

## 2019年北京市西城区高三一模化学考试逐题解析

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 O 16 I 127

## 第一部分（选择题 共 42 分）

6. 2019 年政府工作报告提出持续开展大气污染的治理攻坚。下列不属于大气污染防治措施的是

			
A. 向酸性土壤中加入熟石灰	B. 汽车尾气净化减排	C. 工业废气回收处理	D. 用清洁能源替代化石燃料

【答案】A

【解析】

A 选项，酸性土壤加熟石灰，调节土壤 pH 值，不属于大气污染防治措施；B、C、D 选项均为大气污染防治措施。

7. 下列说法不涉及氧化还原反应的是

- A. 雷雨肥庄稼——自然固氮
- B. 从沙滩到用户——由二氧化硅制晶体硅
- C. 干千年，湿万年，不干不湿就半年——青铜器、铁器的保存
- D. 灰肥相混损肥分——灰中含有碳酸钾，肥中含有铵盐

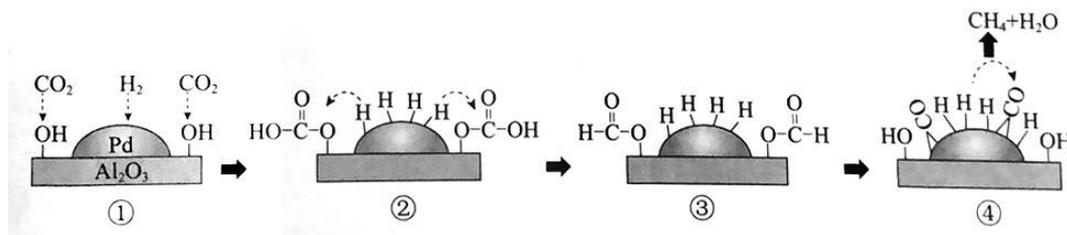
【答案】D

【解析】

A 选项，自然固氮，氮元素化合价变化，涉及氧化还原反应；B 选项，二氧化硅制晶体

硅，硅元素化合价变化，涉及氧化还原反应；C选项，青铜器、铁器的保存，金属单质被氧化，涉及铜元素、铁元素化合价变化，涉及氧化还原反应；D选项，元素化合价未改变，未涉及氧化还原反应。

8. Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 催化 H<sub>2</sub> 还原 CO<sub>2</sub> 的机理示意图如下所示。下列说法不正确的是



A. H-H 键断裂需要吸收能量

B. ①→②，CO<sub>2</sub> 发生加成反应

C. ④中 CO 被氧化为 CH<sub>4</sub>

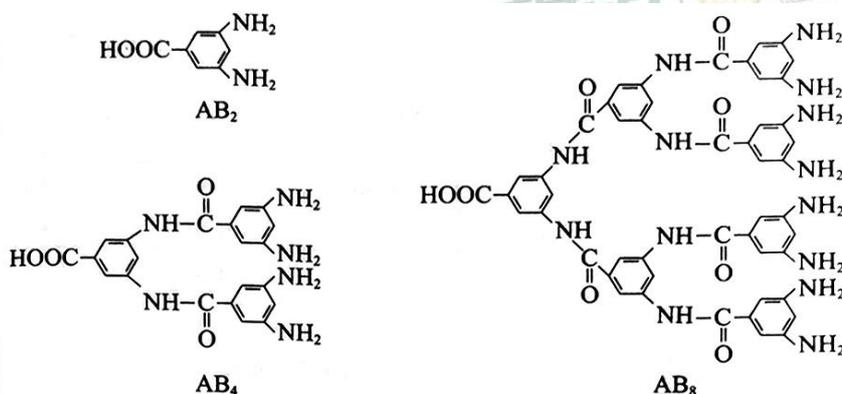
D. 生成 CH<sub>4</sub> 的总反应方程式  $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pd/Al}_2\text{O}_3} \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

【答案】C

【解析】

C选项，④中 CO 转化 CH<sub>4</sub>，碳元素化合价由正二价变为负四价，化合价降低被还原，故错误；A、B、D选项正确。

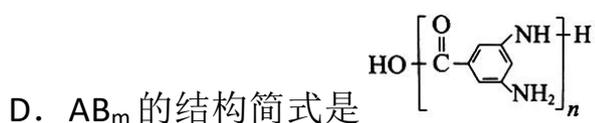
9. 有机物 AB<sub>2</sub>、AB<sub>4</sub>、AB<sub>8</sub> 均可形成枝状高分子 AB<sub>m</sub>。下列说法不正确的是



A. AB<sub>2</sub> 分子中有四种不同化学环境的氢原子

B. AB<sub>4</sub> 既能与强酸反应也能与强碱反应

C. AB<sub>2</sub> 生成 AB<sub>m</sub> 是缩聚反应



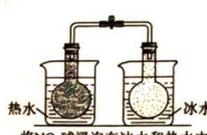
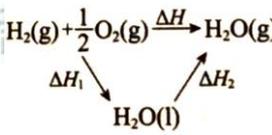
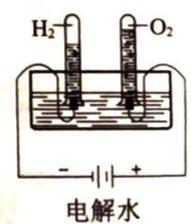
【答案】D

【解析】

D 选项，由题目推断得  $AB_m$  中应只有一个羧基，而不是结构简式中的  $n$  个羧基，故错误；A、B、C 选项正确。

10. 下列实验结果不能作为相应定律或原理的证据之一的是

(阿伏伽德罗定律：在同温同压下，相同体积的任何气体含有相同数目的分子)

	A	B	C	D
	勒夏特列原理	元素周期律	盖斯定律	阿伏伽德罗定律
实验方案	 将 $\text{NO}_2$ 球浸泡在冰水和热水中	 浓盐酸 碳酸钠 硅酸钠溶液	 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\Delta H} \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H_1$ $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H_2$	 电解水
结果	左球气体颜色加深 右球气体颜色变浅	烧瓶中冒气泡，试 管中出现浑浊	测得 $\Delta H$ 为 $\Delta H_1$ 、 $\Delta H_2$ 的和	$\text{H}_2$ 与 $\text{O}_2$ 的体积比 约为 2:1

【答案】B

【解析】

A 选项， $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$   $\Delta H < 0$ ，温度升高，平衡逆向移动，则左球气体颜色加深，温度降低，平衡正向移动，则右球气体颜色变浅，符合勒夏特列原理，A 正确；B 选项，浓盐酸不是最高价含氧酸，且具有挥发性，也使试管中液体变浑浊，B 错误；C 选项，反应过程起始相同，路径不同，符合盖斯定律，C 正确；D 选项，

$2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ ，则  $\text{H}_2$  与  $\text{O}_2$  物质的量之比为 2:1，则体积比约为 2:1，符合阿伏加

德罗定律，D 正确；故选 B。

11. 在不同条件下进行化学反应  $2A(g) \rightleftharpoons B(g)+D(g)$ ，B、D 起始浓度均为 0，反应物 A 的浓度 ( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ) 随反应时间的变化情况如下表：

序号	温度( $^{\circ}\text{C}$ )	0	20	40	50
①	800	1.0	0.67	0.50	0.50
②	800	x	0.50	0.50	0.50
③	800	y	0.75	0.60	0.60
④	820	1.0	0.25	0.20	0.20

下列说法不正确的是

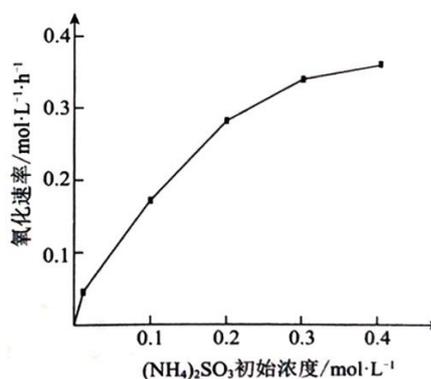
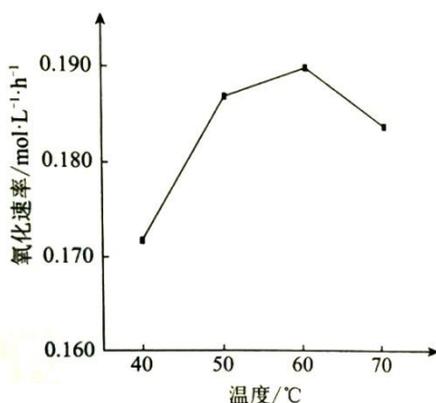
- A. ①中 B 在 0~20min 平均反应速率为  $8.25\times 10^{-3}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
- B. ②中  $K=0.25$ ，可能使用了催化剂
- C. ③中  $y=1.4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- D. 比较①、④可知，该反应为吸热反应

【答案】C

【解析】

A 选项， $v(\text{B})=\Delta C(\text{B})/\Delta t=0.33/(2\times 20)=8.25\times 10^{-3}\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$ ，A 正确；B 选项，根据表格数据，②比①速率快，但平衡未移动，则可能使用催化剂，且②与①温度相同，则  $K$  相同，通过①列三段式求出  $K=0.25$ ，B 正确；C 选项，①与③温度相同，则  $K$  相同，为 0.25，列三段式计算  $y=1.2\text{mol}/\text{L}$ ，C 错误；D 选项，比较①、④数据，温度升高，A 的平衡浓度降低，即平衡正向移动，则正反应为吸热反应，D 正确；故选 C。

12.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  氧化是氨法脱硫的重要过程。某小组在其他条件不变时，分别研究了一段时间内温度和  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  初始浓度对空气氧化  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  速率的影响，结果如下图。



下列说法不正确的是

- A. 60°C之前，氧化速率增大与温度升高化学反应速率加快有关
- B. 60°C之后，氧化速率降低可能与 O<sub>2</sub> 的溶解度下降及(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 受热易分解有关
- C. (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 初始浓度增大到一定程度，氧化速率变化不大，与 SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>水解程度增大有关
- D. (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 初始浓度增大到一定程度，氧化速率变化不大，可能与 O<sub>2</sub> 的溶解速率有关

【答案】C

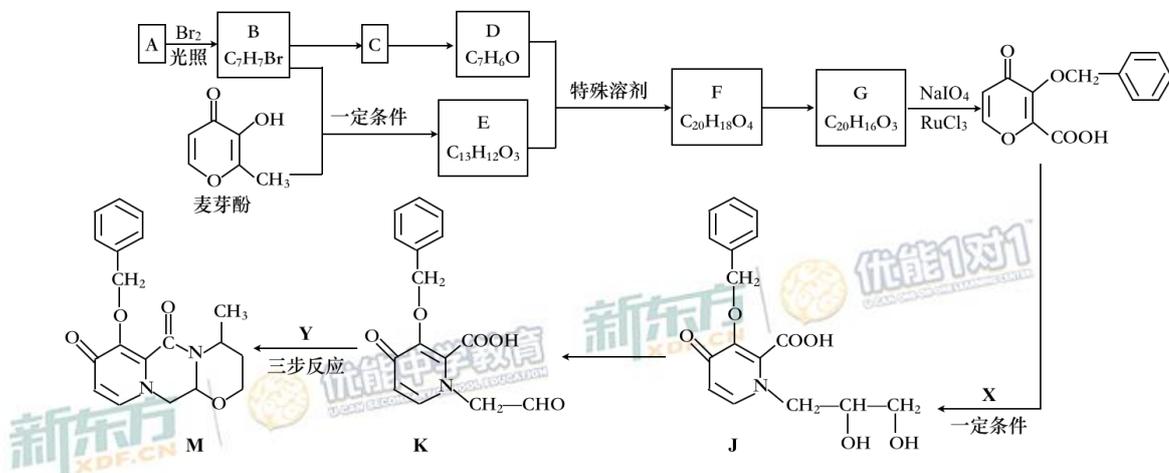
【解析】

A 选项，温度升高，化学反应速率加快，A 正确；B 选项，根据图示，60°C之后氧化速率降低，可能是因为温度升高 O<sub>2</sub> 的溶解度下降及(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 受热分解，B 正确；C 选项，(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 浓度增大，SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>水解程度减小，C 错误；D 选项，根据图示，(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 初始浓度增大到一定程度，氧化速率变化不大，可能是氧气溶解速率低，导致氧气浓度低，D 正确。故选 C。

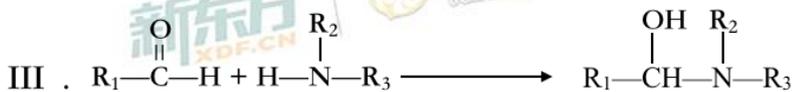
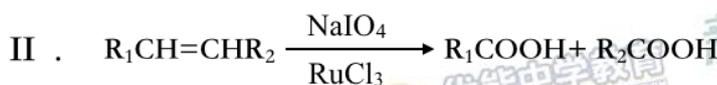
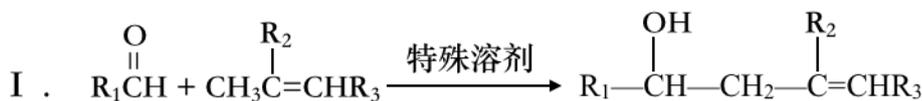
## 第二部分（非选择题 共 58 分）

25. (17 分) 度鲁特韦可以用于治疗 HIV-1 感染, M 是合成度鲁特韦的一种中间体。

合成 M 的路线如下: (部分反应条件或试剂略去)



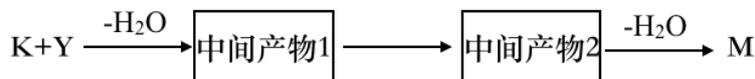
已知:



- 麦芽酚中含有官能团的名称是羰基、醚键、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- A 是苯的同系物, A→B 的反应类型是\_\_\_\_\_。
- B→C 的反应条件是\_\_\_\_\_。
- C→D 的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- E 不能与金属 Na 反应生成氢气, 麦芽酚生成 E 的化学方程式是\_\_\_\_\_。
- G 的结构简式是\_\_\_\_\_。
- X 的分子式为 C<sub>3</sub>H<sub>9</sub>O<sub>2</sub>N, X 的结构简式是\_\_\_\_\_。
- Y 的分子式为 C<sub>4</sub>H<sub>11</sub>ON, Y 与 X 具有相同种类的官能团, 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。
  - Y 与 X 互为同系物
  - Y 能与羧酸发生酯化反应

c. Y 在浓硫酸、加热的条件下能发生消去反应

(9) K→M 转化的一种路线如下图，中间产物 2 的结构简式是\_\_\_\_\_。

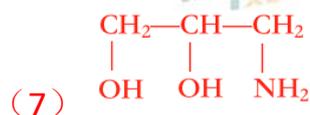
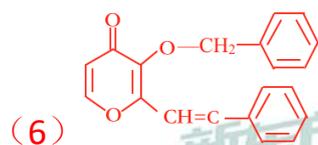
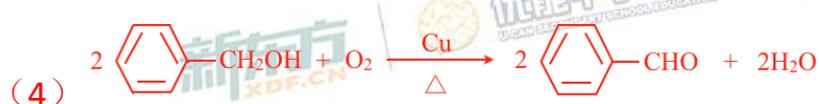


**【答案】**

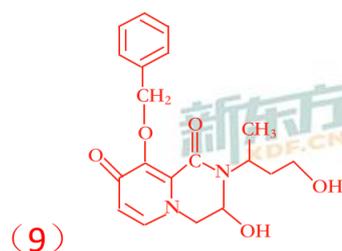
(1) 羟基 碳碳双键

(2) 取代反应

(3) NaOH 水溶液，加热



(8) bc



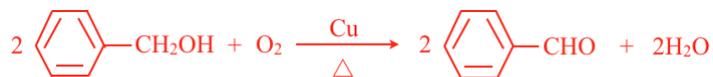
**【解析】**

(1) 根据麦芽酚的结构简式可知，其含有的官能团为：羰基，醚键，羟基，碳碳双键

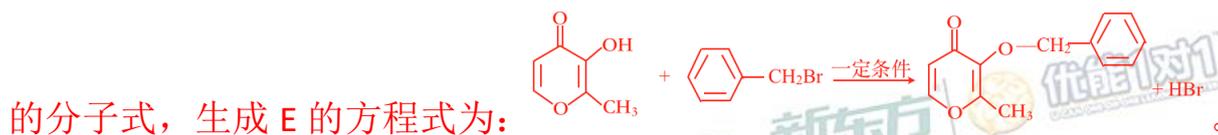
(2) 根据 B 的分子式及 A 为苯的同系物，再结合 A 生成 B 的反应条件，可推出 A 为甲苯，光照条件下与 Br<sub>2</sub> 发生反应类型为取代反应

(3) 根据 B 和 D 的分子式, 可推出 B 为卤代烃, C 为苯甲醇, D 为苯甲醛, 因此 B 生成 C 的反应为卤代烃水解反应生成醇, 因此反应条件为: NaOH 水溶液, 加热

(4) 根据题意, C 为苯甲醇, D 为苯甲醛, 因此反应类型为氧化反应, 方程式为:



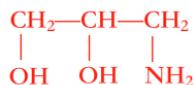
(5) 根据 E 不能与钠反应产生氢气, 所以分子中不存在羧基或羟基, 结合麦芽酚及 B



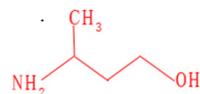
(6) 根据信息反应 II 可得到在该条件下, 碳碳双键被氧化为两个羧基, 根据 G 的分子



(7) 根据 J 的结构及 X 的分子式, 可知生成 J 的反应为取代反应, X 的结构简式为:

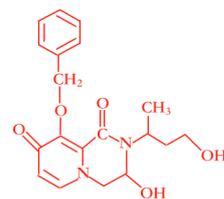


(8) 根据 M 和 K 的结构及 Y 的分子式可推出 Y 的结构为:



因此 Y 不与 X 为同系物, a 错误, Y 结构可以发生酯化反应, 也可以发生消去反应, 故 bc 正确

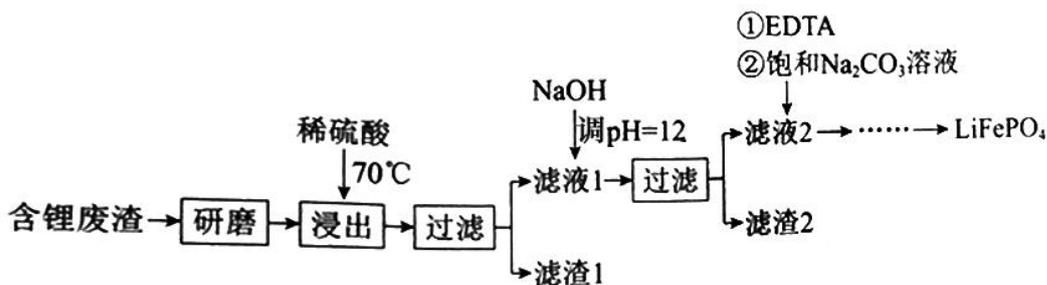
(9) 中间产物 2 脱水生成 M, 根据 M 的结构可推出中间产物 2 为:



26. (13 分) 用含锂废渣 (主要金属元素的含量 Li 3.50% Ni 6.55% Ca 6.41% Mg 13.24%)

制备  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , 并用其制备  $\text{Li}^+$  电池的正极材料  $\text{LiFePO}_4$ , 部分工艺流程如下:

资料: i. 滤液 1、滤液 2 中部分离子的浓度 ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ):



	Li <sup>+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
滤液 1	22.27	20.68	0.36	60.18
滤液 2	21.94	$7.7 \times 10^{-3}$	0.08	$0.78 \times 10^{-3}$

ii. EDTA 能和某些二价金属离子形成稳定的水溶性络合物。

iii. 某些物质的溶解度 (S):

T/°C	20	40	60	80	100
S (Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) /g	1.33	1.17	1.01	0.85	0.72
S (Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) /g	34.7	33.6	32.7	31.7	30.9

### I. 制备 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 粗品

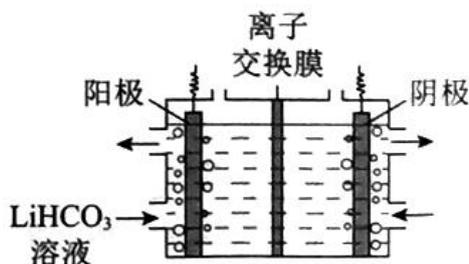
- (1) 上述流程中为加快化学反应速率而采取的措施是\_\_\_\_\_。
- (2) 滤渣二的主要成分有\_\_\_\_\_。
- (3) 向滤液 2 中先加入 EDTA，再加入饱和 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液，90°C 充分反应后，分离出固体 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 粗品的操作是\_\_\_\_\_。
- (4) 处理 1 kg 含锂 3.50% 的废渣，锂的浸出率为 a，Li<sup>+</sup> 转化为 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 的转化率为 b，则粗品中含 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 的质量是\_\_\_\_\_g。

(摩尔质量: Li 7 g · mol<sup>-1</sup> Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 74 g · mol<sup>-1</sup>)

### II. 纯化 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 粗品

- (5) 将 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 转化为 LiHCO<sub>3</sub> 后，用隔膜法点解 LiHCO<sub>3</sub> 溶液制备高纯度 LiOH，再转化得电池级 Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，电解原理如右图所示，阳极的电极反应式是\_\_\_\_\_，该池使用了\_\_\_\_\_

(填“阴”或“阳”)离子交换膜。



### III. 制备 $\text{LiFePO}_4$

(6) 将电池级  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  和  $\text{C}$ 、 $\text{FePO}_4$  高温下反应，生成  $\text{LiFePO}_4$  和一种可燃性气体，该反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

#### 【答案】

(1) 研磨， $70^\circ\text{C}$  加热

(2)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ， $\text{Ni}(\text{OH})_2$

(3) 趁热过滤

(4) 185ab

(5)  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- == 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ; 阳

(6)  $\text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{C} + 2\text{FePO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{LiFePO}_4 + 3\text{CO} \uparrow$

#### 【解析】

(1) 研磨增大表面积从而加快反应速率，加热增大活化分子百分数从而加快反应速率。故答案为研磨，加热。

(2) 根据资料 i 表格，滤液 2 与滤液 1 对比， $\text{Ni}^{2+}$ ， $\text{Ca}^{2+}$ ， $\text{Mg}^{2+}$  浓度明显降低，滤液 1 加入氢氧化钠后生成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  沉淀， $\text{Ca}(\text{OH})_2$  沉淀， $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ，故滤渣的成分为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

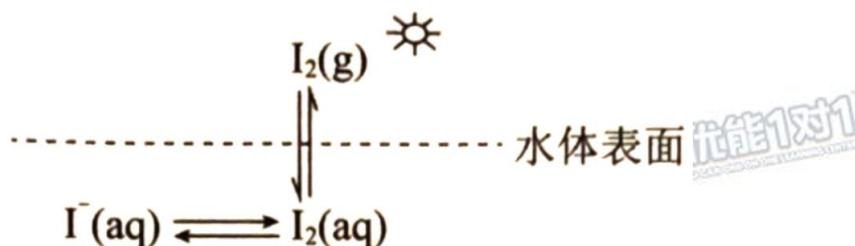
(3) 根据资料 3 的表格， $\text{Li}_2\text{CO}_3$  的溶解度随温度升高而降低，在蒸发浓缩后，应保持高温进行过滤，故答案为趁热过滤。

(4) 根据题干, 1kg 含锂 3.50% 的废渣中含锂 35g, 浸出率为  $a$ , 浸出的锂质量为 35ag, 转化成  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  的转化率为  $b$ , 转化成  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  的锂的质量为 35abg, 一个  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  中有两个  $\text{Li}^+$ , 所以  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  的物质的量为  $4ab\text{mol}$ , 故  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  的质量为  $185ab\text{g}$ 。

(5) 根据题干电解  $\text{LiHCO}_3$  制备  $\text{LiOH}$ , 阴极水放电提供  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Li}^+$  需要穿过离子交换膜来到阴极生成  $\text{LiOH}$ 。故该电池使用阳离子交换膜, 阳极方程式为  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(6) 根据题干给的反应物和生成物, 可燃性气体为  $\text{CO}$ , 根据升降价相等和元素守恒, 故答案为  $\text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{C} + 2\text{FePO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{LiPO}_4 + 3\text{CO} \uparrow$ 。

27. (12 分) 研究水体中碘的存在形态及其转化是近年的科研热点。I<sup>-</sup>与 I<sub>2</sub> 在水体和大气中的部分转化如下图所示。



(1) 结合元素周期律分析  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{I}^-$  的还原性强弱: 同主族元素的原子, 从上到下, \_\_\_\_\_。

(2) 水体中的  $\text{I}^-$  在非酸性条件下不易被空气中的  $\text{O}_2$  氧化。原因是

$2\text{H}_2\text{O} + 4\text{I}^- + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{I}_2 + 4\text{OH}^-$  的反应速率慢, 反应程度小。

①  $\text{I}^-$  在酸性条件下与  $\text{O}_2$  反应的离子方程式是 \_\_\_\_\_。

② 在酸性条件下  $\text{I}^-$  易被  $\text{O}_2$  氧化的可能的原因是 \_\_\_\_\_。

(3) 有资料显示: 水体中若含有  $\text{Fe}^{2+}$ , 会对  $\text{O}_3$  氧化  $\text{I}^-$  产生影响。为检验这一结论, 进行如下探究实验: 分别将等量的  $\text{O}_3$  通入到 20ml 下列试剂中, 一段时间后, 记录实验现象与结果。已知: 每 1mol  $\text{O}_3$  参与反应, 生成 1mol  $\text{O}_2$ 。

序号	试剂组成	反应前溶液的 pH	反应后溶液的 pH	$\text{I}^-$ 的转化率	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的生成率
A	$3 \times 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaI}$	5.3	11.0	约 10%	_____

	$a \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaI}$				
B	$3\times 10^{-2}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaI}$ $1.5\times 10^{-2}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_2$	5.1	4.1	约 100%	大量
C	$1.5\times 10^{-2}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_2$	5.2	3.g	-----	大量

①  $a =$  \_\_\_\_\_。

② A 中反应为可逆反应，其离子方程式是\_\_\_\_\_。

③ C 中溶液的 pH 下降，用离子方程式解释原因\_\_\_\_\_。

④ 比较 A、B、C，说明  $\text{Fe}^{2+}$  在实验 B 中的作用并解释\_\_\_\_\_。

### 【答案】

(1) 原子半径逐渐增大，得电子能力逐渐减弱，非金属性  $\text{Cl} > \text{I}$ ，离子还原性  $\text{Cl}^- < \text{I}^-$ ；

(2) ①  $4\text{I}^- + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

② 增大  $c(\text{H}^+)$ ，降低了  $c(\text{OH}^-)$ ，使平衡  $4\text{I}^- + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{I}_2 + 4\text{OH}^-$  正向移动，反应易于进行等；

(3) ①  $3 \times 10^{-2}$ ；

②  $\text{O}_3 + 2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{I}_2 + 2\text{OH}^-$ ；

③  $2\text{Fe}^{2+} + \text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ；

④ 反应  $\text{O}_3 + 2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{I}_2 + 2\text{OH}^-$  产生的  $\text{OH}^-$  被  $\text{Fe}^{2+}$  或  $\text{Fe}^{2+}$  的氧化产物  $\text{Fe}^{3+}$  结合，pH 减小，促使该平衡正向移动，提高了  $\text{I}^-$  的转化率，产生大量的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。

### 【解析】

(1) 从原子结构的角度对性质进行分析；

(2) 题目中给出了碱性条件下的反应方程式，并且从反应程度上给出了提示，所以答案从平衡移动角度入手分析；

(3) ① 注意控制变量，氯离子浓度不变；

② 注意题目中的提示“每  $1\text{mol O}_3$  参与反应，生成  $1\text{mol O}_2$ ”；

③由B、C可知，加入 $\text{Fe}^{2+}$ ，反应后溶液的pH下降，推测与 $\text{Fe}^{2+}$ 被氧化有关，要注意产物为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ；

④根据(2)的提示，酸性条件下I<sup>-</sup>易被氧化，解释加入 $\text{Fe}^{2+}$ 为何能够降低溶液的pH，并且提高碘离子转化率即可。

28. (16分) 文献表明：相同条件下，草酸根( $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ )的还原性强于 $\text{Fe}^{2+}$ ，为检验这一结论，完成如下实验。

资料：i. 草酸( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ )为二元弱酸。

ii. 三水三草酸合铁酸钾 $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$ 为翠绿色晶体，光照易分解。

其水溶液中存在： $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$   $K=6.3 \times 10^{-21}$

iii.  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 为黄色固体，微溶于水，可溶于强酸。

[实验1]通过 $\text{Fe}^{3+}$ 和 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 在溶液中的反应比较 $\text{Fe}^{2+}$ 和 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 的还原性强弱。

操作	现象
在避光处，向10mL $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_3$ 溶液中缓慢加入 $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液至过量，搅拌，充分反应后，冰水浴冷却，过滤	得到翠绿色溶液和翠绿色晶体

(1)  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 中碳元素的化合价是\_\_\_\_\_。

(2) 取实验1中少量晶体洗涤，配成溶液，滴加KSCN溶液，不变红。继续加入硫酸，溶液变红，说明晶体中含有+3价的铁元素。加硫酸后溶液变红的原因是\_\_\_\_\_。

(3) 经检验，翠绿色晶体为 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。设计实验，确认实验1中没有发生氧化还原反应的操作和现象是\_\_\_\_\_。实验1中未发生氧化还原反应的原因是\_\_\_\_\_。

(4) 取实验1中的翠绿色溶液光照一段时间，产生黄色浑浊且有气泡产生。补全反应的离子方程式： $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光照}} \text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{_____} + \text{_____}$

[实验2]通过比较 $\text{H}_2\text{O}_2$ 与 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 反应的难易，判断二者还原性的强弱。

步骤	操作	现象
I	向1mL0.5mol·L <sup>-1</sup> FeSO <sub>4</sub> 溶液中加入1mL0.5mol·L <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 溶液，过滤	立即产生黄色沉淀
II	洗涤I中的黄色溶液，向其中加入过量的6% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 溶液，振荡，静置	剧烈放热，产生大量的红褐色沉淀和无色气体
III	待充分反应后，向其中加入稀硫酸，调节pH约为4	得到翠绿色溶液

(5) 证明Fe<sup>2+</sup>被氧化的实验现象是\_\_\_\_\_。

(6) 以上现象能否说明C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>没有被氧化。请判断并说明理由：\_\_\_\_\_。

**[实验3]**通过其他实验方案比较Fe<sup>2+</sup>和C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>的还原性强弱。

(7) 用FeCl<sub>3</sub>溶液、K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>溶液和其他试剂，设计实验方案比较Fe<sup>2+</sup>和C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>的还原性强弱。画出装置图并描述预期现象：\_\_\_\_\_。

**【答案】**

(1) +3

(2) 溶液中存在平衡： $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ，加入硫酸后，H<sup>+</sup>与C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>结合生成H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>，使平衡正向移动，c(Fe<sup>3+</sup>)增大，遇KSCN溶液变红

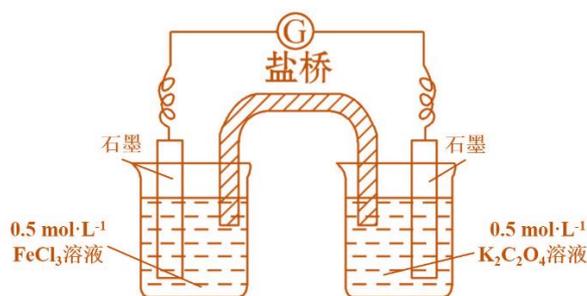
(3) 取少量实验1中的翠绿色溶液，滴加K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>溶液，不出现蓝色沉淀  
Fe<sup>3+</sup>与C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>生成稳定的 $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ ，浓度降低，Fe<sup>3+</sup>的氧化性和C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>的还原性减弱

(4)  $2[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \downarrow + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{CO}_2 \uparrow$

(5) II中产生大量红褐色沉淀或III中得到翠绿色溶液

(6) 不能说明。有+4价碳的化合物生成，才能说明C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>被氧化，以上现象无法判断是否生成了+4价碳的化合物，因此不能说明C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>没有被氧化。

(7)



电流计的指针偏转，电池工作一段时间后，取少量左侧烧杯中的溶液，滴加  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  溶液，出现蓝色沉淀。

### 【解析】

(1) O 为-2价，列方程  $2x + 4 \times (-2) = -2$ ，解得  $x = +3$

(2)  $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$  的分解平衡 K 值较小，给出的  $\text{Fe}^{3+}$  太少，遇  $\text{SCN}^-$  不变红。草酸为弱酸，加入硫酸后， $\text{H}^+$  消耗  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ，促使平衡发生移动，产生较多的  $\text{Fe}^{3+}$ ， $\text{Fe}^{3+}$  遇  $\text{SCN}^-$  显红色。

(3)  $\text{Fe}^{3+}$  的还原产物为  $\text{Fe}^{2+}$ ，铁氰化钾为鉴别  $\text{Fe}^{2+}$  的常用试剂； $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$  的分解平衡 K 值很小，在没有光的条件下很稳定， $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  浓度小，性质较弱，难发生氧化还原反应。

(4) 黄色浑浊为  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，气泡为氧化产物  $\text{CO}_2$ ，利用得失电子守恒和电荷守恒（用  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  配齐剩余电荷）配平方程式即可。

(5)  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化成+3价的 Fe，红褐色沉淀为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，翠绿色溶液中含有  $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ ，其中的 Fe 皆为+3价。

(6) 有+4价碳的化合物生成，才能说明  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  被氧化。实验 II 中的无色气体可能是  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解出的  $\text{O}_2$ ，需进一步验证其中是否含有  $\text{CO}_2$ ，而其余的实验现象都无法证明产生了+4价碳的化合物，故不能说明  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  有或没有被氧化。

(7) 原电池的装置是验证氧化还原反应是否进行的常用方法，故设计双液原电池，利用铁氰化钾检验  $\text{Fe}^{3+}$  的还原产物  $\text{Fe}^{2+}$ ，即可证明还原剂  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  的还原性强于还原产物  $\text{Fe}^{2+}$ 。