

2008 高中化学竞赛初赛模拟试卷 (4)

(时间: 3 小时 满分: 100 分)

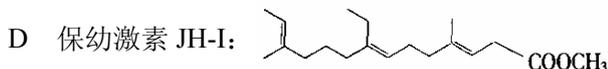
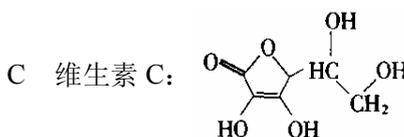
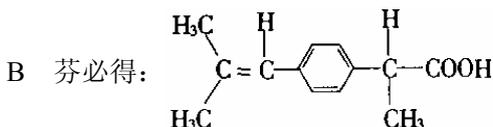
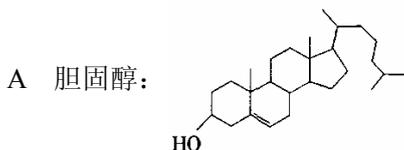
题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
满分										

相对原子质量																	
H 1.008															He 4.003		
Li 6.941	Be 9.012											B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18
Na 22.99	Mg 24.31											Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95
K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.96	Br 79.90	Kr 83.80
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc [98]	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3
Cs 132.9	Ba 137.3	La— Lu	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.8	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po [210]	At [210]	Rn [222]
Fr [223]	Ra [226]	Ac— La	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds								

La 系	La 138.9	Ce 140.1	Pr 140.9	Nd 144.2	Pm [144.9]	Sm 150.4	Eu 152.0	Gd 157.3	Tb 158.9	Dy 162.5	Ho 164.9	Er 167.3	Tm 168.9	Yb 173.0	Lu 175.0
------	-------------	-------------	-------------	-------------	---------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

第一题 (4 分)

1. 下列物质中, 可溶于水的是



2. 信息、材料和能源被称为新科技革命的三大支柱。下列有关说法错误的是

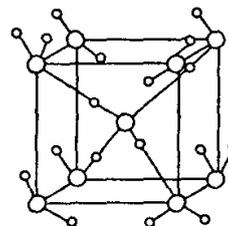
- A 在即将到来的新能源时代, 核能、太阳能、氢能将成为主要能源
- B 目前中美日等国掌握的陶瓷发动机技术, 大大提高了发动机的能量转化效率
- C 2002 年 12 月 30 日发射成功的“神州四号”使用了大量的复合材料
- D 法国已经掌握了核燃料的循环使用, 并应用在各核电站中

3. 下列热化学方程式中 ΔH 的绝对值能表示可燃物的燃烧热的是

- A $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}); \Delta H = -802.3\text{kJ/mol}$
- B $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{KCl}(\text{g}); \Delta H = -184.6\text{kJ/mol}$
- C $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -571.6\text{kJ/mol}$
- D $\text{CO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}); \Delta H = -283\text{kJ/mol}$

4. 右图作为一种冰的晶胞, 请问该每个晶胞中有几个氢键

- A 2 B 4 C 8 D 12



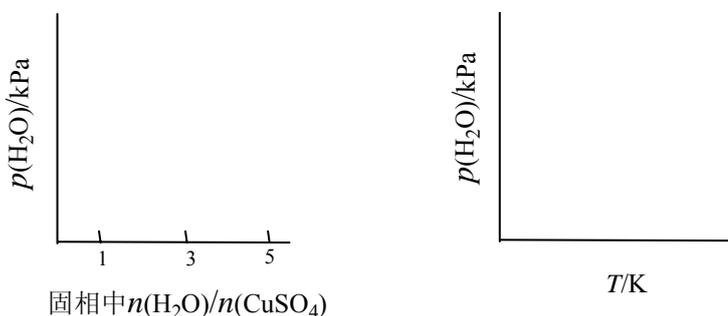
第二题 (8分)

不同温度下 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 脱水的平衡压力为:

化学 反 应	$p(\text{H}_2\text{O}) / \text{kPa}$	
	298K	323K
(1) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	1.04	6.05
(2) $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	0.75	4.12
(3) $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuSO}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$	0.11	0.60

平衡关系表明: 298K时, 若, $p(\text{H}_2\text{O}) > 1.04\text{kPa}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 不分解; $p(\text{H}_2\text{O}) = 1.04\text{kPa}$ 表明 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 处于平衡; $1.04\text{kPa} > p(\text{H}_2\text{O}) > 0.75\text{kPa}$, 是 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 稳定区, 而没有 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 CuSO_4 ; $p(\text{H}_2\text{O}) = 0.75\text{kPa}$ 是 $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 处于平衡……

1. 请把以上结果按下列要求作图



2. 若 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (固)处于水的饱和蒸气压, 如 3.13kPa (298K)、 12.3kPa (323K) 下, 可能会发生什么作用?

第三题 (8分)

红磷是暗红色粉末, 需密封保存, 若保存不当易变质, 呈粘稠状。变质后的物质用水洗涤、过滤, 将固体物干燥, 得到纯净的红磷。向洗涤液中滴入硝酸银溶液, 得到黑色固体和无色气体, 该气体在空气中变成棕色气体。

1. 用化学方程式表示红磷保存不当变质的原因, 及洗涤液和 AgNO_3 所发生的反应。

2. 洗涤液中所溶物质为 A, A 是 P 通过五个共价键和其他原子结合的产物, 其中含有 2 个 $-\text{OH}$, 请写出该物质的结构式。

3. 写出 A 物质和过量 NaOH 溶液反应的离子方程式。

第四题 (8分)

SO_3 和 O_3 的混合气体经光解作用可产生两种气体A和B。其摩尔质量之比约是 1 : 3。经振动光谱测试: 气体B具有两种不同的氧原子。

1. 确定 A 和 B 物质, 并画出 B 分子的结构。

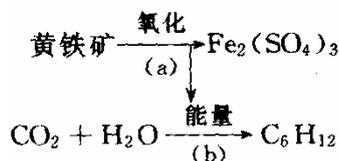
2. 上述反应可看作光化学反应。请写出上述两步反应的反应机理。

3. 请根据 B 的物质结构预测其稳定性和化学性质。

第五题 (12分)

“细菌冶金”是利用某些细菌的特殊代谢功能开采金属矿石, 例如氧化亚铁硫杆菌在溶液中能将黄铁矿氧化为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 并使溶液酸性增强, 其过程如下:

1. (1) 从生物代谢看, (b) 过程属_____作用; $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{能量}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$



(2) 氧化亚铁硫杆菌的代谢类型应是_____。

2. 写出 (a) 过程的化学反应方程式。

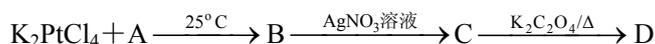
3. 人们可利用 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 作强氧化剂溶解铜矿石 (Cu_2S)，然后加入铁屑进一步得到铜，请你写出其离子反应方程式。

4. 工业上可利用粗铜 (含 Zn、Ag、Au 等) 经电解制得精铜 (电解铜)。写出电解过程中的电极材料和电极反应。某工厂按此原理，平均每秒生产 A mol 精铜，求电解机槽中平均电流强度。(设阿伏加德罗常数为 N，每个电子带电量为 e C)

5. 请评价细菌冶金的优点。

第六题 (8分)

草酸铂亦称奥沙利铂，是继顺铂之后的第三代铂类抗肿瘤临床药物，它由 K_2PtCl_4 与 1, 2-二胺基环己烷 (A) 经下列反应而得 (D)。



B 为淡黄色晶体，含 Pt 约为 51.3%；C 为 1:2 型电解质；将 D 在 N_2 中热分解，于 250~270 °C 间有剧烈反应，残重为 48.6%。请回答：

1. 画出 A、B、C、D 的化学结构式

2. 写出 B→C、C→D 和 D 热分解的反应方程式。

第七题 (11分)

某元素 A 能直接与 VIIA 族某一元素 B 反应生成 A 的最高价化合物 C，C 为一无色而有刺鼻臭味的气体，对空气相对密度约为 3.61 倍，在 C 中 B 的含量占 73.00%，在 A 的最高价氧化物 D 中，氧的质量占 53.24%。

(1) 列出算式，写出字母 A、B、C、D 所代表的元素符号或分子式。

2. C 为某工厂排放的废气，污染环境，提出一种最有效的清除 C 的化学方法，写出其化学方程式。

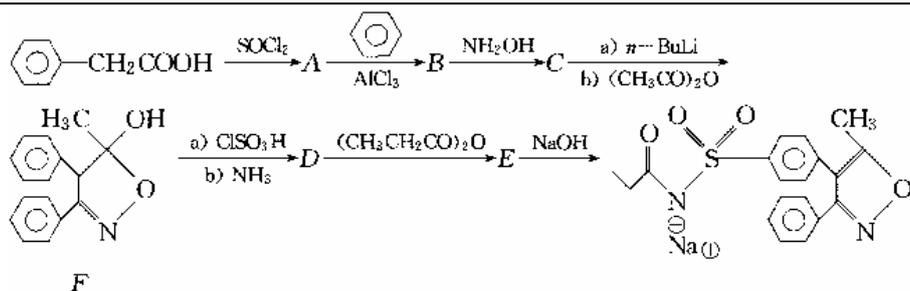
3. A 的最简单氢化物可与 AgNO_3 反应，析出银，写出化学方程式。

第八题 (5分)

称取含 CaCO_3 60% 的试样 0.25g，用酸溶解后加入过量 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，使 Ca^{2+} 沉淀为 CaC_2O_4 。在过滤、洗涤沉淀时，为了使沉淀溶解损失造成的误差不大于万分之一，应该用 100mL 质量百分比浓度至少为多少的 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 作洗涤液？已知溶液中当 Ca^{2+} 和 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 离子物质的量浓度的乘积等于或大于 2.3×10^{-9} 时会析出 CaC_2O_4 沉淀。

第九题 (13分)

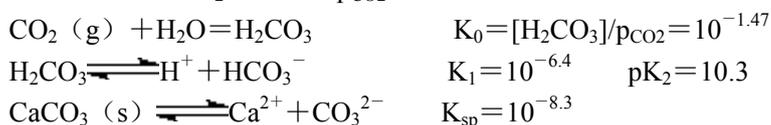
Parecoxib 为第二代环氧合酶—2 (COX—2)，由美国 Phamarcia 公司专为治疗与外科手术或外伤有关的剧烈疼痛而开发，其合成路线如下：



1. 写出 A~E 的结构简式。
2. 命名 A 和 B。
4. 为什么 E 可与 NaOH 反应？
4. 用 * 标出化合物 F 中所有的手性碳，F 的光学异构体数目为_____。

第十题 (11 分)

碳酸钙是自然界中分布最广的一种碳酸盐，碳酸钙难溶于水，但能溶于 CO_2 的水溶液中。碳酸钙矿床的地下水流出地面后，由于压强减小而放出 CO_2 ，年深日久可形成石笋或钟乳石。25 $^\circ\text{C}$ 时，大气中的 CO_2 分压约为 $p_{\text{CO}_2} = 3 \times 10^{-4} \approx 10^{-3.54}$ atm。已知：



1. 写出石灰岩地区形成钟乳石的化学方程式。
2. 试计算雨水的pH及 CO_3^{2-} 浓度。若测得某时某地雨水的pH为 5.4，试分析产生此结果的可能的原因。
3. 石灰岩地区的地下水流入河水，设河水pH=7，在 25 $^\circ\text{C}$ 、 $p_{\text{CO}_2} = 10^{-3.54}$ atm下，当达到平衡时， Ca^{2+} 浓度是多少？
4. 试述 NaHCO_3 比 Na_2CO_3 溶解度小的原因。

第十一题 (12 分)

天津大学化学系张明杰先生等作了由苯甲醇在NaOH作用下，用 CuCl_2 催化并通入空气得到苯甲酸的实验，提出了该实验的机理是 $\text{CuCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{Cu}(\text{OH})_2$ ， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 作为氧化剂使 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{[\text{O}]}$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ 再发生歧化反应，请回答下列问题：

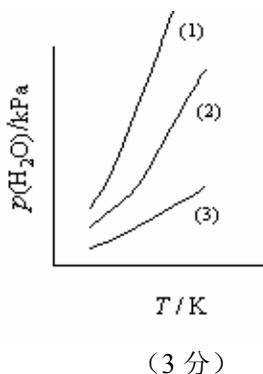
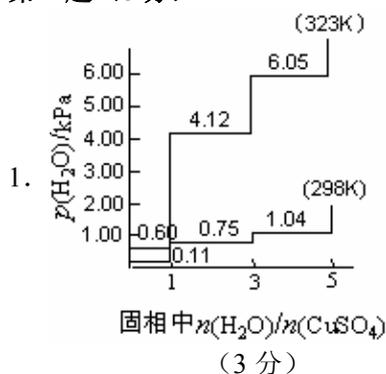
1. 此实验反应分两步，一步是产物生成与处理，另一步是催化剂回收。请详细介绍如何使原料与产物分离？
2. 用反应方程式表述该反应机理。
3. 这个实验是较理想的绿色化学实验，请对此评价。

参考答案

第一题 (4分)

1. C 2. D 3. D 4. B

第二题 (8分)



(图中标反应方程式与否均可)

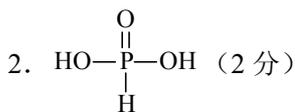
2. 可能发生 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 潮解, 得饱和 CuSO_4 溶液。(2分)

第三题 (8分)

1. $4\text{P} + 3\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_3$ (1分); $\text{P}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_3$ (1分)

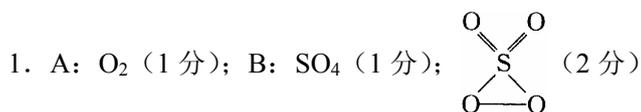
(若除答出上述答案外, 还写出 $4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$; $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ 不扣分)

$2\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{AgNO}_3 = \text{Ag} \downarrow + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_3\text{PO}_4$ (2分)



3. $\text{H}_3\text{PO}_3 + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{HPO}_3^{2-}$ (2分)

第四题 (分)



2. $\text{O}_3 \xrightarrow{h\nu} \text{O}_2 + \text{O}$; $\text{SO}_3 + \text{O} = \text{SO}_4$ (2分)

3. SO_4 分子存在三元环, 并有过氧键, 因此不稳定, 易分解, $2\text{SO}_4 = 2\text{SO}_3 + \text{O}_2$ (1分); 并具有强氧化性, 漂白性等 (1分)

第五题 (12分)

1. (1) 化能合成 (1分)

(2) 自养需氧型 (1分)

2. $4\text{FeS}_2 + 15\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{细菌}} 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ (2分)

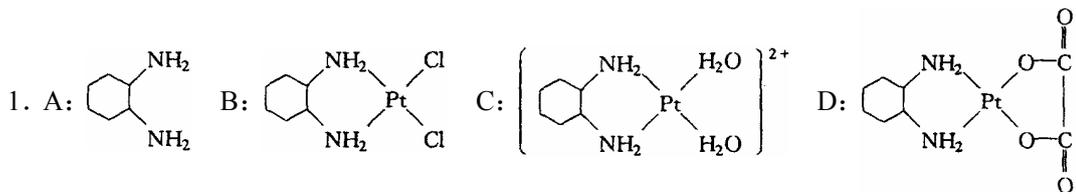
3. ① $\text{Cu}_2\text{S} + 10\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{细菌}} 2\text{Cu}^{2+} + 10\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ (2分)

② $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ (1分)

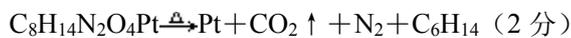
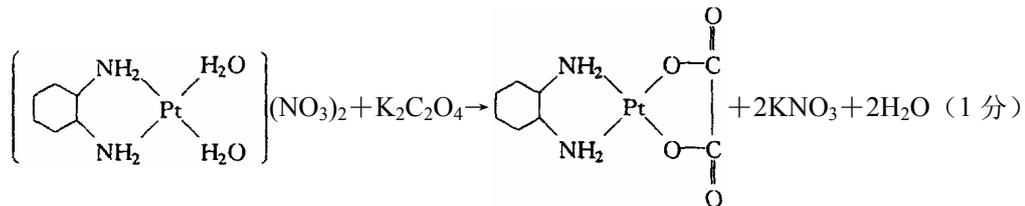
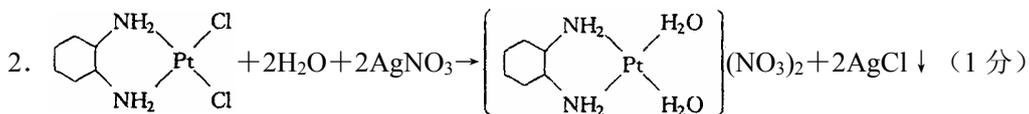
4. 正极: 粗铜 $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$; 负极: 精铜 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$; ANe (各1分)

5. ①对贫矿、尾矿的开采更有价值; ②能大大降低能源消耗, 利于减少污染 (2分)

第六题 (8分)



(各 1 分)



第七题 (11 分)

1. 设 C 为 AB_x , D 为 $\text{AO}_{x/2}$, 则有:

$$\text{A} + x\text{B} = 3.61 \times 28.84 = 104.11 \quad \frac{x\text{B}}{\text{A} + x\text{B}} = 73.00\% \quad \frac{\frac{x}{2} \times 16}{\text{A} + \frac{x}{2} \times 16} = 53.24\%$$

求得 $x=4$, $\text{A}=28.11$, $\text{B}=19.00$ (3 分)

可知 A: Si; B: F; C: SiF_4 ; D: SiO_2 (各 1 分)

2. 用纯碱溶液吸收 SiF_4 , 反应式为:

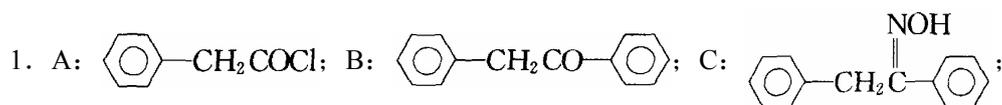


3. $\text{SiH}_4 + 8\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ag} + \text{SiO}_2 \downarrow + 8\text{HNO}_3$ (2 分)

第八题 (5 分)

0.019%

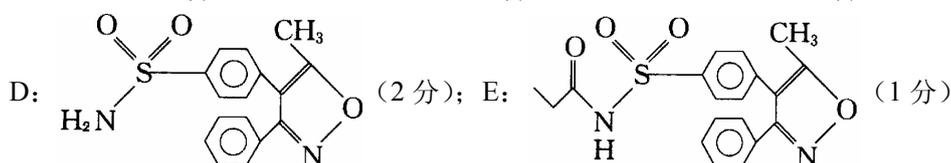
第九题 (13 分)



(1 分)

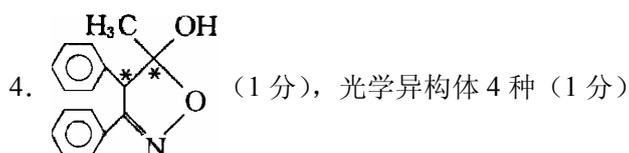
(1 分)

(2 分)



2. A: 苯乙酰氯 (1 分) B: 苯基苯酮 (1 分)

3. N 上的未共用电子与碳氧双键共轭而离域, 使 N 上的电子云密度降低; 其盐的负离子有很大的共振稳定性, 因而使其共轭酸酸性大大增强。 (2 分)



第十题 (分)



2. 因为 $K_{a1} \gg K_{a2}$, 所以可忽略 HCO_3^- 的第二步电离。所以 $[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-]$

所以 $[\text{H}^+] = \sqrt{P \cdot K_0 \cdot K_{a1}} = 2.012 \times 10^{-6}$, 所以 $\text{pH} = 5.70$ (2 分)

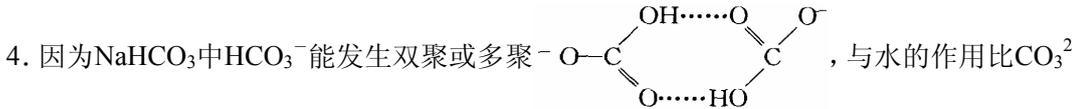
$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot [\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{H}^+]^2} = 5.012 \times 10^{-11}$ (1 分)

雨水中溶解了 SO_2 、 NO_2 等酸性气体 (1 分)

3. $[\text{H}_2\text{CO}_3] = P \cdot K_0 = 3 \times 10^{-4} \times 10^{-1.47} = 1.0165 \times 10^{-5}$

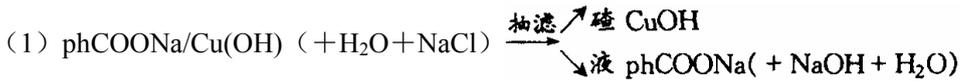
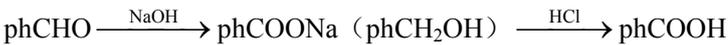
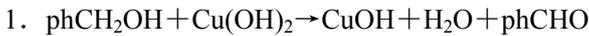
$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{K_{a1} \cdot K_{a2} \cdot [\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{H}^+]^2} = 2.0284 \times 10^{-8}$ (2 分)

所以 $[\text{Ca}^{2+}] = \frac{K_{sp}}{[\text{CO}_3^{2-}]} = 0.247 \text{ mol/L}$ (1 分)

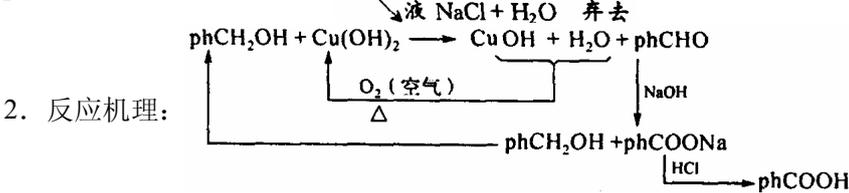
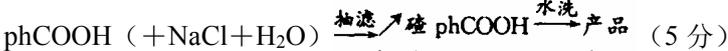
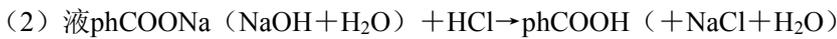


弱, 所以使 NaHCO_3 溶解度减小。(2 分)

第十一题 (分)



渣: $\text{CuOH} + \text{H}_2\text{O} + [\text{O}] \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$ 重复使用



可见该反应在通入空气下 phCH_2OH 可全部转化为 phCOOH , 所以只须作 phCOOH 的提取分离即可。(4 分)

3. 这个实验是无溶剂的绿色化学实验, 反应特点是原料 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ 可全部转化成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, 因此后处理也较简便, 催化剂又可反复使用, 因而是较理想的绿色化学实验。(3 分)