

全国卷 化学

注意事项:

1. 本试卷分第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分。
2. 答题前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在本试卷的相应位置。
3. 全部答案写在答题卡上,写在本试卷上无效。
4. 本试卷满分 100 分,测试时间 90 分钟。
5. 考试范围:必修一,必修二,选修四 1~2 章。

可能用到的相对原子质量: H-1 C-12 N-14 O-16 Na-23 Cl-35.5 Cu-79

第 I 卷

一、选择题:本题共 15 小题,每小题 4 分,共 60 分。在每题给出的选项中,只有一个选项符合题目要求。

1. 化学与生活密切相关,下列说法错误的是

- A. 菜籽油、轮胎、医用外科口罩中的熔喷布都是由有机高分子化合物构成的
- B. “尿不湿”是由淀粉和丙烯酸盐为主要原料制成的,其能吸收大量的水是因为其具有羧基阴离子这种强亲水性基团
- C. 运输疫苗时,应将其装入含有冰块的保温箱内,防止蛋白质变性
- D. 将食物放置在冰箱里,可降低腐烂的速率

2. 钛酸四乙酯可用于增强橡胶和塑料在金属表面的黏附性,可由反应  $\text{TiCl}_4 + 4\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{Ti}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_4 + 4\text{NH}_4\text{Cl}$  制备,下列说法错误的是

- A.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的电子式:  $\text{NH}_4^+ [\text{Cl}^-]$
- B. Cl 的结构示意图:
- C. 含中子数为 26 的 Ti 原子:  ${}_{22}^{52}\text{Ti}$
- D.  $\text{NH}_3$  的结构式为:  $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

3. 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是

- A. 1 mol  $\text{SO}_2$  和足量  $\text{O}_2$  在一定条件下充分反应,转移的电子数为  $2N_A$
- B. 7.8 g  $\text{Na}_2\text{O}_2$  含有阴离子的数目为  $0.2N_A$
- C. 2.3 g  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  的混合物中所含氧原子的数目为  $0.1N_A$
- D. 12 g  ${}^{14}\text{C}$  所含质子的数目为  $6N_A$

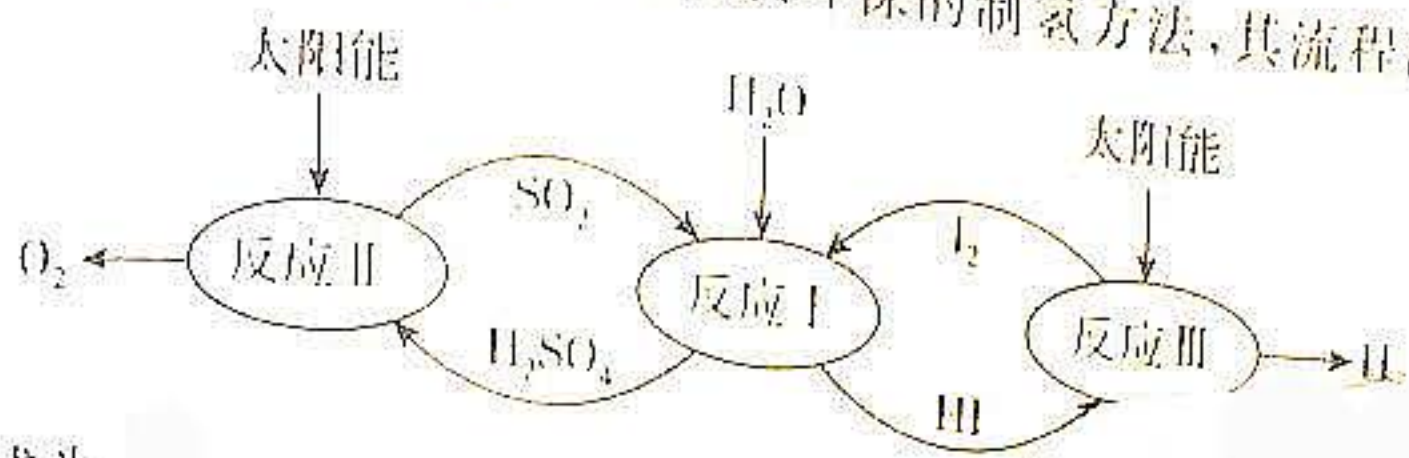
4. 下列离子方程式中,正确的是

- A. 向  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  溶液中加入过量的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液:  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- + \text{Ca}^{2+} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{MgCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- B.  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  溶液中加入过量  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液:  $\text{NH}_4^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- C. 向  $\text{FeI}_2$  溶液中加入少量的溴水:  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$
- D. 向  $\text{NaAlO}_2$  溶液中加入过量的稀盐酸:  $\text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

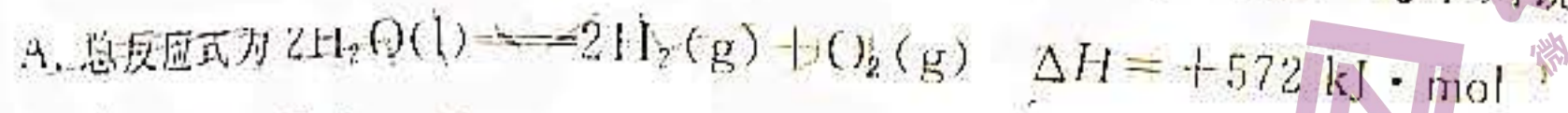
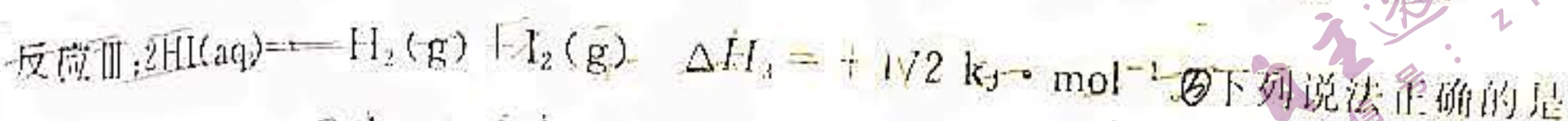
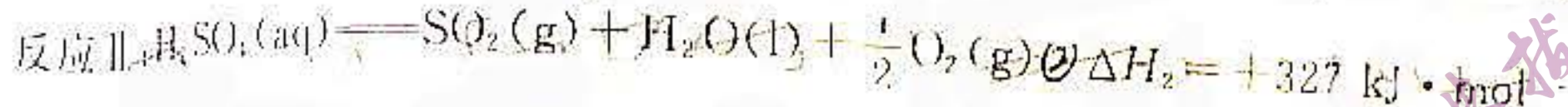
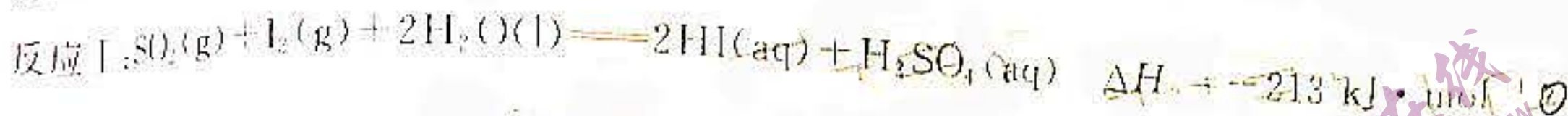
盗印必究 试卷多处做防伪处理,为维护学生使用正版的权益,请考生注意。



11. 以太阳能<sup>为</sup>热源,热化学硫碘循环分解水是一种高效、环保的制氢方法,其流程图如下:



相关反应的热化学方程式为

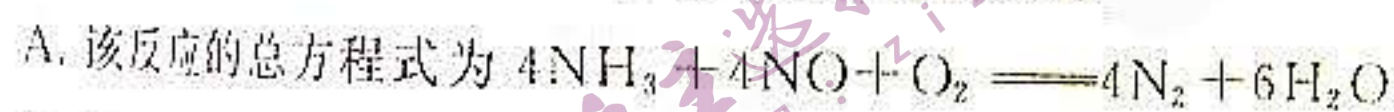


B. 反应 I 中 I<sub>2</sub> 作为还原剂

C. 总反应与氢气在氧气中燃烧生成水互为可逆反应

D. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 HI 为分解水的催化剂

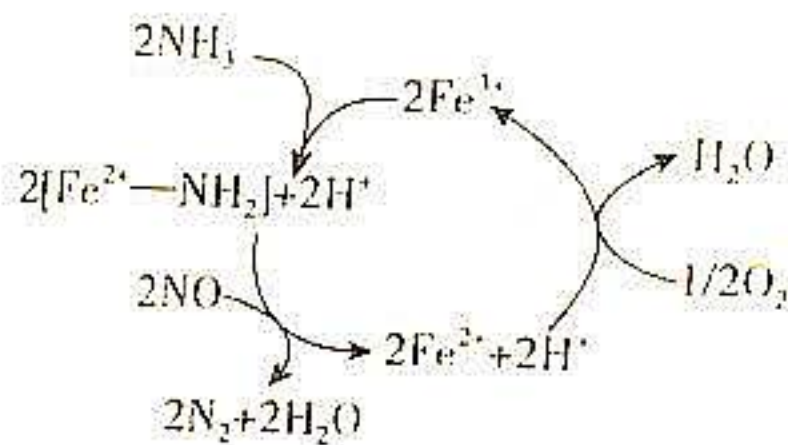
12. Fe<sup>2+</sup> 可催化如图所示反应,有关其说法错误的是



B. 该反应不可在碱性条件下发生

C. 标准状况下,每有 22.4 L O<sub>2</sub> 参与反应,转移电子数为 4N<sub>A</sub>

D. Fe<sup>2+</sup> 为该反应的中间产物



13. 室温下,下列实验操作、现象以及解释或结论均正确的是 B

选项	实验	解释或结论
A	将 CCl <sub>4</sub> 滴加到含有溴水的试管中,溶液分层,上层溶液呈橙红色	Br <sub>2</sub> 在 CCl <sub>4</sub> 中的溶解度大于在 H <sub>2</sub> O 中的溶解度
B	向含有少量 CuSO <sub>4</sub> 的 FeSO <sub>4</sub> 溶液中加入足量的 Fe 粉,搅拌一段时间后过滤	可除去 FeSO <sub>4</sub> 溶液中少量的 CuSO <sub>4</sub>
C	取少量溶液于试管中,先加入硝酸,再加入硝酸钡溶液,产生的白色沉淀不溶解	溶液中一定含有硫酸根离子
D	向硫酸酸化的 KI 溶液中滴入 Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> 溶液,形成的溶液可使淀粉变蓝	Fe <sup>3+</sup> 的氧化性比 I <sub>2</sub> 强

14. 在一定温度下,向 1 L 的容器中充入 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(s) 和 CO(g) 各 1 mol, 发生反应:  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ . CO(g) 随时间的变化如下表所示,下列说法错误的是

时间/s	0	10	20	30	40
CO 物质的量/mol	1	0.7	0.5	0.4	0.4

A. 前 10 s 内用 CO 表示该反应速率为  $v(\text{CO}) = 0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

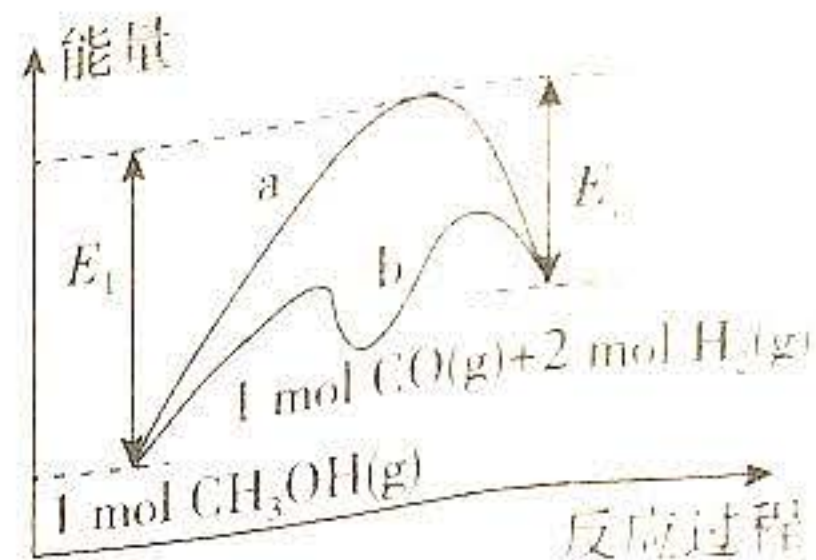
B. 该反应的化学平衡常数为 3.375

C. 40 s 时,升高温度再次达到平衡时,  $n(\text{CO}) = 0.5 \text{ mol}$ , 则正反应为放热反应

D. 40 s 时,向该容器中充入 1 mol CO, 再次达到平衡后, CO 的转化率减小



15. 甲醇分解制氢  $[\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H]$  在工业上有着广泛的用途,一定温度下,该反应过程中能量的变化如图所示,下列说法错误的是



- A.  $\Delta H = E_1 - E_2$   
 B. b 为使用催化剂后的能量变化过程  
 C. 平衡后增大压强,平衡向左移动,  $\Delta H$  减小  
 D. 在固定的容器中发生此反应,当气体压强不再改变时,该反应达到平衡状态

## 第 II 卷

二、非选择题:本题包括 4 小题,共 40 分。

16. (10 分) W、X、Y、Z、M、Q、R 为原子序数依次增大的短周期主族元素。W 为第 I A 族的非金属元素,其单质为空气中含量最多的气体, Y 的最外层电子数为内层电子数的 3 倍, Z 与 W 位于同一主族, Q 与 Y 位于同一主族, M 的最外层电子数与最内层电子数相等。请回答下列问题:

(1) M 为 Mg 元素, R 为 Cl 元素。

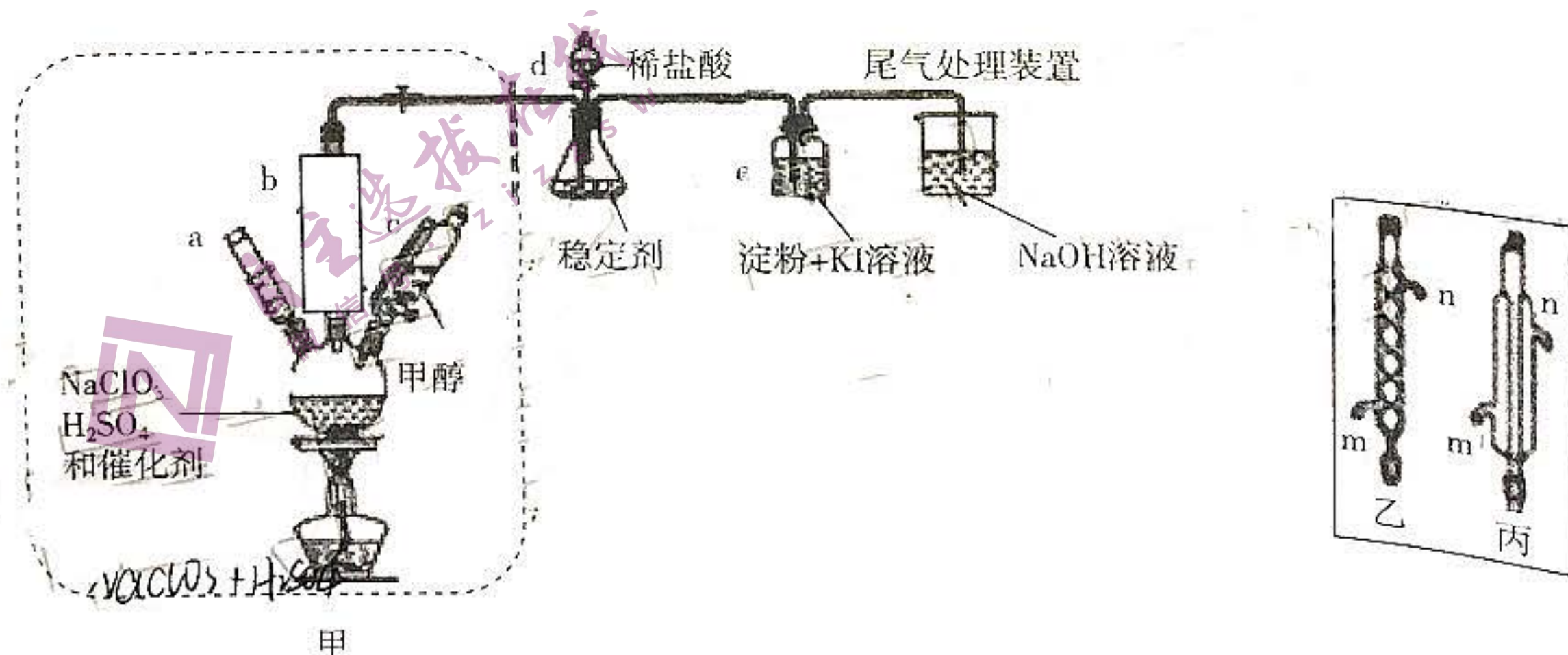
(2) 将  $\text{QY}_2$  和  $\text{R}_2$  同时通入水中反应的离子方程式为  $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- + 4\text{H}^+$

(3) M 的单质能在 X 的单质中燃烧,生成  $\text{Mg}_2\text{N}_2$  (填化学式),该物质和盐酸反应的生成物中只含离子键的物质的电子式为  $\text{MgCl}_2 \quad \text{Cl}:\text{Mg}:\text{Cl}$

(4) W、X、Y 三种元素形成的化合物  $\text{WXY}_2$  是一种弱酸,既具有氧化性又具有还原性,将  $\text{R}_2$  的水溶液加到  $\text{WXY}_2$  溶液中,可生成  $\text{WXY}_3$ ,请写出该反应的离子方程式  $\text{NaNO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{NaNO}_3 + 2\text{Cl}^-$ ,氧化剂和还原剂的物质的量之比为 1:2。

(5) Y、Z、M、R 四种元素的简单离子的半径从大到小的顺序为  $\text{Cl}^- > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$  (用离子符号表示)。

17. (12 分) 二氧化氯 ( $\text{ClO}_2$ ) 常温下是黄色气体,易溶于水,其水溶液是一种广谱杀菌剂。氯酸钠还原法是目前使用较为广泛的  $\text{ClO}_2$  制备方法,其中一种是用  $\text{NaClO}_3$  与  $\text{CH}_3\text{OH}$  在催化剂、 $60^\circ\text{C}$  恒温加热时,发生反应得到  $\text{ClO}_2$ ,如图装置(夹持装置略)对其制备、吸收、释放进行了研究。



已知:

①  $\text{ClO}_2$  的浓度较大时易分解,实验室用稳定剂吸收  $\text{ClO}_2$ ,生成  $\text{NaClO}_2$ ,使用时加酸只释放出  $\text{ClO}_2$  一种气体;



物质	CH <sub>3</sub> OH	HOCH <sub>2</sub> CHO	HCOOH
沸点	64.7℃	97.3℃	100.8℃

请回答：

(1) 甲中未画出的装置应该选择仪器 D (填“乙”或“丙”)，其作用是 降温

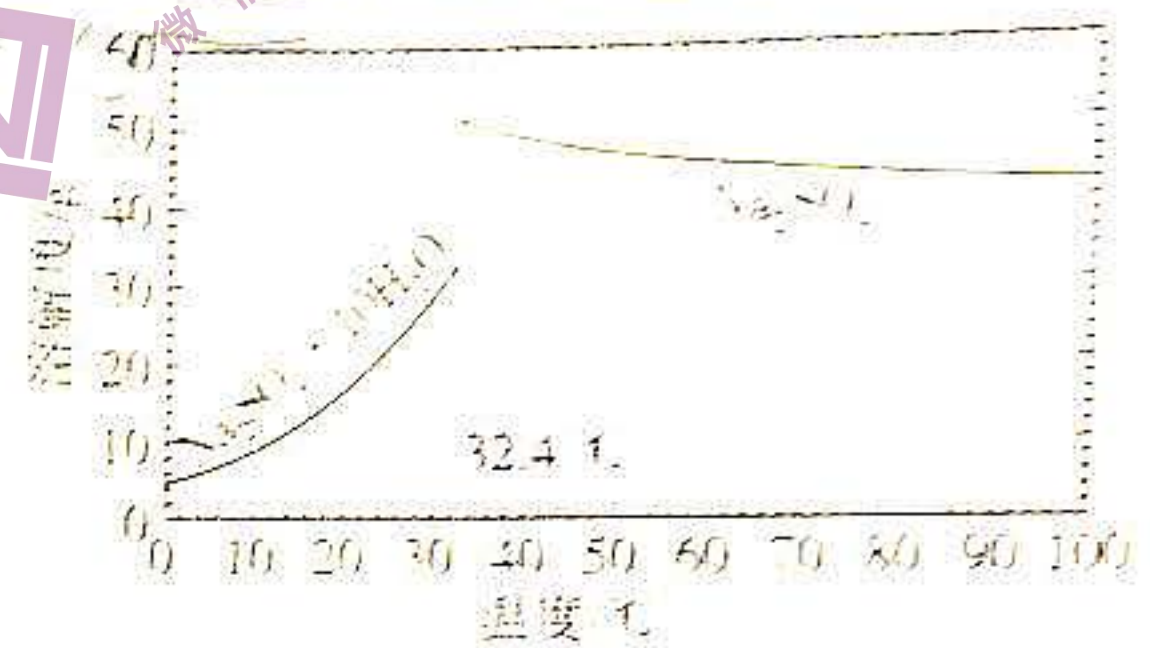
(2) 该实验装置的一项不足之处为 易发生倒吸

(3) 反应中甲醇被氧化为甲酸，若制备 1 mol CO，理论上消耗甲醇的物质的量为 1 mol

(4) 在 ClO<sub>2</sub> 释放实验中，发生的离子反应方程式为 2ClO<sub>2</sub> + 2H<sup>+</sup> = Cl<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O

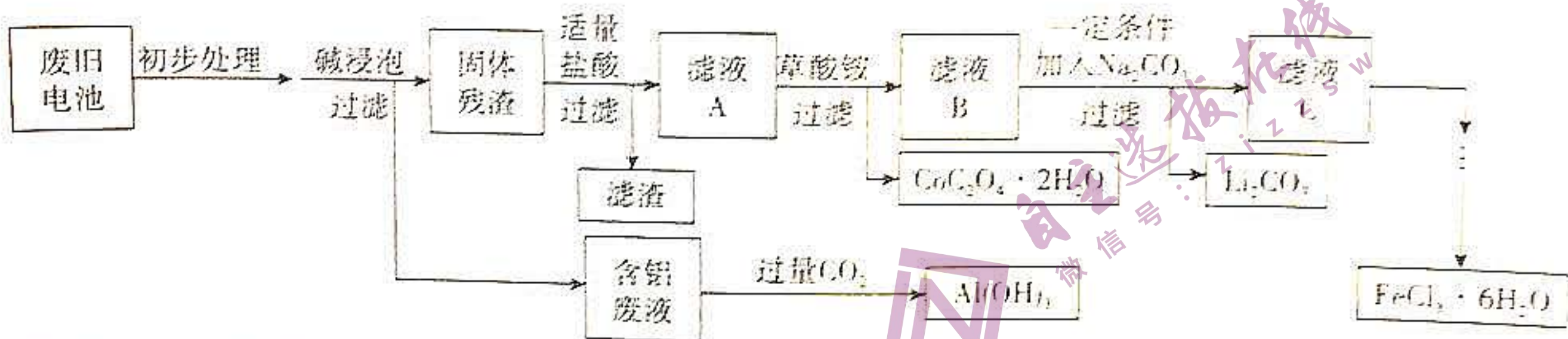
(5) 装置 e 中溶液的颜色变蓝，则其发生反应的离子方程式为 2Fe<sup>2+</sup> + Cl<sub>2</sub> = 2Fe<sup>3+</sup> + 2Cl<sup>-</sup>

(6) 实验结束后，通过装置甲中仪器 三颈烧瓶 中加入 NaOH 溶液可以获取 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10H<sub>2</sub>O。已知 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10H<sub>2</sub>O 和 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 的溶解度曲线如图，结合溶解度曲线从硫酸钠溶液中获得 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10H<sub>2</sub>O 的操作为在 32.4℃ 下恒温蒸发、洗涤、干燥。



(7) ClO<sub>2</sub> 和 Cl<sub>2</sub> 都为强氧化剂，其还原产物均为 Cl<sup>-</sup>，在相同条件下，等质量时，ClO<sub>2</sub> 的氧化能力(得电子的能力)是 Cl<sub>2</sub> 的 2.63 倍(结果保留 2 位小数)。

18. (10 分) 钴酸锂(LiCoO<sub>2</sub>) 电池是一种应用广泛的新型电源，电池中含有少量的铝、铁、碳等单质。实验室尝试对废旧钴酸锂电池回收再利用。实验过程如下：



已知：①还原性： $Fe^{2+} > Cl^- > Co^{3+}$ ；② $Fe^{3+}$  和  $C_2O_4^{2-}$  结合生成较稳定的  $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ ，在强酸性条件下分解重新生成  $Fe^{3+}$ 。回答下列问题：

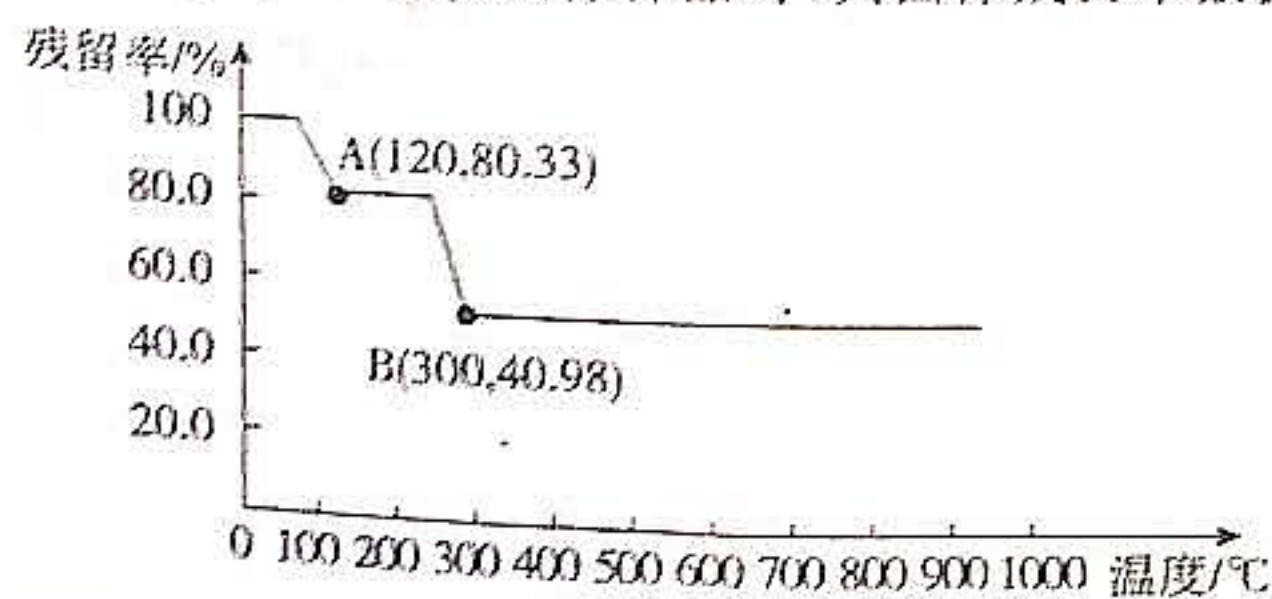
(1) 废旧电池通过放电、拆解和粉碎等初步处理，其中粉碎的目的是 增加接触面积，使反应更彻底

(2) 含铝废液中通入过量 CO<sub>2</sub> 的离子方程式为 Al<sup>3+</sup> + 3CO<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub>O = Al(OH)<sub>3</sub>↓ + 3H<sup>+</sup>

(3) 固体残渣加入适量盐酸会造成空气污染，其原因为 产生 HCl 气体，其相应的化学方程式为 2Fe + 6HCl = 2FeCl<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>↑

(4) 回收的滤渣可作为甲烷燃料电池的电极。某甲烷燃料电池使用熔融碳酸盐作为电解质，其负极反应的电极反应式为 CH<sub>4</sub> + CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> = CO + 2H<sub>2</sub>O + 2e<sup>-</sup>

②在空气中加热一定质量的  $CoC_2O_4 \cdot 2H_2O$  固体样品时，其固体残留率数据如图：





已知：①  $\text{CoC}_2\text{O}_4$  在空气中加热时的气体产物为  $\text{CO}_2$ 。

② 固体残留率 = 对应温度下样品失重后剩余固体的质量 / 样品的初始质量。

则 A 点剩余固体的化学式为 \_\_\_\_\_，B 点发生反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

(8 分) 水煤气变换  $[\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})]$  是重要的化工过程，主要用于合成氨、制氢等

工业领域。请回答下列问题：

(1) 已知化学键的键能如下表所示，则  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$   $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

化学键	$\text{C} \equiv \text{O}$	$\text{O}-\text{H}$	$\text{C}=\text{O}$	$\text{H}-\text{H}$
键能 ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )	$a$	$b$	$c$	$d$

(2) 恒温条件下，在体积固定的容器中发生水煤气变换反应，下列叙述说明反应已达到化学平衡状态的是 \_\_\_\_\_。

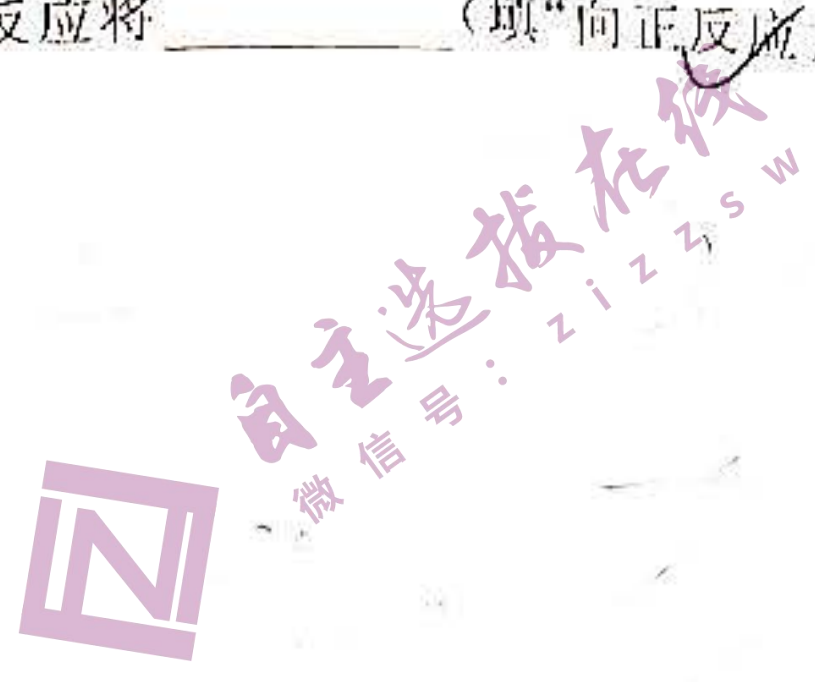
- A. 体系压强保持不变
- B. 混合气体的密度保持不变
- C. 每断裂 2 mol  $\text{O}-\text{H}$  键，同时有 1 mol  $\text{H}-\text{H}$  键断裂
- D. 混合气体的平均摩尔质量保持不变
- E. 各物质的浓度保持不变

(3)  $530^\circ\text{C}$ 、在体积为 2.0 L 的恒容密闭容器中加入 2 mol  $\text{CO}(\text{g})$ 、6 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  和催化剂，10 min 时反应达到平衡，测得  $n(\text{CO}) = 0.8 \text{ mol}$ 。

① 化学平衡常数  $K =$  \_\_\_\_\_。

② 当其他条件不变，温度升高到  $630^\circ\text{C}$  时，反应达到平衡时， $n(\text{CO}) = 0.9 \text{ mol}$ ，由此可推知，升高温度， $\text{CO}$  的转化率 \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“不变”)， $\Delta H$  \_\_\_\_\_ (填“ $>$ ”或“ $<$ ”) 0，理由是 \_\_\_\_\_。

③ 在  $530^\circ\text{C}$  时，若往 1 L 容器中投入 0.4 mol  $\text{CO}(\text{g})$ 、0.1 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、0.2 mol  $\text{CO}_2(\text{g})$  和 0.2 mol  $\text{H}_2(\text{g})$ ，此时化学反应将 \_\_\_\_\_ (填“向正反应方向”“向逆反应方向”或“不”) 移动。





全国卷 化学 参考答案

1. A 【解析】轮胎的成分橡胶、熔喷布的成分聚丙烯都是高分子化合物，而菜籽油的主要成分为油脂，不属于高分子化合物，A 项错误；丙烯酸盐中的羧基阴离子是强亲水性基团，故其可以制作“尿不湿”，B 项正确；蛋白质在高温下变性，运输疫苗时，应低温保存，防止蛋白质变性，C 项正确；降低温度，可减小反应速率，D 项正确。

2. A 【解析】 $\text{NH}_4\text{Cl}$  为离子化合物，应符合离子化合物的书写规则，铵根离子应该书写成复杂阳离子的书写方式，A 项错误；Cl 原子的最外层电子数为 7，得到一个电子后最外层电子数变为 8，B 项正确；Ti 原子的质子数为 22，中子数为 26，则质量数为 48，故含中子数为 26 的 Ti 原子为  $^{48}_{22}\text{Ti}$ ，C 项正确； $\text{NH}_3$  含有三个 N—H 键，一个孤电子对，孤电子对不体现在结构式中，故  $\text{NH}_3$  的结构式为  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ ，D 项正确。

3. C 【解析】 $\text{SO}_2$  和  $\text{O}_2$  反应为可逆反应，转移的电子数小于  $2N_A$ ，A 项错误； $\text{Na}_2\text{O}_2$  中的阴离子为  $\text{O}_2^{2-}$ ，故 7.8 g (0.1 mol)  $\text{Na}_2\text{O}_2$  含有阴离子的数目为  $0.1N_A$ ，B 项错误； $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  的最简式为  $\text{NO}_2$ ，2.3 g  $\text{NO}_2$  和  $\text{N}_2\text{O}_4$  的混合物相当于 0.05 mol  $\text{NO}_2$ ，所含氧原子的数目为  $0.1N_A$ ，C 项正确；12 g  $^{13}\text{C}$  的物质的量小于 1 mol，故其所含质子的数目小于  $6N_A$ ，D 项错误。

4. B 【解析】向  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  溶液中加入过量的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液的离子方程式为  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 4\text{OH}^- + 2\text{Ca}^{2+} = 2\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，A 项错误； $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  溶液中加入过量  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液： $\text{NH}_4^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，B 项正确；还原性： $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$ ，故向  $\text{FeI}_2$  溶液中加入少量的溴水的离子方程式为  $2\text{I}^- + \text{Br}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Br}^-$ ，C 项错误；向  $\text{NaAlO}_2$  溶液中加入过量的稀盐酸的离子方程式为  $\text{AlO}_2^- + 4\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，D 项错误。

5. C 【解析】 $\text{AlO}_2^-$  和  $\text{H}^+$  能够发生反应，不能大量共存，A 项错误；加入  $\text{Al}$  能放出  $\text{H}_2$  的溶液可以含大量的  $\text{H}^+$ ，也可以含大量的  $\text{OH}^-$ ， $\text{HCO}_3^-$  和  $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$  均不能大量共存，B 项错误；加入酚酞后变红的溶液为碱性溶液， $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{K}^+$  三者可与  $\text{OH}^-$  大量共存，C 项正确； $\text{NaClO}$  具有氧化性， $\text{Fe}^{2+}$  具有还原性，两者不能大量共存，D 项错误。

6. C 【解析】假设 P 的化合价升高了  $x$ ，Ag 的化合价降低了 1，又次磷酸为还原剂， $\text{Ag}^+$  为氧化剂，氧化剂和还原剂的物质的量之比为 1:1，由得失电子守恒得， $x \times 1 = 1 \times 1$ ，故  $x = 1$ ，氧化产物中 P 的化合价为 +5，故氧化产物为  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ，A 项正确；由 H 为 +1 价，O 为 -2 价，以及化合物的代数数和为 0，可求得  $\text{H}_2\text{PO}_2^-$  中 P 的化合价为 -1，B 项正确；因次磷酸( $\text{H}_2\text{PO}_2^-$ )为一元中强酸，故其在水中的电离方程式为  $\text{H}_2\text{PO}_2^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_2^-$ ，C 项错误；因为次磷酸( $\text{H}_2\text{PO}_2^-$ )为一元中强酸，次磷酸和过量的  $\text{NaOH}$  反应生成  $\text{NaH}_2\text{PO}_2$  和水，D 项正确。

7. B 【解析】酸浸加入稍过量的  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，目的是使原料完全转化，A 项正确；沉淀时反应为  $\text{Fe}^{3+} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCO}_3^- = \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$ ，B 项错误；过滤操作使用烧杯、玻璃棒和漏斗，C 项正确；检验  $\text{Fe}^{3+}$  的试剂是  $\text{KSCN}$  溶液，D 项正确。

8. D 【解析】a 为原子半径最小的元素，则 a 为 H 元素；b 的一种核素可用来考古断代，则 b 为 C 元素；f 和 d 的最外层电子数相等，且 f 的原子序数为 d 的两倍，则 d 为 O 元素，f 为 S 元素；e 为短周期元素中原子半径最大的元素，则 e 为 Na 元素；因 e 的原子序数位于 b 和 d 之间，则 c 为 N 元素；g 的原子序数在 f 之后，且为短周期主族元素，故 g 为 Cl 元素。元素的非金属性越强，其简单氢化物的稳定性越强，同一周期从左到右元素的非金属性依次增强，故简单氢化物稳定性： $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3 > \text{CH}_4$ ，A 项正确；电子层数多的简单离子的半径比电









【解析】W 为第ⅠA族的非金属元素，W 为 H 元素；X 的单质为空气中含量最多的气体，X 为 N 元素；Y 的最外层电子数为内层电子数的 3 倍，则 Y 为 O 元素；Z 与 W 位于同一主族，且 Z 的原子序数大于 Y，故 Z 为 Na 元素；Q 与 Y 位于同一主族，Q 为 S 元素；R 的原子序数大于 Q，且为短周期主族元素，R 为 Cl 元素；M 的最外层电子数与最内层电子数相等，M 为 Mg 元素。(1)由以上分析可知 M 为 Mg 元素，R 为 Cl 元素。

(2) $\text{SO}_2$  和  $\text{Cl}_2$  发生氧化还原反应，其离子方程式为  $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 。(3)Mg 在  $\text{N}_2$  中燃烧，生成  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ， $\text{Mg}_3\text{N}_2$  和盐酸反应为： $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 8\text{HCl} \longrightarrow 3\text{MgCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ ，其中  $\text{MgCl}_2$  只含离子键，其电子式为  $[\text{Cl}^-]^- \text{Mg}^{2+} [\text{Cl}^-]^-$ 。(4) $\text{Cl}_2$  和  $\text{HNO}_3$  反应， $\text{Cl}_2$  被还原为  $\text{Cl}^-$ ， $\text{HNO}_3$  被氧化为  $\text{HNO}_2$ ，其离子方程式为  $\text{Cl}_2 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{NO}_2$ 。 $\text{Cl}_2$  为氧化剂， $\text{HNO}_3$  为还原剂，氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1:1。(5)简单离子的半径，电子层数越多，半径越大，电子排布相同的简单离子，其核电荷数越大，半径越小，故四种元素的简单离子半径从大到小的顺序为  $\text{Cl}^- > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ 。

17. (12分)【答案】(1)乙(1分) 冷凝回流甲醇兼导气(1分)

(2)未用水浴加热而直接用酒精灯加热(1分)

(3)0.25 mol(1分)



(6)冷却结晶(1分) 过滤(1分)

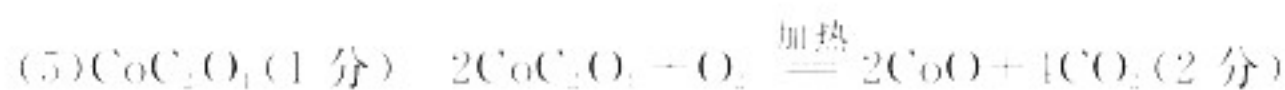
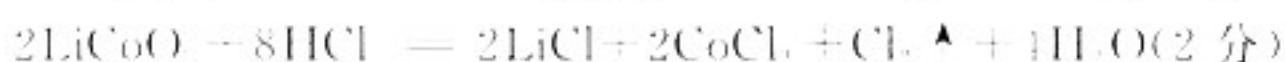
(7)2.63(2分)

【解析】(1)乙装置为球形冷凝管，丙装置为直形冷凝管，为达到更好的冷凝回流效果，应该选用球形冷凝管。甲醇为反应物且沸点低，应冷凝回流，故球形冷凝管的作用为冷凝回流甲醇兼导气。(2)反应的温度为  $60^\circ\text{C}$ ，为了达到更好的加热效果，应该使用水浴加热。(3) $\text{NaClO}_2$  中 Cl 元素的化合价降低了 1 价， $\text{CH}_3\text{OH}$  中 C 的化合价升高了 1 价，故  $\text{NaClO}_2$  与  $\text{CH}_3\text{OH}$  的物质的量之比为 1:4， $\text{NaClO}_2$  的还原产物为  $\text{ClO}_2$ ，故若制备 1 mol  $\text{ClO}_2$ ，理论上消耗的甲醇的物质的量为 0.25 mol。(4)在  $\text{ClO}_2$  释放实验中，生成  $\text{ClO}_2$ ，在氧化还原反应中化合价有升就有降，故还有  $\text{Cl}^-$  生成，发生的离子反应方程式是  $4\text{H}^+ + 5\text{ClO}_2 \longrightarrow \text{Cl}^- + 4\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(5)装置 c 中溶液的颜色变蓝，说明生成了  $\text{I}_2$ ， $\text{ClO}_2$  被还原为  $\text{Cl}^-$ ，其离子方程式为  $2\text{ClO}_2 + 10\text{I}^- + 8\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Cl}^- + 5\text{I}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。(6)从硫酸钠溶液中获得  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  晶体，根据溶解度曲线，其操作为在  $32.4^\circ\text{C}$  下恒温蒸发，冷却结晶、过滤、洗涤、干燥。(7)1 mol  $\text{Cl}_2$  的质量为 71 g，发生反应时转移电子的物质的量为 2 mol，故 1 g 的  $\text{Cl}_2$  转移的电子的物质的量为  $\frac{2}{71}$  mol，1 mol  $\text{ClO}_2$  的质量为 67.5 g，发生反应时转移电子的物质的量为 5 mol，故 1 g 的  $\text{ClO}_2$  转移电子的物质的量为  $\frac{5}{67.5}$  g，等质量时， $\text{ClO}_2$  的氧化能力(得电子的能力)是  $\text{Cl}_2$  的 2.63 倍。

18. (10分)【答案】(1)增大接触面积，加快浸出速率(1分)



(3)还原性： $\text{Cl}^- > \text{Co}^{2+}$ ，氧化性： $\text{Co}^{3+} > \text{Cl}_2$ ， $\text{LiCoO}_2$  和盐酸反应生成氯气污染空气(1分)



【解析】(1)废旧电池需粉碎处理，以加快酸浸的速率。(2)铝单质和强碱反应生成偏铝酸根离子，故含铝废液中含有偏铝酸根离子，再通入过量的二氧化碳气体，其离子方程式为  $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow$



Al(OH)<sub>3</sub> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>。 (c) 固体残渣加入适量盐酸会造成空气污染, 其原因为还原性: Cl<sub>2</sub> → Co<sup>2+</sup>, 氧化性: Co<sup>3+</sup> → Cl<sub>2</sub>, LiCoO<sub>2</sub> 和盐酸反应生成氯气污染空气。其化学方程式为 2LiCoO<sub>2</sub> + 8HCl = 2LiCl + 2CoCl<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub>↑ + 4H<sub>2</sub>O。 (d) 甲烷燃料电池使用熔融碳酸盐作为电解质, 负极为 CH<sub>4</sub> 失电子发生氧化反应, 因电解质为熔融碳酸盐, 故用碳酸根离子配方程式的电荷守恒, 其负极反应的电极反应式为 CH<sub>4</sub> + 8e<sup>-</sup> + 4CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> = 5CO + 2H<sub>2</sub>O。 (5) CoC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O 的相对原子质量为 183, 在 A 点其固体残留率为 80.33%, 故加热至 120℃ 时, 剩余固体的相对原子质量为 183 × 0.8033 = 147, 故剩余的固体为 CoC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>。 B 点固体残留率为 40.98%, 剩余固体的相对原子质量为 75, 固体为 CoO, 其发生化学方程式为 2CoC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> + O<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\text{加热}}$  2CoO + 4CO<sub>2</sub>。

19. (8 分) 【答案】(1) a + 2b - 2c - d (1 分)

(2) CE (1 分)

(3) ①  $\frac{3}{8}$  (2 分) ② 减小 (1 分) < (1 分) 温度升高, CO 的物质的量增大, 反应逆向进行, 正反应为放热反应 (1 分) ③ 向逆反应方向 (1 分)

【解析】(1) 反应热等于反应物的总键能减去生成物的总键能, 故  $\Delta H = (a + 2b - 2c - d) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。 (2) 该反应是前后气体体积不变的反应, 故不管是否达到平衡状态, 体系压强始终不变, 压强不变不能说明此反应已达到化学平衡状态, A 项错误; 该体系的体积不变, 气体的总质量不变, 混合气体的密度始终保持不变, 故混合气体密度保持不变不能说明此反应达到化学平衡状态, B 项错误; 每断裂 2 mol O-H 键, 同时会有 1 mol H-H 键断裂, 能说明此反应达到化学平衡状态, C 项正确; 反应前后气体分子数不变, 混合气体的平均摩尔质量不变无法判断反应是否达到平衡状态, D 项错误; 各物质的浓度保持不变可以说明反应达到平衡状态, E 项正确。

(3) ① 由三段式得: CO(g) + H<sub>2</sub>O(g) ⇌ CO<sub>2</sub>(g) + H<sub>2</sub>(g)

初始 (mol · L <sup>-1</sup> )	1	3	0	0
改变 (mol · L <sup>-1</sup> )	-0.6	-0.6	+0.6	+0.6
平衡 (mol · L <sup>-1</sup> )	0.4	2.4	0.6	0.6

$$K = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \div (0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) = 0.375$$

② 温度升高, CO 的物质的量增大, 反应逆向进行, CO 的转化率减小, 正反应为放热反应。 ③  $Q = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \div (0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) = 1 > K$ , 故平衡向逆反应方向移动。



## 关于我们

**自主选拔在线**（原自主招生在线）创办于 2014 年，历史可追溯至 2008 年，隶属北京太星网络科技有限公司，是专注于**中国拔尖人才培养**的升学咨询在线服务平台。主营业务涵盖：新高考、学科竞赛、强基计划、综合评价、三位一体、高中生涯规划、志愿填报等。

自主选拔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。平台活跃用户达百万量级，网站年度流量超 1 亿量级。用户群体涵盖全国 31 省市，全国超 95% 以上的重点中学老师、家长及考生，更有许多重点高校招办老师关注，行业影响力首屈一指。

自主选拔在线平台一直秉承“专业、专注、有态度”的创办公念，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中学拔尖人才培养咨询服务，为广大高校、中学和教研单位提供“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，和全国数百所重点中学达成深度战略合作，累计举办线上线下升学公益讲座千余场，直接或间接帮助数百万考生顺利通过强基计划（自主招生）、综合评价和高考，进入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力，2019 年荣获央广网“年度口碑影响力在线教育品牌”。

未来，自主选拔在线将立足于全国新高考改革，全面整合高校、中学及教育机构等资源，依托在线教育模式，致力于打造更加全面、专业的**新高考拔尖人才培养**服务平台。



微信搜一搜

自主选拔在线