




2016年天津市高考化学试卷

参考答案与试题解析

一、选择题（共6小题，每小题6分，满分36分）

1.（6分）根据所给信息和标志，判断下列说法错误的是（ ）

A	B	C	D
《神农本草经》记载，麻黄能“止咳逆上气”	碳酸氢钠药片 		
古代中国人已用麻黄治疗咳嗽	该药是抗酸药，服用时喝些醋能提高药效	看到有该标志的废弃物，应远离并报警	贴有该标志的物品是可回收物

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】14：物质的组成、结构和性质的关系。

【专题】513：物质的性质和变化专题。

【分析】A. 麻黄能“止咳逆上气”，则麻黄具有治疗咳嗽的作用；

B. 醋中含有乙酸，能和碳酸氢钠反应；

C. 该标志为放射性物质标志；

D. 该标志为循环回收标志。

【解答】解：A. 麻黄能“止咳逆上气”，则麻黄具有治疗咳嗽的作用，可以制作咳嗽药，故A正确；

B. 醋中含有乙酸，能和碳酸氢钠反应，从而降低疗效，故B错误；

C. 该标志为放射性物质标志，对环境及人有危害，所以看到有该标志的废弃物，应远离并报警，故C正确；

D. 该标志为循环回收标志，所以贴有该标志的物品是可回收物，故D正确；

故选：B。

【点评】本题考查信息及标志，侧重考查学生对基本生活常识及基本标志的了解，知道化学在生产生活中的应用，会运用化学知识解决生产生活问题，题目难度不大。

2.（6分）下列对氨基酸和蛋白质的描述正确的是（ ）

A. 蛋白质水解的最终产物是氨基酸

B. 氨基酸和蛋白质遇重金属离子均会变性

- C. α -氨基丙酸与 α -氨基苯丙酸混合物脱水成肽，只生成2种二肽
D. 氨基酸溶于过量氢氧化钠溶液中生成的离子，在电场作用下向负极移动

【考点】K6: 氨基酸、蛋白质的结构和性质特点.

【专题】53: 有机化学基础.

【分析】A. 氨基酸是组成蛋白质的基本单位;

B. 重金属盐能使蛋白质发生变性;

C. α -氨基丙酸与 α -氨基苯丙酸混合物脱水成肽，生成4种二肽;

D. 氨基酸中 $-COOH$ 和 $NaOH$ 反应生成羧酸根离子，应该向正极移动.

【解答】解: A. 氨基酸通过发生水解反应生成蛋白质，所以蛋白质最终水解产物是氨基酸，故A正确;

B. 重金属盐能使蛋白质发生变性，但不能使氨基酸发生变性，故B错误;

C. 氨基酸生成二肽，是两个氨基酸分子脱去一个水分子，当同种氨基酸脱水，生成2种二肽; 是异种氨基酸脱水: 可以是 α -氨基丙酸脱羟基、 α -氨基苯丙酸脱氢; 也可以 α -氨基丙酸脱氢、 α -氨基苯丙酸脱羟基，生成2种二肽。所以共有4种，故C错误;

D. 氨基酸中 $-COOH$ 和 $NaOH$ 反应生成羧酸根离子，带负电荷，应该向正极移动，故D错误;

故选: A.

【点评】本题以氨基酸为载体考查有机物结构和性质，为高频考点，明确有机物官能团及其性质关系、成肽反应实质是解本题关键，易错选项是C，注意同种氨基酸也能发生成肽反应，题目难度不大.

3. (6分) 下列叙述正确的是 ()

- A. 使用催化剂能够降低化学反应的反应热 (ΔH)
B. 金属发生吸氧腐蚀时，被腐蚀的速率与氧气浓度无关
C. 原电池中发生的反应达平衡时，该电池仍有电流产生
D. 在同浓度的盐酸中， ZnS 可溶而 CuS 不溶，说明 CuS 的溶解度比 ZnS 的小

【考点】BB: 反应热和焓变.

【专题】517: 化学反应中的能量变化.

【分析】A. 催化剂能降低反应的活化能从而改变反应速率，但不改变化学平衡;

B. 金属发生吸氧腐蚀时，氧气浓度越大，腐蚀的速率越快;

C. 原电池中发生的反应达平衡时，各组分浓度不再改变，电子转移总量为0，该电池无

电流产生；

D. 在同浓度的盐酸中，ZnS 可溶而 CuS 不溶，说明 CuS 的溶解度比 ZnS 的小。

【解答】解：A. 催化剂能降低反应的活化能从而改变反应速率，但不改变化学平衡，则不能改变反应的反应热，故 A 错误；

B. 金属发生吸氧腐蚀时，氧气浓度越大，腐蚀的速率越快，故 B 错误；

C. 原电池中发生的反应达平衡时，各组分浓度不再改变，电子转移总量为 0，该电池无电流产生，故 C 错误；

D. 在同浓度的盐酸中，ZnS 可溶而 CuS 不溶，说明 CuS 的溶解度比 ZnS 的小，故 D 正确。

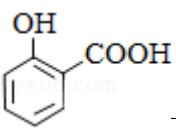
故选：D。

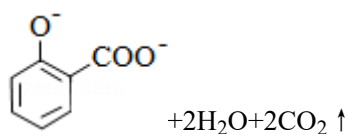
【点评】本题考查了催化剂对化学反应的影响、金属的腐蚀及溶解度大小的比较，注意催化剂不能改变化学平衡，题目难度中等。

4. (6 分) 下列实验的反应原理用离子方程式表示正确的是 ()

A. 室温下，测得氯化铵溶液 $\text{pH} < 7$ ，证明一水合氨是碱： $\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{O}^+$

B. 用氢氧化钠溶液除去镁粉中的杂质铝： $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

C. 用碳酸氢钠溶液检验水杨酸中的羧基： + $2\text{HCO}_3^- \rightarrow$



D. 用高锰酸钾标准溶液滴定草酸： $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

【考点】49：离子方程式的书写。

【专题】516：离子反应专题。

【分析】A. 盐类水解是可逆反应；

B. Al 和 NaOH 溶液反应生成偏铝酸钠和氢气，Mg 不反应；

C. 羧基能和碳酸氢钠反应，但酚羟基和碳酸氢钠不反应；

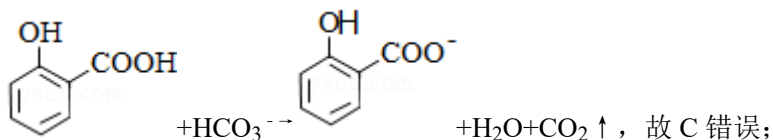
D. 弱电解质写化学式。

【解答】解：A. 盐类水解是可逆反应，应该写可逆号，离子方程式为： $\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3$

•H₂O+H₃O⁺，故 A 错误；

B. Al 和 NaOH 溶液反应生成偏铝酸钠和氢气，Mg 不反应，离子方程式为 2Al+2OH⁻+2H₂O=2AlO₂⁻+3H₂↑，故 B 正确；

C. 羧基能和碳酸氢钠反应，但酚羟基和碳酸氢钠不反应，离子方程式为

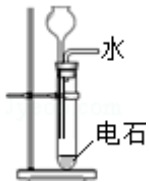





D. 弱电解质写化学式，离子方程式为 2MnO₄⁻+6H⁺+5H₂C₂O₄=2Mn²⁺+10CO₂↑+8H₂O，故 D 错误；

故选：B。

【点评】 本题考查离子方程式的书写，为高频考点，明确物质之间反应、物质性质及离子方程式书写规则是解本题关键，涉及盐类水解、氧化还原反应等知识点，易错选项是 C，注意羧基能和碳酸氢盐反应但酚羟基不能和碳酸氢盐反应，但羧基、酚羟基都能和碳酸钠反应，题目难度不大。

5. (6分) 下列选用的仪器和药品能达到实验目的是 ()

A	B	C	D
		饱和 NaHSO ₃ 溶液 	
制乙炔的发生装置	蒸馏时的接收装置	除去 SO ₂ 中的少量 HCl	准确量取一定体积 K ₂ Cr ₂ O ₇ 标准溶液

A. A

B. B

C. C

D. D

【考点】 U5：化学实验方案的评价。

【专题】 25：实验评价题。

【分析】 A. 水和碳化钙反应速率很快，长颈漏斗无法控制反应速率，该反应放出大量热，碳化钙和水反应生成微溶的氢氧化钙糊状物；

B. 蒸馏时接收馏分的锥形瓶不能用塞子塞；

C. HCl 能和亚硫酸氢钠反应生成二氧化硫；

D. 重铬酸钾具有强氧化性。

【解答】解：A. 反应大量放热。会损坏启普发生器；生成的氢氧化钙是糊状物。会堵塞反应容器，使水面难以升降；电石与水反应很剧烈，应选用分液漏斗，以便控制水的流速；为了获得平稳的乙炔气流，可用饱和食盐水代替水，故 A 错误；

B. 蒸馏时接收馏分的锥形瓶不能用塞子塞，否则锥形瓶中气压过大会导致安全事故，故 B 错误；

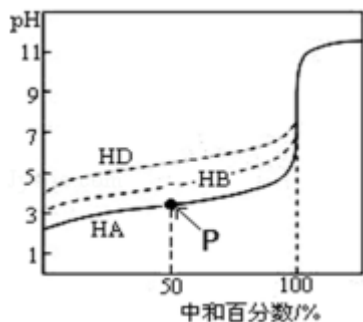
C. HCl 能和亚硫酸氢钠反应生成二氧化硫，从而除去 HCl，故 C 正确；

D. 重铬酸钾具有强氧化性，能氧化橡胶而不能用碱式滴定管，应该用酸式滴定管，故 D 错误；

故选：C。

【点评】本题考查化学实验方案评价，为高频考点，涉及仪器选取、物质制备、除杂等知识点，明确实验原理、基本操作、物质性质是解本题关键，会根据实验目的及仪器用途选取合适的仪器，题目难度中等。

6. (6分) 室温下，用相同浓度的 NaOH 溶液，分别滴定浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的三种酸 (HA、HB 和 HD) 溶液，滴定曲线如图所示，下列判断错误的是 ()



- A. 三种酸的电离常数关系： $K_{\text{HA}} > K_{\text{HB}} > K_{\text{HD}}$
- B. 滴定至 P 点时，溶液中： $c(\text{B}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{HB}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
- C. $\text{pH}=7$ 时，三种溶液中： $c(\text{A}^-) = c(\text{B}^-) = c(\text{D}^-)$
- D. 当中和百分数达 100% 时，将三种溶液混合后： $c(\text{HA}) + c(\text{HB}) + c(\text{HD}) = c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+)$

【考点】DO：酸碱混合时的定性判断及有关 pH 的计算。

【专题】51G：电离平衡与溶液的 pH 专题。

【分析】A. 根据等浓度的三种一元酸的 PH 大小确定三种酸的电离常数；

B. HB 被中和一半时，溶液中溶质有中和生成的盐与未反应完的酸，根据盐的水解与酸的电离程度进行比较；

C. 当 $\text{pH}=7$ 时, 三种溶液所消耗的氢氧化钠的体积不相同;

D. 恰好中和时, 三种溶液所消耗的氢氧化钠体积相同, 生成三种盐的浓度相同, 混合后根据盐的水解写出质子守恒解答。

【解答】解: A. 相同物质的量浓度的一元酸, 酸的 pH 越小, 氢离子浓度越大, 说明酸的电离程度越大, 则该酸的酸性越强, 其电离平衡常数越大, 根据图知, 未加 NaOH 溶液时, $\text{pH}: \text{HA} < \text{HB} < \text{HD}$, 说明酸的电离程度 $\text{HA} > \text{HB} > \text{HD}$, 则 $K_{\text{HA}} > K_{\text{HB}} > K_{\text{HD}}$, 故 A 正确;

B. 中和 50% 即 P 点, 溶液中溶质为等物质的量浓度的酸 (HB) 和盐 (NaB), 由图可知溶液呈酸性, 则 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, 且酸的电离程度大于酸根离子水解程度,

① NaB 完全电离: $\text{NaB} = \text{Na}^+ + \text{B}^-$, 这一步的 $c(\text{B}^-) = c(\text{Na}^+)$,

② HB 少部分电离: $\text{HB} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{B}^-$, 则 $c(\text{HB}) > c(\text{H}^+)$,

③ NaB 少部分水解: $\text{B}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HB} + \text{OH}^-$,

由于酸的电离程度大于盐的水解程度, 则 HB 电离产生的 B^- 相对 NaB 水解消耗的 B^- 多, 所以 $c(\text{B}^-) > c(\text{Na}^+)$, 由于 HB 电离消耗得多, 水解生成的 HB 少,

所以 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HB})$, 则 $c(\text{B}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{HB}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, 故 B 正确;

C. 当 $\text{pH}=7$ 时, 根据电荷守恒三种溶液中离子浓度关系为:

$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$, 由于 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 所以 $c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-)$,

$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{B}^-) + c(\text{OH}^-)$, 由于 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 所以 $c(\text{Na}^+) = c(\text{B}^-)$,

$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{D}^-) + c(\text{OH}^-)$, 由于 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 所以 $c(\text{Na}^+) = c(\text{D}^-)$,

由于三种酸根的水解程度不同, 则溶液呈中性时所消耗的氢氧化钠的体积不相同, 则三种溶液中钠离子浓度不同, $c(\text{A}^-)$, $c(\text{B}^-)$, $c(\text{D}^-)$ 也不同, $c(\text{A}^-) > c(\text{B}^-) > c(\text{D}^-)$, 故 C 错误;

D. 恰好中和时, 三种溶液所消耗的氢氧化钠体积相同, 生成三种盐的浓度相同, 混合后溶液因盐的水解呈碱关系为: $c(\text{OH}^-) = c(\text{HA}) + c(\text{HB}) + c(\text{HD}) + c(\text{H}^+)$, 故 D 正确;

故选: C。

【点评】 本题以弱电解质的电离为载体考查酸碱混合溶液定性判断，明确电解质溶液中三大守恒以及酸的电离程度与酸根离子水解程度的大小是解题关键，题目难度中等。

二、解答题（共 4 小题，满分 64 分）

7.（14 分）如表为元素周期表的一部分。

碳	氮	Y	
X		硫	Z

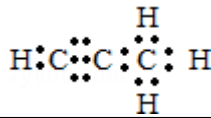
回答下列问题：

- (1) Z 元素在周期表中的位置为 第三周期 V II A 族。
- (2) 表中元素原子半径最大的是（写元素符号） Si。
- (3) 下列事实能说明 Y 元素的非金属性比 S 元素的非金属性强的是 ac。

- a. Y 单质与 H_2S 溶液反应，溶液变浑浊
- b. 在氧化还原反应中， 1mol Y 单质比 1mol S 得电子多
- c. Y 和 S 两元素的简单氢化物受热分解，前者的分解温度高

(4) X 与 Z 两元素的单质反应生成 1mol X 的最高价化合物，恢复至室温，放热 687kJ 。已知该化合物的熔、沸点分别为 -69°C 和 58°C 。写出该反应的热化学方程式 $\text{Si(s)} + 2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{SiCl}_4(\text{l}) \Delta H = -687\text{kJ/mol}$ 。

(5) 碳与镁生成的 1mol 化合物 Q 与水反应生成 2mol Mg(OH)_2 和 1mol 烃，该烃分



子中碳氢质量比为 9: 1，烃的电子式为 $\text{H}-\text{C}(\text{H})_3$ 。Q 与水反应的化学方程式为 $\text{Mg}_2\text{C}_3 + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Mg(OH)}_2 + \text{C}_3\text{H}_4 \uparrow$ 。

(6) 铜与一定浓度的硝酸和硫酸的混合酸反应，生成的盐只有硫酸铜，同时生成的两种气体均由上表中两种元素组成，气体的相对分子质量都小于 50，为防止污染，将产生的气体完全转化为最高价含氧酸盐，消耗 $1\text{L } 2.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液和 1mol O_2 ，则两种气体的分子式及物质的量分别为 $\text{NO } 0.9\text{mol}, \text{NO}_2 1.3\text{mol}$ ，生成硫酸铜物质的量为 2mol 。

【考点】 8J: 位置结构性质的相互关系应用。

【专题】 51C: 元素周期律与元素周期表专题。

【分析】 根据元素周期表结构可知，X 为 Si 元素，Y 为 O 元素，Z 为 Cl 元素，

(1) Z 为氯元素，其原子序数为 17，含有 3 个电子层，最外层含有 7 个电子，据此判断

其在周期表中的位置；

(2) 元素周期表中，同一周期从左向右，原子半径逐渐减小，同一主族从上到下，原子半径逐渐增大；

(3) 说明 Y 元素的非金属性比 S 元素的非金属性强，可以根据元素单质氧化性强弱或生成气体氢化物稳定性分析，而与得失电子数没有必然关系；

(4) X (Si) 与 Z (Cl) 两元素的单质反应生成 1molX 的最高价化合物 SiCl_4 ，恢复至室温，放热 687kJ，由于该化合物的熔、沸点分别为 -69°C 和 58°C ，则常温下 SiCl_4 为液态，据此结合热化学方程式的书写原则解答；

(5) 该烃分子中碳氢质量比为 9:1，C、H 的物质的量之比为 $\frac{9}{12} : \frac{1}{1} = 3:4$ ，根据“碳与镁生成的 1mol 化合物 Q 与水反应生成 2mol $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 1mol 烃”可知该烃的化学式，然后写出其电子式；根据烃的化学式确定 Q 的化学式，然后再写出 Q 与水反应的化学方程式；

(6) 铜与一定浓度的硝酸和硫酸的混合酸反应可能生成一氧化氮和二氧化氮，相对分子质量都小于 50，符合题意，分别设出二氧化氮、一氧化氮的物质的量，根据原子守恒、电子守恒列式计算出 NO、二氧化碳的物质的量；根据电子守恒可计算出参与反应的 Cu 的物质的量。

【解答】解：根据元素周期表结构可知，X 为 Si 元素，Y 为 O 元素，Z 为 Cl 元素，

(1) Z 为 Cl 元素，其原子序数为 17，位于周期表中第三周期、V II A 族，

故答案为：第三周期 V II A 族；

(2) 同一周期从左向右，原子半径逐渐减小，同一主族从上到下，原子半径逐渐增大，则原子半径最大的为 Si，

故答案为：Si；

(3) a. Y 单质与 H_2S 溶液反应，溶液变浑浊，说明氧气的氧化性比硫强，则说明 Y 元素的非金属性比 S 元素的非金属性强，故 a 正确；

b. 在氧化还原反应中，1molY 单质比 1molS 得电子多，氧化性强弱与得失电子数没有必然关系，故 b 错误；

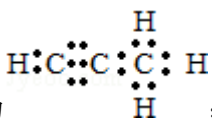
c. 元素的非金属性越强，氢化物的稳定性越强，Y 和 S 两元素的简单氢化物受热分解，前者的分解温度高，说明 Y 的非金属性较强，故 c 正确；

故答案为：ac；

(4) X (Si) 与 Z (Cl) 两元素的单质反应生成 1molX 的最高价化合物 SiCl_4 ，恢复至室温，放热 687kJ，已知该化合物的熔、沸点分别为 -69°C 和 58°C ，则常温下 SiCl_4 为液态，该反应的热化学方程式为： $\text{Si}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{SiCl}_4(\text{l}) \Delta H = -687\text{kJ/mol}$ ，

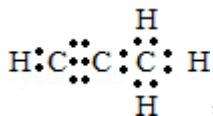
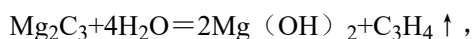
故答案为： $\text{Si}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{SiCl}_4(\text{l}) \Delta H = -687\text{kJ/mol}$ ；

(5) 该烃分子中碳氢质量比为 9: 1，C、H 的物质的量之比为 $\frac{9}{12} : \frac{1}{1} = 3: 4$ ，根据“碳与镁生成的 1mol 化合物 Q 与水反应生成 2mol $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 1mol 烃”可知该烃的化学



式为 C_3H_4 ，电子式为

Q 的化学式为 Mg_2C_3 ， Mg_2C_3 与水反应生成氢氧化镁和 C_3H_4 ，反应的化学方程式为：



故答案为： $\text{Mg}_2\text{C}_3 + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{C}_3\text{H}_4 \uparrow$ ；

(6) 铜与一定浓度的硝酸和硫酸的混合酸反应可能生成一氧化氮和二氧化氮，相对分子质量都小于 50，符合题意，

1mol 氧气参与反应转移电子的物质的量为 4mol，假设二氧化氮的物质的量为 x，NO 的物质的量为 y，

$$\text{则: } \begin{cases} x + y = 2.2 \\ x + 3y = 4 \end{cases}$$

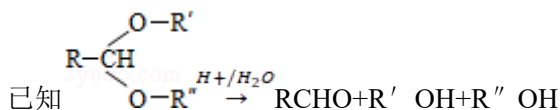
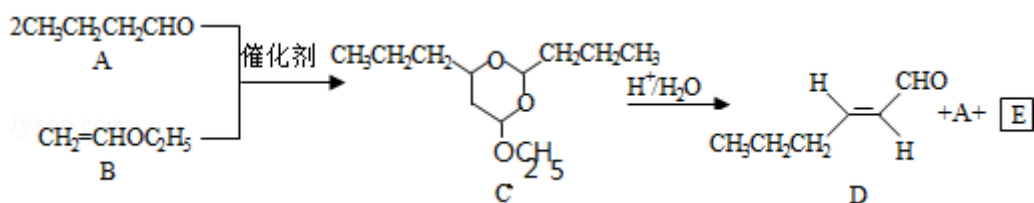
$$\text{解得: } \begin{cases} x = 1.3\text{mol} \\ y = 0.9\text{mol} \end{cases}$$

根据电子守恒，参与反应的 Cu 的物质的量为： $n(\text{Cu}) = \frac{4\text{mol}}{2} = 2\text{mol}$ ，

故答案为：NO 0.9mol， NO_2 1.3mol；2mol.

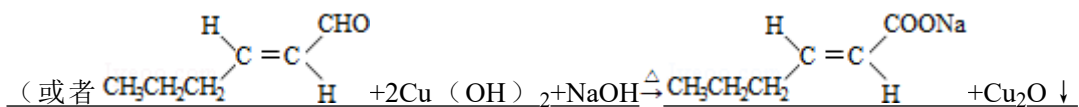
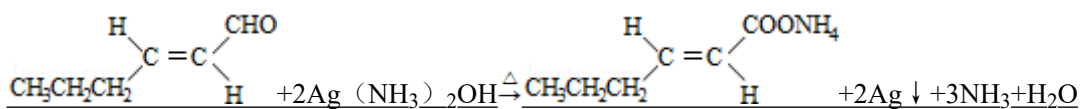
【点评】本题为 2016 年天津高考题，考查了原子结构与元素周期律、元素周期表的关系及氧化还原反应的计算等知识，题目难度中等，明确元素周期表结构、元素周期律内容为结构件，注意掌握守恒思想在化学计算中的应用，试题培养了学生的分析能力及化学计算能力.

8. (18 分) 己烯醛 (D) 是一种重要的合成香料，下列合成路线是制备 D 的方法之一，根据该合成路线回答下列问题：



(1) A 的名称是 丁醛；B 分子中的共面原子数目最多为 9；C 分子中与环相连的三个基团中，不同化学环境的氢原子共有 8 种。

(2) D 中含氧官能团的名称是 醛基。写出检验该官能团的化学反应方程式：

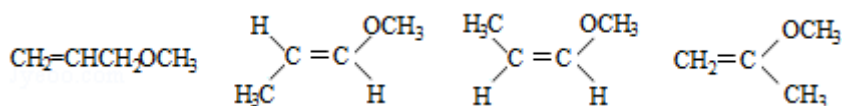


+3H₂O)。

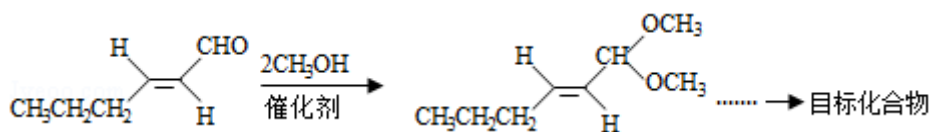
(3) E 为有机物，能发生的反应有：cd

a. 聚合反应 b. 加成反应 c. 消去反应 d. 取代反应

(4) B 的同分异构体 F 与 B 有完全相同的官能团，写出 F 所有可能的结构：



(5) 以 D 为主要原料制备己醛（目标化合物），在方框中将合成路线的后半部分补充完整。



(6) 问题 (5) 的合成路线中的第一步反应的目的是 保护醛基。

【考点】 HC: 有机物的合成.

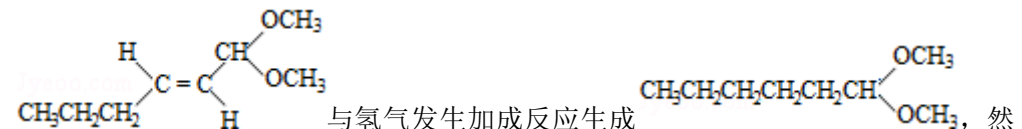
【专题】 534: 有机物的化学性质及推断.

【分析】 (1) A 为丁醛；B 中碳碳双键连接的原子为平面结构，O 原子及连接的原子形成 V 形，旋转 C-O 单键可以使个平面共面，可以使甲基中碳原子处于平面内，旋转碳碳单键可以使甲基中 1 个 H 原子出平面内；C 分子中与环相连的三个基团的化学环境均不相同；

(2) 由 D 的结构简式可知, 含有的含氧官能团为醛基, 用银氨溶液或新制氢氧化铜悬浊液检验醛基;

(3) C 相当于醚键水解形成羟基后再发生分子内脱水反应形成碳碳双键、醛基得到 A、D, 可推知 E 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$;

(4) B 的同分异构体 F 与 B 有完全相同的官能团, 则 F 含有醚键、碳碳双键, 可以看作 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ 中 1 个 H 原子被 $-\text{OCH}_3$ 取代, 注意存在顺反异构情况;

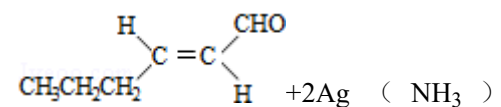
(5)  与氢气发生加成反应生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{OCH}_3)_2$, 然后在酸性条件下得到 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$;

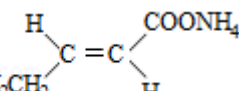
(6) 保护醛基, 防止被氢气还原。

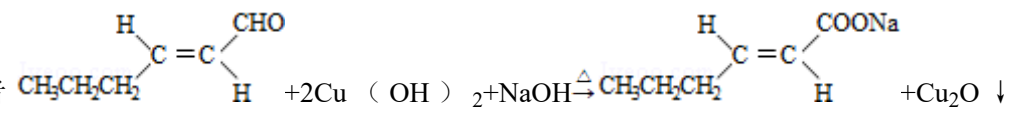
【解答】解: (1) A 的名称为丁醛; B 中碳碳双键连接的原子为平面结构, O 原子及连接的原子形成 V 形, 旋转 C - O 单键可以使个平面共面, 可以使甲基中碳原子处于平面内, 旋转碳碳单键可以使甲基中 1 个 H 原子出平面内, 最多有 9 个原子共平面; C 分子中与环相连的三个基团的化学环境均不相同, 与环相连的三个基团中, 不同化学环境的氢原子共有 8 种,

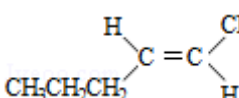
故答案为: 丁醛; 9; 8;

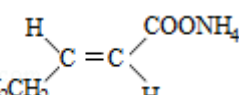
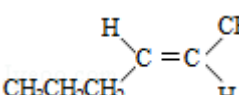
(2) 由 D 的结构简式可知, 含有的含氧官能团为醛基, 用银氨溶液或新制氢氧化铜悬浊

液检验醛基, 反应方程式为: 

 $+ 2\text{Ag} \downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$,

或者 

故答案为: 醛基;  $+ 2\text{Ag} (\text{NH}_3)$

 $+ 2\text{Ag} \downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (或者  $+ 2\text{Cu}$

I. 测定原理:

碱性条件下, O_2 将 Mn^{2+} 氧化为 $MnO(OH)_2$: ① $2Mn^{2+} + O_2 + 4OH^- = 2MnO(OH)_2 \downarrow$

酸性条件下, $MnO(OH)_2$ 将 I^- 氧化为 I_2 : ② $MnO(OH)_2 + I^- + H^+ \rightarrow Mn^{2+} + I_2 + H_2O$ (未配平)

用 $Na_2S_2O_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 : ③ $2S_2O_3^{2-} + I_2 = S_4O_6^{2-} + 2I^-$

II. 测定步骤:

- 安装装置, 检验气密性, 充 N_2 排尽空气后, 停止充 N_2 .
- 向烧瓶中加入 200mL 水样.
- 向烧瓶中依次迅速加入 1mL $MnSO_4$ 无氧溶液 (过量)、2mL 碱性 KI 无氧溶液 (过量) 开启搅拌器, 至反应①完全.
- 搅拌并向烧瓶中加入 2mL H_2SO_4 无氧溶液, 至反应②完全, 溶液为中性或弱酸性.
- 从烧瓶中取出 40.00mL 溶液, 以淀粉作指示剂, 用 $0.01000mol \cdot L^{-1}$ $Na_2S_2O_3$ 溶液进行滴定, 记录数据. f...
- 处理数据 (忽略氧气从水样中的逸出量和加入试剂后水样体积的变化).

回答下列问题:

(1) 配制以上无氧溶液时, 除去所用溶剂水中氧的简单操作为 将溶剂水煮沸后冷却.

(2) 在橡胶塞处加入水样及有关试剂应选择的仪器是 ②.

① 滴定管 ② 注射器 ③ 量筒

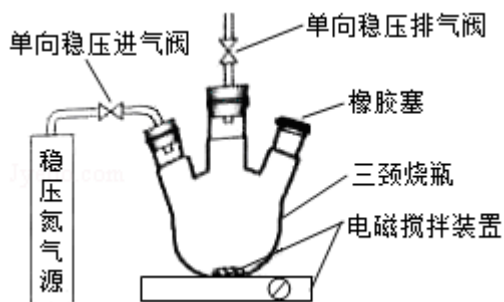
(3) 搅拌的作用是 使溶液混合均匀, 快速完成反应.

(4) 配平反应②的方程式, 其化学计量数依次为 1, 2, 4, 1, 1, 3.

(5) 步骤 f 为 重复步骤 e 的操作 2 - 3 次.

(6) 步骤 e 中达到滴定终点的标志为 溶液蓝色褪去且半分钟内不变化. 若某次滴定消耗 $Na_2S_2O_3$ 溶液 4.50mL, 水样的 $DO = \underline{9.0} \text{ mg} \cdot L^{-1}$ (保留一位小数). 作为饮用水源, 此次测得 DO 是否达标: 是 (填“是”或“否”)

(7) 步骤 d 中加入 H_2SO_4 溶液反应后, 若溶液 pH 过低, 滴定时会产生明显的误差, 写出产生此误差的原因 (用离子方程式表示, 至少写出 2 个) $2H^+ + S_2O_3^{2-} = S \downarrow + SO_2 \uparrow + H_2O$, $SO_2 + I_2 + 2H_2O = 4H^+ + SO_4^{2-} + 2I^-$, $4H^+ + 4I^- + O_2 = 2I_2 + 2H_2O$.



【考点】RD：探究物质的组成或测量物质的含量。

【专题】544：定量测定与误差分析。

【分析】(1) 配制以上无氧溶液时需要通过煮沸溶液把溶剂中溶解的氧气赶出；

(2) 加入水样需要避免空气进入三颈瓶，橡皮塞处用注射器把水样注入；

(3) 搅拌的作用是混合均匀反应充分；

(4) $\text{MnO}(\text{OH})_2 + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，反应中碘元素化合价 -1 价变化为 0 价，锰元素化合价降低 +4 价变化为 +2 价，电子转移总数 2，结合原子守恒配平离子方程式；

(5) 为减少实验过程中的误差，滴定实验应重复进行滴定实验测定数值，取几次的平均值计算；

(6) 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 发生反应 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ ，指示剂为淀粉，随滴入溶液反应溶液蓝色变化为无色且半分钟不变说明反应达到终点；用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 发生反应 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ ，以淀粉作指示剂，随硫代硫酸钠溶液滴入，滴定过程中滴入最后一滴溶液蓝色变化为无色且半分钟不变说明反应达到终点，若某次滴定消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 4.50mL， $2\text{Mn}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{MnO}(\text{OH})_2 \downarrow$ ， $\text{MnO}(\text{OH})_2 + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ， $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ ，得到定量关系计算得到水样中的 DO，注意溶液体积的变化；

(7) 硫代硫酸钠在酸性条件下发生歧化反应，生成的二氧化硫也能够被生成的碘氧化，同时空气中的氧气也能够将碘离子氧化。

【解答】解：(1) 溶液中氧气溶解度不大，且随温度升高溶解度减小，所以配制以上无氧溶液时需要通过煮沸溶剂后冷却，把溶剂水中溶解的氧气赶出得到，

故答案为：将溶剂水煮沸后冷却；

(2) 加入水样需要避免空气进入三颈瓶，橡皮塞处用中注射器把水样注入，在橡皮塞处加入水样及有关试剂应选择的仪器是②，滴定管和量筒无法实现加入水样的目的，

故答案为：②；

(3) 操作步骤中搅拌的作用是使溶液混合均匀，快速完成反应，

故答案为：使溶液混合均匀，快速完成反应；

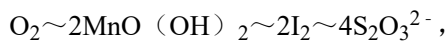
(4) $\text{MnO}(\text{OH})_2 + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{MnO}(\text{OH})_2 + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 反应中碘元素化合价 -1 价变化为 0 价，锰元素化合价降低+4 价变化为+2 价，电子转移总数 2，配平得到离子方程式为： $\text{MnO}(\text{OH})_2 + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$,

故答案为：1, 2, 4, 1, 1, 3;

(5) 为减少实验过程中的误差，滴定实验应重复进行滴定实验测定数值，取几次的平均值计算，步骤 f 为重复步骤 e 的操作 2 - 3 次，

故答案为：重复步骤 e 的操作 2 - 3 次；

(6) 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 发生反应 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ ，以淀粉作指示剂，随硫代硫酸钠溶液滴入，滴定过程中滴入最后一滴溶液蓝色变化为无色且半分钟不变说明反应达到终点，若某次滴定消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 4.50mL, $2\text{Mn}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{MnO}(\text{OH})_2 \downarrow$, $\text{MnO}(\text{OH})_2 + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ ，得到定量关系为：



1

4

n

$$0.0045\text{L} \times 0.01000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$n = 1.12 \times 10^{-5}\text{mol},$$

$$200\text{mL 水样中含氧气 } 1.12 \times 10^{-5}\text{mol} \times \frac{200}{40} = 5.6 \times 10^{-5}\text{mol}$$

$$\text{氧气浓度} = \frac{5.6 \times 10^{-5}\text{mol}}{0.2\text{L}} = 2.8 \times 10^{-4}\text{mol/L},$$

水中溶氧量 (DO) = $2.8 \times 10^{-4}\text{mol/L} \times 32\text{g/mol} = 8.96 \times 10^{-3}\text{g/L} \approx 9.0\text{mg/L} > 5\text{mg/L}$ ，生活饮用水源的 DO 不能低于 $5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。则此水样符合标准，

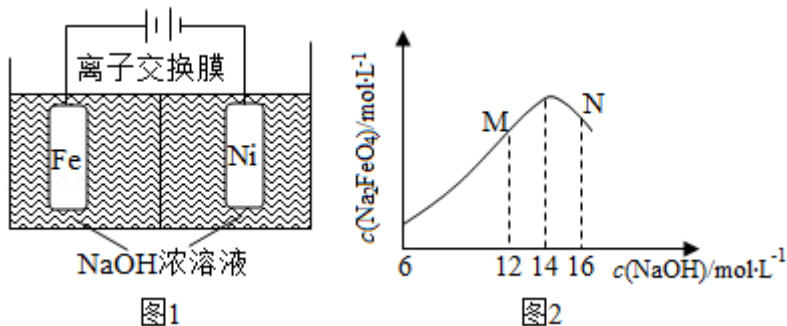
故答案为：溶液蓝色褪去且半分钟内不变化；9.0；是；

(7) 硫代硫酸钠在酸性条件下发生歧化反应，生成的二氧化硫也能够被生成的碘氧化，同时空气中的氧气也能够将碘离子氧化，反应的离子方程式分别为： $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ； $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^-$ ； $4\text{H}^+ + 4\text{I}^- + \text{O}_2 = 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $2\text{H}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^-$, $4\text{H}^+ + 4\text{I}^- + \text{O}_2 = 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

【点评】本题考查了物质含量的测定、滴定实验及其计算的相关知识、氧化还原反应电子守恒应用，主要是实验基本操作、滴定实验的步骤、水样 DO 的计算应用，掌握基础是解题关键，题目难度中等。

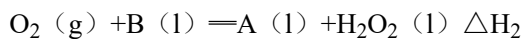
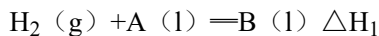
10. (14分) 氢能是发展中的新能源，它的利用包括氢的制备、储存和应用三个环节。回答下列问题：



(1) 与汽油相比，氢气作为燃料的优点是 污染小、可再生、来源广、资源丰富、燃烧热值高 (至少答出两点)。

但是氢气直接燃烧的能量转换率远低于燃料电池，写出碱性氢氧燃料电池的负极反应式：
 $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 氢气可用于制备 H_2O_2 。已知：



其中 A、B 为有机物，两反应均为自发反应，则 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ 的 $\Delta H =$ $<$ 0 (填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$ ”)

(3) 在恒温恒容的密闭容器中，某储氢反应： $\text{MH}_x(\text{s}) + y\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{MH}_{x+2y}(\text{s}) \quad \Delta H < 0$ 达到化学平衡。下列有关叙述正确的是 ac

- a. 容器内气体压强保持不变
- b. 吸收 $y\text{mol H}_2$ 只需 1mol MH_x
- c. 若降温，该反应的平衡常数增大
- d. 若向容器内通入少量氢气，则 $v(\text{放氢}) > v(\text{吸氢})$

(4) 利用太阳能直接分解水制氢，是最具吸引力的制氢途径，其能量转化形式为 将光能转化为化学能。

(5) 化工生产的副产氢也是氢气的来源，电解法制取有广泛用途的 Na_2FeO_4 。同时获得氢气： $\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{FeO}_4^{2-} + 3\text{H}_2 \uparrow$ ，装置如图所示，装置通电后，铁电极附近生成

紫红色 FeO_4^{2-} ，镍电极有气泡产生。若氢氧化钠溶液浓度过高，铁电极区会产生红褐色物质。已知： Na_2FeO_4 只在强碱性条件下稳定，易被 H_2 还原。

①电解一段时间后， $c(\text{OH}^-)$ 降低的区域在阳极室（填“阴极室”或“阳极室”）。

②电解过程中，须将阴极产生的气体及时排出，其原因为防止 Na_2FeO_4 与 H_2 反应使产率降低。

③ $c(\text{Na}_2\text{FeO}_4)$ 随初始 $c(\text{NaOH})$ 的变化如图 2，任选 M、N 两点中的一点，分析 $c(\text{Na}_2\text{FeO}_4)$ 低于最高值的原因M 点： $c(\text{OH}^-)$ 低， Na_2FeO_4 稳定性差，且反应慢（或 N 点： $c(\text{OH}^-)$ 过高，铁电极上有氢氧化铁生成，使 Na_2FeO_4 产率降低）。

【考点】BB：反应热和焓变；CP：化学平衡的计算；DI：电解原理。

【专题】517：化学反应中的能量变化；51E：化学平衡专题；51I：电化学专题。

【分析】(1)与汽油相比，氢气作为燃料的优点有污染小、可再生、来源广、资源丰富、燃烧热值高等；碱性氢氧燃料电池的负极反应式为 $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ ；

(2) ① $\text{H}_2(\text{g}) + \text{A}(\text{l}) = \text{B}(\text{l}) \Delta\text{H}_1$ ，② $\text{O}_2(\text{g}) + \text{B}(\text{l}) = \text{A}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \Delta\text{H}_2$ ，两反应的 $\Delta\text{S} < 0$ ，根据 $\Delta\text{G} = \Delta\text{H} - T\Delta\text{S}$ ，因为均为两反应自发反应，因此 ΔH 均小于 0，将①+②得： $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ 的 $\Delta\text{H} = \Delta\text{H}_1 + \Delta\text{H}_2 < 0$ ；

(3) $\text{MH}_x(\text{s}) + y\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{MH}_{x+2y}(\text{s}) \Delta\text{H} < 0$ ，该反应属于气体的物质的量发生变化的反应，a. 平衡时气体的物质的量不变，容器内气体压强保持不变；b. 该反应为可逆反应，不能完全转化，吸收 $y\text{mol H}_2$ 需大于 1mol MH_x ；c. 若降温，平衡正向移动，该反应的平衡常数增大；d. 若向容器内通入少量氢气，相当于增大压强，平衡正向移动，则 $v(\text{放氢}) < v(\text{吸氢})$ ；

(4) 利用太阳能直接分解水制氢，是将光能转化为化学能；

(5) ①根据题意镍电极有气泡产生是氢离子放电生成氢气，铁电极发生氧化反应，溶液中的氢氧根离子减少；

②氢气具有还原性，根据题意 Na_2FeO_4 只在强碱性条件下稳定，易被 H_2 还原。电解过程中，须将阴极产生的气体及时排出，防止 Na_2FeO_4 与 H_2 反应使产率降低；

③根据题意 Na_2FeO_4 只在强碱性条件下稳定，在 M 点， $c(\text{OH}^-)$ 低， Na_2FeO_4 稳定性差，且反应慢，在 N 点： $c(\text{OH}^-)$ 过高，铁电极上有氢氧化铁生成，使 Na_2FeO_4 产率降低。

【解答】解：(1)与汽油相比，氢气作为燃料的优点有污染小、可再生、来源广、资源

丰富、燃烧热值高等；碱性氢氧燃料电池的负极反应式为 $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为：污染小、可再生、来源广、资源丰富、燃烧热值高； $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ ；

(2) ① $\text{H}_2(\text{g}) + \text{A}(\text{l}) = \text{B}(\text{l}) \Delta H_1$ ，② $\text{O}_2(\text{g}) + \text{B}(\text{l}) = \text{A}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \Delta H_2$ ，

两反应的 $\Delta S < 0$ ，根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ，因为均为两反应自发反应，因此 ΔH 均小于 0，将①+②得： $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$ 的 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 < 0$ ，

故答案为：<；

(3) $\text{MH}_x(\text{s}) + y\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{MH}_{x+2y}(\text{s}) \Delta H < 0$ ，该反应属于气体的物质的量发生变化的反应，a. 平衡时气体的物质的量不变，容器内气体压强保持不变，正确；b. 该反应为可逆反应，不能完全转化，吸收 $y\text{mol H}_2$ 需大于 1mol MH_x ，错误；c. 若降温，平衡正向移动，该反应的平衡常数增大，正确；d. 若向容器内通入少量氢气，相当于增大压强，平衡正向移动，则 $v(\text{放氢}) < v(\text{吸氢})$ ，错误；

故选 ac；

(4) 利用太阳能直接分解水制氢，是将光能转化为化学能，

故答案为：将光能转化为化学能；

(5) ①根据题意镍电极有气泡产生是氢离子放电生成氢气，铁电极发生氧化反应，溶液中的氢氧根离子减少，因此电解一段时间后， $c(\text{OH}^-)$ 降低的区域在阳极室，

故答案为：阳极室；

②氢气具有还原性，根据题意 Na_2FeO_4 只在强碱性条件下稳定，易被 H_2 还原。电解过程中，须将阴极产生的气体及时排出，防止 Na_2FeO_4 与 H_2 反应使产率降低，

故答案为：防止 Na_2FeO_4 与 H_2 反应使产率降低；

③根据题意 Na_2FeO_4 只在强碱性条件下稳定，在 M 点， $c(\text{OH}^-)$ 低， Na_2FeO_4 稳定性差，且反应慢，在 N 点： $c(\text{OH}^-)$ 过高，铁电极上有氢氧化铁生成，使 Na_2FeO_4 产率降低，

故答案为：M 点： $c(\text{OH}^-)$ 低， Na_2FeO_4 稳定性差，且反应慢（或 N 点： $c(\text{OH}^-)$ 过高，铁电极上有氢氧化铁生成，使 Na_2FeO_4 产率降低）。

【点评】 本题主要考查了化学反应中的能量变化、化学平衡状态的判断、电解原理及其应用的相关知识，题目难度中等。