱电解质等需要保留化学式，检查是否符合原化学方程式等。

19. 【分析】溶液 a 中含有  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ，构成缓冲溶液体系，加入少量强酸或强碱后 pH 变化不大，但缓冲溶液缓冲能力具有一定限度，构成缓冲溶液需要共轭酸碱对，如  $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COO}^-$ ， $\text{NH}_4^+ - \text{NH}_3$  等，据此逐项分析。

【解答】解：A. 溶液 a 为酸性， $\text{CH}_3\text{COOH}$  电离程度大于  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  水解程度，相对于纯  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ，同浓度下，溶液 a 中存在一部分  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ，起始时有了一部分产物，所以溶液 a 和  $0.1 \text{ mol/L CH}_3\text{COOH}$  溶液中  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离程度前者小于后者，故 A 正确；

B. 缓冲溶液可少量抵抗酸和碱，归根结底就是存在平衡： $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ，加入少量酸， $\text{CH}_3\text{COO}^-$  与  $\text{H}^+$  结合产生  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ，加入少量碱，则  $\text{CH}_3\text{COOH}$  与  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ，所以向溶液 a 中通入  $0.01 \text{ mol HCl}$  时， $\text{CH}_3\text{COO}^-$  结合  $\text{H}^+$  生成  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ，pH 变化不大，故 B 正确；

C. 向溶液 a 中加入  $0.1 \text{ mol NaOH}$  固体，溶液 a 中共只有  $1 \text{ L}$  含  $0.1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$ ，则完全消耗  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ，这就超出了缓冲溶液的缓冲范围了， $\text{CH}_3\text{COOH}$  完全变成了  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ，溶液便失去了缓冲能力，pH 不可能基本不变，故 C 错误；

D. 构成缓冲溶液需要共轭酸碱对，如  $\text{CH}_3\text{COOH} - \text{CH}_3\text{COO}^-$ ， $\text{NH}_4^+ - \text{NH}_3$ ，含  $0.1 \text{ mol/L NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  与  $0.1 \text{ mol/L NH}_4\text{Cl}$  的混合溶液也可做缓冲溶液，故 D 正确，

故选：C。

【点评】本题考查弱电解质的电离平衡和盐类水解知识，题目以缓冲溶液为背景知识考查，理解了题干中所给的对于缓冲溶液的信息是解题的关键，整体难度中等。

注意：对于缓冲溶液的知识，其实这是大学化学的知识，高中化学重在把握基础的知识，D 项则是考查对于构成缓冲溶液的共轭酸碱对的判断，共轭酸碱对之间是发生  $\text{H}^+$  的转移，深入理解可以参看布朗斯特 - 劳里酸碱理论。需要记住，一定是  $\text{H}^+$  的转移，如  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ， $\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$ ，此处补充习题加深概念的理解：

(2016 年南京师范大学考研·无机化学) 不是共轭酸碱对的一组物质是 ( )

A.  $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_2^-$     B.  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}^+$     C.  $\text{OH}^-$ 、 $\text{O}^{2-}$     D.  $\text{H}_3\text{O}^+$ 、 $\text{H}_2\text{O}$

满足共轭酸碱对的一定是  $\text{H}^+$  在酸碱对之间发生转移，把握住这个概念，很容易发现 B 不符合，不能作为共轭酸碱对，至于  $\text{NH}_2^-$  和  $\text{O}^{2-}$ ，这些不作为高中化学要求，这二者不在水溶液体系中稳定存在，需要非水溶剂体系或者熔融体系，B 不正确是因为发生的是  $\text{OH}^-$  的转移，不是  $\text{H}^+$ 。答案：B。

(2017 年南京师范大学考研·无机化学) 下列物质  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$  中，属于质子酸的是\_\_\_\_\_，其共轭碱是\_\_\_\_\_。属于质子碱的是\_\_\_\_\_，其共轭酸是\_\_\_\_\_。

布朗斯特 - 劳里酸碱理论是没有盐的概念的，质子酸为： $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ ，能够电离出  $\text{H}^+$  显酸性的就是质子酸，则其共轭碱去掉  $\text{H}^+$  即可 (只能一次去掉一个  $\text{H}^+$ )： $\text{CO}_3^{2-}$ ， $\text{NH}_3$ ，

质子碱相反，接受  $\text{H}^+$  自身显碱性，有： $\text{CH}_3\text{COO}^-$  和  $\text{HCO}_3^-$ ，其共轭酸，加和一个  $\text{H}^+$  即可： $\text{CH}_3\text{COOH}$ ， $\text{H}_2\text{CO}_3$ 。这道题反应出有些离子既可以作为酸，也可以作为碱，需要对概念准确把握。

20. 【分析】A. 氨水与铜不反应，溶液变为绛蓝色，说明生成  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，左侧水柱上升，说明试管内气体减少；

B. 加入过氧化氢，溶液变为绛蓝色，且比①深，说明生成更多的  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ；

C. 溶液快速变蓝，说明铜迅速溶解生成  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，产生无色气体  $\text{NO}$ ；

D. 溶液变蓝比③慢，说明硝酸浓度比③小，应消耗硝酸。

【解答】解：A. 氨水与铜不反应，溶液变为绛蓝色，说明生成  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，左侧水柱上升，说明试管内气体减少，可说明  $\text{O}_2$  参与了反应，故 A 正确；



- B. 加入过氧化氢，溶液变为绛蓝色，且比①深，说明生成更多的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，可说明 $\text{H}_2\text{O}_2$ 氧化 $\text{Cu}$ 生成 $\text{Cu}^{2+}$ ，故 B 正确；
- C. 溶液快速变蓝，说明铜迅速溶解生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，产生无色气体 $\text{NO}$ ，试管压强增大，左侧水柱下降，故 C 正确；
- D. 溶液变蓝比③慢，说明硝酸浓度比③小，应消耗硝酸，如过氧化氢分解，则生成氧气，氧气与 $\text{NO}$ 反应，气体变为红棕色，故 D 错误。

故选：D。

【点评】本题考查物质的性质探究，为高频考点，侧重考查学生的分析能力和实验能力，主要把握物质的性质以及反应现象的分析，题目能较好地培养学生良好的思维品质和科学素养，树立正确的核心价值观，题目难度不大。

## 二、填空题

21. 【分析】(1) Ti 元素是 22 号元素，根据构造原理书写基态原子的电子排布式，确定在周期表位置；

(2) 根据均摊法计算晶胞中 $\text{Ti}^{4+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{O}^{2-}$ 数目，确定比例关系书写化学式，主族元素同周期自左而右电负性逐渐增大，主族元素同主族自上而下电负性逐渐减小；

(3) 由晶体结构，每个 $\text{Ti}^{4+}$ 周围与它最邻近且距离相等的 $\text{Ti}^{4+}$ 位于以为 $\text{Ti}^{4+}$ 交点棱上；

(4) 晶胞为立方体，棱的中点到体心的距离都相等；

(5) 根据均摊法计算晶胞中 $\text{Ti}^{4+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{O}^{2-}$ 数目，计算出体积，根据 $\rho = \frac{m}{V}$ 计算密度；

(6) 中和发生反应： $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ，由中和生成的 $\text{H}^+$ 需要的 $\text{NaOH}$ 溶液，可得出 $\text{H}^+$ 物质的量，进而计算出 $x$ ， $[\text{CrCl}_n(\text{H}_2\text{O})_{6-n}]^{x+}$ 中 $\text{Cr}$ 的化合价为+3价，化合价代数和等于离子所带电荷，据此计算 $n$ 的值，进而确定该配离子化学式。

【解答】解：(1) Ti 元素是 22 号元素，基态原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ ，处于周期表中第四周期 IVB 族，

故答案为：四；IVB；

(2) 由结构可知， $\text{Ba}^{2+}$ 位于体心有 1 个， $\text{Ti}^{4+}$ 位于顶点，数目为 $8 \times \frac{1}{8} = 1$  个， $\text{O}^{2-}$ 位于棱心，数目为 $12 \times \frac{1}{4} = 3$  个，故其化学式为 $\text{BaTiO}_3$ ，主族元素同周期自左而右电负性逐渐增大，主族元素同主族自上而下电负性逐渐减小，可知电负性大小顺序为： $\text{O} > \text{Ti} > \text{Ba}$ ，

故答案为： $\text{BaTiO}_3$ ； $\text{O} > \text{Ti} > \text{Ba}$ ；

(3) 由晶体结构，每个 $\text{Ti}^{4+}$ 周围与它最邻近且距离相等的 $\text{Ti}^{4+}$ 位于以为 $\text{Ti}^{4+}$ 交点棱上，补全晶胞可知，每个 $\text{Ti}^{4+}$ 周围有 6 个，

故答案为：6；

(4) 晶胞为立方体， $\text{Ba}^{2+}$ 位于体心， $\text{O}^{2-}$ 位于棱的中点，棱的中点到体心的距离都相等，故 $\text{Ba}^{2+}$ 周围与它最邻近的且距离相等的 $\text{O}^{2-}$ 有 12 个，

故答案为：12；



(5) 由结构可知,  $\text{Ba}^{2+}$  位于体心有 1 个,  $\text{Ti}^{4+}$  位于顶点, 数目为  $8 \times \frac{1}{8} = 1$  个,  $\text{O}^{2-}$  位于棱心, 数目为  $12 \times \frac{1}{4} = 3$

个, 故其化学式为  $\text{BaTiO}_3$ , 晶胞体积为  $(a \times 10^{-10})^3 \text{cm}^3$ , 晶胞密度  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\frac{233}{N_A}}{(400 \times 10^{-10})^3} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{233 \times 10^{24}}{64 N_A} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ,

故答案为:  $\frac{233 \times 10^{24}}{64 N_A} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ;

(6) 中和生成的  $\text{H}^+$  需浓度为  $0.1200 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氢氧化钠溶液  $25.00 \text{mL}$ , 由  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ , 可以得出  $\text{H}^+$  的物质的量为  $0.12 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 25.00 \times 10^{-3} \text{L} = 0.003 \text{mol}$ , 所以  $x = \frac{0.003 \text{mol}}{0.0015 \text{mol}} = 2$ ,  $[\text{CrCl}_n(\text{H}_2\text{O})_{6-n}]^{x+}$  中  $\text{Cr}$  的化合价为 +3 价, 则有  $3 - n = 2$ , 解得  $n = 1$ , 即该配离子的化学式为  $[\text{CrCl}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ , 内界含有 1 个  $\text{Cl}^-$  和 5 个  $\text{H}_2\text{O}$ , 故配位数为 6,

故答案为:  $[\text{CrCl}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ ; 6。

【点评】本题考查了晶胞计算、核外电子排布、核外电子排布、元素周期表、化学式的有关计算、方程式有关计算, 需要学生具有较好的空间想象力, 晶胞中微粒配位数的解答可以结合化学式判断或利用晶胞补全法, 难度中等。

22. 【分析】原钴矿 (含  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{NiS}$  等杂质), 球磨后加入盐酸浸取, 由题给信息可知, 为分离  $\text{Co}$  与  $\text{Cr}$ 、 $\text{Ni}$ , 加入盐酸浓度在  $10 \text{mol/L}$  以上, 浸出液加入氯化钠固体,  $\text{CoCl}_4^{2-}$  浓度增大, 提高其在有机胺试剂中的浓度, 加入有机胺试剂萃取, 洗脱, 可得到  $\text{CoCl}_2$  溶液, 加入碳酸铵生成碱式碳酸钴, 煅烧生成  $\text{Co}_3\text{O}_4$ , 加入碳酸锂, 可生成目标物, 以此解答该题。

【解答】解: (1) 步骤 ii 选用盐酸的浓度应为  $10 \text{mol/L}$ , 可用于分离  $\text{Co}$  与  $\text{Cr}$ 、 $\text{Ni}$ , 故答案为: c;

(2) 步骤 iii 中加入  $\text{NaCl}$  固体, 可使溶液中  $\text{Cl}^-$  浓度增大, 平衡  $\text{Co}^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CoCl}_4^{2-}$  右移,  $\text{CoCl}_4^{2-}$  浓度增大, 提高其在有机胺试剂中的浓度,

故答案为: 加入  $\text{NaCl}$  固体, 溶液中  $\text{Cl}^-$  浓度增大, 平衡  $\text{Co}^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CoCl}_4^{2-}$  右移,  $\text{CoCl}_4^{2-}$  浓度增大, 提高其在有机胺试剂中的浓度;

(3) 步骤 iv 加入有机溶剂, 用于萃取, 可用分液的方法分离, 故答案为: 分液;

(4) 由图象可知, 温度升高, 沉淀曲线下降, 原因为温度过高, 碳酸铵分解 (或  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  水解程度增大), 碳酸铵浓度降低, 沉淀质量减少。(或温度过高  $\text{Co}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  分解, 沉淀质量减少。),

故答案为: 温度过高, 碳酸铵分解 (或  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{CO}_3^{2-}$  水解程度增大), 碳酸铵浓度降低, 沉淀质量减少。(或温度过高  $\text{Co}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  分解, 沉淀质量减少);

(5)  $\text{Co}_3\text{O}_4$  和  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  混合后, 鼓入空气, 经高温烧结得到  $\text{LiCoO}_2$ , 方程式为  $4\text{Co}_3\text{O}_4 + 6\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 12\text{LiCoO}_2 + 6\text{CO}_2$ ,

故答案为:  $4\text{Co}_3\text{O}_4 + 6\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 12\text{LiCoO}_2 + 6\text{CO}_2$ ;

(6) ①放电时,  $\text{LiCoO}_2$  被氧化, 发生氧化反应,  $\text{LiCoO}_2$  为原电池负极, 故答案为:  $\text{LiCoO}_2$ ;

②充电时，电池的阴极反应式是  $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + xe^- = \text{LiCoO}_2$ ，故答案为： $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + xe^- = \text{LiCoO}_2$ 。

【点评】本题考查物质的制备及性质，为高频考点，把握物质的性质、发生的反应、混合物分离提纯为解答的关键，侧重分析与实验能力的考查，注意元素化合物知识与实验的结合，题目难度不大。

23. 【分析】(1) 图象中曲线实线为  $\text{H}_2\text{S}$ ，长虚线为  $\text{HS}^-$ ，短虚线为  $\text{S}^{2-}$ ，当  $\text{pH} \approx 8$  时， $\text{HS}^-$  最多；
- (2) 含硫废水中存在  $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ ，加入适量  $\text{Cu}^{2+}$  的溶液， $\text{S}^{2-} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow$ ，使  $\text{HS}^-$  的电离平衡正向移动；
- (3) ①向  $\text{pH} \approx 8$  的含硫废水中加入一定浓度的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液，加酸将溶液调为  $\text{pH} = 5$ ，产生淡黄色沉淀为 S 单质，据此书写离子方程式；
- ② $\text{pH} < 5$  时，溶液中 -2 价 S 元素主要以  $\text{H}_2\text{S}$  的形式存在， $\text{H}_2\text{S}$  有剧毒会污染环境；
- (4) 作阳极、石墨作阴极，以直流电电解含一定浓度  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  的  $\text{pH} \approx 8$  的含硫废水，阳极产生微小气泡，随后溶液中产生淡黄色浑浊，阳极附近生成的胶体吸附淡黄色浑浊，胶体是氢氧化铝胶体，淡黄色浑浊是生成了 S 单质，可能是  $\text{HS}^-$  离子失电子发生氧化反应，被氧气氧化，
- ①产生淡黄色浑浊的可能原因是  $\text{HS}^-$  离子失电子发生氧化反应，或被氧气氧化；
- ②阴极产生的气泡把污水中的悬浮物（含阳极扩散的胶体）带到水面形成浮渣层，是因为阳极铝失电子发生氧化反应生成铝离子，铝离子水解生成氢氧化铝胶体，阴极上氢离子得到电子发生还原反应生成氢气， $\text{H}_2$  气泡把污水中吸附了 S 的  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体悬浮物带到水面形成浮渣层。

【解答】解：(1) 图象中曲线实线为  $\text{H}_2\text{S}$ ，长虚线为  $\text{HS}^-$ ，短虚线为  $\text{S}^{2-}$ ，当  $\text{pH} \approx 8$  时，由图象分析得到，含硫废水中最主要的含硫（-2 价）微粒是  $\text{HS}^-$ ，

故答案为： $\text{HS}^-$ ；

(2) 向  $\text{pH} \approx 8$  的含硫废水中加入适量  $\text{Cu}^{2+}$  的溶液，产生黑色沉淀且溶液的  $\text{pH}$  降低，用化学平衡移动的原理解释溶液的  $\text{pH}$  降低的原因是：含硫废水中存在  $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ ，加入适量  $\text{Cu}^{2+}$  的溶液， $\text{S}^{2-} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow$ ， $c(\text{S}^{2-})$  减小，使  $\text{HS}^-$  的电离平衡正向移动， $c(\text{H}^+)$  增大，溶液的  $\text{pH}$  降低，

故答案为：含硫废水中存在  $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ ，加入适量  $\text{Cu}^{2+}$  的溶液， $\text{S}^{2-} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow$ ， $c(\text{S}^{2-})$  减小，使  $\text{HS}^-$  的电离平衡正向移动， $c(\text{H}^+)$  增大，溶液的  $\text{pH}$  降低；

(3) ①向  $\text{pH} \approx 8$  的含硫废水中最主要的含硫（-2 价）微粒是  $\text{HS}^-$ ，加入一定浓度的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液，加酸将溶液调为  $\text{pH} = 5$ ，产生淡黄色沉淀为 S 单质，反应的离子方程式： $2\text{HS}^- + \text{SO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ = 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $2\text{HS}^- + \text{SO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ = 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ；

②本工艺选择控制体系的  $\text{pH} = 5$ ，不选择  $\text{pH} < 5$ ，从环境保护的角度分析其主要原因是： $\text{pH} < 5$  时，溶液中 -2 价 S 元素主要以  $\text{H}_2\text{S}$  的形式存在，常温下  $\text{H}_2\text{S}$  的溶解度为 1: 2.6，酸性强使  $\text{H}_2\text{S}$  更易逸出， $\text{H}_2\text{S}$  有剧毒会污染环境，

故答案为： $\text{pH} < 5$  时，溶液中 -2 价 S 元素主要以  $\text{H}_2\text{S}$  的形式存在，常温下  $\text{H}_2\text{S}$  的溶解度为 1: 2.6，酸性强使  $\text{H}_2\text{S}$  更易逸出， $\text{H}_2\text{S}$  有剧毒会污染环境；

(4) ①是  $\text{HS}^-$  离子失电子发生氧化反应，或被氧气氧化，反应的离子方程式为： $2\text{HS}^- + \text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{O}_2 + 2\text{HS}^- = 2\text{S} \downarrow + 2\text{OH}^-$ ) 或  $\text{HS}^- - 2e^- = \text{S} \downarrow + \text{H}^+$ ，

故答案为： $2\text{HS}^- + \text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{O}_2 + 2\text{HS}^- = 2\text{S} \downarrow + 2\text{OH}^-$ ) 或  $\text{HS}^- - 2e^- = \text{S} \downarrow + \text{H}^+$ ；

②阴极产生的气泡把污水中的悬浮物（含阳极扩散的胶体）带到水面形成浮渣层，电极反应式解释胶体和浮渣层的形成过程为：阳极： $\text{Al} - 3e^- = \text{Al}^{3+}$ ， $\text{Al}^{3+}$  形成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体，阴极： $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ， $\text{H}_2$  气泡把污水中吸附了 S 的  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体悬浮物带到水面形成浮渣层，

故答案为：阳极： $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$ ， $\text{Al}^{3+}$ 形成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体，阴极： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ ， $\text{H}_2$  气泡把污水中吸附了 S 的  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体悬浮物带到水面形成浮渣层。

【点评】本题考查了物质性质、弱电解质电离平衡影响因素分析判断、电解池中电极反应、胶体性质等知识，掌握原理是解题关键，题目难度中等。

24. 【分析】(1) Fe 原子失去 4s 能级上 2 个电子、3d 能级上 1 个电子生成  $\text{Fe}^{3+}$ ，根据构造原理书写  $\text{Fe}^{3+}$  的电子排布式；

(2) 氯化铁溶液中铁离子水解溶液显酸性，加入对应酸会抑制氯化铁水解；

(3) ①红褐色为氢氧化铁的颜色，若混合后发生了  $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}_2\text{SO}_3$  反应， $\text{H}_2\text{SO}_3$  不稳定，易分解；

② $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ，化合价从 +3  $\rightarrow$  +2，降低 1 价， $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ ，化合价从 +4  $\rightarrow$  +6，升高 2 价，根据化合价升高和降低总数相等以及原子守恒配平得方程式；取少量  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液电极附近的混合液中加入试剂检验硫酸根离子的存在，是利用加入的盐酸排除其他离子干扰，再加入氯化钡溶液生成白色沉淀证明硫酸根离子的存在；

③正极  $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ，发生还原反应；加入铁氰化钾溶液产生蓝色沉淀，证明产生了  $\text{Fe}^{2+}$ ；

(4) 因为  $\text{FeCl}_3$  与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  之间发生氧化还原反应： $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}_2\text{SO}_3$ ，一段时间后溶液颜色变浅，变为浅黄色，说明生成了更多的  $\text{FeCl}_3$ ，说明平衡逆向移动了。

【解答】解：(1)  $\text{SO}_3^{2-}$  离子中中心原子为 S，价电子对为  $3 + \frac{6+2-2 \times 3}{2} = 4$ ，杂化类型  $\text{sp}^3$ ，Fe 为 26 号元素，Fe 原子失去 4s 能级上 2 个电子、3d 能级上 1 个电子生成  $\text{Fe}^{3+}$ ，根据构造原理书写  $\text{Fe}^{3+}$  的电子排布式为  $[\text{Ar}]3\text{d}^5$ ，故答案为： $\text{sp}^3$ ； $[\text{Ar}]3\text{d}^5$ ；

(2) 实验室配制  $\text{FeCl}_3$  溶液时，先将  $\text{FeCl}_3$  固体溶解在较浓的盐酸中然后加水稀释，先溶解在较浓盐酸中的目的是抑制铁离子水解，反应的离子方程式为： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，

故答案为： $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，盐酸抑制氯化铁水解；

(3) ① $\text{H}_2\text{SO}_3$  不稳定，易分解，生成有刺激性气味的  $\text{SO}_2$  气体，

故答案为： $\text{SO}_2$ ；

② $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ，化合价从 +3  $\rightarrow$  +2，降低 1 价， $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ ，化合价从 +4  $\rightarrow$  +6，升高 2 价，根据化合价升高和降低总数相等以及原子守恒配平得方程式为  $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ，取少量  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液电极附近的混合液，加入足量盐酸和氯化钡溶液检验硫酸根离子的存在，产生白色沉淀，证明产生了  $\text{SO}_4^{2-}$ ，

故答案为： $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ；足量盐酸和氯化钡溶液；

③正极  $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ，发生还原反应： $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ；加入铁氰化钾溶液产生蓝色沉淀，证明产生了  $\text{Fe}^{2+}$ ，说明  $\text{Fe}^{3+}$  能够氧化  $\text{SO}_3^{2-}$ ，

故答案为： $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ；产生了  $\text{Fe}^{2+}$ ，说明  $\text{Fe}^{3+}$  能够氧化  $\text{SO}_3^{2-}$ ；

(4) 随着  $\text{FeCl}_3$  与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  之间氧化还原反应的进行， $\text{FeCl}_3$  与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  浓度降低，使得平衡  $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}_2\text{SO}_3$  逆向移动，溶液颜色变浅，

故答案为：随着  $\text{FeCl}_3$  与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  之间氧化还原反应的进行， $\text{FeCl}_3$  与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  浓度降低，使得平衡  $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}_2\text{SO}_3$  逆向移动，溶液颜色变浅。

【点评】本题考查了物质性质的实验验证、实验探究方法、反应现象的分析判断、氧化还原反应和平衡移动的理解应用等，掌握基础是解题关键，题目难度中等。



## 关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承 “精益求精、专业严谨” 的建设理念，不断探索 “K12 教育+互联网+大数据” 的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供 “衔接和桥梁纽带” 作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯