

# 2009年天津市高考化学试卷解析版

参考答案与试题解析

## 一、选择题（共6小题，每小题3分，满分18分）

1.（3分）化学与生活密切相关，下列有关说法正确的是（ ）

- A. 维生素C具有还原性，在人体内起抗氧化作用
- B. 糖类、蛋白质、油脂都属于天然高分子化合物
- C. 煤经气化和液化两个物理变化过程，可变为清洁能源
- D. 制作航天服的聚酯纤维和用于光缆通信的光导纤维都是新型无机非金属材料

**【考点】** FJ：无机非金属材料；IM：煤的干馏和综合利用；K9：维生素在人体中的作用；L1：有机高分子化合物的结构和性质。

**【专题】** 55：化学计算。

**【分析】** A、维生素C具有还原性；

B、根据单糖、二糖、油脂不是天然高分子化合物；

C、根据煤的气化和液化的概念分析；

D、根据聚酯纤维和光导纤维的成分分析；

**【解答】**解：A、维生素C具有还原性，易与氧化性物质反应，在人体内起抗氧化作用，故A正确；

B、因多糖、蛋白质属于天然高分子化合物，而单糖、二糖、油脂不属于天然高分子化合物，故B错误；

C、煤的气化是将固体煤中有机质转变为含有CO、H<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>等可燃气体；煤的液化指固体煤经化学加工转化成烃类液体燃料和化工原料的过程；两者都生成了新物质，故C错误；

D、因制作航天服的聚酯纤维属于有机物，故D错误；

故选：A。

**【点评】** 本题考查了维生素，天然高分子化合物有机物等，难度不大，注意知识的积累。

2.（3分）25℃时，浓度均为0.2mol/L的NaHCO<sub>3</sub>和Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液中，下列判断不正确的是（ ）

- A. 均存在电离平衡和水解平衡

- B. 存在的粒子种类相同
- C.  $c(\text{OH}^-)$  前者大于后者
- D. 分别加入 NaOH 固体, 恢复到原温度,  $c(\text{CO}_3^{2-})$  均增大

【考点】DD: 盐类水解的应用.

【专题】51H: 盐类的水解专题.

【分析】A、任何溶液中均存在水的电离平衡, 在水溶液中碳酸氢根存在电离平衡和水解平衡;

B、根据溶液中存在的微粒来回答;

C、碳酸根的水解程度大于碳酸氢根, 水解规律: 谁强显谁性;

D、碳酸氢根和氢氧根在溶液中不共存.

【解答】解: A、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中存在水的电离平衡和碳酸根的水解平衡,  $\text{NaHCO}_3$  在水溶液中存在碳酸氢根的电离平衡和水解平衡以及水的电离平衡, 故 A 正确;

B、 $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中存在的微粒均为: 钠离子、碳酸根、碳酸氢根、氢氧根、氢离子、碳酸分子、水分子, 存在的粒子种类相同, 故 B 正确;

C、碳酸根的水解程度大于碳酸氢根, 二者水解均显碱性, 跟据水解规律: 谁强显谁性, 所以碳酸钠中的氢氧根浓度大于碳酸氢钠溶液中的氢氧根浓度, 故 C 错误;

D、分别加入 NaOH 固体, 恢复到原温度, 碳酸氢根和氢氧根在溶液反应会生成碳酸根和水, 氢氧根对它们的水解均起到抑制作用, 所以  $c(\text{CO}_3^{2-})$  均增大, 故 D 正确.

故选: C.

【点评】本题考查学生盐的水解原理的应用知识, 可以根据所学知识进行回答, 难度不大.

3. (3分) 下列实验设计和结论相符的是 ( )

- A. 将碘水倒入分液漏斗, 加适量乙醇, 振荡后静置, 可将碘萃取到乙醇中
- B. 某气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝, 该气体水溶液一定显碱性
- C. 某无色溶液中加  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液, 再加入稀盐酸, 沉淀不溶解, 则原溶液中一定有  $\text{SO}_4^{2-}$
- D. 在含  $\text{FeCl}_2$  杂质的  $\text{FeCl}_3$  溶液中通足量  $\text{Cl}_2$  后, 充分加热, 除去过量的  $\text{Cl}_2$ , 即可得到较纯净的  $\text{FeCl}_3$  溶液

【考点】U5: 化学实验方案的评价.

【专题】25: 实验评价题.

【分析】A. 乙醇与水混溶，二者不分层；

B. 氨气的水溶液显碱性；

C. 硫酸钡、氯化银均为不溶于水、不溶于酸的沉淀；原溶液还可能含有亚硫酸根离子；

D. 除杂后加热，铁离子水解会生成氢氧化铁。

【解答】解：A. 将碘水倒入分液漏斗，加适量乙醇，因乙醇与水混溶，二者不分层，不能进行萃取，故 A 错误；

B. 氨气的水溶液显碱性，则某气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝，该气体为氨气，故 B 正确；

C. 硫酸钡、氯化银均为不溶于水、不溶于酸的沉淀，则某无色溶液中加  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液，再加入稀盐酸，沉淀不溶解，则原溶液中可能有  $\text{SO}_4^{2-}$ ，可能含有  $\text{Ag}^+$ ，若原溶液中含有亚硫酸根离子，也能生成硫酸钡沉淀，故 C 错误；

D. 在含  $\text{FeCl}_2$  杂质的  $\text{FeCl}_3$  溶液中通足量  $\text{Cl}_2$  后，得到氯化铁溶液，但加热，铁离子水解会生成氢氧化铁所以最终得不到  $\text{FeCl}_3$  溶液，故 D 错误；

故选：B。

【点评】本题考查实验方案的评价，明确混合物的分离、提纯、气体或离子的检验、物质的除杂等知识即可解答，选项 C 为解答的易错点，注意硝酸盐在酸性条件下具有强氧化性，题目难度中等。

4. (3分) 下列叙述正确的是 ( )

A.  $0.1 \text{ mol/L C}_6\text{H}_5\text{ONa}$  溶液中： $c(\text{Na}^+) > c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

B.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液加水稀释后，恢复至原温度，pH 和  $K_w$  均减小

C. pH=5 的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液和 pH=5 的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中， $c(\text{H}^+)$  不相等

D. 在  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中加入  $\text{AgCl}$  固体，溶液中  $c(\text{S}^{2-})$  下降

【考点】DN：离子浓度大小的比较。

【专题】51G：电离平衡与溶液的 pH 专题。

【分析】A. 苯酚钠是强碱弱酸盐，溶液呈碱性；

B. 加水稀释促进碳酸钠水解，但  $V(\text{溶液})_{\text{增大}} > n(\text{OH}^-)_{\text{增大}}$ ，导致溶液的碱性减弱，注意  $K_w$  只与温度有关，与溶液的酸碱性无关；

C.  $c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}}$ ，据此确定两种溶液中氢离子浓度相对大小；

D. 硫离子和银离子反应生成更难溶的硫化银沉淀。

【解答】解：A. 苯酚钠溶液呈碱性，所以溶液中  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，故 A 错误；

B. 加水稀释促进碳酸钠水解，但  $V(\text{溶液})_{\text{增大}} > n(\text{OH}^-)_{\text{增大}}$ ，导致溶液的碱性减弱，即 pH 减小，因为  $K_w$  只与温度有关，温度不变，所以  $K_w$  不变，故 B 错误；

C.  $c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-5} \text{ mol/L}$ ，所以相同温度下，pH=5 的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液和 pH=5 的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中， $c(\text{H}^+)$  相等，故 C 错误；

D. 向硫化钠溶液中加入  $\text{AgCl}$  固体，溶液中硫离子和银离子反应生成更难溶的硫化银沉淀导致  $c(\text{S}^{2-})$  下降，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题考查离子浓度大小判断，注意化学平衡常数、电离平衡常数、水解平衡常数都只与温度有关，与溶液的酸碱性无关，为易错点。

5. (3分) 人体血液内的血红蛋白 (Hb) 易与  $\text{O}_2$  结合生成  $\text{HbO}_2$ ，因此具有输氧能力，CO 吸入肺中发生反应： $\text{CO} + \text{HbO}_2 \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{HbCO}$ ，37°C 时，该反应的平衡常数  $K = 220$ 。HbCO 的浓度达到  $\text{HbO}_2$  浓度的 0.02 倍，会使人智力受损。据此，下列结论错误的是 ( )

A. CO 与  $\text{HbO}_2$  反应的平衡常数  $K = \frac{c(\text{O}_2) \cdot c(\text{HbCO})}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{HbO}_2)}$

B. 人体吸入的 CO 越多，与血红蛋白结合的  $\text{O}_2$  越少

C. 当吸入的 CO 与  $\text{O}_2$  浓度之比大于或等于 0.02 时，人的智力才会受损

D. 把 CO 中毒的病人放入高压氧仓中解毒，其原理是使上述平衡向左移动

【考点】CB：化学平衡的影响因素；CP：化学平衡的计算。

【专题】16：压轴题；51E：化学平衡专题。

【分析】A. 平衡常数等于生成物浓度幂之积除以反应物浓度幂之积；

B. 从平衡移动的角度分析；

C. 根据平衡常数  $K = \frac{c(\text{O}_2) \cdot c(\text{HbCO})}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{HbO}_2)}$  计算 HbCO 与  $\text{HbO}_2$  浓度的关系；

D. 从平衡移动的角度分析。

【解答】解：A. 平衡常数等于生成物浓度幂之积除以反应物浓度幂之积，反应的方程式

为  $\text{CO} + \text{HbO}_2 \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{HbCO}$ ，则平衡常数  $K = \frac{c(\text{O}_2) \cdot c(\text{HbCO})}{c(\text{CO}) \cdot c(\text{HbO}_2)}$ ，故 A 正确；

B. 人体吸入的 CO 越多，CO 的浓度增大，平衡向正反应分析移动，与血红蛋白结合的  $\text{O}_2$  越少，故 B 正确；

C. 当吸入的 CO 与 O<sub>2</sub> 浓度之比大于或等于 0.02 时, 根据平衡常数  $K = \frac{c(O_2) \cdot c(HbCO)}{c(CO) \cdot c(HbO_2)}$  可

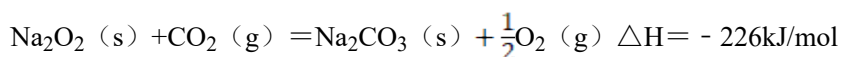
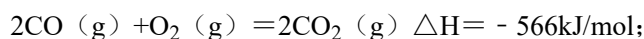
知,  $\frac{c(HbCO)}{0.02 \times c(HbO_2)} = 220$ ,  $\frac{c(HbCO)}{c(HbO_2)} = 4.4$ , 智力早就受到伤害了, 故 C 错误;

D. CO 中毒的病人放入高压氧仓中, 氧气的浓度增大, 平衡向左移动, 故 D 正确。

故选: C。

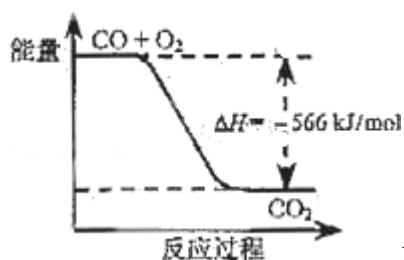
**【点评】** 本题考查化学平衡移动以及平衡常数的计算, 题目难度中等, 该题中注意平衡常数的意义及应用。

6. (3 分) 已知:



根据以上热化学方程式判断, 下列说法正确的是 ( )

A. CO 的燃烧热为 283 kJ



B. 如图可表示由 CO 生成 CO<sub>2</sub> 的反应过程和能量关系

C.  $2Na_2O_2(s) + 2CO_2(s) = 2Na_2CO_3(s) + O_2(g) \quad \Delta H > -452 \text{ kJ/mol}$

D. CO(g) 与 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(s) 反应放出 509 kJ 热量时, 电子转移数为  $6.02 \times 10^{23}$

**【考点】** BB: 反应热和焓变.

**【专题】** 16: 压轴题; 517: 化学反应中的能量变化.

**【分析】** A、依据燃烧热是 1mol 可燃物完全燃烧生成稳定氧化物时放出热量;

B、依据热化学方程式,  $2CO(g) + O_2(g) = 2CO_2(g) \quad \Delta H = -566 \text{ kJ/mol}$ ; 分析图象中物质的量不符合反应物物质的量;

C、固体二氧化碳变化为气体二氧化碳需要吸热, 焓变放热是负值;

D、依据热化学方程式, 结合盖斯定律计算得到热化学方程式计算分析;

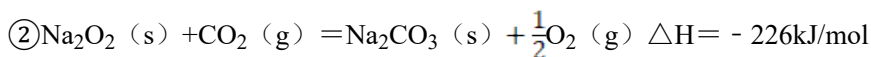
**【解答】** 解: A、燃烧热是 1mol 可燃物完全燃烧生成稳定氧化物时放出热量; 已知:  $2CO$

(g) + O<sub>2</sub> (g) = 2CO<sub>2</sub> (g) ΔH = - 566kJ/mol; 一氧化碳的燃烧热为 283KJ/mol; 故 A 错误;

B、依据热化学方程式, 2CO (g) + O<sub>2</sub> (g) = 2CO<sub>2</sub> (g) ΔH = - 566kJ/mol; 分析图象中一氧化碳和氧气物质的量为 1、 $\frac{1}{2}$ 物质的量不符合反应物质的物质的量; 故 B 错误;

C、固体二氧化碳变化为气体二氧化碳需要吸热, 焓变放热是负值; 依据热化学方程式判断, 2Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (s) + 2CO<sub>2</sub> (g) = 2Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (s) + O<sub>2</sub> (g) ΔH = - 226kJ/mol; 所以反应 2Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (s) + 2CO<sub>2</sub> (g) = 2Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (s) + O<sub>2</sub> (g) ΔH > - 452 kJ/mol, 故 C 正确;

D、已知:



依据盖斯定律 ② × 2 + ① 得到: 2Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (s) + 2CO (g) = 2Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (s) ΔH = - 1018KJ/mol;

即 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (s) + CO (g) = Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (s) ΔH = - 509KJ/mol;

CO (g) 与 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (s) 反应放出 509 kJ 热量时, 反应的一氧化碳物质的量为 1mol, 电子转移数为 2 × 6.02 × 10<sup>23</sup>, 故 D 错误;

故选: C。

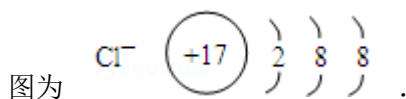
**【点评】** 本题考查了热化学方程式的计算应用, 盖斯定律的应用, 燃烧热概念计算分析, 热化学方程式的书写方法和计算应用是解题关键, 题目难度中等。

## 二、填空题 (共 4 小题, 满分 46 分)

7. (14 分) 下表为元素周期表的一部分, 请参照元素 ①~⑧ 在表中的位置, 用化学用语回答下列问题:

族 \ 周期	I A							0
1	①	II A	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	
2				②	③	④		
3	⑤		⑥	⑦			⑧	

(1) ④、⑤、⑥ 的原子半径由大到小的顺序是 Na > Al > O, ⑧ 的阴离子结构示意图



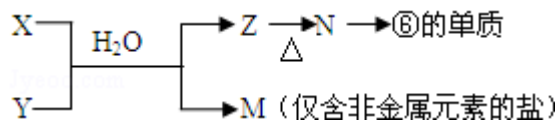
(2) ②、③、⑦的最高价含氧酸的酸性由强到弱的顺序是  $\underline{\text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3}$ 。

(3) ①、④、⑤、⑧中的某些元素可形成既含离子键又含极性共价键的化合物，写出其中一种化合物的电子式： $\underline{\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-}$  或  $\underline{\text{Na}^+[:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{Cl}}:]^-}$ 。

(4) 由表中两种元素的原子按 1:1 组成的常见液态化合物的稀溶液易被催化分解，可使用的催化剂为（填序号） $\underline{\text{ab}}$ 。

a.  $\text{MnO}_2$       b.  $\text{FeCl}_3$       c.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$       d.  $\text{KMnO}_4$

(5) 由表中元素形成的常见物质 X、Y、Z、M、N 可发生以下反应：



X 溶液与 Y 溶液反应的离子方程式为  $\underline{\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+}$ ，N → ⑥

的单质的化学方程式为  $\underline{2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow}$ ，常温下，为使 0.1mol/L M 溶液中由 M 电离的阴、阳离子浓度相等，应向溶液中加入一定量的 Y 溶液至 溶液的 pH 等于 7。

**【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】** 根据元素在周期表中的位置可知：①为 H，②为 C，③为 N，④为 O，⑤为 Na，⑥为 Al，⑦为 Si，⑧为 Cl，

(1) 同一周期从左到右，原子半径逐渐减小，原子核外电子层数越多，半径越大；

(2) 元素的非金属性越强，对应的最高价含氧酸的酸性越强；

(3) ①、④、⑤、⑧中的某些元素可形成既含离子键又含极性共价键的化合物为 NaOH 或  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ；

(4) 表中两种元素的原子按 1:1 组成的常见液态化合物为  $\text{H}_2\text{O}_2$ ；

(5) M 为仅含非金属元素的盐，应为铵盐，则 Z 为加热能分解的沉淀或气体，由组成元素可知应为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，N 为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，X 溶液与 Y 溶液中应为氯化铝或硝酸铝和氨水溶液。

**【解答】** 解：根据元素在周期表中的位置可知：①为 H，②为 C，③为 N，④为 O，⑤为 Na，⑥为 Al，⑦为 Si，⑧为 Cl，

(1) Na、Al 位于同一周期，Na 原子半径大于 Al，O 原子核外电子层数最少，原子半径



物；

B 称作冰片，可用于医药和制香精，樟脑等；

C 的核磁共振氢谱显示其分子中含有 4 种氢原子；

D 中只含一个氧原子，与 Na 反应放出 H<sub>2</sub>；

F 为烃。

请回答：

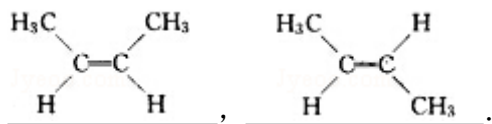
(1) B 的分子式为 C<sub>10</sub>H<sub>18</sub>O。

(2) B 不能发生的反应是 (填序号) be。

a. 氧化反应    b. 聚合反应    c. 消去反应    d 取代反应    e. 与 Br<sub>2</sub> 加成反应。

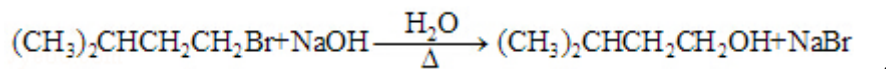
(3) 写出 D→E、E→F 的反应类型：D→E 取代反应、E→F 消去反应。

(4) F 的分子式为 C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>。化合物 H 是 F 的同系物，相对分子质量为 56，写出 H 所有可能的结构 (共四种)：CH<sub>2</sub>=CHCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>，CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>，



(5) C 的结构简式为：(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHCH<sub>2</sub>COOH；F 用系统命名法命名为：3-甲基-1-丁烯。

( 6 ) 写 出 E → D 的 化 学 方 程 式



【考点】HB：有机物的推断。

【专题】534：有机物的化学性质及推断。

【分析】F 为烃，M=70 不符合烷烃和炔烃的通式，因此设该烃的分子式为 C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>，得 n=5，该烃的分子式是 C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>；

E 和氢氧化钠的醇溶液发生消去反应生成 F，则 E 是卤代烃，根据 D 生成 E 知，E 是含有溴原子的卤代烃；

D 和氢溴酸反应生成卤代烃 E，E 和氢氧化钠的水溶液发生取代反应生成 D，则 D 是醇，A 是酯，酯在酸性条件下发生水解反应生成醇和酸，C 是酸，且含有 5 个碳原子，分子量为 102，C 的核磁共振氢谱显示其分子中含有 4 种氢原子，所以其结构简式为 (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHCH<sub>2</sub>COOH，则 D 的结构简式是 (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH、E 的结构简式是 (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Br、F 的结构简式是 (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHCH=CH<sub>2</sub>。

【解答】解：F 为烃，M=70 不符合烷烃和炔烃的通式，因此设该烃的分子式为  $C_nH_{2n}$ ，得  $n=5$ ，该烃的分子式是  $C_5H_{10}$ ；

E 和氢氧化钠的醇溶液发生消去反应生成 F，则 E 是卤代烃，根据 D 生成 E 知，E 是含有溴原子的卤代烃；

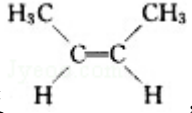
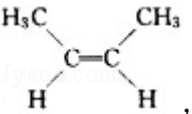
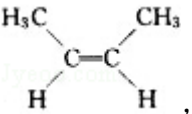
D 和氢溴酸反应生成卤代烃 E，E 和氢氧化钠的水溶液发生取代反应生成 D，则 D 是醇，A 是酯，酯在酸性条件下发生水解反应生成醇和酸，C 是酸，且含有 5 个碳原子，分子量为 102，C 的核磁共振氢谱显示其分子中含有 4 种氢原子，所以其结构简式为  $(CH_3)_2CHCH_2COOH$ ，则 D 的结构简式是  $(CH_3)_2CHCH_2CH_2OH$ 、E 的结构简式是  $(CH_3)_2CHCH_2CH_2Br$ 、F 的结构简式是  $(CH_3)_2CHCH=CH_2$ 。

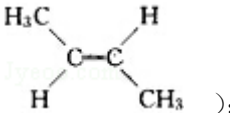
(1) 根据 B 结构式得其分子式为  $C_{10}H_{18}O$ ，故答案为  $C_{10}H_{18}O$ ；

(2) B 属于有机物且含有醇羟基，连接醇羟基的碳原子相邻的碳原子上含有氢原子，所以 B 能发生氧化反应、消去反应、取代反应，因为没有碳碳双键或三键所以不能发生聚合反应、加成反应，故选 b e；

(3) D 中的醇羟基被溴原子取代生成溴代烃，属于取代反应，E 中的羟基和氢原子生成水，发生的反应属于消去反应，所以  $D \rightarrow E$ 、 $E \rightarrow F$  的反应类型取代反应、消去反应，故答案为：取代反应、消去反应；

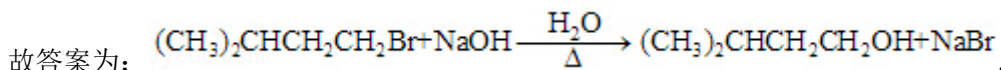
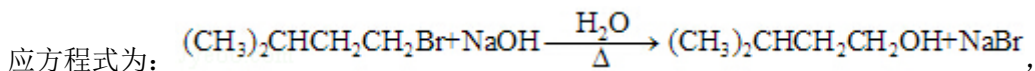
(4) 通过以上分析知 F 是  $C_5H_{10}$ ，化合物 H 是 F 的同系物，相对分子质量为 56，所以 H 是丁烯，丁烯有碳链异构和顺反异构，所以丁烯的结构简式分别为： $CH_2=CHCH_2CH_3$ 、

$CH_2=C(CH_3)_2$ 、 $CH_3CH=CHCH_3$  (顺反  ,  )，故答案为  $CH_2=CHCH_2CH_3$ 、 $CH_2=C(CH_3)_2$ 、 $CH_3CH=CHCH_3$  (顺反  ,  )，

 )；

(5) 根据以上分析知，C 的结构简式为  $(CH_3)_2CHCH_2COOH$ ，F 是 3-甲基-1-丁烯，故答案为： $(CH_3)_2CHCH_2COOH$ ，3-甲基-1-丁烯；

(6) 加热条件下，溴代烃和氢氧化钠的水溶液发生取代反应生成醇和溴化钠，所以其反应方程式为：



【点评】 本题考查了有机物的推断，根据物质含有的官能团推断物质具有的性质来分析解答，难度较大。

9. 海水是巨大的资源宝库，从海水中提取食盐和溴的过程如下：



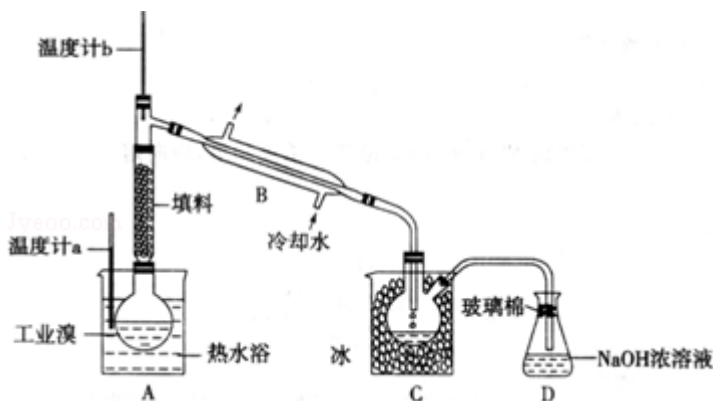
(1) 请列举海水淡化的一种方法：蒸馏法、电渗析法、离子交换法等中的一种。

(2) 将 NaCl 溶液电解，在电解槽中可直接得到的产品  $H_2$ 、 $Cl_2$ 、NaOH，或  $H_2$ 、NaClO。

(3) 步骤 I 中已获得  $Br_2$ ，步骤 II 中又将  $Br_2$  还原为  $Br^-$ ，其目的为富集溴元素。

(4) 步骤 II 用  $SO_2$  水溶液吸收  $Br_2$ ，吸收率可达 95%，有关反应的离子方程式为  $SO_2 + Br_2 + 2H_2O = 4H^+ + 2Br^- + SO_4^{2-}$ ，由此反应可知，除环境保护外，在工业生产中应解决的主要问题是强酸对设备的严重腐蚀。

(5) 某化学研究性学习小组为了解从工业溴中提纯溴的方法，查阅了有关资料， $Br_2$  的沸点为  $59^\circ C$ 。微溶于水，有毒性和强腐蚀性。他们参观生产过程后，了解到如下装置：



请你参与分析讨论：

①图中仪器 B 的名称：冷凝管。

②整套实验装置中仪器连接均不能用橡胶塞和橡胶管，其原因是 $Br_2$  腐蚀橡胶。

③实验装置气密性良好，要达到提纯溴的目的，操作中如何控制关键条件：控制温度计 b 的温度，并收集  $59^\circ C$  时的馏分。

④C 中液体产生颜色为深红棕色。为除去该产物中仍残留的少量  $Cl_2$ ，可向其中加入 NaBr 溶液，充分反应后，再进行的分离操作是蒸馏。

【考点】E7：海水资源及其综合利用。

【专题】16：压轴题；522：卤族元素。

【分析】(1) 除去海水中的盐分以获得淡水的工艺过程叫海水淡化，亦称海水脱盐。海水淡化的方法，基本上分为两大类：

①从海水中取淡水，有蒸留法、反渗透法、水合物法、溶剂萃取法和冰冻法；

②除去海水中的盐分，有电渗拆法、离子交换法和压渗法；

(2) 电解饱和氯化钠溶液，在阳极上产生氯气，阴极上产生氢气，同时生成了氢氧化钠。如果氯气遇到氢氧化钠溶液可反应生成次氯酸钠：

(3) 海水淡化得到的母液和电解氯化钠溶液生成的氯气反应，得到的溴单质浓度低，溴单质在水中有一定的溶解性且和水反应，提取时消耗过的能源和原料，降低了经济效益。

(4)  $\text{SO}_2$  吸收溴，依据氧化还原反应生成物书写基本规律，Br 元素在自然中 -1 价稳定。由于此反应有强酸 HBr 和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  生成，易腐蚀设备，顺利写出工业生产需要解决的问题；

(5) 工业制溴中提纯溴的方法，主要是利用蒸馏方法，由于  $\text{Br}_2$  具有强氧化性，易把橡胶塞和橡胶管氧化腐蚀，所以不用橡胶塞和橡胶管；由于题干中给出信息  $\text{Br}_2$  的沸点是  $59^\circ\text{C}$ ，提纯溴必须收集  $59^\circ\text{C}$  时的馏分，所以控制温度得到馏分是关键；C 中液体为冷凝下来的纯溴，则颜色为深棕红色，除去该产物中仍残留的少量  $\text{Cl}_2$ ，加入 NaBr 溶液，和氯气反应生成氯化钠和溴单质，达到除去氯气的目的，充分反应后，用蒸馏的方法得到。

【解答】解：(1) 从海水中取淡水，有蒸留法、反渗透法、水合物法、溶剂萃取法和冰冻法，除去海水中的盐分，有电渗拆法、离子交换法和压渗法，

故答案为：蒸馏法、电渗析法、离子交换法等中的一种；

(2) 电解 NaCl 溶液：
$$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$$
，若产生的  $\text{Cl}_2$  直接与溶液中 NaOH 反应，可以生产消毒液 NaClO，

故答案为： $\text{Cl}_2$ ；NaOH；NaClO；

(3) 步骤 I 中已获得  $\text{Br}_2$ ，步骤 II 中又将  $\text{Br}_2$  还原为  $\text{Br}^-$ ，目的是低浓度的  $\text{Br}_2$  溶液在提取时消耗过多的原料和能源，转化为 HBr 后易被氧化剂氯气氧化为溴单质，用于富集溴元素，

故答案为：富集溴元素；

(4) 二氧化硫吸收溴单质发生反应,  $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$ , 离子方程式为  $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + 2\text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-}$ , 环境保护主要是减少  $\text{SO}_2$  气体的损耗和排放, 工业生产中应解决的主要问题是反应生成了两种强酸, 易腐蚀设备,

故答案为:  $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + 2\text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-}$ ; 强酸对设备的严重腐蚀;

(5) ①由装置图可知, 提纯溴利用的原理是蒸馏, 仪器 B 为冷凝管, 故答案为: 冷凝管;

②控制温度  $59^\circ\text{C}$ , 使溴单质挥发, 通过冷凝得到呈深红棕色的液态溴单质, 同时避免污染环境, 最后进行尾气吸收, 由于溴单质是一种强氧化剂, 易腐蚀橡胶制品, 所以整套装置不能用橡胶塞和橡胶管, 故答案为:  $\text{Br}_2$  腐蚀橡胶;

③达到提纯溴的目的, 操作中应控制的关键条件是把温度控制在溴的沸点  $59^\circ\text{C}$ , 并收集该温度下的馏分, 故答案为: 控制温度计 b 的温度, 并收集  $59^\circ\text{C}$  时的馏分;

④该产物中仍残留的少量  $\text{Cl}_2$ , 加入  $\text{NaBr}$  溶液发生反应:  $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$ , 可以除去氯气, 生成的溴单质可以用蒸馏的方法得到, 故答案为: 深红棕色; 蒸馏.

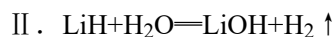
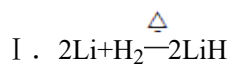
【点评】本题考查了海水资源的综合利用, 海水提溴工艺, 烧碱工业流程, 实验基本操作.

10. (14分) 氢氧燃料电池是符合绿色化学理念的新型发电装置. 图为电池示意图, 该电池电极表面镀一层细小的铂粉, 附气体的能力强, 性质稳定, 请回答:

(1) 氢氧燃料电池的能量转化主要形式是 由化学能转变为电能, 在导线中电子流动方向为 由 a 到 b (用 a、b 表示).

(2) 负极反应式为  $2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 4\text{H}_2\text{O}$  或  $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ .

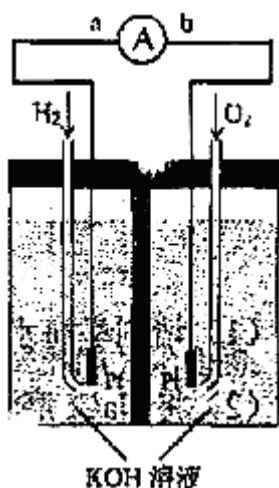
(3) 该电池工作时,  $\text{H}_2$  和  $\text{O}_2$  连续由外部供给, 电池可连续不断提供电能. 因此, 大量安全储氢是关键技术之一, 金属锂是一种重要的储氢材料, 吸氢和放氢原理如下:



①反应 I 中的还原剂是 Li, 反应 II 中的氧化剂是  $\text{H}_2\text{O}$ .

②已知  $\text{LiH}$  固体密度为  $0.82\text{g}/\text{cm}^3$ . 用锂吸收  $224\text{L}$  (标准状况)  $\text{H}_2$ , 生成的  $\text{LiH}$  体积与被吸收的  $\text{H}_2$  体积比为  $8.71 \times 10^{-4}$ .

③由②生成的  $\text{LiH}$  与  $\text{H}_2\text{O}$  作用放出的  $\text{H}_2$  用作电池燃料, 若能量转化率为  $80\%$ , 则导线中通过电子的物质的量为  $32\text{mol}$ .



【考点】BL：化学电源新型电池。

【专题】51I：电化学专题。

【分析】（1）燃料电池的工作原理属于原电池原理，是化学能转化为电能的装置，原电池中，电流从正极流向负极，电子流向和电流流向相反；

（2）燃料电池中，通入燃料的电极是负极，通氧气的电极是正极；

（3）①从化合价的变化角度分析；

②根据反应的电极方程式计算；

③根据实际参加反应的氢气以及电极反应式计算。

【解答】解：（1）该题目中，氢氧燃料电池的工作原理属于原电池原理，是将化学能转化为电能的装置，在原电池中，电流从正极流向负极，而通入燃料氢气的电极是负极，通氧气的电极是正极，所以电子由 a 到 b，故答案为：化学能转化为电能；由 a 到 b；

（2）燃料电池中，通入燃料氢气的电极是负极，发生失电子的氧化反应，即  $2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 4\text{H}_2\text{O}$  或  $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ ，

故答案为： $2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 4\text{H}_2\text{O}$  或  $\text{H}_2 + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$ ；

（3）①Li 从零价升至 +1 价，作还原剂， $\text{H}_2\text{O}$  的 H 从 +1 降至  $\text{H}_2$  中的零价，作氧化剂，故答案为：Li； $\text{H}_2\text{O}$ ；

②由反应 I，当吸收  $10\text{molH}_2$  时，则生成  $20\text{molLiH}$ ， $V = \frac{m}{\rho} = \frac{20 \times 7.9\text{g}}{0.82 \times 10^3\text{L}} = 197.5 \times 10^{-3}$

$^3\text{L}$ ， $\frac{V(\text{LiH})}{V(\text{H}_2)} = \frac{197.5 \times 10^{-3}\text{L}}{224\text{L}} = 8.71 \times 10^{-4}$ ，故答案为： $8.71 \times 10^{-4}$ ；

③ $20\text{molLiH}$  可生成  $20\text{molH}_2$ ，实际参加反应的  $\text{H}_2$  为  $20\text{mol} \times 80\% = 16\text{mol}$ ， $1\text{molH}_2$  转化成  $1\text{molH}_2\text{O}$ ，转移  $2\text{mol}$  电子，所以  $16\text{molH}_2$  可转移  $32\text{mol}$  的电子，故答案为：

32mol.

**【点评】** 本题考查化学电源的工作原理及有关计算，题目难度较大，注意原电池电极反应式的书写以及从电子守恒的角度计算。