

太原市 2018-2019 学年第一学期高二期末考试

化学

本试卷为闭卷笔答，答题时间 90 分钟，满分 100 分。

一、选择题（每小题只有 1 个符合题意，每小题 2 分，共 40 分。请将正确选项的序号填入下面答题栏内）

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
答案	D	D	B	C	D	A	C	D	D	B	B	C	C	D	D	C	C	A	B	B

1. 2018 年 9 月，中国国际能源产业博览会在太原召开。下列关于能源说法不正确的是

- A. 煤、石油和天然气的化学能归根到底来自太阳能
- B. 在能源的开发和利用中必须考虑同时考虑对环境的影响
- C. 天然气是一种高效清洁的能源
- D. 我的煤炭储量十分丰富，人类可以无穷无尽地开发

答案：D

解析：A. 煤、石油和天然气的化学能归根到底来自太阳能，故该选项说法正确，不符合题意；B. 能源的不合理使用会造成环境污染，所以在使用中必须考虑对环境的影响；C. 天然气燃烧产生水和二氧化碳，所以是高效清洁的能源；D. 我国煤炭储量丰富，但资源毕竟是有限的，人类不可以无穷无尽地开发。所以 D 选项是正确的。

考点：能源的利用

2. 在密闭容器中进行可逆反应， $V_A : V_B : V_C := 1:3:2$ 气体 A 与 B 反应生成 C，其反应速率分别用 V_A 、 V_B 、 V_C 表示，三者之间有以下关系： $V_B = 3V_A$ ， $3V_C = 2V_B$ ，则此反应的化学方程式为（ ）

- A. $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$
- B. $6A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 3C(g)$
- C. $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$
- D. $A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$

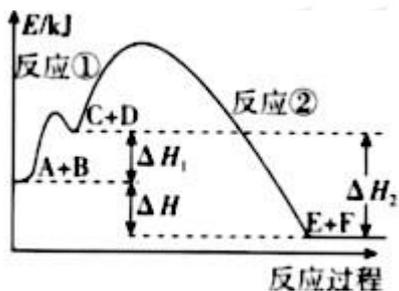


答案：D

解析： $V_B = 3V_A$ ， $3V_C = 2V_B$ ，故 $V_A : V_B : V_C = 1:3:2$ ，化学反应速率之比等化学计量数之比，故此反应可表示为 $A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ ，故选 D。

考点：反应速率的定量表示方法

3. 某反应使用催化剂后,其反应过程中的能量变化如图,下列说法错误的是()



A. 总反应为放热反应

B. 使用催化剂后,活化能不变

C. 反应①是吸热反应

D. $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$

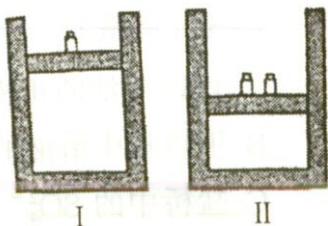
答案：B

解析:因为反应物的总能量比生成物总能量高,故总反应为放热反应,A 正确;加入催化剂,改变反应的活化能,B 错误;因为①中反应物的总能量比生成物总能量低,故反应①为吸热反应,②中反应物的总能量比生成物总能量高,故反应②为放热反应,C 正确;根据盖斯定律,D 正确。

考点：反应热及盖斯定律

4. 如图所示,相同温度下,在容器 I 和 II 中分别充入等物质的量的 HI,发生反应

$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ 。下列关于反应起始时容器 I 和 II 中活化分子的说法不正确的是()。



A. I 和 II 中活化分子数相同



- B. I 和 II 中活化分子百分数相同
C. I 和 II 中单位体积内活化分子数相等
D. I 中活化学反应速率比 II 中的小

答案：C

解析:容器 I 和 II 中分别充入等物质的量的 HI, 发生反应 $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$, 由图可以知道, II 的压强大, 则 II 中反应速率大, 因该反应为气体体积不变的反应, 压强增大, 平衡不移动, 则正逆反应速率始终相等, I 和 II 中活化分子百分数相等, 活化分子百分数相等。但体积不同, 所以选 C 项。

综上所述, 本题正确答案为 C。

考点: 活化分子数的概念。

- 5、室温下, 设 1L pH=6 的 AlCl_3 溶液中, 由水电离出的 H^+ 物质的量为 n_1 ; 1L pH=6 的 HCl 溶液中, 由水电离出的 H^+ 物质的量为 n_2 。则 n_1/n_2 的值是()
A. 0.01 B. 1 C. 10 D. 100

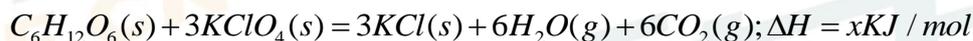
答案：D

解析: 酸或碱抑制水电离, 含有弱离子的盐促进水电离, 所以盐酸抑制水电离, 氯化铝促进水电离, pH=6 的 1L 盐酸中, 水电离出 $n(\text{H}^+) = 10^{-14}/10^{-6} \text{mol/L} \times 1\text{L} = 10^{-8} \text{mol}$, 氯化铝溶液中水电离出氢离子浓度等于溶液中氢离子浓度, 所以 1L pH=6 的氯化铝溶液中水电离出

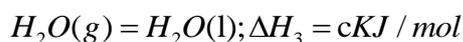
$n(\text{H}^+) = 10^{-6} \text{mol/L} \times 1\text{L} = 10^{-6} \text{mol}$, 则 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{10^{-6} \text{mol}}{10^{-8} \text{mol}} = 100$, 故选 D。

考点: pH 的简单计算, 水的电离

- 6、一种新型火药用高氯酸钾代替硝酸钾, 用糖类代替木炭和硫磺, 可避免二氧化硫等有害物质的排放, 这种新型火药爆炸的热化学方程式:



已知: 葡萄糖的燃烧热: $\Delta H_1 = a\text{KJ} / \text{mol}$



则 x 为 ()

A. $a+3b-6c$.

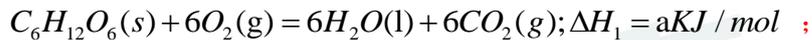
B. $6c+3a-b$

C. $a+b-6c$

D. $6c+a-b$

答案: A

解析: 葡萄糖的燃烧热方程式为



考点: 燃烧热, 盖斯定律的计算

7. 关于水解应用的说法, 错误的是 ()

A. 在氯化铵的浓溶液中加入镁粉会产生气泡

B. 配制氯化铁溶液时, 将氯化铁溶液在较浓的盐酸中再水稀释

C. 硫酸铵和草木灰混合施用到农田可以增强肥效

D. 可用油脂的碱性水解来制备肥皂和甘油

答案: C

解析:

A. 氯化铵水解显酸性, 加入镁粉后, 和水解产生的氢离子反应放出氢气, 所以 A 选项是正确的。

B. 氯化铁溶液中水解显酸性, $FeCl_3 + H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + 3HCl$, 加入对应盐酸抑制水解, 所以 B 选项是正确的;

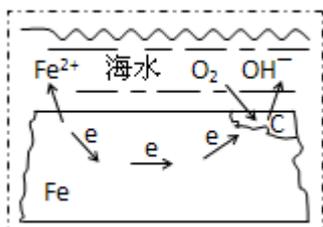
C. 草木灰是强碱弱酸盐, 水解显碱性, 硫酸铵是强酸弱碱盐, 水解显酸性, 混合后会发生反应, $2NH_4^+ + CO_3^{2-} = CO_2 \uparrow + 2NH_3 \uparrow + H_2O$, 肥效降低, 故 C 错误;

D. 油脂在碱性环境下, 水解生成高级脂肪酸钠和甘油, 肥皂的主要成分为高级脂肪酸钠, 该反应即为皂化反应。

考点: 盐类的水解

8. 如图表示钢铁在海水中的锈蚀过程的模型, 以下有关说法正确的是 ()





- A. 该金属腐蚀过程为析氢腐蚀
- B. 正极为 C,发生的反应为氧化反应
- C. 在强酸性条件下发生的是吸氧腐蚀
- D. 正极反应为: $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$

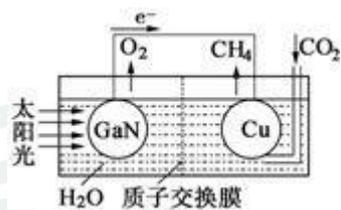
答案: D

解析:钢铁中含有铁和碳,在潮湿的环境中构成原电池,铁作负极,碳作正极.

- A、从图中看出,空气中的氧气减少,所以发生了吸氧腐蚀,故 A 错误;
- B、碳作正极,发生的反应为还原反应,故 B 错误;
- C、在酸性环境下,原电池的正极发生氢离子得电子的还原反应,析出氢气,即在酸性条件下发生的是析氢腐蚀,故 C 错误;
- D、吸氧腐蚀时,氧气在正极发生得电子的还原反应: $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$,所以 D 选项是正确的.

考点:金属的腐蚀,析氢腐蚀和吸氧腐蚀。

9.人工光合系统装置(如图)可实现以 CO_2 和 H_2O 合成 CH_4 . 下列有关说法不正确的是()



- A. 该装置中铜为正极
- B. 电池工作时 H^+ 向 Cu 电极移动
- C. GaN 电极表面的电极反应式为: $2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$
- D. 反应 $CO_2 + 2H_2O = CH_4 + 2O_2$ 中每消耗 1mol CO_2 转移 4mol e^-

答案 D



解析：A、根据图知，该装置中有太阳能转化为化学能、化学能转化为电能，则为原电池，根据电子流向知铜为正极，所以 A 选项是正确的；

B、电池工作时， H^+ 向正极 Cu 电极移动，故 B 错误；

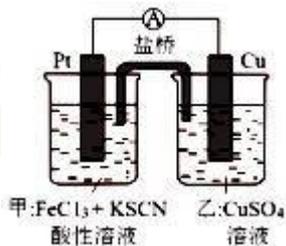
C、GaN 是负极，负极反应式为 $2H_2O - 4e^- = O_2 + 4H^+$ ，所以 C 选项是正确的；

D、反应 $CO_2 + 2H_2O = CH_4 + 2O_2$ 中每消耗 1mol CO_2 转移 8mol e^- ，故 D 错误；

所以 D 选项是正确的。

考点：原电池的应用原理

10. 某兴趣小组设计了如图所示原电池装置（盐桥中吸附有饱和溶液）。下列说法正确的是（）



A: 该原电池的正极反应是

B: 甲烧杯中溶液的血红色逐渐变浅

C: 盐桥中的流向甲烧杯

D: 若将甲烧杯中的溶液换成稀硝酸，电流表指针反向偏转

答案 B

解析：B 项，Pt 电极为正极，电极反应为 $Fe^{3+} + e^- = Fe^{2+}$ ， HNO_3 氧化 Fe^{3+} 逐渐减少， $Fe(SCN)_3$ 也减少，红色变浅，故 B 项正确；

A 项，Pt 电极为正极，故 A 项错误；

C 项，甲中 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} ，可结合的阴离子减少，阴离子向乙烧杯移动，故 C 项错误；

D 项，将甲中的溶液换成稀硝酸后，由 Fe^{3+} 氧化 Cu 变为了 HNO_3 氧化 Cu，对正负极的反应没有影响，电流表指针偏转方向不变，故 D 项错误。

综上所述，本题正确答案为 B。

考点：电解池的综合应用。

11. 下列关于难溶电解质溶解平衡的说法正确的是



- A. 可直接根据 K_{sp} 的数值大小比较难溶电解质在水中的溶解度大小
- B. 在 $AgCl$ 的饱和溶液中，加入蒸馏水， $K_{sp}(AgCl)$ 不变
- C. 难溶电解质的溶解平衡过程是可逆的，且在平衡状态时 $v_{溶解} = v_{沉淀} = 0$
- D. $25^{\circ}C$ 时， $K_{sp}(AgCl) > K_{sp}(AgI)$ ，向 $AgCl$ 的饱和溶液中加入少量 KI 固体，一定有黄色沉淀生成。

答案：B

解析：A 选项通过 K_{sp} 比较难溶电解质溶解度的大小时还应关注该物质的种类，同类型才可以直接直接比较，例如 AB 型和 AB 型物质相互比较。

B 选项 K_{sp} 是一个只与温度有关的函数，所以只要温度不变， K_{sp} 就不会发生改变。

C 选项平衡时 $v_{溶解} = v_{沉淀}$ ，但是不等于 0

D 沉淀需要看 $c(Ag^+) \cdot c(I^-)$ 是否等于 $K_{sp}(AgI)$

考点：沉淀的溶解平衡， K_{sp}

12. 常温下，用铂作电极电解 $1L$ ， $1mol L^{-1}$ 的氯化钠溶液，当收集到 $1.12L$ 氯气（标准状况）时，溶液的 pH 约为（不考虑气体溶解，忽略溶液体积变化）

- A.1 B.7 C.13 D.14

答案：C

解析：阴极方程式为 $2Cl^- - 2e^- = Cl_2$ 标况下， $1.12L$ 氯气等于 $0.05mol$ 氯气，所以总共转移的电子数为 $0.1mol$ 。阳极方程式为 $2H_2O - 2e^- = H_2 + 2OH^-$ ，所以氢氧根的物质的量为 $0.1mol$ 所以氢氧根的浓度为 $0.1mol L^{-1}$ ，所以 pH 为 13

考点：电解池的相关计算， pH 的相关计算。

13. 常温下，有浓度均为 $0.1mol/L$ 、体积均为 $100ml$ 的两种一元酸 HX 、 HY 溶液，下列叙述不正确的是（ ）

- A. 若此时 HY 溶液的 $pH=3$ ，则 HY 是弱酸
- B. 若分别加入 $0.01mol NaOH$ 固体，则酸碱恰好完全中和
- C. 若分别加入 $0.01mol NaOH$ 固体，则所得溶液的 pH 均为 7
- D. 若此时 HX 溶液的 $pH=1$ ，则由水电离出的 $C(H^+) = 1 \times 10^{-13} mol/L$

答案：C

解析：A. 若 HY 为强酸， $0.1mol/L$ 时 pH 为 1，现在 pH 为 3，说明部分电离，所以 HY 为弱



酸，A 正确。B.酸的物质的量 $n=c \times v=0.1\text{mol/L} \times 0.1\text{L}=0.01\text{mol}$,加入 0.01molNaOH 时恰好中和，B 正确。C.若 HX,HY 为强酸，生成盐溶液的 PH 为 7，若为弱酸，生成盐溶液 PH 大于 7，C 错误。若此时 HX 溶液的 PH=1，溶液中的 $C(H^+) = 1 \times 10^{-1}\text{mol/L}$ 则由水电离出的 $C(H^+) = 1 \times 10^{-13}\text{mol/L}$ ，D 正确。

考点：弱电解质的电离

14、一般较强酸可制取较弱酸，这是复分解反应的规律之一。已知在常温下测得浓度均为 0.1mol/L 的下列 3 种溶液的 PH:

溶质	NaHCO_3	Na_2CO_3	NaClO
PH	8.34	11.6	10.3

下列有关说法正确的是 ()

以上溶液的 PH 是用广泛 PH 试纸测定的

反应 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaClO} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HClO}$ 可以发生

室温下，电离常数： $K_2(\text{H}_2\text{CO}_3) > K(\text{HClO})$

在新制氯水中加入少量 NaHCO_3 固体可以提高溶液中 HClO 的浓度

答案：D

解析：A.广泛 PH 试纸只能测得 PH 的整数部分，A 错误。B.酸性 $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO} > \text{HCO}_3^-$ 应生成 NaHCO_3 ，反应不能发生，故 B 错误；C.室温下电离常数 $K(\text{HClO}) > K_2(\text{H}_2\text{CO}_3)$ ，因为 Na_2CO_3 的碱性比 NaClO 的强。D. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ ，加入 NaHCO_3 固体会和 HCl 反应，平衡正向移动， HClO 的浓度增大，D 正确

考点：盐类水解，强酸制弱酸

15.常温下，下列关于溶液中粒子浓度大小关系的说法正确的是 ()

A. $0.1\text{mol/LNa}_2\text{CO}_3$ 溶液中： $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

B. 0.1mol/L 的 NH_4Cl 溶液和 0.1mol/L 的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液等体积混合后溶液中：

$c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

C.醋酸钠溶液中滴加醋酸溶液，则混合溶液一定有： $c(\text{Na}^+) < c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$

D. 0.1mol/L 的 NaHS 溶液中： $c(\text{OH}^-) + c(\text{S}^{2-}) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{S})$



答案：D

解析：A 选项考察 Na_2CO_3 溶液中的物料守恒，正确关系式为 $c(Na^+) = 2c(CO_3^{2-}) + 2c(HCO_3^-) + 2c(H_2CO_3)$ ；B 选项 $NH_3 \cdot H_2O$ 的电离大于 NH_4^+ 的水解，溶液显碱性，离子浓度大小应该为 $c(NH_4^+) > c(Cl^-) > c(OH^-) > c(H^+)$ ；C 选项由于醋酸根离子的水解，所以在滴加醋酸的过程中不是一定存在 $c(Na^+) < c(CH_3COO^-)$ ，C 错误；D 选项考察 $NaHS$ 溶液的质子守恒，正确。

考点：溶液中离子浓度大小比较，溶液中三大守恒应用

16. 测定 $0.1mol/L Na_2SO_3$ 溶液先升温再降温过程中的 PH ，数据如下。

时刻	①	②	③	④
温度/ $^{\circ}C$	25	30	40	25
pH	9.66	9.52	9.37	9.25

实验过程中，取①、④时刻的溶液，加入盐酸酸化的 $BaCl_2$ 溶液做对比实验，④产生白色沉淀多。下列说法不正确的是（ ）。

- A: 此实验中 Na_2SO_3 溶液的 PH 是由 PH 计测定的
- B: ④与①的 PH 不同，是由于 SO_3^{2-} 浓度减小造成的
- C: ①→③的过程中，温度和浓度对水解平衡移动方向的影响一致
- D: ①与④的 K_w 值相等

答案：C

解析：C 项，由①②③升温过程，溶液的 PH 减小，可知溶液中存在 $SO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HSO_3^- + OH^-$ 。①→③的过程，升高温度， PH 减小，说明 $c(OH^-)$ 减小，平衡逆向移动，而增加亚硫酸根离子的浓度，则可以促进平衡的正向移动，所以浓度和温度对平衡的移动方向影响不一致，故 C 项错误；

A 项， PH 计测量更精确，精确度可达到 0.01 或更高精度。故 A 项正确；

B 项，④时刻的溶液中产生的白色沉淀 $BaSO_4$ 比较①时刻的溶液较多，说明④中 $c(SO_4^{2-})$

较多，即有部分 $c(SO_3^{2-})$ 转化成为 $c(SO_4^{2-})$ ， $c(SO_3^{2-})$ 减少，故 B 项正确；D 项，平衡



常数 K_w 是温度函数，①④温度相等， K_w 值相等，故 D 项正确。

考点：影响盐类水解的因素，水解平衡常数考察

17. 在 25℃ 时，密闭容器中 X、Y、Z 三种气体的初始浓度和平衡浓度如下表：

物质	X	Y	Z
初始浓度/(mol L ⁻¹)	0.1	0.2	0
平衡浓度/(mol L ⁻¹)	0.05	0.05	0.1

下列说法正确的是

- A. 反应达到平衡时，X 和 Y 的转化率相等
- B. 增大压强使平衡向生成 Z 的方向移动，平衡常数增大
- C. 反应可表示为 $X+3Y \rightleftharpoons 2Z$ ，其平衡常数为 1600
- D. 若该反应的正反应方向为放热反应，升高温度，化学反应速率增大，反应的平衡常数也增大

答案：C

答案解析：

A. 由图表数据可以计算，

X 的转化率为 $(0.05 \text{ mol L}^{-1} / 0.1 \text{ mol L}^{-1}) \times 100\% = 50\%$ ，

Y 的转化率为 $(0.15 \text{ mol L}^{-1} / 0.2 \text{ mol L}^{-1}) \times 100\% = 75\%$ ，A 错误；

B. 对于一个可逆反应，平衡常数与浓度、压强和催化剂无关，只与温度有关，故 B 错误；

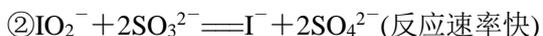
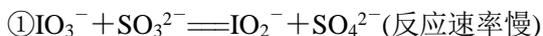
C. 图表中 X、Y、Z 的变化量依次为 0.05 mol L^{-1} 、 0.15 mol L^{-1} 、 0.1 mol L^{-1} ，其浓度变化比为 1: 3: 2，即化学计量数之比为 1: 3: 2，故该反应可表示为 $X+3Y \rightleftharpoons 2Z$ ，将表中平衡

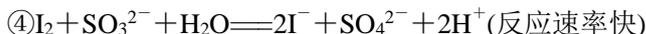
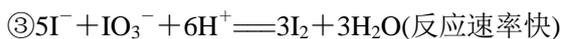
时各物质的浓度代入平衡常数表达式计算，
$$K = \frac{(0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2}{(0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) \cdot (0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^3} = 1600$$
，C 正确；

D. 由于该反应的正反应方向为放热反应，因此，升高温度，化学平衡向逆反应方向移动，平衡常数减小，D 错误。

考点：化学反应速率与化学平衡

18. 已知 Na_2SO_3 和 KIO_3 反应过程和机理较复杂，一般认为分以下①~④步反应。





下列说法不正确的是:

IO_2^- 和 I^- 是该反应的催化剂

B. 此反应总反应速率由反应①决定

C. 此反应①中氧化剂是 IO_3^- , 反应③中还原剂是 I^-

D. 若生成 0.5mol 碘单质, 则总反应中有 5mol 电子转移

答案: A

解析:

A. 如果一个反应需要多步进行, 前一步的生成物作为后一步的反应物, 那么这个物质就是中间产物, IO_2^- 和 I^- 是该反应的中间产物

B. 此反应的 4 个步骤中, ②③④为快反应, 是瞬间完成的, 而①为慢反应, 直接决定了整个反应进行的快慢。

C. 根据氧化还原反应的定义可以知道反应①中氧化剂是 IO_3^- , 反应③中还原剂是 I^-

D. 总反应为 $5Na_2SO_3 + 2KIO_3 + H_2SO_4 \rightleftharpoons 5Na_2SO_4 + K_2SO_4 + I_2 + H_2O$ 。从总反应看生成 1mol 碘单质转移 10mol 电子, 所以若生成 0.5mol 碘单质, 则总反应中有 5mol 电子转移

考点: 催化剂; 氧化还原反应; 化学反应原理

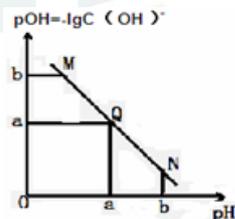
19. 某温度下, 向一定体积 0.1mol/L 醋酸溶液中逐滴加入等浓度的 NaOH 溶液, 溶液中 pOH 与 pH 的变化关系如图所示, 则正确的是()

A. M 点所示溶液导电能力强于 Q 点

B. N 点所示溶液中 $c(Na^+) > c(CH_3COO^-)$

C. Q 点所示的溶液 PH 一定等于 7

D. Q 点加入 NaOH 溶液的体积等于醋酸溶液的体积



【答案】B

【解析】A. 由于醋酸是弱酸, 电离程度很小, 离子浓度也较小, M 点溶液的导电能力最弱, 故 A 错误;

B. N 点所示溶液为碱性, 根据溶液电荷守恒判断出此时 $c(Na^+) > c(CH_3COO^-)$, 故 B 正确;

C. Q 点的 $pOH = pH$, 溶液为中性, 但温度不确定, 所以 PH 不一定为 7



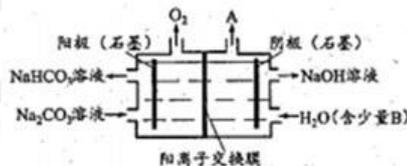
D. Q点的 $pOH=pH$, 溶液为中性, 而两者等体积混合后生成醋酸钠, 水解显碱性。则所加 $NaOH$ 溶液体积略小于醋酸溶液的体积, 故 D 错误。

故选 B。

【考点】: 酸碱混合时的定性判断及有关 pH 的计算

20、工业上电解 Na_2CO_3 的原理如图所示。下列说法不正确的是()

- A. 阴极产生的物质 A 是 H_2
- B. 电解一段时间后, 阳极附近溶液的 PH 将增大
- C. 该离子交换膜应为阳离子交换膜
- D. 阳极电极反应为 $4CO_3^{2-}+2H_2O-4e^-=4HCO_3^-+O_2\uparrow$



答案 B

解析装置图分析阳极电极附近氢氧根离子放电生成氧气, 溶液中氢离子浓度增大和碳酸钠反应生成碳酸氢钠, 阴极电极附近氢离子放电生成氢气, 水电离平衡被破坏, 溶液中氢氧根离子浓度增大, 生成氢氧化钠, 阳离子交换膜允许阳离子通过, 阴离子不能通过。故选

B

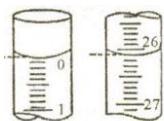
考点电化学—电解池原理, 电极方程式

二、必做题 (本题包括 3 小题, 共 40 分)

21. 现用 $0.1000\text{mol/L KMnO}_4$ 酸性溶液滴定未知浓度的无色 $H_2C_2O_4$ 溶液(体积为 20.00mL)。

请回答下列问题

- (1) 该反应的离子方程式是_____。
- (2) 盛放高锰酸钾溶液的是_____ (填“酸式”或“碱式”)滴定管, 其原因
- (3) 滴定终点的现象为
- (4) 若某次滴定开始和结束时, 滴定管中的液面如图所示, 则终点的读数为 _____ mL 。小明同学根据 3 次实验求得平均消耗高锰酸钾溶液的体积为 $V\text{mL}$, 请计算该 $H_2C_2O_4$ 溶液的物质的量浓度为 _____ mol/L



- (5) 下列操作使测定结果偏低的是_____ (填字母)。



- A. 酸式滴定管未用标准液润洗直接注入 KMnO_4 标准液
- B. 滴定前盛放草酸溶液的锥形瓶用蒸馏水洗净后没有干燥
- C. 酸式滴定管尖嘴部分在滴定前没有气泡, 滴定后有气泡
- D. 读取 KMnO_4 标准液时, 开始仰视读数, 滴定结束时俯视读数

答案: (1) $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$

(2) 酸式, 高锰酸钾会把碱式滴定管的橡胶氧化。

(3) 当滴入最后一滴标准液时, 溶液由无色变为紫红色, 且半分钟内不褪色。

(4) 26.10 0.0125V

(5) CD

解析: (1) 高锰酸钾和草酸滴定属于氧化还原反应, 变价元素为锰和碳, 锰由+7价变为+2价, 碳由+3价变为+4价, 然后进行配平。

(2) 高锰酸钾有强氧化性, 能氧化橡胶。

(3) Mn^{2+} 为无色, MnO_4^- 为紫红色, 所以滴定终点是无色变为紫红色。

(4) 视线与凹液面最低处相平, 初始读数为 0, 终点读数为 26.10ml。

$C(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = (0.1\text{V} \times 5) / 2 \times 2 = 0.125\text{V}$

(5) A 项, 酸式滴定管未用标准液润洗就直接注入标准液, 造成偏大, 则偏大, 故不选 A 项;

B 项, 滴定前盛放草酸溶液的锥形瓶用蒸馏水洗净后没有干燥, 对无影响, 则不变, 故不选 B 项。

C 项, 酸式滴定管尖嘴部分在滴定前没有气泡, 滴定后有气泡, 造成偏小, 则偏小,

故选 C 项; D 项, 读取标准液时, 开始仰视读数, 滴定结束时俯视读数, 造成偏小, 则偏

小, 故选 D 项; 综上所述, 本题正确答案为 CD

22. 已知氢硫酸是一种二元弱酸, 请回答以下问题:

(1) 已知 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHS}$ 溶液显碱性, 则 $c(\text{S}^{2-})$ _____ $c(\text{H}_2\text{S})$ (填“>”“<”或“=”)。

(2) 常温下, 向 $0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2S 溶液中逐滴滴入 $0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液至中性, 此时溶液中以下所示关系不正确的是 _____ (填字母)。

A. $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14}$

B. $c(\text{Na}^+) = c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-})$

C. $c(\text{Na}^+) > c(\text{HS}^-) + c(\text{S}^{2-}) + c(\text{H}_2\text{S})$

D. $c(\text{H}_2\text{S}) > c(\text{S}^{2-})$



(3) 已知常温下, CaS 饱和溶液中存在平衡 $\text{CaS} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq}) \Delta H > 0$ 。

① 温度升高时, $K_{\text{SP}}(\text{CaS}) =$ _____ (填“增大”“减少”或“不变”, 下同)。

② 滴加少量浓盐酸时, $c(\text{Ca}^{2+})$ _____, 原因是 _____ (用文字和离子方程式说明)。

③ 若向 CaS 饱和溶液中加入 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中, 生成一种黑色固体物质, 写出该过程中反应的离子方程式: _____。

【答案】

(1) < (2) C (3) ① 增大

② 增大 加入盐酸, 增大氢离子的浓度, 氢离子和硫离子结合, 降低硫离子的浓度, 导致 $\text{CaS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$ 溶解平衡正向移动

③ $\text{CaS}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq})$

【解析】

(1) 因为 NaHS 溶液显碱性, 水解大于电离, 所以 $c(\text{S}^{2-}) < c(\text{H}_2\text{S})$ 。

(2) 因为溶液为中性, 且是常温, 所以 $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14}$, 所以 A 正确; 电荷守恒, 氢离子浓度等于氢氧根离子的浓度, 所以 $c(\text{Na}^+) = c(\text{HS}^-) + 2c(\text{S}^{2-})$, 所以 B 正确; 因为 B 选项正确, 带入 CD 选项。即可得 C 错, D 对。

(3) ① 正反应为吸热反应, 温度升高, 向正反应方向进行, 所以 $K_{\text{SP}}(\text{CaS})$ 增大

② 增大 加入盐酸, 增大氢离子的浓度, 氢离子和硫离子结合, 降低硫离子的浓度, 导致 $\text{CaS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$ 溶解平衡正向移动

③ 黑色固体为 CuS , 所以 $\text{CaS}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq})$

【考点】 水解电离程度; 溶液中离子浓度的关系; 沉淀溶解平衡; 平衡移动

23. (16分) 研究表明: 丰富的 CO_2 可以作为新碳源, 解决当前应用最广泛的碳源(石油和天然气)枯竭危机, 同时又可缓解由 CO_2 累积所产生的温室效应, 实现 CO_2 的良性循环。

(1) 目前工业上有一种方法是用 CO_2 加氢合成低碳烯烃。现以合成乙烯(C_2H_4)为例、该过程分两步进行:



第一步: $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g) \quad \Delta H = +41.3 kJ \cdot mol^{-1}$

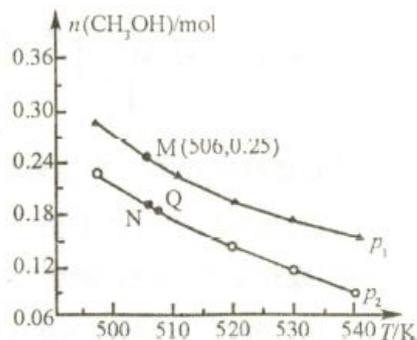
第二步: $2CO(g) + 4H_2(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + 2H_2O(g) \quad \Delta H = -210.5 kJ \cdot mol^{-1}$

① CO_2 加氢合成乙烯的热化学方程式为_____。

② 一定条件下的密闭容器中, 上述反应达到平衡后, 要加快反应速率并提高 CO_2 的转化率, 可以采取的措施是_____ (填字母)。

A. 减小压强 B. 增大 H_2 浓度 C. 加入合适的催化剂 D. 分离出水蒸气

(2) 另一种方法是将 CO_2 和 H_2 在 $230^\circ C$ 催化剂条件下生成甲醇蒸气和水蒸气, 在不同条件下测得平衡时甲醇的物质的量随温度、压强的变化如图所示。若在 10L 恒容密闭容器中投入 1mol CO_2 和 2.75mol H_2 , 发生反应: $CO_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g) + H_2O(g)$ 。



① 能判断该反应达到化学平衡状态的是_____ (填字母)。

A. $c(H_2):c(CH_3OH)=3:1$

B. 容器内氢气的体积分数不再改变

C. 容器内气体的密度不再改变

D. 容器内压强不再改变

② 上述反应的 ΔH _____ 0 (填“>”或“<”), 图中压强 $p1$ _____ $p2$ (填“>”或“<”)。

③ 经测定知 Q 点时容器的压强是反应前压强的 $9/10$, 则 Q 点 CO_2 的转化率为

④ M 点时, 该反应的平衡常数 $K=$ _____ (计算结果保留两位小数)。

(3) 用生石灰吸收 CO_2 可生成难溶电解质 $CaCO_3$, 其溶度积常数 $K_{sp}=2.8 \times 10^{-9}$ 。现有一物质的量浓度为 $2 \times 10^{-4} mol/L$ 纯碱溶液, 将其与等体积的 $CaCl_2$ 溶液混合, 则生成沉淀所需 $CaCl_2$ 溶液的最小浓度为 _____ mol/L。

答案:



(1). $2\text{CO}_2+6\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})+4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H=-127.9\text{kJ/mol}$; B

(2).bd; <; >; 18.75%; 1.04

(3). 5.6×10^{-5}

考点：利用盖斯定律计算反应热，化学平衡状态的判断，化学平衡图像，转化率及平衡常数的计算， K_{sp} 的计算。

解析：

(1) ①设第一步反应： $\text{CO}_2(\text{g})+\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{CO}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1=+41.3\text{kJ mol}^{-1}$

第二步反应： $2\text{CO}(\text{g})+4\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})+2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2=-210.5\text{kJ mol}^{-1}$

由题可以推出二氧化碳加氢合成乙烯的化学方程式为： $2\text{CO}_2+6\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})+4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，因此由盖斯定律可以得到： $\Delta H=2\Delta H_1+\Delta H_2=241.3\text{kJ mol}^{-1}+-210.5\text{kJ mol}^{-1}=-127.9\text{kJ/mol}$ 。

②A 选项减小压强，平衡正向移动， CO_2 的转化率增大，但是反应速率减小；B 选项增大氢气浓度，平衡正向移动， CO_2 的转化率增大，反应速率也增加；C 选项加入合适的催化剂，反应速率增大，平衡不移动， CO_2 的转化率不变；D 选项分离出水蒸气后，平衡正向移动， CO_2 的转化率升高，但是反应速率降低。因此答案为 B。

(2) ①A 选项平衡时，氢气和甲醇的浓度不一定具备化学计量数的比例关系，不能判断该反应达到化学平衡状态，错误；B 选项达平衡时，各物质的含量都不再改变，氢气的体积分数恒定，可以判断该反应达到化学平衡状态，正确；C 选项该反应为恒容容器，反应前后物质总质量不变，因此密度恒不变；D 选项该反应是在恒容容器中进行，并且反应前后系数不同，因此压强不变时达到平衡。答案为 BD。

②由图可知，升高温度，甲醇物质的量减少，因此可推出升高温度，平衡逆向移动，因此 $\Delta H<0$ ；该反应增大压强，平衡正向移动，甲醇物质的量增加，因此 $P_1>P_2$ 。

③设达到平衡时的转化了的 CO_2 为 $x\text{mol}$

$2\text{CO}_2+6\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})+4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

始 1 2.75 0 0

转 x 3x x x

平 $1-x$ $2.75-3x$ x x

因此 $\frac{(1-x)+(2.75-3x)+x+x}{3.75} = \frac{9}{10}$ ，解得 $x=0.1875\text{mol}$ ，因此 CO_2 的平衡转化率为 18.75%。



④由图可知，M点甲醇物质的量为0.25mol，因此：



始 1 2.75 0 0

转 0.25 0.75 0.25 0.25

平 0.75 2 0.25 0.25

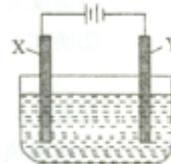
$$\text{化学平衡常数 } K = \frac{0.25 \times 0.25}{0.75 \times 2^3} \approx 1.04$$

(3) 由沉淀形成的条件知，要产生沉淀必须满足： $c(\text{Ca}^{2+})c(\text{CO}_3^{2-}) > 2.8 \times 10^{-9}$ ，因等体积混合， $c(\text{CO}_3^{2-}) = 1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ ，故混合溶液中 $c(\text{Ca}^{2+})$ 应大于 $2.8 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ ，则混合前 $c(\text{CaCl}_2)$ 至少应为 $5.6 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ 。

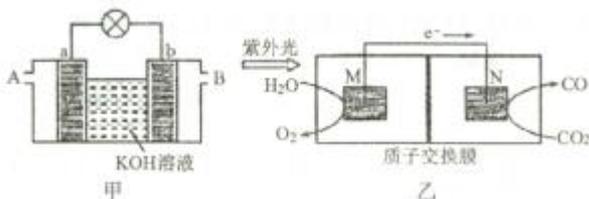
三. 选做题（以下两组题任选一组作答，共20分，A组较简单，若两组都做，按A组计分）

A组

24. (8分) (1) 电解原理具有广泛应用，如图为在铁上镀铜的简易装置示意图，则X极材料为_____，电极反应式为_____；电解质溶液为_____。



(2) 燃料电池是一种将燃料所具有的化学能直接转化成电能的装置。



①以多孔铂为电极，如图甲装置中A、B口分别通入 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 和 O_2 构成燃料电池模型，

该电池负极的电极反应式为_____。

②科学家研究了转化温室气体的方法，利用图乙所示装置可以将 CO_2 转化为气体燃料 CO ，

该电池正极的电极反应式为_____。

答案：(1) Cu (1分) $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$ CuSO_4 溶液



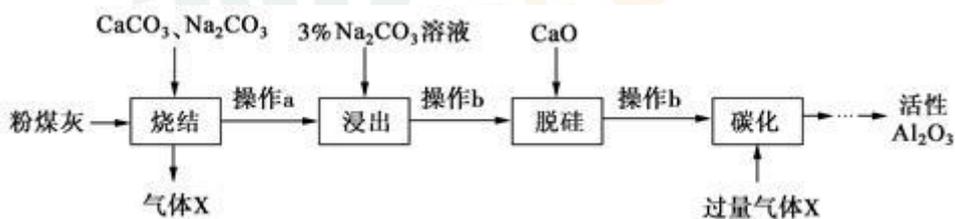
解析：镀层金属做阳极，待镀金属做阴极。电解质溶液应为镀层金属阳离子的溶液。

(2)①负极失电子，电解质溶液为碱性，根据电荷守恒和质量守恒易写出电极反应式

②根据图中所示电子流向可得 CO_2 为正极，所以 CO_2 得电子生成 CO ，又因为是质子交换膜， H^+ 向正极移动。根据电荷守恒和质量守恒易得电极反应式。

考点：考查电化学知识

25.粉煤灰是燃煤电厂的废渣，主要成分为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和 C 等。实验室模拟工业从粉煤灰提取活性 Al_2O_3 ，其流程如下图：



已知烧结过程的产物主要是 $NaAlO_2$ 、 Ca_2SiO_4 、 $NaFeO_2$ 和 Na_2SiO_3 等

(1) 写出烧结过程中铝元素转化的化学方程式 _____。

(2) 操作 a 为冷却、研磨，其中研磨的目的是 _____。

(3) ①浸出过程中， $NaFeO_2$ 可完全水解，生成沉淀为 _____。

② $3\% Na_2CO_3$ 溶液显 _____ (填“酸性”、“碱性”或“中性”)，请用离子方程式解释：_____。

(4) 操作 b 所用的玻璃仪器有漏斗、_____、_____。

(5) “碳化”时，通入过量气体 x 主要成分的化学式为_____。

(6) 工业上电解 Al_2O_3 制备 Al 是为使 Al_2O_3 在较低温下融化，通常加入_____。

电解过程中做阳极的石墨易消耗，原因是_____。

答案 (1) $Al_2O_3 + Na_2CO_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2NaAlO_2 + CO_2 \uparrow$

(2) 增大反应物的接触面积或加快反应速率或提高烧结产物浸出率。

(3) ① $Fe(OH)_3$

② 碱性， $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$ $HCO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$ (可



写可不写)

(4) 玻璃棒、烧杯

(5) CO_2

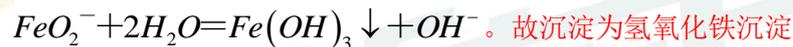
(6) 冰晶石 (Na_3AlF_6)，石墨电极被阳极上产生的氧气氧化。

解析:根据题给工艺流程和信息知, 烧结过程中氧化铝和碳酸钠反应生成偏铝酸钠和二氧化碳, 化学方程式为



(2) 操作 a 为冷却、研磨, 其中研磨的目的是增大反应物的接触面积, 加快反应速率, 提高烧结产物浸出率。

(3) ① $NaFeO_2$ 完全水解生成氢氧化铁沉淀和氢氧化钠, 水解反应的离子方程式为



② Na_2CO_3 显碱性, 原因是由于碳酸根水解: $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + OH^-$



(4) 操作 b 为分离固液混合物的操作, 名称是过滤, 所用的玻璃仪器有漏斗、玻璃棒和烧杯。

(5) 根据题给流程知, “碳化”过程为偏铝酸钠生成沉淀 $Al(OH)_3$, 故过程中应该通入 CO_2 。

(6) 为使 Al_2O_3 在较低温下融化应加入冰晶石; 阳极上产生的氧气会氧化石墨电极。

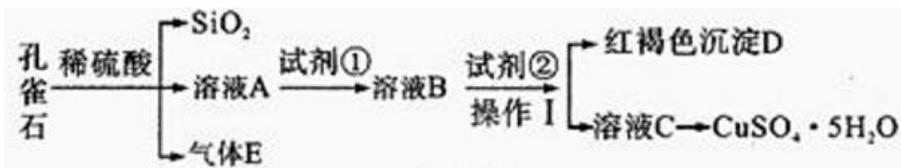
考点: 以粉煤灰制备氧化铝的工艺流程为载体考查化学方程式、离子方程式的书写, 化学实验基本操作及物质的分离、提纯。

B 组

B 组

24. 孔雀石主要含 $Cu_2(OH)_2CO_3$, 还含少量 Fe 、 Si 的化合物。某工厂以孔雀石为主要原料制备 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, 主要步骤如下:





已知该条件下，通过调节溶液的酸碱性而使 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 生成沉淀的 pH 分别如下：

物质	开始沉淀时的 pH	完全沉淀时的 pH
$Fe(OH)_3$	2.2	3.2
$Fe(OH)_2$	7.6	9.6
$Cu(OH)_2$	4.7	6.4

请回答下列问题：

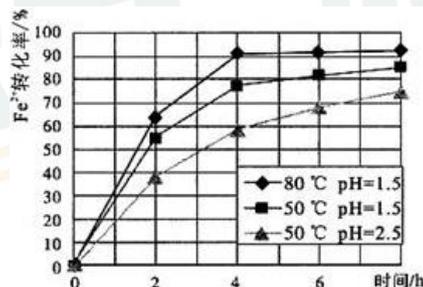
为了提高孔雀石酸浸时的速率，除适当增加浓硫酸浓度外，还可以采取的措施有：
(写一种)。

试剂①是双氧水，把 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+}

的目的是_____。

根据如图有关数据，你认为工业上

氧化操作时应采取的条件是_____。



试剂②为 CuO ，其目的是调节溶液的 pH 保持在_____范围。操作 I 的名称是_____。

(4) 溶液 C 得到 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 的主要步骤是_____、_____、过滤、洗涤、干燥。

答案 (1) 适当提高反应温度 (或搅拌、将矿石研磨成粉末等其他合理答案)

(2) 调节 pH 时， Fe^{3+} 在 Cu^{2+} 开始沉淀之前就能沉淀完全，从而把杂质铁除去；溶液温度控制在 $80^{\circ}C$ ，PH 控制在 1.5，氧化时间为 4 小时左右。

(3) $3.2 \leq pH \leq 4.7$ ；过滤。

(4) 蒸发浓缩、冷却结晶。

解析：(1) 提高反应速率的措施：增加反应物浓度、固体反应增加反应物接触面积、提高温度等；(2) 要制备 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ，则必须除去 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 。根据表中数据可知要通过沉淀法直接除去 Fe^{2+} ，则 Cu^{2+} 也将被同时除去，所以应该把 Fe^{2+} 氧化生成 Fe^{3+} ，然后再通

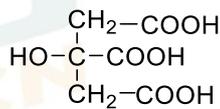


过沉淀法除 Fe^{3+} 。根据图像可知，在 $80^{\circ}C$ 、 pH 等于 1.5 时转化率最高，所以应该控制的条件就是溶液温度控制在 $80^{\circ}C$ ， pH 控制在 1.5，氧化时间为 4 小时左右。

(3) 使 Fe^{3+} 沉淀完全，且 Cu^{2+} 不沉淀，根据表中数据可知，其 $3.2 \leq pH \leq 4.7$ 时可实现此过程。要分离固液混合物，需要过滤。

(4) 由溶液制得晶体，应进行蒸发、冷却结晶、过滤等操作。

25.(8分)



(1) 柠檬酸是一种重要的有机酸，其结构简式为 $\begin{array}{c} CH_2-COOH \\ | \\ HO-C-COOH \\ | \\ CH_2-COOH \end{array}$ ，其电离常数 $K_1 = 7.41 \times 10^{-4}$ ， $K_2 = 1.74 \times 10^{-5}$ ， $K_3 = 3.98 \times 10^{-7}$ 。碳酸的电离常数 $K_1 = 4.5 \times 10^{-7}$ ， $K_2 = 4.7 \times 10^{-11}$ 。请回答下列有关问题：

①设计实验证明柠檬酸的酸性比碳酸强：_____。

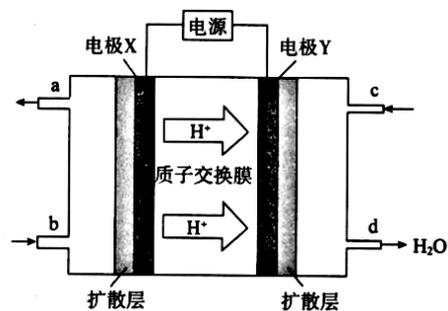
②设计实验证明柠檬酸为三元酸：_____。(2)绿色电源

“二甲醚-氧气燃料电池”的工作原理

如图所示。

①氧气应从 c 处通入，则电极 Y 上发生反应的电极反应式为_____。

②二甲醚(CH_3OCH_3)应从 b 处通入，则电极 X 上发生反应的电极反应式为_____。



答案：(1)①向盛有少量 $NaHCO_3$ 溶液的试管里滴加柠檬酸溶液，有气泡产生(或其它合理设计)

②用 $NaOH$ 标准溶液滴定柠檬酸溶液，消耗 $NaOH$ 的物质的量是柠檬酸的三倍

(2)① $12H^+ + 3O_2 + 12e^- = 6H_2O$ (或 $4H^+ + O_2 + 4e^- = 2H_2O$)

② $CH_3OCH_3 + 3H_2O - 12e^- = 2CO_2 + 12H^+$

解析：(1)①利用强酸制弱酸原理

②磷酸和 $NaOH$ 发生中和反应时，如果磷酸是三元酸，则参加反应的磷酸物质的量应该是 $NaOH$ 的 $1/3$ ，所以用 $NaOH$ 标准溶液滴定碳酸溶液，消耗 $NaOH$ 的物质的量是酸的 3



倍就说明磷酸是三元酸。

(2)根据氢离子移动方向知 Y 为原电池正极, X 为负极, 则 c 处通入的气体是氧气, 根据 d 处生成物知, 正极上发生的反应为 $4H^+ + O_2 + 4e^- = 2H_2O$, b 处通入的物质是二甲醚, X 电极反应式为 $CH_3OCH_3 + 3H_2O - 12e^- = 2CO_2 + 12H^+$, 则 a 处出来的物质是 CO_2 。

考点: (1)考查物质检验实验方案的设计; (2)考察燃料电池电极方程式的书写

