

# 2023 北京汇文中学高二（上）期中

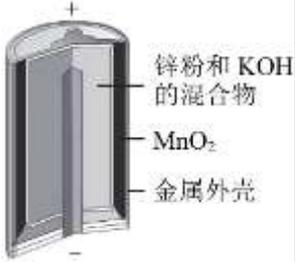
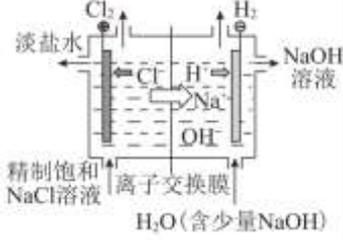
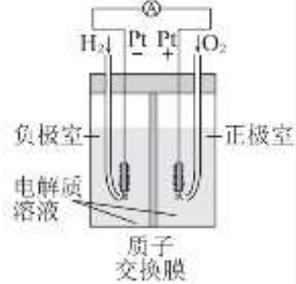
## 化 学

本试卷共 10 页，共 100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。

可能用到的相对原子质量：Na：23 Cl：35.5

### 一、选择题(共 42 分，每小题只有 1 个选项符合题意)

1. 下列装置或过程能实现电能转化为化学能的是

			
A. 火力发电	B. 碱性锌锰电池	C. 电解饱和食盐水	D. 氢氧燃料电池

A. A                                      B. B                                      C. C                                      D. D

2. 下列物质属于强电解质的是

A.  $\text{SO}_3$                                       B.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$                                       C. 盐酸                                      D.  $\text{NaOH}$

3. 某一温度下，可判断溶液为中性的依据是

A.  $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$       B.  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$                                       C.  $\text{pH} = 7$                                       D. 加入酚酞后溶液呈无色

4. 在  $3\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + 4\text{D}(\text{g})$  反应中，表示该反应速率最快的是

A.  $v(\text{A}) = 0.9 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$                                       B.  $v(\text{B}) = 0.3 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$   
 C.  $v(\text{C}) = 0.4 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$                                       D.  $v(\text{D}) = 0.8 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{s})$

5. 对可逆反应  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ ，有关反应条件改变使反应速率增大的原因分析不正确的是

- A. 使用催化剂，活化分子百分数增大，有效碰撞几率增加
- B. 升高温度，活化分子百分数增大，有效碰撞几率增加
- C. 增大  $c(\text{O}_2)$ ，活化分子百分数增大，有效碰撞几率增加
- D. 增大压强，单位体积内活化分子数增多，有效碰撞几率增加

6. 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： $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SCN}^-$ 、 $\text{Cl}^-$
- B. 含有  $\text{Al}^{3+}$  的溶液中： $\text{K}^+$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$
- C.  $\text{pH} = 11$  的  $\text{NaOH}$  溶液中： $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

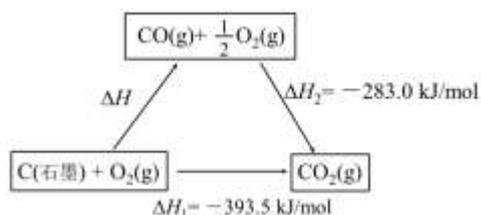


D. 由水电离出的  $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶液中:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$

7. 下列事实不能用平衡移动原理解释的是

- A. 向硫酸铜溶液中加入氯化钠固体, 溶液变为绿色
- B. 锌片与稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  反应过程中, 加入少量  $\text{CuSO}_4$  固体, 促进  $\text{H}_2$  的产生
- C. 实验室用排饱和食盐水的方法收集氯气
- D. 密闭烧瓶内的  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  的混合气体, 受热后颜色加深

8. 依据图示关系, 下列说法不正确的是



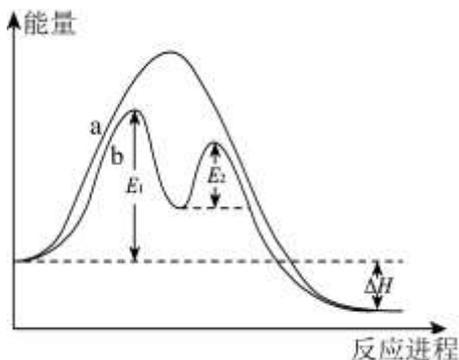
- A. 石墨燃烧是放热反应
- B.  $1 \text{ mol C(石墨)}$  和  $1 \text{ mol CO}$  分别在足量  $\text{O}_2$  中燃烧, 全部转化为  $\text{CO}_2$ , 前者放热多
- C.  $\text{C(石墨)} + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2$
- D. 化学反应的  $\Delta H$ , 只与反应体系的始态和终态有关, 与反应途径无关

9. 下列实验装置(部分夹持装置已略去)可以达到对应实验目的是

- A. 实验 1 测定锌与稀硫酸的反应速率
- B. 实验 2 研究浓度对化学反应速率的影响
- C. 实验 3 比较  $\text{AgCl}$  和  $\text{Ag}_2\text{S}$  溶解度大小
- D. 实验 4 滴定法测  $\text{NaOH}$  溶液浓度

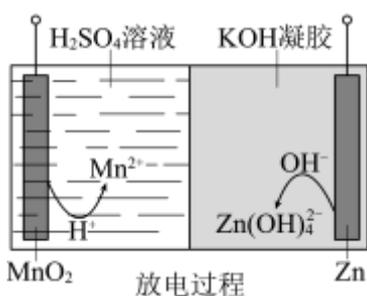
10. 已知:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H$ , 不同条件下反应过程能量变化如图所示。下列说法中不正确的是





- A. 反应的  $\Delta H < 0$
- B. 过程 b 使用了催化剂
- C. 使用催化剂可以提高  $\text{SO}_2$  的平衡转化率
- D. 过程 b 发生两步反应，第一步为吸热反应

11. 液体锌电池是一种电压较高的二次电池，具有成本低、安全性强、可循环使用等特点，其示意图如图。下列说法不正确的是



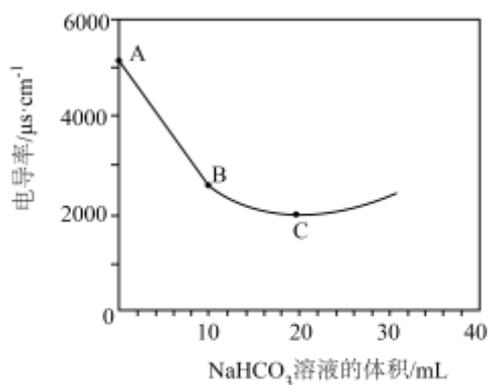
已知：①  $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Zn(OH)}_4^{2-}$ 。

② KOH 凝胶中允许离子存在、生成或迁移。

- A. 放电过程中， $\text{H}^+$  由负极向正极迁移
- B. 放电过程中，负极的电极反应： $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 充电过程中，阴极的电极反应： $\text{Zn(OH)}_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$
- D. 充电过程中，凝胶中的 KOH 可再生

12. 向 100mL 0.01mol/L  $\text{Ba(OH)}_2$  溶液中滴加 0.1mol/L  $\text{NaHCO}_3$  溶液，测得溶液电导率的变化如图。

下列说法不正确的是



A.  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  和  $\text{NaHCO}_3$  都是强电解质

B.  $\text{A} \rightarrow \text{B}$  电导率下降的主要原因是发生了反应:  $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$

C.  $\text{B} \rightarrow \text{C}$ , 溶液中的  $c(\text{OH}^-)$  减小

D. A、B、C 三点水的电离程度:  $\text{A} < \text{B} < \text{C}$

13. 一定温度下, 在 2 个容积均为 1L 的恒容密闭容器中, 加入一定量的反应物, 发生反应:

$2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ , 相关数据见下表。

容器编号	温度/ $^{\circ}\text{C}$	起始物质的量/mol		平衡物质的量/mol
		$\text{NO}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
I	$T_1$	0.2	0.2	0.1
II	$T_2$	0.2	0.2	0.12

下列说法不正确的是

A.  $T_1 > T_2$

B. I 中反应达到平衡时, CO 的转化率为 50%

C. 达到平衡所需要的时间:  $\text{II} > \text{I}$

D. 对于 I, 平衡后向容器中再充入 0.2mol CO 和 0.2mol  $\text{CO}_2$ , 平衡正向移动

14. 以相同的流速分别向经硫酸酸化和未经酸化的浓度均为  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{FeSO}_4$  溶液中通入  $\text{O}_2$ . 溶液中 pH 随时间的变化如下图所示。

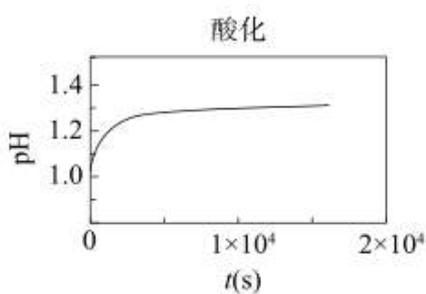


图 1

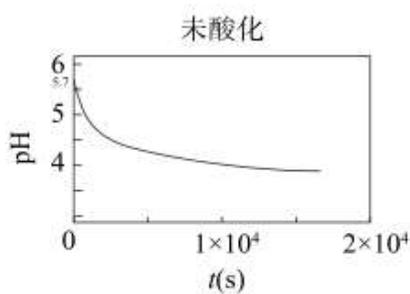


图 2



已知:  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Fe}^{3+}$  生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 开始沉淀时  $\text{pH}=1.5$ , 完全沉淀时  $\text{pH}=2.8$

下列说法不正确的是

A. 由图 1 可知, 酸化的  $\text{FeSO}_4$  溶液中发生反应:  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

B. 图 2 中,  $t=0$  时刻,  $\text{FeSO}_4$  溶液  $\text{pH}=5.7$  是由于  $\text{Fe}^{2+}$  发生了水解反应

C. 由图 2 可知, 未酸化的  $\text{FeSO}_4$  溶液中发生反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的同时还生成了  $\text{H}^+$

D. 若向  $\text{FeSO}_4$  溶液中先加入过量  $\text{NaOH}$  溶液再通入  $\text{O}_2$ , pH 先增大后明显减小

## 二、填空题(共 58 分)

15. 研究弱电解质的电离, 有重要的实际意义。

I. 醋酸是一种常见的有机酸

(1) 醋酸的电离方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 保持温度不变, 向醋酸溶液中通入一定量的氨气, 下列量将变小的是\_\_\_\_\_ (填字母)。

A.  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$       B.  $c(\text{H}^+)$

C.  $c(\text{OH}^-)$       D.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  电离平衡常数

(3) 将  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液中加水稀释,  $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$  的比值将\_\_\_\_\_ (填“变大”、“不变”或“变小”)。

(4) 下列事实不能说明  $\text{CH}_3\text{COOH}$  是弱电解质的是\_\_\_\_\_ (填字母)。

A. 相同温度下, 浓度均为  $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的盐酸和醋酸的导电性对比: 盐酸 > 醋酸

B.  $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液能使紫色石蕊试液变蓝

C.  $25^\circ\text{C}$  时,  $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液的 pH 约为 2

D.  $10\text{mL}1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液恰好与  $10\text{mL}1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$  溶液完全反应

II. 对比酸性的相对强弱

(5) 某些弱酸在  $25^\circ\text{C}$  时的电离常数 ( $K_a$ ) 如下:

化学式	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{HCN}$	$\text{HClO}$	$\text{H}_2\text{CO}_3$
电离常数 ( $K_a$ )	$1.8\times 10^{-5}$	$4.9\times 10^{-10}$	$3.0\times 10^{-8}$	$K_1 = 4.4\times 10^{-7}$ $K_2 = 4.7\times 10^{-11}$

下列反应可以发生的是\_\_\_\_\_ (填字母)。

A.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COONa}$

B.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCN} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCN}$

C.  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaClO} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HClO}$

D.  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCN} = \text{NaCN} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

16. 直接排放含  $\text{SO}_2$  的烟气会形成酸雨, 危害环境。利用钠碱循环法可脱除烟气中的  $\text{SO}_2$ 。

(1) 在钠碱循环法中,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液作为吸收液, 可由  $\text{NaOH}$  溶液吸收  $\text{SO}_2$  制得, 该反应的离子反应方程式是\_\_\_\_\_。

(2) 吸收液  $\text{NaOH}$  溶液) 吸收  $\text{SO}_2$  的过程中, pH 随  $n(\text{SO}_3^{2-}):n(\text{HSO}_3^-)$  的变化如下表:

$n(\text{SO}_3^{2-}):n(\text{HSO}_3^-)$	91:9	1:1	9:91
---	------	-----	------



pH	8.2	7.2	6.2
----	-----	-----	-----

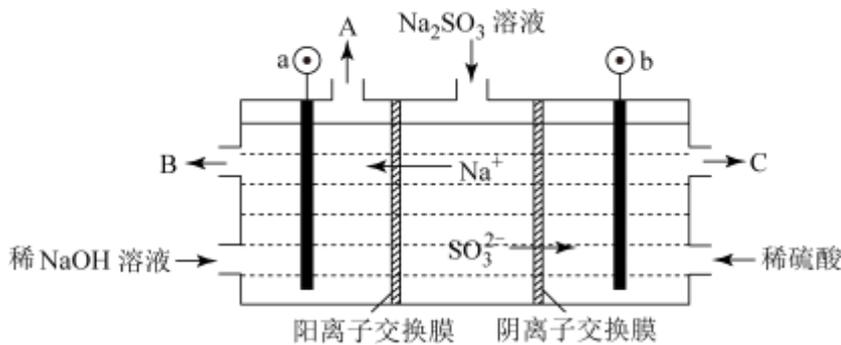
①由上表判断  $\text{NaHSO}_3$  溶液显\_\_\_\_\_性，用化学平衡原理解释：\_\_\_\_\_。

②当吸收液呈中性时，溶液中离子浓度关系正确的是\_\_\_\_\_ (填字母)。

- A.  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$   
 B.  $c(\text{Na}^+) > c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$   
 C.  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$



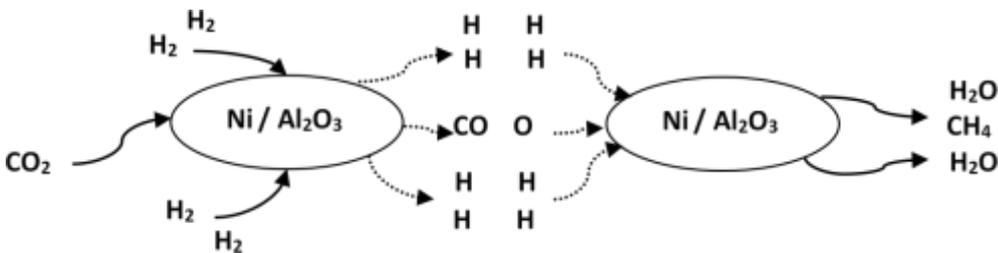
(3) 电化学原理在工业生产中有重要的应用，用  $\text{NaOH}$  溶液吸收烟气中的  $\text{SO}_2$ ，将所得的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液进行电解，可循环再生  $\text{NaOH}$ ，同时得到  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，其原理如下图所示。(电极材料为石墨)



①图中 a 极要连接电源的(填“正”或“负”)\_\_\_\_\_极，C 口流出的物质是\_\_\_\_\_。

② $\text{SO}_3^{2-}$  放电的电极反应式为\_\_\_\_\_。

17. 二氧化碳的捕集和转化是科学研究中的热点问题。我国科研人员提出了以  $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$  为催化剂，由  $\text{CO}_2(\text{g})$  和  $\text{H}_2(\text{g})$  转化为  $\text{CH}_4(\text{g})$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的反应历程，其示意图如下：



(1) 该可逆反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。使用催化剂  $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$  \_\_\_\_\_ (填“能”或“不能”)提高  $\text{CO}_2$  的平衡转化率。

(2)  $300^\circ\text{C}$  下，在一恒容密闭容器中充入一定量的  $\text{CO}_2$  与  $\text{H}_2$ ，发生上述反应，一段时间后反应达平衡，若其他条件不变，温度从  $300^\circ\text{C}$  升至  $500^\circ\text{C}$ ，反应重新达到平衡时， $\text{H}_2$  的体积分数增加。下列说法错误的是\_\_\_\_\_ (填标号)。

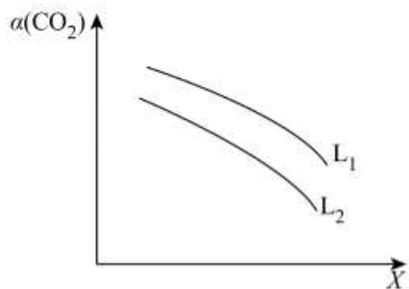
A. 该反应的  $\Delta H < 0$

B. 平衡常数大小： $K(500^\circ\text{C}) > K(300^\circ\text{C})$

C.  $300^\circ\text{C}$  下，减小  $\frac{p(\text{H}_2)}{p(\text{CO}_2)}$  的值， $\text{CO}_2$  的平衡转化率升高

D. 反应达到平衡时  $v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 2v_{\text{逆}}(\text{H}_2\text{O})$

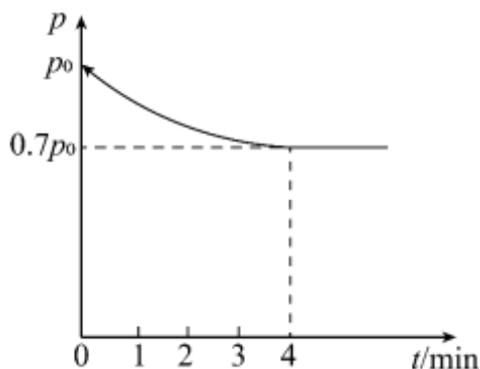
(3) 在一定条件下，反应体系中  $\text{CO}_2$  的平衡转化率  $\alpha(\text{CO}_2)$  与 L 和 X 的关系如图所示，L 和 X 表示温度或压强。



① X 表示的物理量是\_\_\_\_\_。

②  $L_1$  \_\_\_\_\_  $L_2$  (填“<”“>”), 判断理由是\_\_\_\_\_。

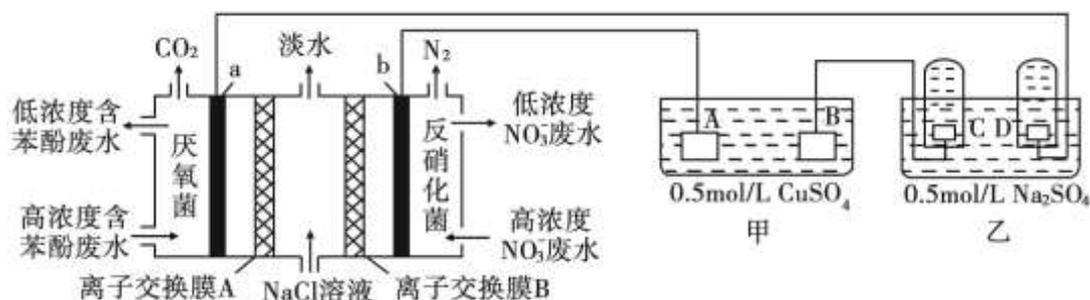
(4) 向 1 L 恒容密闭容器中加入 4.0 mol  $\text{H}_2(\text{g})$ , 1.0 mol  $\text{CO}_2$ , 控制条件(催化剂为  $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 、温度为  $T_1$ ) 使之发生上述反应，测得容器内气体的压强随时间的变化如图所示。



① 4 min 时  $\text{CO}_2$  的转化率为\_\_\_\_\_。

②  $T_1$  温度下该反应的化学平衡常数为\_\_\_\_\_。

18. 某研究小组用微生物电池模拟淡化海水，同时做电解实验，实验装置如下图所示，C、D 是铂电极。



(1) 若 A、B 是惰性电极

① 写出 D 极的电极反应式\_\_\_\_\_。

② 写出甲中总反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

(2) 若甲是铁片镀铜装置，A、B 质量相同。当 B 和 A 的质量差为 12.8g 时，C 极产生的气体在标准状况下的体积是\_\_\_\_\_ L。

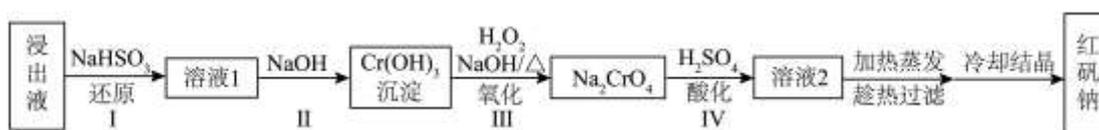
(3) 苯酚的分子式为  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ 。

①离子交换膜 A 为\_\_\_\_\_离子交换膜(填“阴”或“阳”)。

②a 极的电极反应式为\_\_\_\_\_。

③理论上每消除 1mol 苯酚，同时消除\_\_\_\_\_mol  $\text{NO}_3^-$ ；当电路中转移 1mol 电子时，模拟海水理论上除盐\_\_\_\_\_g。

19. 红矾钠( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )可用于制备制革产业中的铬鞣剂。对含铬污泥进行酸浸处理后，得到浸出液(主要含  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ )，经过如下主要流程，可制得红矾钠，实现铬资源的有效循环利用。



已知：i.  $\text{Cr(VI)}$  溶液中存在以下平衡： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$

ii. 相关金属离子形成氢氧化物沉淀的 pH 范围如下：

金属离子	开始沉淀的 pH	沉淀完全的 pH
$\text{Cr}^{3+}$	4.3	5.6
$\text{Ni}^{2+}$	7.1	9.2



(1) II 中，加入 NaOH 调节 pH 至\_\_\_\_\_ (填字母)。

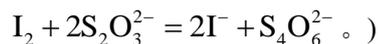
- A. 4.3 ~ 5.6      B. 4.3 ~ 7.1      C. 5.6 ~ 7.1      D. 7.1 ~ 9.2

(2) III 中， $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化  $\text{Cr(OH)}_3$  沉淀的离子反应方程式为\_\_\_\_\_。

(3) III 中，在投料比、反应时间均相同时，若温度过高， $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  的产率反而降低，可能的原因是\_\_\_\_\_。

(4) IV 中，加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的作用是\_\_\_\_\_ (结合平衡移动原理解释)。

(5) 为了测定获得红矾钠( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )的纯度，称取上述流程中的产品 ag 配成 100mL 溶液，取出 25mL 放于锥形瓶中，加入稀硫酸和足量的 KI 溶液，置于暗处充分反应至  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  全部转化为  $\text{Cr}^{3+}$  后，滴入 2 ~ 3 滴淀粉溶液，最后用浓度为  $c_1 \text{mol}^{-1} \text{L}^{-1}$  的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定，共消耗  $V_1 \text{mL}$ 。(已知：



①滴定终点的现象为\_\_\_\_\_。

②所得  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (摩尔质量为  $298 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 的纯度表达式为\_\_\_\_\_ (用质量分数表示)。

## 参考答案

### 一、选择题(共 42 分, 每小题只有 1 个选项符合题意)

#### 1. 【答案】C

【详解】A. 火力发电将化学能转化为内能, 再由内能转化为动能, 由动能转化为电能, 故 A 不符合题意;

B. 碱性锌锰电池将化学能转化为电能, 故 B 不符合题意;

C. 电解饱和食盐水为电解池装置, 将电能转化为化学能, 故 C 符合题意;

D. 氢氧燃料电池将化学能转化为电能, 故 D 不符合题意;

故选 C。

#### 2. 【答案】D

【分析】强电解质常见的物质类别: 强酸、强碱、绝大多数盐, 据此分析。

【详解】A.  $\text{SO}_3$  为非电解质, A 错误;

B.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  属于弱碱, 是弱电解质, B 错误;

C. 盐酸是  $\text{HCl}$  的水溶液, 是混合物, 既不是电解质也不是非电解质, C 错误;

D.  $\text{NaOH}$  是强碱, 属于强电解质, D 正确;

答案选 D。

#### 3. 【答案】B

【详解】A. 温度不同溶液中离子积常数不同,  $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  不能说明溶液为中性, 故 A 错误;

B.  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 溶液为中性, 故 B 正确;

C. 常温下溶液  $\text{pH} = 7$  说明溶液为中性, 温度不同溶液中离子积常数不同, 中性溶液  $\text{pH}$  不一定为 7, 故 C 错误;

D. 酚酞遇酸性或中性溶液都显无色, 故 D 错误;

故选 B。

【点睛】判断溶液酸碱性的依据是溶液中  $c(\text{H}^+)$  和  $c(\text{OH}^-)$  的相对大小,  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 溶液呈中性, 只有在  $25^\circ\text{C}$  时, 中性溶液中  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ 。

#### 4. 【答案】C

【分析】化学反应速率之比等于化学计量数之比, 转化为同种物质的反应速率比较反应的快慢, 以此来解答。

【详解】A.  $v(\text{A}) = 0.9 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ , 转化为  $v(\text{C}) = 0.9 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s}) \times \frac{1}{3} = 0.3 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ;

B.  $v(\text{B}) = 0.3 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ , 转化为  $v(\text{C}) = 0.3 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s}) \times \frac{1}{2} = 0.15 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ;

C.  $v(\text{C}) = 0.4 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ;

D.  $v(\text{D}) = 0.8 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ , 转化为  $v(\text{C}) = 0.8 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s}) \times \frac{1}{4} = 0.2 \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ ;



C 中数值最大，反应速率最快；

故答案选 C。

【点睛】本题考查化学反应速率，把握化学反应速率与化学计量数的关系为解答的关键，侧重分析与应用能力的考查，注意速率单位统一及转化法的应用。

#### 5. 【答案】C

【详解】A. 使用催化剂，降低活化能，活化分子数目增加，活化分子百分数增大，有效碰撞几率增加，反应速率增大，故 A 正确；

B. 升高温度，活化分子数目增多，活化分子百分数增大，有效碰撞几率增加，反应速率增大，故 B 正确；

C. 增大  $c(\text{O}_2)$ ，单位体积内活化分子数量增多，活化分子百分数不变，有效碰撞几率增加，反应速率加快，故 C 错误；

D. 增大压强，气体体积减小，单位体积内活化分子数增多，有效碰撞几率增加，反应速率加快，故 D 正确；

答案选 C。

#### 6. 【答案】C

【详解】A. 含  $\text{Fe}^{3+}$  的溶液为黄色，在无色溶液不能存在，且  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SCN}^-$  发生络合反应不能共存，故 A 不选；

B.  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  发生双水解不能共存，故 B 不选；

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

D. 由水电离出的  $c(\text{H}^+)=1.0\times 10^{-13}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的溶液中，溶液可能显酸性或者碱性，碱性溶液中  $\text{NH}_4^+$  不能大量共存， $\text{HCO}_3^-$  在酸性和碱性溶液中均不能大量共存，故 D 不选；

故选：C。

#### 7. 【答案】B

【详解】A.  $\text{CuSO}_4$  溶于水形成  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  显蓝色，加入  $\text{NaCl}$  固体后发生平衡： $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}+4\text{Cl}^- \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}+\text{CuCl}_4^{2-}$ ，平衡正向移动，溶液变为绿色，能用平衡移动原理解释，故 A 不选；

B. 加入硫酸铜以后，锌置换出铜，构成原电池，从而使反应速率加快，与平衡移动无关，故 B 选；

C. 氯气中溶液中存在溶解平衡，在饱和食盐水中，氯离子抑制了氯气的溶解，所以能够用勒夏特列原理解释，故 C 不选；

D.  $\text{NO}_2$  转化为  $\text{N}_2\text{O}_4$  的反应是放热反应，升温平衡逆向移动， $\text{NO}_2$  浓度增大，混合气体颜色加深，能用平衡移动原理解释，故 D 不选；

故选 B。

#### 8. 【答案】C

【详解】A. 所有的燃烧都是放热反应，根据图示， $\text{C}(\text{石墨})+\text{O}_2(\text{g})=\text{CO}_2(\text{g}) \Delta H_1=-393.5\text{kJ/mol}$ ， $\Delta H_1<0$ ，



则石墨燃烧是放热反应，故 A 正确；

B. 根据图示， $C(\text{石墨})+O_2(\text{g})=CO_2(\text{g}) \Delta H_1=-393.5\text{kJ/mol}$ ， $CO(\text{g})+\frac{1}{2}O_2(\text{g})=CO_2(\text{g}) \Delta H_2=-283.0\text{kJ/mol}$ ，根据反应可知都是放热反应， $1\text{mol}C(\text{石墨})$ 和 $1\text{mol}CO$ 分别在足量 $O_2$ 中燃烧，全部转化为 $CO_2$ ， $1\text{mol}C(\text{石墨})$ 放热多，故 B 正确；

C. 根据 B 项分析，① $C(\text{石墨})+O_2(\text{g})=CO_2(\text{g}) \Delta H_1=-393.5\text{kJ/mol}$ ，② $CO(\text{g})+\frac{1}{2}O_2(\text{g})=CO_2(\text{g}) \Delta H_2=-283.0\text{kJ/mol}$ ，根据盖斯定律①-② $\times 2$ 可得： $C(\text{石墨})+CO_2(\text{g})=2CO(\text{g}) \Delta H=\Delta H_1-2\Delta H_2$ ，故 C 错误；

D. 根据盖斯定律可知，化学反应的焓变只与反应体系的始态和终态有关，与反应途径无关，故 D 正确；  
答案选 C。

### 9. 【答案】A

【详解】A. 针筒可测定一定时间收集气体的体积，可测定锌与稀硫酸的反应速率，故 A 正确；

B. 实验 2 中  $2\text{mL}0.2\text{mol/L}$  酸性高锰酸钾溶液过量，滴加草酸溶液不能褪色，不可研究浓度对反应速率的影响，故 B 错误；

C. 实验 3 中硝酸银过量，滴加硫化钠后生成硫化银不能确定是不是由氯化银转化而生成的硫化银，不能比较  $AgCl$  和  $Ag_2S$  溶解度大小，故 C 错误；

D. 实验 4 滴定法测  $NaOH$  溶液浓度，盐酸要用酸式滴定管盛装，故 D 错误；  
故选 A。

### 10. 【答案】C

【详解】A. 由图中信息可知，该反应的反应物的总能量高于生成物的总能量，故该反应为放热反应，反应的  $\Delta H < 0$ ，A 正确；

B. 使用催化剂可以降低反应的活化能，由图中信息可知，过程 b 的活化能比过程 a 的活化能低，因此可以判断过程 b 使用了催化剂，B 正确；

C. 催化剂可以同等程度地加快正反应速率和逆反应速率，不影响平衡移动，使用催化剂不能提高  $SO_2$  的平衡转化率，C 错误；

D. 由图中信息可知，过程 b 发生两步反应，第一步生成中间产物，中间产物的总能量高于反应物的总能量，因此第一步为吸热反应，D 正确；

答案选 C。

### 11. 【答案】B

【分析】放电过程中，Zn 为负极，电极反应式为： $Zn-2e^-+4OH^-=Zn(OH)_4^{2-}$ ， $MnO_2$  为正极，电极反应式为： $MnO_2+4H^++2e^-=Mn^{2+}+2H_2O$ ，充电时的阴极反应式为： $Zn(OH)_4^{2-}+2e^-=Zn+4OH^-$ ，阳极反应式为： $Mn^{2+}+2H_2O-2e^-=MnO_2+4H^+$ 。

【详解】A. 放电过程中，阳离子向正极移动，则  $H^+$  由负极向正极迁移，A 项正确；

B. 放电过程中，负极的电极反应式为  $Zn-2e^-+4OH^-=Zn(OH)_4^{2-}$ ，B 项错误；



C. 充电过程中, 阴极的电极反应  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$ , C 项正确;

D. 充电过程中, 阴极的电极反应  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} + 2\text{e}^- = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$ , 氢氧根与钾离子组成氢氧化钾, D 项正确;

答案选 B。

12. 【答案】B

【详解】A.  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  和  $\text{NaHCO}_3$  在溶液中均完全电离, 均属于强电解质, 故 A 正确;

B.  $\text{A} \rightarrow \text{B}$  加入  $\text{NaHCO}_3$  的物质的量小于  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  的物质的量, 发生的反应为

$\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ , 故 B 错误;

C.  $\text{B} \rightarrow \text{C}$  时加入的  $\text{NaHCO}_3$  继续消耗氢氧根离子, C 点两者恰好完全反应, 因此  $\text{B} \rightarrow \text{C}$  溶液中  $c(\text{OH}^-)$  减小, 故 C 正确;

D. 酸或碱抑制水的电离, 含有弱离子的盐水解促进水的电离, A 点溶液中全部是  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , 水的电离受到抑制, 电离程度最小, B 点为反应一半点, 氢氧化钡还有剩余, C 点  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  和  $\text{NaHCO}_3$  恰好完全反应, 因此水的电离程度:  $\text{A} < \text{B} < \text{C}$ , 故 D 正确;

答案选 B。

13. 【答案】D

【详解】A. 两次实验起始投入量相同, 该反应为放热反应, 温度  $T_2$  达到平衡时, 二氧化碳的量少, 降温平衡正向移动, 故  $T_1 > T_2$ , A 正确;

B. I 中反应达到平衡时,  $\text{CO}_2$  的物质的量为 0.1mol, 则参加反应的 CO 的物质的量为 0.1mol 起始投入量为 0.2mol, 则其转化率为 50%, B 正确;

C.  $T_1 > T_2$ , 温度越高, 反应速率越快, 达到平衡所需要的时间越短, C 正确;

D. 恒容 1L 的容器中, 对于反应 I 平衡时 NO、CO、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$  的物质的量分别为 0.1mol、0.1mol、

0.05mol、0.1mol, 平衡常数  $K = \frac{0.05 \times 0.1^2}{0.1^2 \times 0.1^2} = 5$ , 平衡后向容器中再充入 0.2mol CO 和 0.2mol  $\text{CO}_2$ , 此时

浓度商  $Q_c = \frac{0.05 \times 0.3^2}{0.1^2 \times 0.3^2} = 5$ ,  $K = Q_c$ , 平衡不移动, D 错误;

故选 D。

14. 【答案】D

【详解】A. 由图 1 可知, 向酸化的  $\text{FeSO}_4$  溶液中通入氧气, 溶液的 pH 值未超过 1.4, 则亚铁离子被氧化为铁离子, 还没开始沉淀, 即发生的氧化还原反应为:  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ , A 正确;

B. 由于未加硫酸酸化, 但  $t=0$  时刻,  $\text{FeSO}_4$  溶液  $\text{pH}=5.7$ , 则说明是亚铁离子水解导致的, 其水解方程式为:  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ , B 正确;

C. 由图 2 的曲线变化趋势可知, 溶液中的反应使其 pH 值下降, 根据氢氧化铁的沉淀范围可知, 氧气将亚铁离子氧化为氢氧化铁沉淀, 同时生成氢离子, 该反应为:  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 8\text{H}^+$ , C 正确;



D. 根据所给条件可知, 若向  $\text{FeSO}_4$  溶液中先加入过量  $\text{NaOH}$  溶液再通入  $\text{O}_2$ , 发生的反应为:  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ ,  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 所以加入氢氧化钠后, 溶液的 pH 会增大, 通入氧气后, 由于消耗水, 溶液中氢氧根离子浓度会继续增大, D 错误;

故选 D。

## 二、填空题(共 58 分)

15. 【答案】(1)  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$  (2) B

(3) 变大 (4) D (5) AB

【小问 1 详解】

醋酸是弱电解质, 在溶液中部分电离, 其电离方程式为  $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ;

【小问 2 详解】

A. 保持温度不变, 向醋酸溶液中通入一定量的氨气, 醋酸电离出的氢离子被反应, 醋酸电离平衡右移,

故  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$  增大, A 不选;

B. 氢离子被氨气消耗,  $c(\text{H}^+)$  减小, B 选;

C. 氢离子浓度减小, 则  $c(\text{OH}^-)$  增大, C 不选;

D. 醋酸电离平衡常数只受温度的影响, 温度不变故电离常数不变, D 不选;

故答案选 B;

【小问 3 详解】

根据醋酸电离常数表达式,  $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{K_a}{c(\text{H}^+)}$ , 而加水稀释溶液, 氢离子浓度减小, 故

$\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$  比值变大;

【小问 4 详解】

A. 在同温同浓度条件下, 醋酸溶液的导电性比盐酸弱, 说明溶液中离子浓度小, 即电离程度小, 盐酸中  $\text{HCl}$  是完全电离的, 则说明  $\text{CH}_3\text{COOH}$  部分电离, 为弱电解质, A 不符合题意;

B.  $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$  溶液能使紫色石蕊试液变蓝, 说明  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  水解显碱性, 可以证明  $\text{CH}_3\text{COOH}$  是弱电解质, B 不符合题意;

C.  $25^\circ\text{C}$  时,  $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$  溶液, 若  $\text{CH}_3\text{COOH}$  完全电离, pH 应为 0, 而现在 pH 约为 2, 说明  $\text{CH}_3\text{COOH}$  部分电离, 为弱电解质, C 不符合题意;

D.  $10\text{mL} 1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液与  $10\text{mL} 1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  溶液中,  $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{NaOH}) = 0.01\text{L} \times 1\text{mol/L} = 0.01\text{mol}$ , 二者能恰好完全反应, 只能说明  $\text{CH}_3\text{COOH}$  为一元酸, 不能说明  $\text{CH}_3\text{COOH}$  是弱电解质, D 符合题意;



答案选 D;

【小问 5 详解】

A. 由表格信息可知: 酸性  $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HCO}_3^-$ , 故

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COONa}$  可以发生, A 选;

B. 由表格信息可知: 酸性  $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{HCN}$ , 故  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCN} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{HCN}$  可以发生, B 选;

C. 由表格信息可知: 酸性  $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO} > \text{HCO}_3^-$ , 故二氧化碳与次氯酸钠溶液反应应该得到碳酸氢钠,  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaClO} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HClO}$  不可以发生, C 不选;

D. 由表格信息可知: 酸性  $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HCN} > \text{HCO}_3^-$ , 故  $\text{HCO}_3^-$  不可以制得酸性更强的  $\text{HCN}$ , D 不选。  
故答案为 AB。

16. 【答案】(1)  $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(2) ①. 酸 ②.  $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$ ,  $\text{HSO}_3^-$  的电离程度大于水解程度 ③. AB

(3) ①. 负 ②. (较浓)硫酸 ③.  $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$

【小问 1 详解】

$\text{SO}_2$  被  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液吸收生成亚硫酸氢钠, 离子反应为:  $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

【小问 2 详解】

①当  $n(\text{SO}_3^{2-}):n(\text{HSO}_3^-)=9:91$  时, 溶液的  $\text{pH}=6.2$ , 显酸性;  $\text{SO}_3^{2-}$  水解使溶液显碱性, 在  $\text{NaHSO}_3$  溶液中  $\text{HSO}_3^-$  远大于  $\text{SO}_3^{2-}$ , 所以  $\text{NaHSO}_3$  溶液显酸性。在  $\text{NaHSO}_3$  溶液中,  $\text{HSO}_3^-$  存在电离  $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$  和水解  $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$ ,  $\text{HSO}_3^-$  的电离程度大于水解程度导致溶液显酸性;

②A. 根据电荷守恒:  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$ , 溶液呈中性, 所以  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 则  $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$ , 故 A 正确;

B. 当  $n(\text{SO}_3^{2-}):n(\text{HSO}_3^-)=1:1$  时, 溶液的  $\text{pH}=7.2$ , 显碱性, 所以若溶液呈中性, 则  $c(\text{SO}_3^{2-}) < c(\text{HSO}_3^-)$ , 溶液中的溶质为  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  和  $\text{NaHSO}_3$ , 则  $c(\text{Na}^+)$  最大, 溶液呈中性, 则  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 故有  $c(\text{Na}^+) > c(\text{HSO}_3^-) > c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , B 正确;

C. 根据电荷守恒:  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_3^{2-}) + c(\text{HSO}_3^-)$ , 故 C 错误;

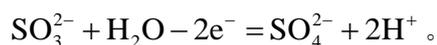
故选 AB。

【小问 3 详解】

①根据电解池中阴阳离子的移动方向: 阳离子移向阴极可以判断①图中 a 极要连接电源的负极,  $\text{SO}_3^{2-}$  在阳极失去电子变成  $\text{SO}_4^{2-}$ , 所以 C 口流出的物质是浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;



② $\text{SO}_3^{2-}$  在阳极失去电子变成  $\text{SO}_4^{2-}$ ，根据得失电子守恒和电荷守恒配平电极反应式为



17. 【答案】 ①.  $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{Ni/Al}_2\text{O}_3} \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  ②. 不能 ③. BC ④. 温度 ⑤. > ⑥. 该反应为气体分子数减小的反应，其他条件一定时，增大压强，平衡右移， $\text{CO}_2$ 的平衡转化率升高 ⑦. 75% ⑧. 6.75

【分析】(1)根据图示书写该可逆反应的化学方程式；催化剂只能加快反应的速率，不能提高  $\text{CO}_2$  的平衡转化率；

(2)A. 温度从  $300^\circ\text{C}$  升至  $500^\circ\text{C}$  反应重新达到平衡时， $\text{H}_2$  的体积分数增加，根据温度对平衡移动的影响分析；

B. 正反应为放热反应，升高温度平衡逆向移动，平衡常数减小；

C. 减小  $\frac{p(\text{H}_2)}{p(\text{CO}_2)}$  的值， $\text{CO}_2$  的含量增大，据此分析；

D. 反应达到平衡时，反应速率之比等于化学计量数之比；

(3)①根据方程式  $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{Ni/Al}_2\text{O}_3} \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  及反应的  $\Delta H < 0$  可知结合图象转化率的变化分析判断影响因素；

②结合题图及①中的分析判断；

(4)由题图可知，4 min 时反应体系处于平衡状态，此时压强为  $0.7p_0$ ，结合气体压强之比等于物质的量之比，列出三段式计算  $\text{CO}_2$  的转化率及反应平衡常数。

【详解】(1)由题意可知该可逆反应的化学方程式为  $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{Ni/Al}_2\text{O}_3} \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，催化剂只能加快反应的速率，不能提高  $\text{CO}_2$  的平衡转化率；

(2)A. 对于该可逆反应，若其他条件不变，温度从  $300^\circ\text{C}$  升至  $500^\circ\text{C}$  反应重新达到平衡时， $\text{H}_2$  的体积分数增加，说明正反应为放热反应，故 A 正确；

B. 正反应为放热反应，因此  $K(500^\circ\text{C}) < K(300^\circ\text{C})$ ，故 B 错误；

C. 减小  $\frac{p(\text{H}_2)}{p(\text{CO}_2)}$  的值， $\text{CO}_2$  的平衡转化率降低，故 C 错误；

D. 反应达到平衡时， $v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 2v_{\text{逆}}(\text{H}_2\text{O})$ ，故 D 正确；

答案选 BC；

(3)①根据方程式  $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{Ni/Al}_2\text{O}_3} \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  及反应的  $\Delta H < 0$  可知，其他条件一定时，升温， $\text{CO}_2$  的平衡转化率降低，其他条件一定时，加压， $\text{CO}_2$  的平衡转化率升高，则 X 表示的物理量是温度；

②L 表示压强，结合题图及上述分析，可知  $L_1 > L_2$ ；

(4)①由题图可知，4 min 时反应体系处于平衡状态，此时压强为  $0.7p_0$ ，设发生反应的  $\text{CO}_2$  为 x mol，列出三段式：





	$\text{CO}_2(\text{g})$	$+4\text{H}_2(\text{g})$	$\xrightleftharpoons{\text{Ni/Al}_2\text{O}_3}$	$\text{CH}_4(\text{g})$	$+2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
始(mol)	1	4		0	0
变(mol)	x	4x		x	2x
平(mol)	1-x	4-4x		x	2x

根据恒温恒容条件下，气体压强之比等于物质的量之比得出  $\frac{p_0}{0.7p_0} = \frac{5.0}{5.0-2x}$ ，解得  $x=0.75$ ，则  $\text{CO}_2$  的转化率为  $\frac{0.75}{1.0} \times 100\% = 75\%$ ；

②平衡常数  $K = \frac{c(\text{CH}_4) \cdot c^2(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c^4(\text{H}_2)} = \frac{0.75 \times (2 \times 0.75)^2}{(1.0-0.75) \times (4.0-4 \times 0.75)^4} = 6.75$ 。

18. 【答案】(1) ①.  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$  ②.  $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$

(2) 1.12L (3) ①. 阴 ②.  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O} - 28\text{e}^- + 11\text{H}_2\text{O} = 6\text{CO}_2 \uparrow + 28\text{H}^+$  ③. 5.6 ④. 58.5

【分析】根据装置图可以知道，左侧为原电池，右侧为电解池。原电池中电极 a 苯酚失电子转化为  $\text{CO}_2$ ，所以电极 a 为负极，则电极 b 为正极；在电解池中，根据电源正对阳极，负极对阴极，可知电极 A、C 为阳极，电极 B、D 为阴极。

【小问 1 详解】

①电极 D 为阴极，阳离子  $\text{H}^+$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  移向电极 D， $\text{H}^+$  优先得电子，故电极反应为

$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ ；②甲装置为电解池，且 A、B 为惰性电极，电解质为  $\text{CuSO}_4$ ；阳离子  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{H}^+$  移向阴极 B 反应， $\text{Cu}^{2+}$  优先得电子被还原为 Cu，阴离子  $\text{OH}^-$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  移向阳极， $\text{OH}^-$  优先失电子被还原为

$\text{O}_2$ ，故甲中总反应的离子方程式为  $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ 。

【小问 2 详解】

若甲是铁片镀铜装置，则阳极 A 为单质 Cu，电极反应为  $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ ，阴极 B 为镀件铁片，电极反应为  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ，当 B 和 A 的质量差为 17.8g 时，电极 A 质量减小 6.4g，电极 B 质量增加 6.4g，通过电极反

应可知，转移电子数为  $\frac{6.4\text{g}}{64\text{g/mol}} \times 2 = 0.2\text{mol}$ ，根据电荷守恒，电极 C（阳极）将失去 0.2mol 电子，根据电

极 C 的电极反应  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ ，生成氧气为 0.05mol，体积为  $0.05\text{mol} \times 22.4\text{L/mol} = 1.12\text{L}$ 。

【小问 3 详解】

①左侧原电池中 NaCl 溶液转化为淡水，可知  $\text{Na}^+$  移向正极 b， $\text{Cl}^-$  移向负极 a，所以离子交换膜 A 为阴离子交换膜；②电极 a 中反应物苯酚转化为  $\text{CO}_2$ ，其中苯酚中 C 的化合价为  $-\frac{2}{3}$  价， $\text{CO}_2$  中的 C 的化合价为 +4

价，转移电子数目为 28，故 a 电极反应为  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O} - 28\text{e}^- + 11\text{H}_2\text{O} = 6\text{CO}_2 \uparrow + 28\text{H}^+$ ；③根据 a 电极反

应可知，每消除 1mol 苯酚转移电子 28mol，b 电极反应为  $2\text{NO}_3^- + 10\text{e}^- + 12\text{H}^+ = \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ ，转移 28mol 电子

时, 消除  $\text{NO}_3^- \frac{28\text{mol}}{10\text{mol}} \times 2 = 5.6\text{mol}$ ; 当电路中转移  $1\text{mol}$  电子时, 有  $1\text{mol}$  的  $\text{Na}^+$  移向正极,  $1\text{mol}$  的  $\text{Cl}^-$  移向负极, 模拟海水理论上除去  $1\text{mol}$ , 即  $58.5\text{gNaCl}$ 。

【点睛】在书写电极反应式时, 要根据电解质的酸碱性分析电极反应的产物是否能稳定存在, 如果产物能与电解质的离子继续反应, 就要合在一起写出总式, 才是正确的电极反应式。有时燃料电池的负极反应会比较复杂, 我们可以先写出总反应, 再写正极反应, 最后根据总反应和正极反应写出负极反应。

19. 【答案】(1) C (2)  $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$

(3) 温度过高  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解, 导致  $\text{H}_2\text{O}_2$  浓度降低(使反应速率变慢),  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  产率降低

(4) 加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  后,  $c(\text{H}^+)$  增大,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$  逆向移动, 得到更多的  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

(5) ①. 最后半滴  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴入后, 溶液由蓝色变为无色, 且  $30\text{s}$  不变色 ②.

$$\frac{596c_1V_1 \times 10^{-3}}{3a} \times 100\%$$

【分析】含铬污泥酸浸后的浸出液(主要含  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ )为原料, 提纯制备红矾钠( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), 其中铬元素为流程中主元素, I 加  $\text{NaHSO}_3$  还原过程是使  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  转化为  $\text{Cr}^{3+}$ , II 加  $\text{NaOH}$  过程是使  $\text{Cr}^{3+}$  转化为  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  从混合溶液中分离出来, III 加  $\text{NaOH}$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$  加热氧化生成  $\text{CrO}_4^{2-}$ , IV 加硫酸酸化转化为  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , 最终得到  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【小问 1 详解】

过程 II, 加入  $\text{NaOH}$  调节 pH 目的使  $\text{Cr}^{3+}$  完全转化为  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  沉淀, 与杂质离子  $\text{Ni}^{2+}$  等分离, 调节 pH 不能使  $\text{Ni}^{2+}$  生成  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  沉淀, 则 pH 范围为  $5.6 \sim 7.1$ , 答案选 C;

【小问 2 详解】

$\text{H}_2\text{O}_2$  氧化  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ , 铬元素化合价升高为  $\text{Cr}(\text{VI})$ , 在碱性溶液中存在形式主要为  $\text{CrO}_4^{2-}$ , 故离子反应为  $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$ ;

【小问 3 详解】

温度过高,  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ , 导致  $\text{H}_2\text{O}_2$  浓度降低(使反应速率变慢), 相同时间  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  产率降低;

【小问 4 详解】

加硫酸酸化之前, 溶液呈碱性主要存在形式为  $\text{CrO}_4^{2-}$ , 加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  后,  $c(\text{H}^+)$  增大,

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$  平衡逆向移动, 得到更多的  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ;

【小问 5 详解】

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  与  $\text{KI}$  溶液在酸性环境充分反应生成  $\text{I}_2$ ,  $\text{I}_2$  与淀粉溶液显蓝色, 随  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液的滴入蓝色变浅, 恰好完全反应时蓝色消失, 且  $30\text{s}$  不变色为滴定终点, 故滴定终点现象为最后半滴  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴入后, 溶液由蓝色变为无色, 且  $30\text{s}$  不变色;



由反应  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{I}^- + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  得到关系式

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-}, \text{ 计算 } n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{6} \times \frac{V(\text{总})}{V(\text{滴定})} =$$

$$\frac{c_1 \cdot V_1 \times 10^{-3}}{6} \times \frac{100}{25} \text{ mol} = \frac{2 \cdot c_1 \cdot V_1 \times 10^{-3}}{3} \text{ mol}, \text{ 纯度表达式为 } \frac{m(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})}{m(\text{样品})} \times 100\% =$$

$$\frac{n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) \cdot M(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})}{m(\text{样品})} \times 100\% = \frac{2 \cdot c_1 \cdot V_1 \times 10^{-3} \times 298}{3} \times 100\% = \frac{596c_1 V_1 \times 10^{-3}}{3a} \times 100\% .$$

