

## 2018年普通高等学校招生全国统一考试(天津卷)化学

一、选择题(共6小题,每小题6分,共36分.每题只有一个正确选项)

1. (6分) 以下是中华民族为人类文明进步做出巨大贡献的几个事例,运用化学知识对其进行的分析不合理的是( )

- A. 四千余年前用谷物酿造出酒和酯,酿造过程中只发生水解反应
  - B. 商代后期铸造出工艺精湛的后(司)母戊鼎,该鼎属于铜合金制品
  - C. 汉代烧制出“明如镜、声如磬”的瓷器,其主要原料为黏土
  - D. 屠呦呦用乙醚从青蒿中提取出对治疗疟疾有特效的青蒿素,该过程包括萃取操作
- 解析: A. 酿造过程中淀粉水解生成葡萄糖,葡萄糖分解生成乙醇,而葡萄糖不能发生水解反应,故A错误;  
B. 后(司)母戊鼎的主要成分为Cu,属于铜合金制品,故B正确;  
C. 瓷器由黏土烧制而成,瓷器的主要原料为黏土,故C正确;  
D. 用乙醚从青蒿中提取出对治疗疟疾有特效的青蒿素,与有机物易溶于有机物有关,该过程为萃取操作,故D正确。

答案: A

2. (6分) 下列有关物质性质的比较,结论正确的是( )

- A. 溶解度:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 < \text{NaHCO}_3$
  - B. 热稳定性:  $\text{HCl} < \text{PH}_3$
  - C. 沸点:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH} < \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
  - D. 碱性:  $\text{LiOH} < \text{Be}(\text{OH})_2$
- 解析: A. 在相同温度下,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的溶解度大于  $\text{NaHCO}_3$ , 故A错误;  
B. Cl与P为同周期主族元素,核电荷数越大,非金属性越强,氯的非金属性比磷强,则HCl的热稳定性比 $\text{PH}_3$ 强,故B错误;  
C.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  分子间存在氢键,其分子间作用力比  $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$  大,则  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  沸点比  $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$  高,故C正确;  
D. Li与Be为同周期主族元素,核电荷数越大,金属性减弱,则Li比Be金属性强,LiOH的碱性比  $\text{Be}(\text{OH})_2$  的碱性强,故D错误。

答案: C

3. (6分) 下列叙述正确的是( )

- A. 某温度下,一元弱酸HA的 $K_a$ 越小,则NaA的 $K_b$ (水解常数)越小
- B. 铁管镀锌层局部破损后,铁管仍不易生锈
- C. 反应活化能越高,该反应越易进行
- D. 不能用红外光谱区分  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  和  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$

解析: A. 某温度下,一元弱酸HA的电离常数为 $K_a$ ,则其盐NaA的水解常数 $K_b$ 与 $K_a$ 存在关系

为:  $K_b = \frac{K_w}{K_a}$ , 所以 $K_a$ 越小, $K_b$ 越大,故A错误;

- B. Zn的活泼性强于Fe,组成原电池时Zn作为负极,Fe被保护,所以铁管镀锌层局部破损后,铁管仍不易生锈,故B正确;
- C. 反应活化能越高,说明反应达到活化态络合物所需的能量越高,存在较高的势能垒,反应不易进行,故C错误;
- D. 红外光谱的研究对象是分子振动时伴随偶极矩变化的有机化合物及无机化合物,几乎所有的有机物都有红外吸收, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  存在醇羟基, -OH 有自己的特征吸收区,可以与  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  区分,因此可以使用红外光谱区分  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  和  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ , 故D错误。

答案: B

4. (6分) 由下列实验及现象推出的相应结论正确的是( )

	实验	现象	结论
--	----	----	----

A	某溶液中滴加 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液	产生蓝色沉淀	原溶液中有 $Fe^{2+}$ , 无 $Fe^{3+}$
B	向 $C_6H_5ONa$ 溶液中通入 $CO_2$	溶液变浑浊	酸性: $H_2CO_3 > C_6H_5OH$
C	向含有 $ZnS$ 和 $Na_2S$ 的悬浊液中滴加 $CuSO_4$ 溶液	生成黑色沉淀	$K_{sp}(CuS) < K_{sp}(ZnS)$
D	①某溶液中加入 $Ba(NO_3)_2$ 溶液 ②再加足量盐酸	①产生白色沉淀 ②仍有白色沉淀	原溶液中有 $SO_4^{2-}$

- A. A  
B. B  
C. C  
D. D

解析: A.  $K_3[Fe(CN)_6]$  与亚铁离子反应生成蓝色沉淀, 不能检验铁离子, 由现象可知原溶液中有  $Fe^{2+}$ , 不能确定是否含  $Fe^{3+}$ , 故 A 错误;

B.  $C_6H_5ONa$  溶液中通入  $CO_2$ , 发生强酸制弱酸的反应, 生成苯酚, 则酸性:  $H_2CO_3 > C_6H_5OH$ , 故 B 正确;

C. 含  $Na_2S$ , 不发生沉淀的转化, 则不能比较  $K_{sp}(CuS)$ 、 $K_{sp}(ZnS)$  大小, 故 C 错误;

D. 亚硫酸根离子与  $Ba(NO_3)_2$  溶液反应也生成硫酸钡沉淀, 则原溶液中可能有  $SO_3^{2-}$ , 或  $SO_4^{2-}$ , 或二者均存在, 故 D 错误。

答案: B

5. (6分) 室温下, 向圆底烧瓶中加入 1 mol  $C_2H_5OH$  和含 1 mol  $HBr$  的氢溴酸, 溶液中发生反应:  $C_2H_5OH + HBr \rightleftharpoons C_2H_5Br + H_2O$ , 充分反应后达到种衡。已知常压下,  $C_2H_5Br$  和  $C_2H_5OH$  的沸点分别为  $384^\circ C$  和  $78.5^\circ C$ 。下列关叙述错误的是( )

- A. 加入  $NaOH$ , 可增大乙醇的物质的量  
B. 增大  $HBr$  浓度, 有利于生成  $C_2H_5Br$   
C. 若反应物均增大至 2mol, 则两种反应物平衡转化率之比不变  
D. 若起始温度提高至  $60^\circ C$ , 可缩短反应达到平衡的时间

解析: A. 加入  $NaOH$ ,  $NaOH$  和  $HBr$  发生而消耗  $HBr$ , 导致平衡逆向移动, 所以乙醇的物质的量增大, 故 A 正确;

B. 增大  $HBr$  浓度, 平衡正向移动, 溴乙烷产率增大, 所以有利于生成  $C_2H_5Br$ , 故 B 正确;

C. 若反应物均增大至 2mol, 在原来平衡基础上向正向移动, 反应物转化率增大, 但是各种反应物开始浓度相同、消耗的浓度相同, 所以其转化率的比值不变, 故 C 正确;

D. 升高温度, 增大乙醇挥发, 导致溶液中乙醇浓度降低, 反应速率减慢, 到达平衡的时间增长, 故 D 错误。

答案: D

6. (6分)  $LiH_2PO_4$  是制备电池的重要原料。室温下,  $LiH_2PO_4$  溶液的 pH 随  $c_{\text{初始}}(H_2PO_4^-)$  的变化如图 1 所示,  $H_3PO_4$  溶液中  $H_2PO_4^-$  的分布分数  $\delta$  随 pH 的变化如图 2 所示 [ $\delta =$

$$\frac{c(H_2PO_4^-)}{c_{\text{水}}(\text{含P元素的粒子})}] \text{ 下列有关 } LiH_2PO_4 \text{ 溶液的叙述正确的是( )}$$

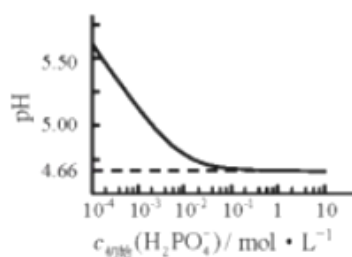


图 1

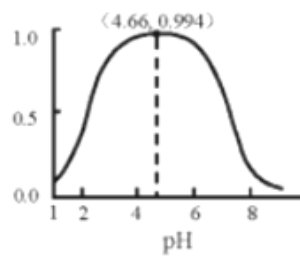


图 2

- A. 溶液中存在 3 个平衡  
 B. 含 P 元素的粒子有  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$  和  $\text{PO}_4^{3-}$   
 C. 随  $c_{\text{初始}}(\text{H}_2\text{PO}_4^-)$  增大, 溶液的 pH 明显变小  
 D. 用浓度大于  $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{H}_3\text{PO}_4$  溶液溶解  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , 当 pH 达到 4.66 时,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  几乎全部转化为  $\text{LiH}_2\text{PO}_4$

解析: A. 溶液中存在  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  的电离以及  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$  和  $\text{PO}_4^{3-}$  的水解等平衡, 故 A 错误;

B. 含 P 元素的粒子有  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$  和  $\text{PO}_4^{3-}$ , 故 B 错误;

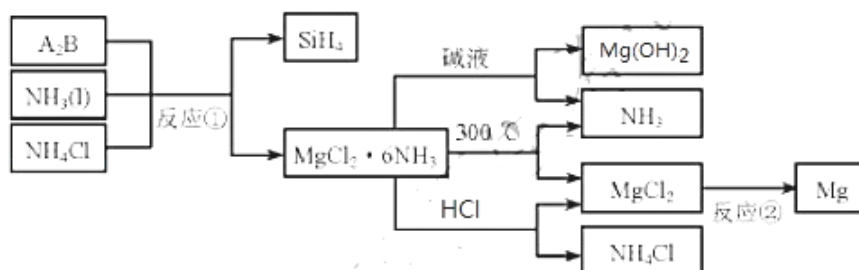
C. 由图 1 可知浓度约大于  $10^{-4}\text{mol/L}$  时, pH 不再发生改变, 故 C 错误;

D. 用浓度大于  $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{H}_3\text{PO}_4$  溶液溶解  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , 当 pH 达到 4.66 时, 由图 2 可知  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  的分数  $\delta$  达到最大, 约为 0.994, 则  $\text{H}_3\text{PO}_4$  几乎全部转化为  $\text{LiH}_2\text{PO}_4$ , 故 D 正确。

答案: D

## 二、非选择题 II 卷(60 分)

7. (14 分) 图中反应①是制备  $\text{SiH}_4$  的一种方法, 其副产物  $\text{MgCl}_2\cdot 6\text{NH}_3$  是优质的镁资源。回答下列问题:



(1)  $\text{MgCl}_2\cdot 6\text{NH}_3$  所含元素的简单离子半径由小到大的顺序 ( $\text{H}^-$  除外): \_\_\_\_\_。

Mg 在元素周期表中的位置: \_\_\_\_\_,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的电子式: \_\_\_\_\_。

解析:  $\text{MgCl}_2\cdot 6\text{NH}_3$  所含元素的简单离子分别为  $\text{H}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{N}^{3-}$ 、 $\text{Cl}^-$ , 离子核外电子层数越多, 离子半径越大, 具有相同核外电子排布的离子, 核电荷数越大, 离子半径越小, 则简单离子半径由小到大的顺序为  $\text{H}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{N}^{3-} < \text{Cl}^-$ , Mg 原子核外有 3 个电子层, 最外层电子数为 2,

位于周期表第三周期 II A 族,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  为离子化合物, 电子式为  $[\text{O}:\text{H}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{O}:\text{H}]^-$ 。

答案:  $\text{H}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{N}^{3-} < \text{Cl}^-$  第三周期 II A 族;  $[\text{O}:\text{H}]^- \text{Mg}^{2+} [\text{O}:\text{H}]^-$

(2)  $\text{A}_2\text{B}$  的化学式为 \_\_\_\_\_, 反应②的必备条件是 \_\_\_\_\_。上图中可以循环使用的物质有 \_\_\_\_\_。

解析:  $\text{A}_2\text{B}$  的化学式为  $\text{Mg}_2\text{Si}$ , 镁为活泼金属, 制备镁, 反应应在熔融状态下进行电解, 如在溶液中, 则可生成氢氧化镁沉淀, 由流程可知  $\text{MgCl}_2\cdot 6\text{NH}_3$  分别加热、与盐酸反应, 可生成氨气、氯化铵, 可用于反应①而循环使用。

答案:  $\text{Mg}_2\text{Si}$  熔融、电解;  $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$

(3) 在一定条件下, 由  $\text{SiH}_4$  和  $\text{CH}_4$  反应生成  $\text{H}_2$  和一种固体耐磨材料 \_\_\_\_\_ (写化学式)。

解析: 在一定条件下, 由  $\text{SiH}_4$  和  $\text{CH}_4$  反应生成  $\text{H}_2$  和一种固体耐磨材料, 该耐磨材料为原子晶体, 应为  $\text{SiC}$ , 原理是  $\text{SiH}_4$  和  $\text{CH}_4$  分解生成  $\text{Si}$ 、 $\text{C}$  和氢气,  $\text{Si}$ 、 $\text{C}$  在高温下反应生成  $\text{SiC}$ 。

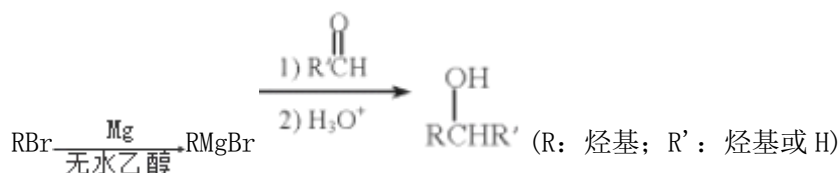
答案:  $\text{SiC}$

(4) 为实现燃煤脱硫, 向煤中加入浆状  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 使燃烧产生的  $\text{SO}_2$  转化为稳定的 Mg 化合物, 写出该反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

解析: 为实现燃煤脱硫, 向煤中加入浆状  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 使燃烧产生的  $\text{SO}_2$  转化为稳定的 Mg 化合物, 应生成硫酸镁, 则反应物还应有氧气, 反应的化学方程式为  $2\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

答案:  $2\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

(5) 用 Mg 制成的格氏试剂 ( $\text{RMgBr}$ ) 常用于有机合成, 例如制备醇类化合物的合成路线如下:

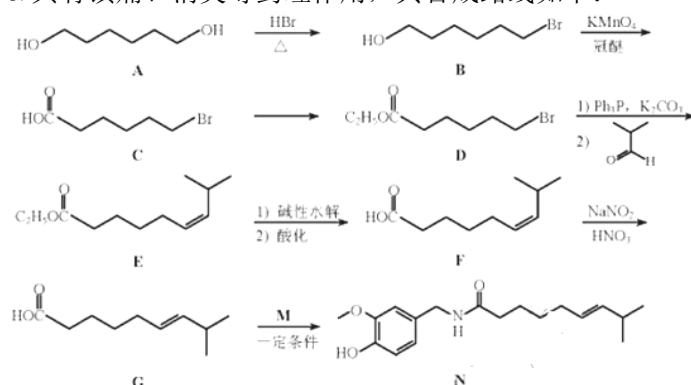


依据上述信息，写出制备  $\begin{array}{c} OH \\ | \\ CH_3CH_2CHCH_3 \end{array}$  所需醛的可能结构简式：\_\_\_\_\_。

解析：由题给信息可知制备  $\begin{array}{c} OH \\ | \\ CH_3CH_2CHCH_3 \end{array}$ ，可由  $CH_3CH_2MgBr$  与  $CH_3CHO$  生成，也可由  $CH_3CH_2CHO$  和  $CH_3MgBr$  反应生成。

答案： $CH_3CH_2CHO$      $CH_3CHO$

8. (18分) 化合物 N 具有镇痛、消炎等药理作用，其合成路线如下：



(1) A 的系统命名为\_\_\_\_\_，E 中官能团的名称为\_\_\_\_\_。

解析：A 为二元醇，羟基分别位于 1、6 号碳原子上，A 的系统命名为 1, 6 - 己二醇，E 中官能团的名称为酯基和碳碳双键

答案：1, 6 - 己二醇；酯基和碳碳双键

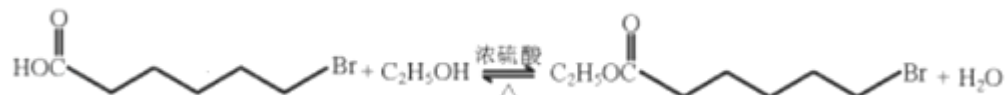
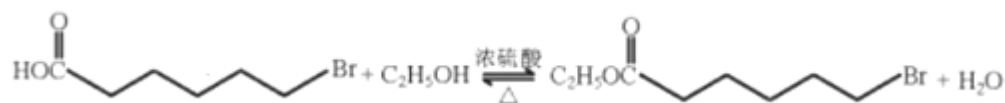
(2) A→B 的反应类型为\_\_\_\_\_，从反应所得液态有机混合物中提纯 B 的常用方法为\_\_\_\_\_。

解析：A→B 的反应类型为取代反应，A、B 互溶，要从反应所得液态有机混合物中提纯 B 的常用方法为蒸馏

答案：取代反应    蒸馏

(3) C→D 的化学方程式为\_\_\_\_\_。

解析：该反应为羧酸和醇的酯化反应，C→D 的化学方程式为



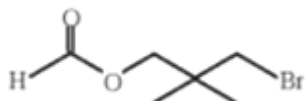
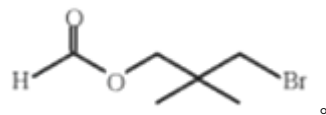
答案：

(4) C 的同分异构体 W (不考虑手性异构) 可发生银镜反应；且 1mol W 最多与 2mol NaOH 发生反应，产物之一可被氧化成二元醛。满足上述条件的 W 有 5 种，若 W 的核磁共振氢谱有四组峰，则其结构简式为\_\_\_\_\_。

解析：C 的同分异构体 W (不考虑手性异构) 可发生银镜反应，说明含有醛基，且 1mol W 最多与 2mol NaOH 发生反应，产物之一可被氧化成二元醛，说明该物质中含有 HCOO - 基团，且溴原子连接边上的 C 原子；

其结构简式可能为  $HCOOCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2Br$ 、 $HCOOCH_2CH_2CH(CH_3)CH_2Br$ 、 $HCOOCH_2C(CH_3)CH_2CH_2Br$ 、 $HCOOCH(CH_3)CH_2CH_2CH_2Br$ 、 $HCOOCH(CH_3)CH(CH_3)CH_2Br$ ，所以符合条件的有 5 种，

若 W 的核磁共振氢谱有四组峰，则其结构简式为



答案：5

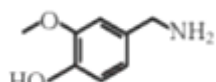
(5) F 与 G 的关系为(填序号)\_\_\_\_\_。

- a. 碳链异构
- b. 官能团异构
- c. 顺反异构
- d. 位置异构

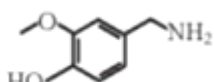
解析：F 与 G 的关系为顺反异构，故选 c

答案：c

(6) M 的结构简式为\_\_\_\_\_。

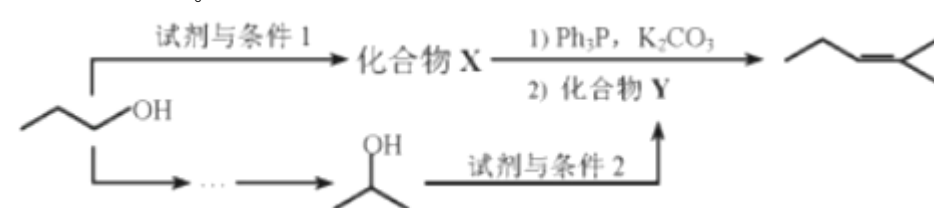


解析：M 的结构简式为



答案：

(7) 参照上述合成路线，以 为原料，采用如下方法制备医药中间体



该路线中试剂与条件 1 为\_\_\_\_\_，X 的结构简式为\_\_\_\_\_；

试剂与条件 2 为\_\_\_\_\_，Y 的结构简式为\_\_\_\_\_。

解析：根据反应条件知， 生成 X、X 再和 Y 反应生成 ，则生成 X

的试剂和条件分别是 HBr、加热，X 为 ，则 Y 为 ，生成 Y 的试剂和条件为  $O_2/Cu$  或 Ag、加热，通过以上分析知，该路线中试剂与条件 1 为 HBr、加热，X 的结构简

式为 ；试剂与条件 2 为  $O_2/Cu$  或 Ag、加热，Y 的结构简式为 。

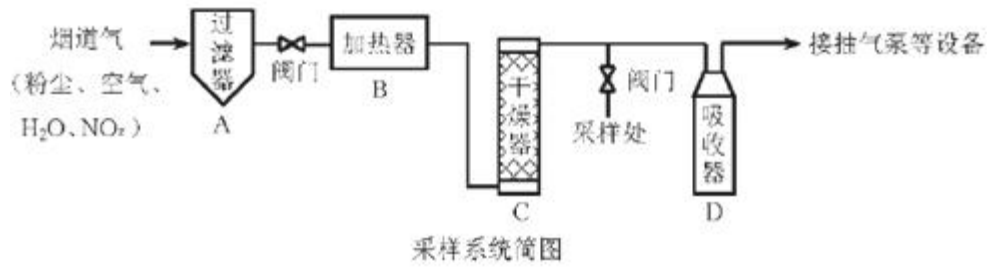
答案：HBr、加热



$O_2/Cu$  或 Ag、加热



9. (18 分) 烟道气中的  $NO_2$  是主要的大气污染物之一，为了监测其含量，选用图 1 所示采样和检测方法。回答下列问题：



I. 采样

采样步骤:

①检验系统气密性; ②加热器将烟道气加热至 140℃; ③打开抽气泵置换系统内空气; ④采集无尘、干燥的气样; ⑤关闭系统, 停止采样。

(1) A 中装有无碱玻璃棉, 其作用为\_\_\_\_\_。

解析: 第一步过滤器是为了除去粉尘, 因此其中的无碱玻璃棉的作用是除尘

答案: 除尘

(2) C 中填充的干燥剂是(填序号)\_\_\_\_\_。

- a. 碱石灰
- b. 无水  $\text{CuSO}_4$
- c.  $\text{P}_2\text{O}_5$

解析: a. 碱石灰为碱性干燥剂, 不能干燥酸性气体, 故 a 不选;

b. 无水硫酸铜可用于检验是否含有水蒸气, 干燥能力不强, 故 b 不选;

c. 五氧化二磷是酸性干燥剂, 可以干燥酸性气体, 故 c 选。

答案: c

(3) 用实验室常用仪器组装一套装置, 其作用与 D(装有碱液)相同, 在虚线框中画出该装置的示意图、明气体的流向及试剂。



解析: D 装置为吸收装置, 用于吸收酸性气体, 因此可以用氢氧化钠溶液, 导气管应长进短



出, 装置图为:



答案:

(4) 采样步骤②加热烟道气的目的是\_\_\_\_\_。

II.  $\text{NO}_x$  含量的测定

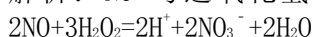
将  $v\text{L}$  气样通入适量酸性的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液中, 使  $\text{NO}_x$  完全被氧化成  $\text{NO}_3^-$ , 加水稀释至  $100.00\text{ mL}$ , 量取  $20.00\text{ mL}$  该溶液, 加入  $v_1\text{ mL } c_1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeSO}_4$  标准溶液(过量), 充分反应后, 用  $c_2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  标准溶液滴定剩余的  $\text{Fe}^{2+}$ , 终点时消耗  $v_2\text{ mL}$ 。

解析: 采样步骤②加热烟道气的目的是: 为了防止  $\text{NO}_x$  溶于冷凝水

答案: 防止  $\text{NO}_x$  溶于冷凝水

(5)  $\text{NO}$  被  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化为  $\text{NO}_3^-$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

解析:  $\text{NO}$  与过氧化氢在酸性溶液中发生氧化还原反应, 反应的离子方程式为:



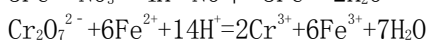
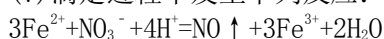
答案:  $2\text{NO} + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$

(6) 滴定操作使用的玻璃仪器主要有\_\_\_\_\_。

解析: 滴定操作主要用到铁架台、酸式滴定管、锥形瓶、其中玻璃仪器为酸式滴定管、锥形瓶

答案: 酸式滴定管、锥形瓶

(7) 滴定过程中发生下列反应:



则气样中  $\text{NO}_x$  折合成  $\text{NO}_2$  的含量为\_\_\_\_\_  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。

解析: 滴定剩余  $\text{Fe}^{2+}$  时, 消耗的  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的物质的量为  $c_2V_2 \times 10^{-3}\text{ mol}$ , 则剩余的  $\text{Fe}^{2+}$  物质的量为  $6c_2V_2 \times 10^{-3}\text{ mol}$ , 在所配制溶液中加入的  $\text{Fe}^{2+}$  物质的量为  $c_1V_1 \times 10^{-3}\text{ mol}$ , 则与  $\text{NO}_3^-$  反应的  $\text{Fe}^{2+}$  物质的量 =  $c_1V_1 \times 10^{-3}\text{ mol} - 6c_2V_2 \times 10^{-3}\text{ mol}$ , 则  $V\text{L}$  气样中氮元素总物质的量 =  $5 \times$

$$\frac{(c_1V_1 - 6c_2V_2) \times 10^{-3}}{3}\text{ mol},$$

$$\text{则氮元素的总质量} = \frac{230(c_1V_1 - 6c_2V_2)}{3}\text{ mg},$$

$$\text{气样中氮元素含量} = \frac{23(c_1V_1 - 6c_2V_2)}{3V} \times 10^4\text{ mg/m}^3,$$

$$\text{折合为 } \text{NO}_2 \text{ 的含量} = \frac{23 \times (c_1V_1 - 6c_2V_2)}{3V} \times 10^4\text{ mg/m}^3$$

$$\text{答案: } \frac{23 \times (c_1V_1 - 6c_2V_2)}{3V} \times 10^4$$

(8) 判断下列情况对  $\text{NO}_x$  含量测定结果的影响(填“偏高”、“偏低”或“无影响”)

若缺少采样步骤③, 会使测定结果\_\_\_\_\_。

若  $\text{FeSO}_4$  标准溶液部分变质, 会使测定结果\_\_\_\_\_。

解析: 若没打开抽气泵, 则系统中还存在有气样中的氮元素, 导致吸收不完全, 测定结果偏低, 若  $\text{FeSO}_4$  变质则会导致测定剩余亚铁离子偏低, 使得即使所得到的氮素含量偏高, 测定结果偏高。

答案: 偏低 偏高

10. (14分)  $\text{CO}_2$  是一种廉价的碳资源, 其综合利用具有重要意义, 回答下列问题:

(1)  $\text{CO}_2$  可以被  $\text{NaOH}$  溶液捕获。若所得溶液  $\text{pH}=13$ ,  $\text{CO}_2$  主要转化为\_\_\_\_\_ (写离子符号); 若所得溶液 ( $\text{HCO}_3^-$ ):  $c(\text{CO}_3^{2-})=2:1$ , 溶液  $\text{pH}=\_\_\_\_\_\_$ 。室温下,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  的  $K_1=4\times 10^{-7}$ ;  $K_2=5\times 10^{-11}$ )

解析:  $K_2=\frac{c(\text{CO}_3^{2-})\cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)}=5\times 10^{-11}$ , 则  $c(\text{H}^+)=\frac{K_2\times c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$ , 当  $c(\text{HCO}_3^-)=c(\text{CO}_3^{2-})$

),  $c(\text{H}^+)=5\times 10^{-11}$ ,  $\text{pH}$  在 10.3, 如果溶液的  $\text{pH}=13$ , 则  $c(\text{HCO}_3^-)\ll c(\text{CO}_3^{2-})$ , 所以该溶液中所带阴离子为  $c(\text{CO}_3^{2-})$ ;

$K_2=\frac{c(\text{CO}_3^{2-})\cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)}=5\times 10^{-11}$ , 且所得溶液  $c(\text{HCO}_3^-):c(\text{CO}_3^{2-})=2:1$ ,  $c(\text{H}^+)=$

$\frac{K_2\times c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}=5\times 10^{-11}\times 2=1\times 10^{-10}$ ,  $\text{pH}=10$

答案:  $c(\text{CO}_3^{2-})$  10

(2)  $\text{CO}_2$  与  $\text{CH}_4$  经催化重整, 制得合成气:  $\text{CH}_4(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g})\xrightleftharpoons{\text{催化剂}}2\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})$

①已知上述反应中相关的化学键键能数据如下:

化学键	C - H	C=O	H - H	$\text{C}\equiv\text{O}$ (CO)
键能/ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	413	745	436	1075

则该反应的  $\Delta H=\_\_\_\_\_\_$ 。分别在  $v\text{L}$  恒温密闭容器 A (恒容)、B (恒压, 容积可变) 中, 加入  $\text{CH}_4$  和  $\text{CO}_2$  各 1 mol 的混合气体。两容器中反应达平衡后放出或吸收的热量较多的是\_\_\_\_\_ (填 “A” 或 “B”)

②按一定体积比加入  $\text{CH}_4$  和  $\text{CO}_2$ , 在恒压下发生反应, 温度对 CO 和  $\text{H}_2$  产率的影响如图 1 所示。此反应优选温度为  $900^\circ\text{C}$  的原因是\_\_\_\_\_。

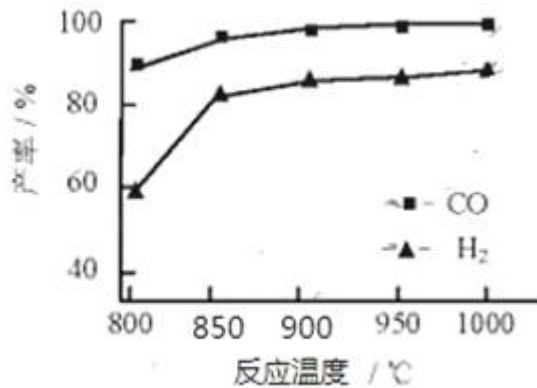


图1

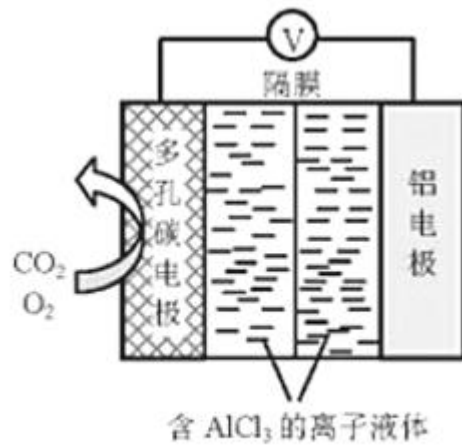


图2

解析: ①该反应的  $\Delta H=\text{反应物总键能}-\text{生成物总键能}=[4\times 413+2\times 745-2\times 1075-2\times 436]\text{kJ/mol}=+120\text{kJ/mol}$

; 该反应的正反应是气体物质的量增大的反应, 增大压强平衡逆向移动, A 在反应过程中压强在不断增大、B 在反应过程中压强不变, 所以 A 相当于 B 来说是增大压强, 平衡逆向移动, 所以 A 中反应物转化率小于 B, 则两容器中反应达平衡后吸收的热量较多的是 B,

②根据图知,  $900^\circ\text{C}$  时合成气产率已经较高, 再升高温度产率增幅不大, 且升高温度耗能较大, 经济效益降低, 温度低时合成气产率降低且反应速率降低,

答案:  $+120\text{kJ/mol}$  B  $900^\circ\text{C}$  时合成气产率已经较高, 再升高温度产率增幅不大, 且升高温度耗能较大, 经济效益降低, 温度低时合成气产率降低且反应速率降低

(3)  $\text{O}_2$  辅助的 Al -  $\text{CO}_2$  电池工作原理如图 2 所示。该电池容量大, 能有效利用  $\text{CO}_2$ , 电池反应产物  $\text{Al}_2(\text{C}_2\text{O}_4)$  是重要的化工原料。



电池的负极反应式：\_\_\_\_\_。

电池的正极反应式： $6\text{O}_2+6\text{e}^-=6\text{O}_2^-$

$6\text{CO}_2+6\text{O}_2^-=3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}+6\text{O}_2$

反应过程中  $\text{O}_2$  的作用是\_\_\_\_\_。

该电池的总反应式：\_\_\_\_\_。

解析：该原电池中 Al 作负极，失电子生成铝离子，电极反应式为  $\text{Al}-3\text{e}^-=\text{Al}^{3+}$ ；

在正极的反应式中，在第一个反应中作反应物、在第二个反应中作生成物，所以氧气在反应中作催化剂；

在得失电子相同条件下，正负极电极反应式相加即得电池反应式，

电池反应式为  $2\text{Al}+6\text{CO}_2=\text{Al}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 。

答案： $\text{Al}-3\text{e}^-=\text{Al}^{3+}$  催化剂； $2\text{Al}+6\text{CO}_2=\text{Al}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$