

## 2023 北京一零一中高二（上）期末

## 化 学

满分 100 分 考试时间 90 分钟。

## 第一部分

本部分共 21 题，每题 2 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列对生产生活中事实的解释不正确的是

选项	事实	解释
A	合成氨选择铁触媒做催化剂	铁触媒能提高反应的活化能
B	用醋酸能除去水垢中的 $\text{CaCO}_3$	醋酸的酸性强于碳酸
C	用 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 净化天然水	$\text{Al}^{3+}$ 和天然水中 $\text{HCO}_3^-$ 的水解相互促进，生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体，吸附水中悬浮物，加速其沉降
D	用 $\text{BaSO}_4$ 作内服造影剂	胃液中 $\text{H}^+$ 对 $\text{BaSO}_4$ 的沉淀溶解平衡基本没有影响， $\text{Ba}^{2+}$ 可以保持在安全浓度范围内

A. A

B. B

C. C

D. D

2. 下列说法正确的是

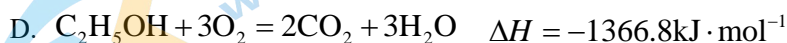
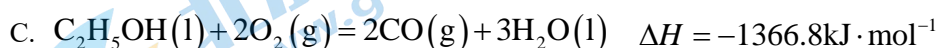
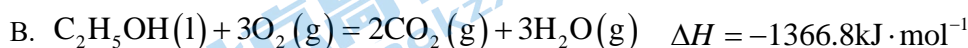
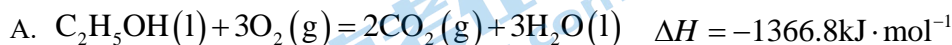
A. 放热反应一定是自发反应

B. 熵增的反应不一定是自发反应

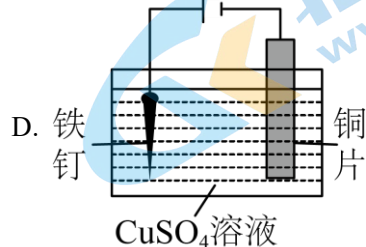
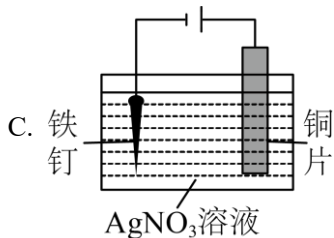
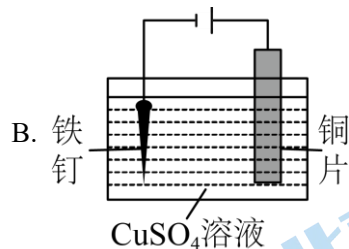
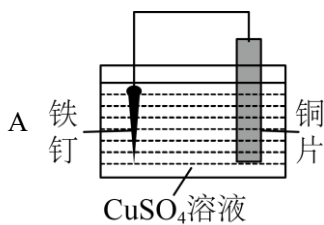
C. 固体溶解一定是熵减小的过程

D. 非自发反应在任何条件下都不能发生

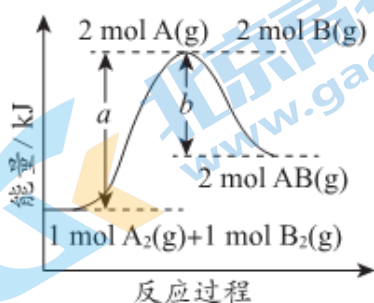
3. 用 90% 的普通汽油与 10% 的燃料乙醇调和成乙醇汽油，可节省石油资源。已知乙醇的摩尔燃烧焓为  $-1366.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，下列表示乙醇燃烧反应的热化学方程式正确的是



4. 下列“铁钉镀铜”实验装置设计正确的是



5. 反应  $A_2(g) + B_2(g) = 2AB(g)$  的能量变化示意图如图所示。下列说法正确的是



A. 1mol  $A_2(g)$  和 1mol  $B_2(g)$  的内能之和为  $akJ$

B. 该反应每生成 2 个  $AB$  分子，吸收能量  $(a-b)kJ$

C. 该反应每生成 1mol  $AB$ ，放出能量  $bkJ$

D. 反应  $A_2(g) + B_2(s) = 2AB(g) \quad \Delta H = xkJ \cdot mol^{-1}$ ，则  $x > (a-b)$

6. 体积恒定的密闭容器中发生反应： $2NO(g) + 2CO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2CO_2(g) \quad \Delta H < 0$ ，其他条件不变时，下列说法正确的是

A. 升高温度可使平衡正向移动

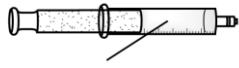
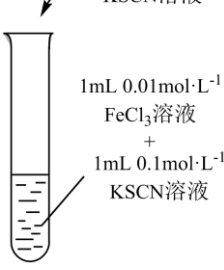
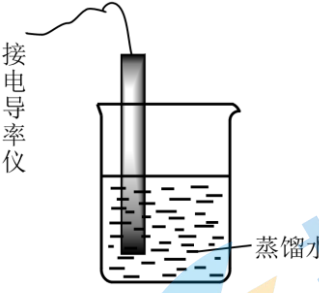
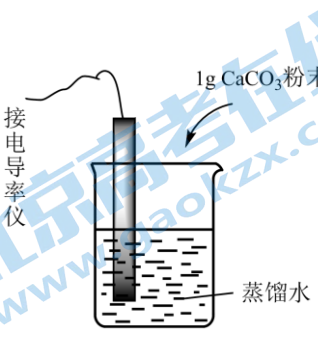
B. 增大压强可使化学平衡常数增大

C. 移走  $CO_2$  可提高  $CO$  的平衡转化率

D. 使用催化剂可提高  $NO$  的平衡转化率

7. 下列实验中，对现象的解释不正确的是

选项	A	B	C	D
----	---	---	---	---

装置及操作	 装有NO <sub>2</sub> 的密闭注射器 向右轻轻推动活塞压缩体积	 3滴 1mol·L <sup>-1</sup> KSCN溶液 1mL 0.01mol·L <sup>-1</sup> FeCl <sub>3</sub> 溶液 + 1mL 0.1mol·L <sup>-1</sup> KSCN溶液	 接电导率仪 蒸馏水 分别测定 20°C 和 80°C 蒸馏水的电导率	 接电导率仪 1g CaCO <sub>3</sub> 粉末 蒸馏水
现象	气体红棕色先变深再变浅	溶液血红色加深	80°C 蒸馏水的电导率大于 20°C 的	加入 CaCO <sub>3</sub> 粉末后电导率增大
解释	压强增大， 2NO <sub>2</sub> ⇌ N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 平衡先逆向移动，再正向移动	增大反应物浓度， Fe <sup>3+</sup> + 3SCN <sup>-</sup> ⇌ Fe(SCN) <sub>3</sub> 平衡正向移动	温度升高，水的电离平衡正向移动	CaCO <sub>3</sub> 在水中存在 CaCO <sub>3</sub> (s) ⇌ Ca <sup>2+</sup> (aq) + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (aq)

A. A

B. B

C. C

D. D

8. 室温时，关于 1mL 1.0×10<sup>-2</sup> mol·L<sup>-1</sup> 盐酸的说法不正确的是

A. 此溶液的 pH = 2

B. 此溶液中，由水电离出的 c(H<sup>+</sup>) = 1.0×10<sup>-12</sup> mol·L<sup>-1</sup>

C. 将此溶液加水稀释到 100mL，所得溶液 pH = 4

D. 将此溶液与 9mL 1.0×10<sup>-3</sup> mol·L<sup>-1</sup> NaOH 溶液混合，所得溶液 pH = 3

9. 下列关于室温时溶液中离子浓度关系的说法正确的是

A. 0.1mol·L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液中：c(Na<sup>+</sup>) = 2c(CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)B. 0.1mol·L<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>Cl 溶液中：c(Cl<sup>-</sup>) > c(H<sup>+</sup>) > c(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) > c(OH<sup>-</sup>)C. pH < 7 CH<sub>3</sub>COOH、CH<sub>3</sub>COONa 混合溶液：c(CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>) < c(Na<sup>+</sup>)D. 0.1mol·L<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>Cl 溶液和 0.1mol·L<sup>-1</sup> NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 相比，c(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) 前者大于后者

10. 下列离子方程式书写正确的是

A. 用 FeCl<sub>3</sub> 溶液蚀刻铜制电路板：Fe<sup>3+</sup> + Cu = Fe<sup>2+</sup> + Cu<sup>2+</sup>B. 向 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 溶液中滴入少量氨水：Al<sup>3+</sup> + 3OH<sup>-</sup> = Al(OH)<sub>3</sub> ↓C. 向 ZnS 沉淀中滴加 CuSO<sub>4</sub> 溶液：ZnS(s) + Cu<sup>2+</sup>(aq) = CuS(s) + Zn<sup>2+</sup>(aq)D. 依据酸性 HF 强于 HClO，可以发生反应：HClO + F<sup>-</sup> = ClO<sup>-</sup> + HF

11. 丙酮( $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ )碘化反应为  $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{I}_2 \xrightarrow{\text{H}^+} \text{I}^- + \text{H}^+ + \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{I}$ 。兴趣小组在

20°C时研究了该反应的反应速率。他们在反应开始前加入淀粉溶液，通过观察淀粉溶液褪色时间来度量反应速率的大小。实验数据如下表，其中①~④混合液总体积相同。

序号	$c(\text{丙酮})/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$c(\text{I}_2)/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$c(\text{H}^+)/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	褪色时间/s
①	2	0.002	0.5	40
②	1	0.002	0.5	80
③	2	0.001	0.5	20
④	2	0.002	0.25	80

下列根据实验数据做出的推理不合理的是

- A. 实验①中， $v(\text{I}_2) = 5 \times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
- B. 由实验①②可知， $c(\text{丙酮})$ 越大，反应速率越快
- C. 由实验①③可知， $c(\text{I}_2)$ 越大，反应速率越慢
- D. 由实验①④可知， $c(\text{H}^+)$ 越大，反应速率越快

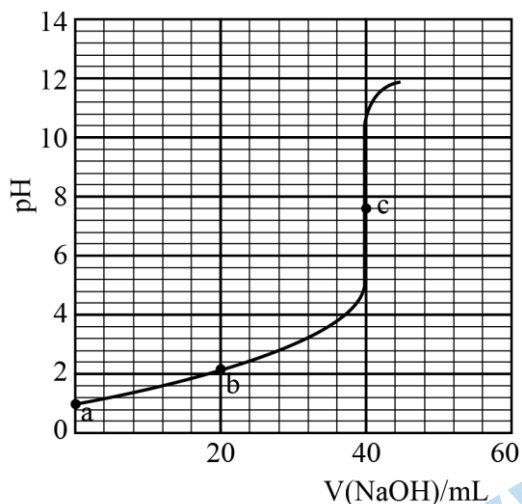
12. 某温度时， $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$   $K = 1$ 。该温度下，在甲、乙、丙、丁四个恒容密闭容器中，投入 $\text{H}_2$ 和 $\text{CO}_2$ ，起始浓度如下：

起始浓度	甲	乙	丙	丁
$c(\text{H}_2)/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	0.10	0.10	0.20	0.20
$c(\text{CO}_2)/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	0.10	0.20	0.10	0.20

平衡时，下列推断不正确的是

- A. 甲中 $\text{CO}_2$ 的转化率为50%
- B. 乙中 $\text{CO}_2$ 的转化率等于丙中 $\text{H}_2$ 的转化率
- C. 丁中各物质的物质的量相等
- D. 甲、乙、丁中 $c(\text{H}_2)$ 关系为甲<乙<丁

13. 室温时，取 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HCl}$ 和 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HA}$ (一元酸， $K_a = 1 \times 10^{-3}$ )混合溶液20mL，用 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液滴定，滴定曲线如图所示。下列说法不正确的是



- A. a 点时, 溶液中  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{HA})$
- B. b 点时,  $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) = c(\text{HA}) + c(\text{A}^-)$
- C. c 点时,  $c(\text{A}^-) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. a → c 过程中, 水 电离程度逐渐增大

14. 小组同学探究不同条件下氯气与二价锰化合物的反应, 实验记录如下:

序号	实验方案		实验现象
	实验装置	试剂 a	
①		水	产生黑色沉淀, 放置后不发生变化
②		5%NaOH 溶液	产生黑色沉淀, 放置后溶液变为紫色, 仍有沉淀
③		40%NaOH 溶液	产生黑色沉淀, 放置后溶液变为紫色, 仍有沉淀
④		取③中放置后的悬浊液 1mL, 加入 4mL40%NaOH 溶液	溶液紫色迅速变为绿色, 且绿色缓慢加深

资料: 水溶液中,  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  为白色沉淀,  $\text{MnO}_4^{2-}$  呈绿色; 浓碱性条件下,  $\text{MnO}_4^-$  可被  $\text{OH}^-$  还原为  $\text{MnO}_4^{2-}$ ;  $\text{NaClO}$  的氧化性随碱性增强而减弱。

下列说法不正确的是

- A. 对比实验①和②可知, 碱性环境中, 二价锰化合物可被氧化到更高价态

B. ④中溶液紫色迅速变为绿色的可能原因是  $4\text{MnO}_4^- + 4\text{OH}^- = 4\text{MnO}_4^{2-} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

C. ④中绿色缓慢加深的可能原因是  $\text{MnO}_2$  被  $\text{Cl}_2$  氧化为  $\text{MnO}_4^{2-}$

D. ③中未得到绿色溶液，可能是因为  $\text{MnO}_4^{2-}$  被氧化为  $\text{MnO}_4^-$  的反应速率快于  $\text{MnO}_4^-$  被还原为  $\text{MnO}_4^{2-}$  的反应速率

15. 按照量子力学对原子核外电子运动状态的描述，下列说法不正确的是

A. p 能级有 3 个轨道

B. s 电子云轮廓图为球形

C. 电子跃迁所得原子光谱可用于元素鉴定

D. 基态 Si 原子的 2p 能级与 3p 能级中的电子能量相同

16. 两种元素的基态原子电子排布式分别是：①  $1s^2 2s^2 2p^3$ ，②  $1s^2 2s^2 2p^4$ ，下列比较中正确的是

A. 原子半径：② < ①

B. 非金属性：② < ①

C. 电负性：① > ②

D. 第一电离能：② > ①

17. 下列物质的性质与氢键无关的是

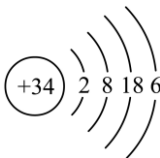

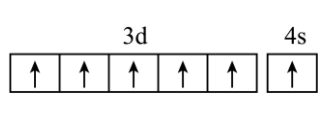
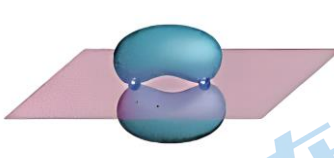
A. 氨气极易溶于水

B. 水的沸点比硫化氢高

C. 乙醇的沸点比乙烷高

D. 氟化氢比氯化氢稳定

18. 下列图示不正确的是

			
A. Se 的原子结构示意图	B. $\text{H}_2\text{O}$ 的 VSEPR 模型	C. 基态 $\text{Fe}^{2+}$ 的价层电子的轨道表示式	D. P-p $\pi$ 键的电子云轮廓图

A. A

B. B

C. C

D. D

19. 下列事实与解释不相符的是

选项	事实	解释
A	苯不能使酸性高锰酸钾溶液褪色	苯分子中含有大 $\pi$ 键而没有碳碳双键，大 $\pi$ 键稳定性较强
B	过氧化氢分子是极性分子	过氧化氢分子中只含有极性键
C	$\text{I}_2$ 易溶于 $\text{CCl}_4$ 而微溶于 $\text{H}_2\text{O}$	$\text{I}_2$ 和 $\text{CCl}_4$ 为非极性分子，而 $\text{H}_2\text{O}$ 为极性分子

D	$\text{CH}_3\text{COOH}$ 酸性弱于 $\text{HCOOH}$	甲基为推电子基, 使乙酸羧基中的氧氢键极性变弱, 电离程度较甲酸变弱
---	---	------------------------------------

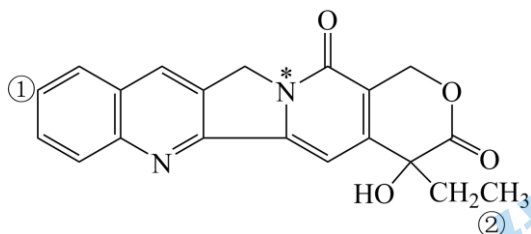
A. A

B. B

C. C

D. D

20. 某有机物结构如下图, 关于该有机分子, 下列说法不正确的是



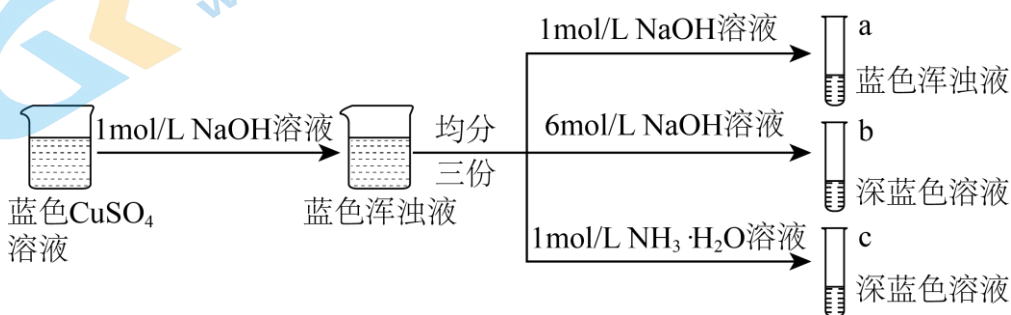
A. O—H 键极性强于 C—H 键

B. ①号碳原子和②号碳原子杂化类型相同

C. 该分子中含有手性碳原子, 具有旋光性

D. 带\*的氮原子能与  $\text{H}^+$  以配位键结合

21. 已知: 铜离子的配位数通常为 4,  $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$  和  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  均为深蓝色。某化学小组设计如下实验制备铜的配合物。



下列说法不正确的是

A. b 中得到配合物  $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ , 其配体为  $\text{OH}^-$ B. 硫酸铜溶液呈蓝色的原因是  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  的颜色所致C. 由实验可知,  $\text{NH}_3$  的配位能力比  $\text{OH}^-$  弱

D. 加热 c 中溶液有可能得到蓝色浑浊液

## 第二部分

本部分共 5 题, 共 58 分。

22. 钢铁腐蚀现象在生产、生活中普遍存在, 也是科学研究的关注点之一

(1) 碳钢管发生电化学腐蚀是因为形成了原电池, 其负极的电极反应式为\_\_\_\_\_。

(2) 外加电流的阴极保护法是防止钢铁腐蚀的常用方法之一, 该方法中, 需将被保护的碳钢管与直流电源的\_\_\_\_\_ (填“正极”或“负极”) 相连。

(3) 在铁制品表面镀锌可防止铁制品被腐蚀, 镀锌层即使局部破损, 仍可防止破损部位被腐蚀, 原因是\_\_\_\_\_。

(4) 研究人员就大气环境对碳钢腐蚀的影响进行了研究。其中, A、B 两个城市的气候环境和碳钢腐蚀速率数据如下:

城市	年均温度/°C	年均湿度/%	SO <sub>2</sub> 的浓度/(μg·m <sup>-3</sup> )	大气 Cl <sup>-</sup> 沉积速率/(mg·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup> )	腐蚀速率/(μm·a <sup>-1</sup> )
A	17.0	76	61	29	58
B	12.3	72	54	420	79

① 研究人员认为, A、B 两城市中碳钢同时发生吸氧腐蚀和析氢腐蚀。碳钢发生析氢腐蚀时, 正极的电极反应式为\_\_\_\_\_。

② 结合化学用语解释 A、B 两城市中碳钢能发生析氢腐蚀的原因: \_\_\_\_\_。

③ 用电化学原理分析 B 城市碳钢腐蚀速率高于 A 城市的主要原因: \_\_\_\_\_。

23. 镍氢电池广泛用于油电一体的混合动力汽车, 该电池材料的回收利用也成为研究热点。

I. 某品牌镍氢电池的总反应为  $MH + NiOOH \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} M + Ni(OH)_2$ , 其中, MH 为吸附了氢原子的储氢合金。图 1 为该电池放电时的工作原理示意图。

图 1 为该电池放电时的工作原理示意图。

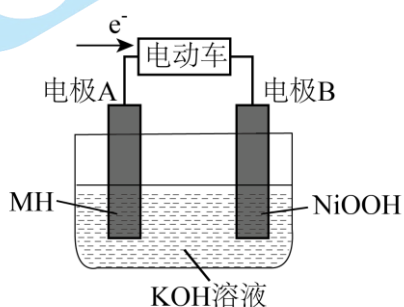


图1

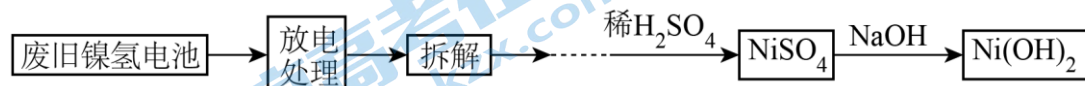
(1) 混合动力车上坡时利用电池放电提供能源。

① 电极 A 是\_\_\_\_\_ (填“正极”或“负极”)。

② 正极的电极反应式为\_\_\_\_\_。

(2) 混合动力车下坡时利用动能回收给电池充电, 此时电极 A 附近的 pH\_\_\_\_\_ (填“变大”“不变”或“变小”)

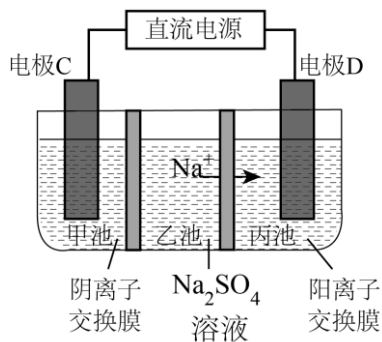
II. 该品牌废旧镍氢电池回收过程中, 金属镍的转化过程如下:



转化过程中所用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 NaOH 溶液通过电解 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液获得, 装置如图 2。

已知: 阴离子交换膜可选择性透过阴离子, 阳离子交换膜可选择性透过阳离子。





(3) 图2中, 电极C为电解池的\_\_\_\_\_ (填“阴极”或“阳极”)。

(4) 产生  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的是\_\_\_\_\_ (填“甲池”“乙池”或“丙池”), 结合化学用语说明产生  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的原理:

\_\_\_\_\_。

(5) 回收该品牌废旧镍氢电池过程中, 在阴极收集到气体 134.4L (标准状况下), 理论上最多可回收得到  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  (摩尔质量为  $93\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) 的质量为\_\_\_\_\_。

24. 油气开采、石油化工、煤化工等行业的废气中均含有硫化氢, 需要将其回收处理并加以利用。

I. 高温热分解法:  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +170\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(1) 该反应的化学平衡常数表达式为\_\_\_\_\_。

(2) 升高温度, 该反应的化学平衡常数\_\_\_\_\_ (填“变大”“变小”或“不变”)。

(3) 工业上, 通常在等温、等压条件下将  $\text{H}_2\text{S}$  与 Ar 的混合气体通入反应器, 发生  $\text{H}_2\text{S}$  热分解反应, 达到平衡状态后, 若继续向反应器中通入 Ar,  $\text{H}_2\text{S}$  的平衡转化率会\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”), 利用平衡常数与浓度商的关系说明理由: \_\_\_\_\_。

II. 克劳斯法:  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

已知:  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -1036\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$4\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) = 3\text{S}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = +94\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

(4) 用克劳斯法处理  $\text{H}_2\text{S}$ , 若生成  $1\text{mol}\text{S}_2(\text{g})$ , 放出热量\_\_\_\_\_ kJ。

(5) 用克劳斯法处理  $\text{H}_2\text{S}$  时, 研究人员对反应条件对  $\text{S}_2$  产率的影响进行了如下研究。

①其他条件相同时, 相同时间内,  $\text{S}_2$  产率随温度的变化如图1所示。由图1可见, 随着温度升高,  $\text{S}_2$  产率先增大后减小, 原因是\_\_\_\_\_。

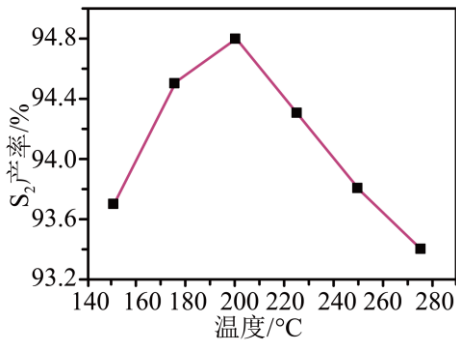


图1

②其他条件相同时，相同时间内，S<sub>2</sub>产率随  $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{S})}$  值的变化如图2所示。 $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{S})}$  值过高不利于提高

S<sub>2</sub>产率，可能的原因是\_\_\_\_\_。

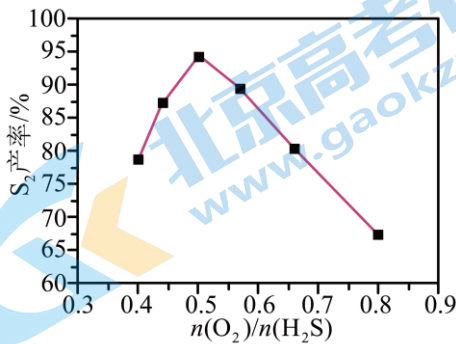
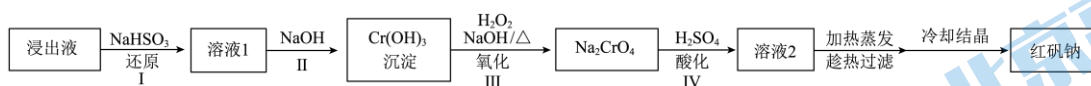


图2

25. 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) I中， $\text{NaHSO}_3$  溶液呈酸性，结合化学用语说明其原因：\_\_\_\_\_。

(2) II中，加入  $\text{NaOH}$  调节 pH 至\_\_\_\_\_ (填字母序号)。

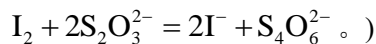
a. 4.3~5.6    b. 4.3~7.1    c. 5.6~7.1    d. 7.1~9.2

(3) III中， $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化  $\text{Cr(OH)}_3$  沉淀的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(4) 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\_\_\_\_\_。

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

(6) 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  $a\text{g}$  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  $c_1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  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  $298\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 的纯度的表达式为\_\_\_\_\_ (用质量分数表示)。

26. 某小组研究  $\text{FeCl}_3$  溶液与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液之间的反应, 过程如下。

资料: 铁氰化亚铁化学式为  $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$  是蓝色不溶于水的固体。

### 【进行实验】

实验I: 取配制时加入盐酸酸化的  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{FeCl}_3$  溶液进行实验, 记录如下:

实验步骤	实验现象
i. 取 1mL $\text{FeCl}_3$ 溶液于试管中, 加入 1mL $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液, 再加入 1 滴 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 溶液, 放置 10min	溶液为黄色, 无沉淀生成
ii. 从i所得溶液中取出 1mL 于试管中, 加入...	生成较多白色沉淀
iii 取 1mL $0.05\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 溶液于试管中, 10min 后, 加入...(加入试剂种类与顺序均与ii相同)	生成少量白色沉淀

(1) 配制  $\text{FeCl}_3$  溶液时, 通常会加入盐酸酸化, 结合化学用语解释其原因: \_\_\_\_\_。

(2) 依据步骤 ii、iii 的实验现象, 可证明  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SO}_3^{2-}$  发生反应生成了  $\text{SO}_4^{2-}$ 。其中, 加入的试剂是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(3) 步骤 iii 的目的是\_\_\_\_\_。

小组同学对实验I未检验到的原因进行了进一步探究。

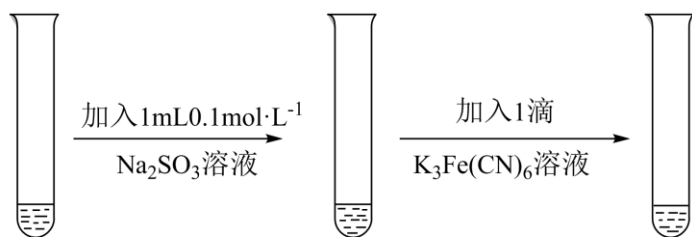
资料: i.  $\text{FeCl}_3$  溶液中存在平衡:  $[\text{FeCl}_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^-$

ii.  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  溶液中存在平衡:  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$

iii. HCN 为一元弱酸。

【继续实验】按如下过程进行实验II~IV, 记录如下:

实验过程:



1mL 试剂a

序号	试剂 a	实验现象
II	$0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{FeCl}_3$ 溶液(未加入盐酸酸化)	溶液变为褐色, 离心分离得到较多蓝色沉淀
III	向蒸馏水中加入硫酸、 $\text{FeCl}_3$ , 调节 pH 和 $c(\text{Fe}^{3+})$ 与实验I所用 $\text{FeCl}_3$ 溶液相同	溶液为黄色, 无沉淀生成
IV	$0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{FeCl}_3$ 溶液(未加入盐酸酸化), 加入 $\text{NaCl}$ 调 $c(\text{Cl}^-)$ 与_____相同	溶液变为褐色, 离心分离得到少量蓝色沉淀

(4) 实验II中, 能证明有  $\text{Fe}^{2+}$  生成的实验现象是\_\_\_\_\_。

(5) 从平衡的角度分析, 实验III中, 观察不到有蓝色沉淀生成的可能原因是\_\_\_\_\_。

(6) 补齐实验IV的操作:  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{FeCl}_3$  溶液(未加入盐酸酸化), 加入  $\text{NaCl}$  调  $c(\text{Cl}^-)$  与\_\_\_\_\_相同。

(7) 由实验I~IV, 可以得到的结论有\_\_\_\_\_ (至少写出两点)。

# 参考答案

## 第一部分

本部分共 21 题，每题 2 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 【答案】A

【解析】

【详解】A. 催化剂可以降低反应的活化能，故 A 错误；

B. 醋酸和  $\text{CaCO}_3$  反应能够生成二氧化碳和水，根据强酸制取弱酸的原理，醋酸的酸性强于碳酸，故 B 正确；

C. 天然水中含有  $\text{HCO}_3^-$ ， $\text{Al}^{3+}$  和天然水中  $\text{HCO}_3^-$  的水解相互促进，生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  胶体，吸附水中悬浮物，加速其沉降，所以用  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  净化天然水，故 C 正确；

D.  $\text{BaSO}_4$  不溶于盐酸，胃液中的  $\text{H}^+$  对  $\text{BaSO}_4$  的沉淀溶解平衡基本没有影响， $\text{Ba}^{2+}$  可以保持在安全浓度范围内，所以用  $\text{BaSO}_4$  作内服造影剂，故 D 正确；

故选 A。

2. 【答案】B

【解析】

【详解】A. 反应自发进行的判断依据是  $\Delta H - T\Delta S < 0$ ，放热反应  $\Delta H < 0$ ，若  $\Delta S < 0$ ，高温下是非自发进行的反应，故 A 错误；

B. 依据  $\Delta H - T\Delta S < 0$  反应自发进行， $\Delta H - T\Delta S > 0$  属于非自发进行分析，熵增大反应  $\Delta S > 0$ ， $\Delta H > 0$  低温下反应自发进行，高温下反应不能自发进行，熵增的反应不一定是自发反应，故 B 正确；

C. 混乱度越大，熵值越大，则固体溶解是一个熵增大的过程，故 C 错误；

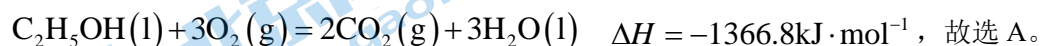
D. 非自发反应在一定条件下也能发生，如碳酸钙的分解反应在常温下是非自发反应，但是在高温下能自发进行，故 D 错误；

故选 B。

3. 【答案】A

【解析】

【详解】燃烧热是指在 101 kPa 时，1 mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量。已知乙醇的摩尔燃烧焓为  $-1366.8\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，则乙醇燃烧反应的热化学方程式为：



4. 【答案】B

【解析】

【详解】要在铁钉上镀铜，则应 Cu 与电源正极相连，为阳极，失去电子，阴极为铁，接电源负极，电解

质溶液应为含铜离子的盐溶液，故选 B。

5. 【答案】D

【解析】

【分析】反应  $A_2(g) + B_2(g) = 2AB(g)$ ， $1\text{mol}A_2(g) + 1\text{mol}B_2(g)$  生成  $2\text{mol}A(g) + 2\text{mol}B(g)$  吸收  $akJ$  能量； $2\text{mol}A(g) + 2\text{mol}B(g)$  生成  $2\text{mol}AB(g)$  释放  $bkJ$  能量；据此分析解题。

【详解】A.  $akJ$  是  $1\text{mol}A_2(g) + 1\text{mol}B_2(g)$  生成  $2\text{mol}A(g) + 2\text{mol}B(g)$  吸收的能量，不是  $1\text{mol}A_2(g)$  和  $1\text{mol}B_2(g)$  的内能之和，故 A 错误；

B. 根据图像判断，该反应每生成  $2\text{mol}AB$  分子，吸收能量  $(a-b)kJ$ ，故 B 错误；

C. 该反应每生成  $1\text{mol}AB$ ，吸收能量  $\frac{(a-b)}{2}kJ$ ；故 C 错误；

D. 反应  $A_2(g) + B_2(s) = 2AB(g)$   $\Delta H = xkJ \cdot mol^{-1}$ ，反应  $A_2(g) + B_2(g) = 2AB(g)$

$\Delta H = (a-b)kJ \cdot mol^{-1}$ ，固体 B 转化为气体 B 为吸热过程，故 D 正确；

故答案选 D。

6. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 反应  $2NO(g) + 2CO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2CO_2(g)$   $\Delta H < 0$  是放热反应，升高温度可使平衡逆向移动，故 A 错误；

B. 平衡常数只受温度影响，增大压强可使化学平衡常数不变，故 B 错误；

C. 移走  $CO_2$ ，平衡正向移动，CO 的平衡转化率增大，故 C 正确；

D. 催化剂不改变平衡状态，不能提高 NO 的平衡转化率，故 D 错误；

故选 C。

7. 【答案】A

【解析】

【详解】A. 压缩体积，物质浓度变大，颜色变深；反应为气体分子数减小的反应，平衡正向移动，颜色变浅，故 A 错误；

B. 滴加更浓的 KSCN 溶液，增大反应物浓度， $Fe^{3+} + 3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$  平衡正向移动，溶液颜色加深，故 B 正确；

C. 溶液或熔融电解质导电的原因是存在自由移动的离子，温度升高，水的电离平衡正向移动，水的导电能力增强，故 C 正确；

D.  $CaCO_3$  在水中存在  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ ，加入碳酸钙使得溶液中离子浓度变大，电导率增大，故 D 正确；

故选 A。

8. 【答案】D

【解析】

【详解】A.  $1\text{mL } 1.0 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸中  $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = 2$ , 故 A 正确;

B. 盐酸中由水电离出的氢离子浓度等于溶液中氢氧根的浓度, 则由水电离出的

$$c(\text{H}^+) = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-2}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.0 \times 10^{-12} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ 故 B 正确;}$$

C. 将此溶液加水稀释到  $100\text{mL}$ ,  $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = 4$ , 故 C 正确;

D. 将  $1\text{mL } 1.0 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸与  $9\text{mL } 1.0 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液混合, 混合后  $c(\text{H}^+) =$

$$\frac{1.0 \times 10^{-3} \text{L} \times 1.0 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} - 9.0 \times 10^{-3} \text{L} \times 1.0 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1.0 \times 10^{-3} \text{L} + 9.0 \times 10^{-3} \text{L}} = 1 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ pH} = -\lg c(\text{H}^+) = 4, \text{ 故}$$

D 错误;

故选 D.

9. 【答案】D

【解析】

【详解】A.  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$  发生两步水解产生  $\text{HCO}_3^-$  和  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , 根据物料守恒

$$c(\text{Na}^+) = 2[c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{CO}_3^{2-})], \text{ 故 A 错误;}$$

B.  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中  $\text{NH}_4^+$  部分水解产生  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  和  $\text{H}^+$ , 溶液中:

$$c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-), \text{ 故 B 错误;}$$

C.  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{CH}_3\text{COONa}$  混合溶液的  $\text{pH} < 7$ , 说明  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离程度大于  $\text{CH}_3\text{COONa}$  的水解程度, 则混合溶液中  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+)$ , 故 C 错误;

D.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  是强电解质, 在水溶液中完全电离出  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  有很少一部分发生水解;  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  是弱碱, 电离程度很小, 溶液中  $\text{NH}_4^+$  很小, 所以  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$  溶液和  $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  相比,  $c(\text{NH}_4^+)$  前者大于后者, 故 D 正确;

故选 D.

10. 【答案】C

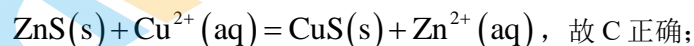
【解析】

【详解】A. 用  $\text{FeCl}_3$  溶液腐蚀铜电路板, 离子方程式:  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ , 故 A 错误;

B. 在氯化铝溶液中滴加少量氨水, 反应生成氢氧化铝沉淀, 反应的离子方程式为:



C. 向  $\text{ZnS}$  沉淀上滴加  $\text{CuSO}_4$  溶液, 硫化锌白色沉淀变黑色硫化铜沉淀, 反应的离子方程式为



D. HF 是弱酸, 在离子方程式中不能拆, 酸性 HF 强于 HClO, 根据强酸制取弱酸的原理, HClO 和 F<sup>-</sup> 不能

反应生成 HF，故 D 错误；

故选 C。

11. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 实验①中， $v(I_2) = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{0.002 \text{ mol/L}}{40 \text{ s}} = 5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ，故 A 正确；

B. 由实验①②可知， $c(\text{丙酮})$  越大，褪色时间越短，反应速率越快，故 B 正确；

C. 实验①③  $c(\text{丙酮})$  相等， $c(I_2)$  越大，褪色时间越长，但不能说明反应速率慢，故 C 错误；

D. 实验①④中  $c(\text{丙酮})$ 、 $c(I_2)$  相等， $c(H^+)$  越大褪色时间越短，反应速率越快，故 D 正确；

故选 C

12. 【答案】D

【解析】

【详解】A. 设甲容器中平衡时反应掉的二氧化碳的浓度为  $x \text{ mol/L}$ ，根据  $K = \frac{x^2}{(0.1-x)^2} = 1$ ，得  $x=0.05$ ，

所以  $\text{CO}_2$  的转化率为 50%， $\text{H}_2$  的转化率也是 50%，故 A 正确；

B. 设乙容器中平衡时反应掉的二氧化碳的浓度为  $x \text{ mol/L}$ ，则  $K = \frac{x^2}{(0.1-x)(0.2-x)} = 1$ ；设丙容器中平衡

时反应掉的氢气的浓度为  $y \text{ mol/L}$ ，则  $K = \frac{y^2}{(0.1-y)(0.2-y)} = 1$ ，所以  $x=y$ ，乙中  $\text{CO}_2$  的转化率等于丙中

$\text{H}_2$  的转化率，故 B 正确；

C. 该反应是气体体积前后不变的反应，压强对平衡没有影响，丙的起始浓度为甲的 2 倍，成比例，所以甲和丙为等效平衡，由 A 的分析可知，平衡时甲容器中  $c(\text{CO}_2)$  是  $0.05 \text{ mol/L}$ ，而甲和丙为等效平衡，但丙的起始浓度为甲的两倍，所以平衡时，丙中  $c(\text{CO}_2)$  是  $0.1 \text{ mol/L}$ ，则丁中各物质的物质的量均为  $0.1 \text{ mol/L}$ ，故 C 正确；

D. 由 C 可知，甲中  $c(H^+) = 0.05 \text{ mol/L}$ ，丁中  $c(H^+) = 0.1 \text{ mol/L}$ ，乙容器相当于在甲的基础上再充入  $\text{CO}_2$ ，平衡正向移动， $c(H^+)$  减小，甲、乙、丁中  $c(H_2)$  关系为乙 < 甲 < 丁，故 D 错误；

故选 D。

13. 【答案】C

【解析】

【详解】A. a 点为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$  和  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HA}$  混合溶液，HCl 是强酸在水溶液中完全电离，HA 是弱酸在水溶液中不能完全电离，则溶液中  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{HA})$ ，故 A 正确；

B. b 点加入  $20 \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  溶液，反应后的溶液为 NaCl 和 HA 的等物质的量浓度混合溶液，根



据物料守恒  $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) = c(\text{HA}) + c(\text{A}^-)$ ，故 B 正确；

C. c 点加入 40mL  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  NaOH 溶液，反应后的溶液为 NaCl 和 NaA 的等物质的量浓度混合溶液， $\text{A}^-$  发生水解而使浓度降低， $c(\text{A}^-) < 0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，故 C 错误；

D. a→c 过程中，加入的 NaOH 溶液分别和 HCl 和 HA 发生中和反应，水的电离程度逐渐增大，故 D 正确；

故选 C。

14. 【答案】C

【解析】

【详解】A. 对比实验①和②可知，当试剂 a 为水时， $\text{Mn}^{2+}$  被氧化成  $\text{MnO}_2$ ，当试剂 a 为 5%NaOH 溶液时， $\text{Mn}^{2+}$  可以被氧化成  $\text{MnO}_4^-$ ，所以碱性环境中，二价锰化合物可被氧化到更高价态，故 A 正确；

B. 中溶液紫色迅速变为绿色，说明  $\text{MnO}_4^-$  可被  $\text{OH}^-$  还原为  $\text{MnO}_4^{2-}$ ，离子方程式为：

$4\text{MnO}_4^- + 4\text{OH}^- = 4\text{MnO}_4^{2-} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故 B 正确；

C. ④中绿色缓慢加深的可能原因是  $\text{MnO}_4^-$  可被  $\text{OH}^-$  还原为  $\text{MnO}_4^{2-}$ ， $\text{MnO}_2$  的氧化性强于  $\text{Cl}_2$ ，不能被  $\text{Cl}_2$  氧化，故 C 错误；

D. ③中未得到绿色溶液，可能是因为  $\text{MnO}_4^{2-}$  被氧化为  $\text{MnO}_4^-$  的反应速率快于  $\text{MnO}_4^-$  被还原为  $\text{MnO}_4^{2-}$  的反应速率，故 D 正确；

故选 C。

15. 【答案】D

【解析】

【详解】A. spd 能级的轨道数分别为 1、3、5，A 正确；

B. s 电子云没有特定的伸展方向，轮廓图为球形，B 正确；

C. 不同元素的电子跃迁所得原子光谱是不同的，可用于元素鉴定，C 正确；

D. 相同能级，不同能层电子，能层越高，能量越高，D 错误；

故选 D。

16. 【答案】A

【解析】

【分析】两种元素的基态原子电子排布式分别是：①  $1s^2 2s^2 2p^3$ ，②  $1s^2 2s^2 2p^4$ ，则分别为 N、O 元素；

【详解】A. 电子层数越多半径越大，电子层数相同时，核电荷数越大，半径越小；原子半径：② < ①，故 A 正确；

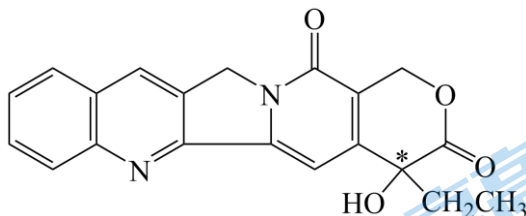
B. 同周期从左到右，金属性减弱，非金属性变强；非金属性：② > ①，故 B 错误；

C. 同周期从左到右，金属性减弱，非金属性变强，元素的电负性变强；电负性：① < ②，故 C 错误；

D. 同一周期随着原子序数变大，第一电离能变大，N 的 2p 轨道为半充满稳定状态，第一电离能大于同周期相邻元素，故 N、O 的第一电离能大小：N > O；故 D 错误；



C. 手性碳原子是连有四个不同基团的碳原子;



分子中含有手性

碳原子, 具有旋光性, C 正确;

D. 带\*的氮原子由一对孤电子对, 氢离子存在空轨道, 故能与  $H^+$  以配位键结合, D 正确;

故选 B。

21. 【答案】C

【解析】

【详解】A.  $[Cu(OH)_4]^{2-}$  和  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$  均为深蓝色, b 加入过量的氢氧化钠得到配合物  $Na_2[Cu(OH)_4]$ , 由化学式可知, 其配体为  $OH^-$ , A 正确;

B. 水分子中氧原子可以提供孤电子对, 能和铜离子形成配离子, 硫酸铜溶液呈蓝色的原因是  $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$  的颜色所致, B 正确;

C. 由实验 ac 可知,  $NH_3$  的配位能力比  $OH^-$  强, C 错误;

D. 加热 c 中溶液会促进一水合氨向电离的方向进行, 使得一水合氨浓度减小, 导致  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$  转化为氢氧化铜沉淀, 故有可能得到蓝色浑浊液, D 正确;

故选 C。

## 第二部分

本部分共 5 题, 共 58 分。

22. 【答案】(1)  $Fe-2e^- = Fe^{2+}$

(2) 负极 (3) Zn 与 Fe 构成原电池时, Zn 易失电子做负极, Fe 作正极被保护, 所以镀锌铁制品破损后, 镀层仍能保护铁制品

(4) ①.  $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$  ②. A、B 两城市中年均湿度较高, 并且  $SO_2$  的浓度也较高, 则两城市中碳钢所处的环境为酸性, 能发生析氢腐蚀 ③. B 城市大气  $Cl^-$  沉积速率远大于 A 城市, 碳钢表面水膜变成腐蚀性更强的电解质溶液, 加速了析氢腐蚀的进行

【解析】

【小问 1 详解】

碳钢管发生电化学腐蚀是因为形成了原电池, Fe 在负极失去电子生成  $Fe^{2+}$ , 电极方程式为:  $Fe-2e^- = Fe^{2+}$ 。

【小问 2 详解】

外加电流的阴极保护法原理是: 将被保护的金属连接电源负极, 成为阴极, 得电子被保护。

【小问 3 详解】

Zn 与 Fe 构成原电池时, Zn 易失电子做负极, Fe 作正极被保护, 所以镀锌铁制品破损后, 镀层仍能保护铁

制品。

【小问 4 详解】

①碳钢发生析氢腐蚀时， $H^+$ 在正极得电子生成  $H_2$ ，正极上发生的电极反应式为： $2H^++2e^-=H_2\uparrow$ ；

②A、B 两城市中年均湿度较高，并且  $SO_2$  的浓度也较高，则两城市中碳钢所处的环境为酸性，能发生析氢腐蚀；

③B 城市大气  $Cl^-$  沉积速率远大于 A 城市，碳钢表面水膜变成腐蚀性更强的电解质溶液，加速了析氢腐蚀的进行。

23. 【答案】(1) ①. 负极 ②.  $H_2O+NiOOH+e^-=Ni(OH)_2+OH^-$

(2) 变大 (3) 阳极

(4) ①. 甲 ②. 电极 C 为该电解池的阳极， $H_2O$  在阳极失去电子生成  $O_2$ ，电极方程式为： $2H_2O-4e^-=O_2\uparrow+4H^+$ ，生成  $H^+$ ，同时  $SO_4^{2-}$  通过阴离子交换膜进入甲池，产生  $H_2SO_4$

(5) 558

【解析】

【小问 1 详解】

①由电池中电子流向可知，电极 A 是负极；

②镍氢电池的总反应为  $MH + NiOOH \xrightleftharpoons[充电]{放电} M + Ni(OH)_2$ ，正极  $NiOOH$  得电子发生还原反应，电极方程式为： $H_2O+NiOOH+e^-=Ni(OH)_2+OH^-$ 。

电极方程式为： $H_2O+NiOOH+e^-=Ni(OH)_2+OH^-$ 。

【小问 2 详解】

电池充电时 A 是阴极，由  $MH + NiOOH \xrightleftharpoons[充电]{放电} M + Ni(OH)_2$  可知，充电时 M 得电子生成 MH，电极方程式为： $H_2O+M+e^-=MH+OH^-$ ，此时电极 A 附近的氢氧根浓度增大，pH 变大。

电极方程式为： $H_2O+M+e^-=MH+OH^-$ ，此时电极 A 附近的氢氧根浓度增大，pH 变大。

【小问 3 详解】

电解池中阳离子向阴极移动，由  $Na^+$  的流向可知，电极 D 为阴极，电极 C 为阳极。

【小问 4 详解】

电极 C 为该电解池的阳极， $H_2O$  在阳极失去电子生成  $O_2$ ，电极方程式为： $2H_2O-4e^-=O_2\uparrow+4H^+$ ，生成  $H^+$ ，同时  $SO_4^{2-}$  通过阴离子交换膜进入甲池，产生  $H_2SO_4$  的是甲池。

【小问 5 详解】

电解过程中， $H_2O$  在阴极得到电子生成  $H_2$ ，电极方程式为： $2H_2O+2e^-=H_2\uparrow+2OH^-$ ，在阴极收集到  $H_2$  的体

积为 134.4L(标准状况下)，物质的量为  $\frac{134.4L}{22.4L/mol}=6mol$ ，转移电子 12mol，则在阳极生成 6mol

$H_2SO_4$ ，则生成 6mol  $NiSO_4$ ，最终得到 6mol  $Ni(OH)_2$ ，质量为  $6mol \times 93g \cdot mol^{-1}=558g$ 。

24. 【答案】(1)  $\frac{c^2(H_2)c(S_2)}{c^2(H_2S)}$

(2) 变大 (3) ①. 增大 ②. 达到平衡状态后, 若继续向反应器中通入 Ar, 容器体积增大, 各

反应物和产物浓度减小相同的倍数, 此时  $Q_c = \frac{c^2(\text{H}_2)c(\text{S}_2)}{c^2(\text{H}_2\text{S})} < K$ , 平衡正向移动

(4) 314 (5) ①. 该反应是放热反应, 反应未达到平衡时, 升高温度,  $\text{S}_2$  的生成速率增大, 单位时间  $\text{S}_2$  的生成量增大, 转化率增大, 当反应达到平衡时, 升高温度, 平衡逆向移动,  $\text{S}_2$  的转化率减小 ②.

$\text{O}_2$  浓度过高,  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{O}_2$  会反应生成  $\text{SO}_2$ , 导致  $\text{S}_2$  产率减小

【解析】

【小问 1 详解】

反应  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$  的化学平衡常数表达式为  $\frac{c^2(\text{H}_2)c(\text{S}_2)}{c^2(\text{H}_2\text{S})}$ 。

【小问 2 详解】

反应  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +170\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} > 0$ , 该反应是吸热反应, 升高温度, 平衡正向移动, 该反应的化学平衡常数变大。

【小问 3 详解】

在等温、等压条件下将  $\text{H}_2\text{S}$  与 Ar 的混合气体通入反应器, 发生  $\text{H}_2\text{S}$  热分解反应, 达到平衡状态后, 若继

续向反应器中通入 Ar, 容器体积增大, 各反应物和产物浓度减小相同的倍数, 此时  $Q_c = \frac{c^2(\text{H}_2)c(\text{S}_2)}{c^2(\text{H}_2\text{S})}$

$< K$ , 平衡正向移动,  $\text{H}_2\text{S}$  的平衡转化率会增大。

【小问 4 详解】

已知: ①  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -1036\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; ②

$4\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) = 3\text{S}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = +94\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; 由盖斯定律可知,  $\frac{1}{3} \times ((1) + (2))$  得

到  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = \frac{1}{3} \times (\Delta H_1 + \Delta H_2) = -314\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 若生成 1mol

$\text{S}_2(\text{g})$ , 放出热量 314kJ 热量。

【小问 5 详解】

①由 (4) 可知, 反应  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -314\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} < 0$ , 该反应是放热反应, 反应未达到平衡时, 升高温度,  $\text{S}_2$  的生成速率增大, 单位时间  $\text{S}_2$  的生成量增大, 转化率增大, 当反应达到平衡时, 升高温度, 平衡逆向移动,  $\text{S}_2$  的转化率减小;

②  $\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{H}_2\text{S})}$  值过高不利于提高  $\text{S}_2$  产率, 可能的原因是  $\text{O}_2$  浓度过高,  $\text{H}_2\text{S}$  和  $\text{O}_2$  会反应生成  $\text{SO}_2$ , 导致  $\text{S}_2$  产率减小。

25. 【答案】(1)  $\text{HSO}_3^-$  在水溶液中既能发生电离:  $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+$ , 又能发生水解:

$\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$ , 且电离大于水解

(2) c (3)  $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 4\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$

(4)  $\text{H}_2\text{O}_2$  受热易分解, 所以氧化  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  的  $\text{H}_2\text{O}_2$  减少, 故能导致  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  的产率反而降低

(5) 加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  使得溶液中  $\text{H}^+$  增大, 使得反  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$  平衡逆向移动, 以提高  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的产率

(6) ①. 滴入最后一滴  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液后, 溶液由蓝色变为无色, 且半分钟内不恢复蓝色 ②.

$$\frac{59.6c_1V_1}{3a} \%$$

【解析】

【小问 1 详解】

由于  $\text{HSO}_3^-$  在水溶液中既能发生电离:  $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+$ , 又能发生水解:

$\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$ , 且电离大于水解, 故导致  $\text{NaHSO}_3$  溶液呈酸性, 故答案为:  $\text{HSO}_3^-$  在水溶液中既能发生电离:  $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+$ , 又能发生水解:  $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{OH}^-$ , 且电离大于水解;

【小问 2 详解】

II 中, 加入  $\text{NaOH}$  调节 pH 的目的是将  $\text{Cr}^{3+}$  完全沉淀, 而使  $\text{Ni}^{2+}$  不沉淀, 故应该调节 pH 至 5.6~7.1, 故答案为: c;

【小问 3 详解】

III 中,  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  沉淀即生成  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 根据氧化还原反应配平可得, 该反应的化学方程式为  $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 4\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ , 故答案为:  $3\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 4\text{NaOH} = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ ;

【小问 4 详解】

III 中, 在投料比、反应时间均相同时, 若温度过高,  $\text{H}_2\text{O}_2$  受热易分解, 所以氧化  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  的  $\text{H}_2\text{O}_2$  减少, 故能导致  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  的产率反而降低, 故答案为:  $\text{H}_2\text{O}_2$  受热易分解, 所以氧化  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  的  $\text{H}_2\text{O}_2$  减少, 故能导致  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  的产率反而降低;

【小问 5 详解】

$\text{Na}_2\text{CrO}_4$  溶液中存在以下平衡:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ , 加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  使得溶液中  $\text{H}^+$  增大, 使得上述平衡逆向移动, 以提高  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的产率, 故答案为: 加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  使得溶液中  $\text{H}^+$  增大, 使得反  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$  平衡逆向移动, 以提高  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的产率;

【小问 6 详解】

① 本实验指示剂为淀粉溶液,  $\text{I}_2$  遇到淀粉溶液显蓝色, 故滴定终点的现象为滴入最后一滴  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液后, 溶液由蓝色变为无色, 且半分钟内不恢复蓝色, 故答案为: 滴入最后一滴  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液后, 溶液由蓝色变为无色, 且半分钟内不恢复蓝色;

②根据得失电子总数相等可知,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \sim 3\text{I}_2 \sim 6\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , 故有  $n(\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{6} n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{1}{6}$

$\times c_1 \text{mol/L} \times V_1 \times 10^{-3} \text{L} = \frac{1}{6} c_1 V_1 \times 10^{-3} \text{mol}$ , 所得  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (摩尔质量为  $298 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 的纯度的表达式为

$$\frac{\frac{1}{6} c_1 V_1 \times 10^{-3} \text{mol} \times 298 \text{g/mol} \times \frac{100 \text{mL}}{25.00 \text{mL}}}{a \text{g}} \times 100\% = \frac{59.6 c_1 V_1}{3a} \%, \text{ 故答案为: } \frac{59.6 c_1 V_1}{3a} \%$$

26. 【答案】(1)  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SO}_3^{2-}$  发生反应生成了  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{Fe}^{2+}$

(2) ①. 稀盐酸 ②.  $\text{BaCl}_2$  溶液

(3) 排除空气中氧气对实验的干扰

(4) 离心分离得到较多蓝色沉淀

(5)  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  溶液中存在平衡:  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$ , 向蒸馏水中加入硫酸, 氢离子和  $\text{CN}^-$  结合生成弱酸  $\text{HCN}$ , 平衡正向移动,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  浓度降低, 无法和  $\text{Fe}^{2+}$  反应生成蓝色沉淀

(6) 实验I (7)  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SO}_3^{2-}$  发生反应生成了  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $c(\text{H}^+)$  过高会导致  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  无法检验  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $c(\text{Cl}^-)$  过高会导致  $\text{FeCl}_3$  与  $\text{SO}_3^{2-}$  反应生成  $\text{Fe}^{2+}$  较少(至少写出两点)

【解析】

【小问1 详解】

配制  $\text{FeCl}_3$  溶液时,  $\text{Fe}^{3+}$  会水解,  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ , 加入浓盐酸可以抑制其水解, 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。

【小问2 详解】

证明  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SO}_3^{2-}$  发生反应生成了  $\text{SO}_4^{2-}$ , 应先加入足量稀盐酸排除  $\text{SO}_3^{2-}$  的干扰, 再加入  $\text{BaCl}_2$  溶液, 若生成较多白色沉淀, 则说明反应生成了  $\text{SO}_4^{2-}$ , 故答案为: 稀盐酸;  $\text{BaCl}_2$  溶液。

【小问3 详解】

$\text{Na}_2\text{SO}_3$  具有还原性可能被空气中的氧气氧化成  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 步骤 iii 的目的是排除空气中氧气对实验的干扰。

【小问4 详解】

$\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  溶液反应生成蓝色沉淀, 则实验II中, 能证明有  $\text{Fe}^{2+}$  生成的实验现象是离心分离得到较多蓝色沉淀。

【小问5 详解】

$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  溶液中存在平衡:  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$ , 向蒸馏水中加入硫酸, 氢离子和  $\text{CN}^-$  结合生成弱酸  $\text{HCN}$ , 平衡正向移动,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  浓度降低, 无法和  $\text{Fe}^{2+}$  反应生成蓝色沉淀。

【小问6 详解】

$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  溶液中存在平衡： $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$ ，若溶液酸性较强，氢离子和  $\text{CN}^-$  结合生成弱酸  $\text{HCN}$ ，平衡正向移动， $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  浓度降低，无法和  $\text{Fe}^{2+}$  反应生成蓝色沉淀； $\text{FeCl}_3$  溶液中存在平衡： $[\text{FeCl}_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^-$ ，氯离子浓度过高会使平衡逆向移动，导致  $\text{Fe}^{3+}$  浓度降低， $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{SO}_3^{2-}$  反应生成的  $\text{Fe}^{2+}$  浓度较低，加入  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  溶液后无蓝色沉淀生成；为了验证  $c(\text{Cl}^-)$  对实验的影响，应该先排除氢离子对实验的干扰， $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{FeCl}_3$  溶液(未加入盐酸酸化)，加入  $\text{NaCl}$  调  $c(\text{Cl}^-)$  与实验 I 所相同，若观察到溶液变为褐色，离心分离得到少量蓝色沉淀，说明  $c(\text{Cl}^-)$  过高导致未观察到蓝色沉淀。

【小问 7 详解】

由实验 I~IV，可以得到的结论有： $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SO}_3^{2-}$  发生反应生成了  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $c(\text{H}^+)$  过高会导致  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  无法检验  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $c(\text{Cl}^-)$  过高会导致  $\text{FeCl}_3$  与  $\text{SO}_3^{2-}$  反应生成  $\text{Fe}^{2+}$  较少。



## 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