

## 2013 年普通高等院校招生统一考试化学试题（上海卷）

### 化学试题

相对原子质量：H-1 C-12 O-8 Na-23 S-32 Ca-40 Fe-56 Ni-59 Cu-64

Br-80 Ba-137

一、选择题（本题共 10 分，每小题 2 分，每题只有一个正确选项）

1. 2013 年 4 月 24 日，东航首次成功进行了由地沟油生产的生物航空燃油的验证飞行。能区别地沟油（加工过的餐饮废弃油）与矿物油（汽油、煤油、柴油等）的方法是（ ）

- A. 点燃，能燃烧的是矿物油
- B. 测定沸点，有固定沸点的是矿物油
- C. 加入水中，浮在水面上的是地沟油
- D. 加入足量氢氧化钠溶液共热，不分层的是地沟油

**【答案】D**

**【解析】**

试题分析：地沟油的主要成分是油脂，在氢氧化钠溶液可水解而不学科网分层，矿物油的主要成分是烃的混合物，不溶于水、氢氧化钠溶液，它们都能燃烧、密度比水小、没有固定的沸点，因此选 D。

**【考点定位】** 本题考查矿物油、地沟油的成分、性质、鉴别。

**【名师点睛】** 本题考查有机物的鉴别，明确地沟油、矿物油的成分及性质是解答本题的关键，侧重有机物性质的考查，题目难度不大，常见有机物的成分、性质、鉴别是有机化学考查的重点，也是我们学习有机化学的目标。

2. 氰酸铵（ $\text{NH}_4\text{OCN}$ ）与尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ （ ）

- A. 都是共价化合物
- B. 都是离子化合物
- C. 互为同分异构体
- D. 互为同素异形体

**【答案】C**

**【解析】**

试题分析：氰酸铵是离子化合物，尿素是共价化合物，它们的分子式相同，结构不同，是同分异构体的关系，因此 C 正确。

**【考点定位】** 基本概念

**【名师点睛】** 本题考查基本概念，明确共价化合物、离子化合物，同分异构体、同素异形体这几个概念的

含义是解本题关键，尤其注意同素异形体、同分异构体的区别，题目难度不大，注重的是化学基础知识的考查。

3.  $^{230}\text{Th}$  和  $^{232}\text{Th}$  是钍的两种同位素， $^{232}\text{Th}$  可以转化成  $^{233}\text{U}$ 。下列有关 Th 的说法正确的是 ( )
- A. Th 元素的质量数是 232                      B. Th 元素的相对原子质量是 231
- C.  $^{232}\text{Th}$  转换成  $^{233}\text{U}$  是化学变化      D.  $^{230}\text{Th}$  和  $^{232}\text{Th}$  的化学性质相同

**【答案】** D

**【解析】**

试题分析： $^{232}\text{Th}$ 、 $^{230}\text{Th}$  的质量数分别为 232、230，A 项错误；元素的相对原子质量是由各种同位素的相对原子质量求得的平均值，B 项错误；同位素的物理性质可以不同，但化学性质几乎相同，D 项正确；化学变化是生成新物质的变学科网化，原子不变，而 C 项的原子发生变化，错误。

**【考点定位】** 本题考查同位素的知识。

**【名师点睛】** 本题考查核素、同位素的性质，同位素是原子结构中的重要知识，它和同素异形体、同分异构体、同一物质往往结合起来一起考查，设计题型一般是选择题或填空题，难度中等，该题应注意元素的相对原子质量是按各种天然同位素原子所占的一定百分比算出来的平均值。

4. 下列变化需克服相同类型作用力的是 ( )
- A. 碘和干冰的升华                              B. 硅和  $\text{C}_{60}$  的熔化
- C. 氯化氢和氯化钾的溶解                      D. 溴和汞的气化

**【答案】** A

**【解析】**

试题分析：A 项变化克服的都是分子间力，正确；硅和  $\text{C}_{60}$  的熔化分别克服的是共价键、分子间力，B 项错误；氯化氢和氯化钾的溶解分别克服的是共价键、离子键，C 项错误；溴和汞的气化分别克服的是分子间力、金属键，D 项错误。

**【考点定位】** 晶体的类型和微粒间的作用力

**【名师点睛】** 本题考查物质在发生物理变化时克服什么样的作用力，考查的是晶体的类型和微粒间作用力的判断，题目难度不大，要注意物质发生变化时粒子间作用力的变化，该题贴近学生平时的学习和训练，有利于正常水平的发挥，注重基础知识的学习是我们学好化学的前提。

5.  $374^\circ\text{C}$ 、22. 1Mpa 以上的超临界水具有很强的溶解有机物的能力，并含有较多的  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ ，由此可知超临界水 ( )
- A. 显中性，pH 等于 7                      B. 表现出非极性溶剂的特性

- C. 显酸性, pH 小于 7      D. 表现出极性溶剂的特性

**【答案】** B

**【解析】**

试题分析: 超临界水仍然呈中性, C 项错误, A 项 pH 小于 7, 错误、根据相似相溶的原理可知 B 正确(有机物大多数是非极性分子), D 错误。

**【考点定位】** 本题考查超临界水的性质。

**【名师点睛】** 本题考查学生的知识运用能力, 明确纯水的特点、相似相溶原理是解题的关键, 难度中等, 注重考查学生从文字的情景资料中获取信息的能力, 考查学生的分析、判断、推理、解决问题的能力, 注重基础知识与学科能力的有机结合。

二、选择题(本大题共 36 分, 每小题 3 分, 每题只有一个正确选项)

6. 与索尔维制碱法相比, 侯德榜制碱法最突出的优点是 ( )

- A. 原料利用率高      B. 设备少  
C. 循环利用的物质多      D. 原料易得

**【答案】** A

**【解析】**

试题分析: 两种方法都发生反应:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{NaCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaHCO}_3 \downarrow$ , 索尔维制碱法对滤液的处理是加熟石灰使氨气循环, 产生的  $\text{CaCl}_2$  (含 Cl) 几乎没什么用, 而侯德榜制碱法是对滤液通入二氧化碳、氨气, 结晶出  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 其母液又可作为制碱原料, 提高食盐利用率, 因此选 A。

**【考点定位】** 本题考查比较索尔维制碱法、侯德榜制碱法的优点。

**【名师点睛】** 本题内容立足于课本, 考查的内容来源于教材, 该题注重化学与社会热点、工农业生产、科技新成就和日常生活等问题相结合, 既考查了学生综合运用知识的能力, 又体现了化学学科的实用性特点,

7. 将 X 气体通入  $\text{BaCl}_2$  溶液, 未见沉淀生成, 然后通入 Y 气体, 有沉淀生成, X、Y 不可能是 ( )

选项	X	Y
A	$\text{SO}_2$	$\text{H}_2\text{S}$
B	$\text{Cl}_2$	$\text{CO}_2$
C	$\text{NH}_3$	$\text{CO}_2$
D	$\text{SO}_2$	$\text{Cl}_2$

【答案】B

【解析】

试题分析：A项，将  $\text{SO}_2$  通入  $\text{BaCl}_2$  溶液，不反应，部分  $\text{SO}_2$  溶解在水中与后来通入的  $\text{H}_2\text{S}$  发生反应  $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$  生成 S 沉淀，B 项始终不反应无现象，C 项反应为： $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{BaCl}_2 = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{BaCO}_3 \downarrow$ ，D 项发生反应： $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ ， $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ ，因此选 B。

【考点定位】本题考查元素化合物知识。

【名师点睛】本题考查了中学常见物质之间的化学反应，元素化合物知识是化学学习的基础， $\text{SO}_2$  的化学性质和氯气的化学性质更是考查的重点，这些知识来源于教材，要求学生熟记教材知识，学以致用，也能够引导中学教学立足于基础。

8. 糕点包装中常见的脱氧剂组成为还原性铁粉、氯化钠、炭粉等，其脱氧原理与钢铁的吸氧腐蚀相同。下列分析正确的是（ ）
- A. 脱氧过程是吸热反应，可降低温度，延长糕点保质期
- B. 脱氧过程中铁作原电池正极，电极反应为： $\text{Fe} - 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{3+}$
- C. 脱氧过程中碳做原电池负极，电极反应为： $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$
- D. 含有 1.12g 铁粉的脱氧剂，理论上最多能吸收氧气 336mL（标准状况）

【答案】D

【解析】根据题意铁作原电池负极（ $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ），碳做原电池正极（ $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ ），因此 B、C 错误；脱氧过程是放热反应，A 项错误；D 项，生成的  $\text{Fe}^{2+}$  继续被  $\text{O}_2$  氧化，即  $4\text{Fe} \sim 3\text{O}_2$ ，可知 D 正确。

【考点定位】本题考查原电池原理、反应及计算。

【名师点睛】铁粉、氯化钠溶液、炭粉构成原电池，铁作负极，碳作正极，负极上铁失电子发生氧化反应，正极上氧气得电子发生还原反应，原电池放电过程是放热反应，结合得失电子相等进行有关计算，本题涉及能源、能量和新材料等相关背景，注重化学与社会热点、工农业生产、科技新成就和日常生活等问题相结合，既考查了学生综合运用知识的能力，又发挥了考试的教育功能，体现了化学学科的实用性特点。

9. 将盛有  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  粉末的小烧杯放入盛有少量醋酸的大烧杯中。然后向小烧杯中加入盐酸，反应剧烈，醋酸逐渐凝固。由此可见（ ）
- A.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  和盐酸的反应是放热反应
- B. 该反应中，热能转化为产物内部的能量
- C. 反应物的总能量高于生成物的总能量
- D. 反应的热化学方程式为： $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} - Q$

【答案】B

【解析】

试题分析：根据醋酸逐渐凝固说明该反应是吸热反应，则 A、C 错误，B 正确，热化学方程式的书写要标出物质的状态，D 错误。

【考点定位】本题考查热化学。

【名师点睛】根据反应后醋酸凝固，说明该反应是吸热反应，吸热反应把能量转化为产物内部能量，依据反应前后能量守恒分析判断，还要注意热化学方程式需要注明物质聚集状态，本题考查化学反应能量变化判断，热化学方程式书写方法，能量守恒的应用分析是解题关键，注重考查学生从文字的情景资料中获取信息的能力，还考查了学生的分析、判断、推理、解决问题的能力。

10. 下列关于实验室制备乙酸乙酯和乙酸丁酯的描述正确的是 ( )

- A. 均采用水浴加热                      B. 制备乙酸丁酯时正丁醇过量  
C. 均采用边反应边蒸馏的方法        D. 制备乙酸乙酯时乙醇过量

【答案】D

【解析】

试题分析：可逆反应往往增大成本低的物质的浓度，从而提高生成物的产率，因此 D 正确。

【考点定位】本题考查酯制备的条件控制。

【名师点睛】该题主要考查有机物的制备，有机物的制备我们需要注意的是反应物是什么，生成物是什么，反应条件，是否需要催化剂，以及试剂加入顺序，是否需要过量等问题。乙酸乙酯的制备是教材中的内容，该实验的原料需要冰醋酸和乙醇，考虑到冰醋酸和乙醇的价格，一般会使乙醇过量，提高冰醋酸的转化率，而且反应过程中要使用浓硫酸做催化剂和脱水剂，反应条件上需要酒精灯加热。乙酸丁酯的制备和乙酸乙酯的制备区别在于正丁醇和乙醇的价格差异。

11.  $\text{H}_2\text{S}$  水溶液中存在电离平衡  $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$  和  $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ 。若向  $\text{H}_2\text{S}$  溶液中 ( )

- A. 加水，平衡向右移动，溶液中氢离子浓度增大  
B. 通入过量  $\text{SO}_2$  气体，平衡向左移动，溶液 pH 值增大  
C. 滴加新制氯水，平衡向左移动，溶液 pH 值减小  
D. 加入少量硫酸铜固体 (忽略体积变化)，溶液中所有离子浓度都减小

【答案】C

【解析】

试题分析：加水，促进电离，但氢离子浓度减小，A 错误；B 项发生反应： $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，当  $\text{SO}_2$  过量，溶液显酸性，而且酸性比  $\text{H}_2\text{S}$  强，pH 值减小，错误；滴加新制氯水，发生反应： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{HCl} + \text{S}\downarrow$ ，平衡向左移动，溶液 pH 值减小，C 项正确；加入少量硫酸铜固体，发生反应： $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS}\downarrow + 2\text{H}^+$ ， $\text{H}^+$  浓度增大，D 错误。

【考点定位】本题考查电离平衡移动。

【名师点睛】弱电解质的电离是电解质溶液中的三大平衡体系之一，本题考查弱电解质的电离，要明确离子间发生的反应是解本题关键，还要注意加水稀释时，虽然促进了氢硫酸的电离，但氢离子浓度也会减小，溶液的 pH 增大，该题难度不大。

12. 根据有机化合物的命名原则，下列命名正确的是 ( )

- A.  $\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CHC}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$  3-甲基-1,3-丁二烯
- B.  $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$  2-羟基丁烷
- C.  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  2-乙基戊烷
- D.  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{COOH}$  3-氨基丁酸

【答案】D

【解析】

试题分析：A 项，编号有误，应该为学科网为 2-甲基-1,3-丁二烯；B 项叫 2-丁醇；C 项主链选错了，应该为 3-甲基己烷；D 正确。

【考点定位】本题考查有机物的命名。

【名师点睛】本题考查的知识点是有机物的命题，属于基础性试题，侧重对学生基础知识的检验和训练。

解答本题的关键是明确有机物的命名原则，然后结合有机物的结构简式灵活运用即可，有利于培养学生的规范答题能力。

13. X、Y、Z、W 是短周期元素，X 元素原子的最外层未达到 8 电子稳定结构，工业上通过分离液态空气获得其单质；Y 元素原子最外电子层上 s、p 电子数相等；Z 元素+2 价阳离子的核外电子排布与氖原子相同；W 元素原子的 M 层有 1 个未成对的 p 电子。下列有关这些元素性质的说法一定正确的是 ( )

- A. X 元素的氢化物的水溶液显碱性
- B. Z 元素的离子半径大于 W 元素的离子半径

- C. Z 元素的单质在一定条件下能与 X 元素的单质反应  
D. Y 元素最高价氧化物的晶体具有很高的熔点和沸点

【答案】C

【解析】

试题分析：根据题意 Z 元素为 Mg，Y 元素原子最外电子排布为  $ns^2np^2$  是 C 或 Si，X 为 N 或 O，W 为 Al 或 Cl。N 的氢化物的水溶液显碱性，但 O 的氢化物的水溶液显中性或弱酸性，A 错误； $Al^{3+}$  的半径比  $Mg^{2+}$  小，B 错误；氮气、氧气均能与镁反应，C 正确； $CO_2$  形成的晶体熔沸点低，D 错误。

【考点定位】本题考查物质结构和元素周期律。

【名师点睛】本题考查的知识点是物质结构和元素周期律，侧重于考查结构性位置关系、元素化合物性质、半径比较、晶体结构与性质，难度中等，推断元素是解答本题的关键，解答过程中还应注意 W 元素的不确定性，注意掌握核外电子排布规律。

14. 为测定镀锌铁皮锌镀层的厚度，将镀锌皮与足量盐酸反应，待产生的气泡明显减少时取出，洗涤，烘干，称重。关于该实验的操作对测定结果的影响判断正确的是（ ）
- A. 铁皮未及时取出，会导致测定结果偏小  
B. 铁皮未洗涤干净，会导致测定结果偏大  
C. 烘干时间过长，会导致测定结果偏小  
D. 若把盐酸换成硫酸，会导致测定结果偏大

【答案】C

【解析】

试题分析：产生的气泡明显减少时，表明锌反应完，若这时铁皮未及时取出，则铁溶解，会导致测定结果偏大，A 错误；铁皮未洗涤干净（表面吸附杂质），烘干时间过长（铁被氧化），则剩余物的质量偏大，导致测定结果偏小，B 错误，C 正确；D 项对结果无影响，错误。

【考点定位】本题考查误差分析。

【名师点睛】测定镀锌铁皮的锌镀层厚度是根据铁皮的面积测定电镀前后铁皮质量的增重，进而可计算锌镀层的厚度，过迟判断反应终点导致部分铁溶解，质量差偏大而引起结果偏高，过早判断反应终点、铁皮未烘干就去称重则使质量差偏小而引起结果偏低，烘干时间过长（铁被氧化），则剩余物的质量偏大，由此可知本题考查锌镀层厚度测定的实验方案的评价，题目难度不大，注意把握实验操作原理以及注意事项。

15.  $N_A$  代表阿伏伽德罗常数。已知  $C_2H_4$  和  $C_3H_6$  的混合物的质量为  $ag$ ，则该混合物（ ）

- A. 所含共用电子对数目为  $(a/7+1) N_A$     B. 所含碳氢键数目为  $aN_A/7$   
 C. 燃烧时消耗的  $O_2$  一定是  $33.6a/14L$     D. 所含原子总数为  $aN_A/14$

**【答案】** B

**【解析】**

试题分析：1 个  $C_3H_4$  分子中含共用电子对数目为 6 对，碳氢键数目为 4 个，1 个  $C_3H_6$  分子中含共用电子对数目为 9 对，碳氢键数目为 6 个，则 A 错误（应该为  $3aN_A/14$ ）；B 正确；C 项没有给氧气的状态，D 项含原子总数为  $3aN_A/14$ ，因此选 B。

**【考点定位】** 本题考查阿伏伽德罗常数。

**【名师点睛】** 本题考查了阿伏伽德罗常数的判断及计算，注意满足  $C_3H_6$  的化合物可能为烯烃，也有可能为环烷烃，同时注意掌握根据最简式计算混合物中含有原子数目的方法。这些基础知识以阿伏伽德罗常数的有关计算为载体设计出来，关键在于细节的把握，有一定的难度，也会在今后高考命题的过程中有所体现。

16. 已知氧化性  $Br_2 > Fe^{3+}$ 。FeBr<sub>2</sub> 溶液中通入一定量的  $Cl_2$ ，发生反应的离子方程式为： $a Fe^{2+} + b Br^- + c Cl_2 \rightarrow d Fe^{3+} + e Br_2 + f Cl^-$ ，下列选项中的数字与离子方程式中的 a、b、c、d、e、f 一一对应，其中不符合实际的是（    ）
- A. 2    4    3    2    2    6    B. 0    2    1    0    1    2  
 C. 2    0    1    2    0    2    D. 2    2    2    2    1    4

**【答案】** B

**【解析】**

试题分析：根据题意  $Cl_2$  先氧化  $Fe^{2+}$ ，B 符合题意。

**【考点定位】** 本题考查氧化还原反应的先后。

**【名师点睛】** 氧化还原反应是高考的热点，也是难点，本题考查了氧化还原反应中氧化剂氧化性强弱的排序，由于  $Cl_2 > Br_2 > Fe^{3+}$ ，导致  $Cl_2$  的通入量不同，发生反应的离子不同，解答本题的关键是要注意氧化还原反应的先后，同时氧化还原反应的配平也是本题的难点，要注意电荷守恒和原子守恒。

17. 某溶液可能含有  $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $NH_4^+$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $Al^{3+}$  和  $K^+$ 。取该溶液 100mL，加入过量 NaOH 溶液，加热，得到 0.02mol 气体，同时产生红褐色沉淀；过滤，洗涤，灼烧，得到 1.6g 固体；向上述滤液中加足量  $BaCl_2$  溶液，得到 4.66g 不溶于盐酸的沉淀。由此可知原溶液中（    ）
- A. 至少存在 5 种离子  
 B.  $Cl^-$  一定存在，且  $c(Cl^-) \geq 0.4mol/L$

C.  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、一定存在， $\text{Cl}^-$ 可能不存在

D.  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 一定不存在， $\text{K}^+$ 可能存在

**【答案】** B

**【解析】**

试题分析：根据加入过量  $\text{NaOH}$  溶液，加热，得到  $0.02\text{mol}$  气体，说明有  $\text{NH}_4^+$ ，而且为  $0.02\text{mol}$ ，同时产生红褐色沉淀，说明有  $\text{Fe}^{3+}$ ，而且为  $0.02\text{mol}$ ，则没有  $\text{CO}_3^{2-}$ ，根据不溶于盐酸的  $4.66\text{g}$  沉淀，说明有  $\text{SO}_4^{2-}$ ，且为  $0.02\text{mol}$ ，再根据电荷守恒可知学科网一定有  $\text{Cl}^-$ ，至少有  $0.06\text{mol}$  ( $0.02 \times 3 + 0.02 \times 2 - 0.02 \times 2$ )，B 正确。

**【考点定位】** 本题考查离子共存及计算。

**【名师点睛】** 本题考查离子共存，为高考常见题型和高频考点，侧重于元素化合物知识的综合理解和运用的考查，注意常见离子的性质和反应类型的判断，答题时要认真分析题中数据，特别是氯离子的推断，离子共存的判断在今后的命题中也会以各种形式出现。

三、选择题（本题共 20 分，每小题 4 分，每小题有一个或两个正确选项。只有一个正确选项的，多选不给分；有两个正确选项的，选对一个给 2 分，选错一个，该小题不给分）

18. 汽车剧烈碰撞时，安全气囊中发生反应  $10\text{NaN}_3 + 2\text{KNO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{O} + 5\text{Na}_2\text{O} + 16\text{N}_2 \uparrow$ 。若氧化产物比还原产物多  $1.75\text{mol}$ ，则下列判断正确的是（ ）

A. 生成  $42.0\text{LN}_2$ （标准状况）

B. 有  $0.250\text{molKNO}_3$  被氧化

C. 转移电子的物质的量为  $1.25\text{mol}$

D. 被氧化的 N 原子的物质的量为  $3.75\text{mol}$

**【答案】** CD

**【解析】**

试题分析：根据反应方程式可知每当生成  $16\text{mol N}_2$ ，则氧化产物比还原产物多  $14\text{mol}$ ，转移电子的物质的量为  $10\text{mol}$ ，被氧化的 N 原子的物质的量为  $30\text{mol}$ ，有  $2\text{molKNO}_3$  被还原，现氧化产物比还原产物多  $1.75\text{mol}$ ，则生成  $2\text{mol N}_2$ ，转移电子的物质的量为  $1.25\text{mol}$ ，被氧化的 N 原子的物质的量为  $3.75\text{mol}$ ，

因此 C、D 正确。

【考点定位】本题考查氧化还原反应计算。

【名师点睛】本题考查氧化还原反应有关知识，侧重于氧化还原反应的计算，注意根据化合价的变化结合方程式判断氧化产物和还原产物的物质的量关系为解答本题的关键，氧化还原反应是高频考点，试题注重考查学生的计算技巧。难点中等。

19. 部分弱酸的电离平衡常数如下表：

弱酸	HCOOH	HCN	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
电离平衡常数 (25℃)	$K_1=1.77 \times 10^{-4}$	$K_1=4.9 \times 10^{-10}$	$K_{11}=4.3 \times 10^{-7}$ $K_{12}=5.6 \times 10^{-11}$

下列选项错误的是 ( )

- A.  $2\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{HCN} + \text{CO}_3^{2-}$
- B.  $2\text{HCOOH} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow 2\text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- C. 中和等体积、等 pH 的 HCOOH 和 HCN 消耗 NaOH 的量前者小于后者
- D. 等体积、等浓度的 HCOONa 和 NaCN 溶液中所含离子总数前者小于后者

【答案】AD

【解析】

试题分析：根据电离常数可知酸性： $\text{HCOOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HCN} > \text{HCO}_3^-$ ，因此 A 错误，B 正确；等体积、等 pH 的 HCOOH 和 HCN 所含溶质，HCN 多，则中和时消耗 NaOH 的量多，C 正确；根据电荷守恒： $n(\text{HCOO}^-) + n(\text{OH}^-) = n(\text{Na}^+) + n(\text{H}^+)$ ， $n(\text{CN}^-) + n(\text{OH}^-) = n(\text{Na}^+) + n(\text{H}^+)$ ，即离子总数是  $n(\text{Na}^+) + n(\text{H}^+)$  的 2 倍，而 NaCN 的水解程度大，即 NaCN 溶液中的  $n(\text{OH}^-)$  大， $n(\text{H}^+)$  小，D 错误。

【考点定位】本题考查酸性强弱，离子浓度比较、中和反应等。

【名师点睛】本题考查了弱电解质的电离，明确弱电解质的电离平衡常数与酸性强弱、酸根离子的水解程度的关系是解答本题的关键，再结合强酸制取弱酸、酸碱中和反应来解答，注意从电荷守恒的角度来解答本题，弱电解质的电离平衡是电解质溶液中三大平衡体系之一，是考试命题的热点。

20. 某恒温密闭容器中，可逆反应  $\text{A}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{B} + \text{C}(\text{g}) - \text{Q}$  达到平衡。缩小容器体积，重新达到平衡时，C(g) 的浓度与缩小体积前的平衡浓度相等。以下分析正确的是 ( )

- A. 产物 B 的状态只能为固态或液态
- B. 平衡时，单位时间内  $n(\text{A})_{\text{消耗}} : n(\text{C})_{\text{消耗}} = 1 : 1$
- C. 保持体积不变，向平衡体系中加入 B，平衡可能向逆反应方向移动

D. 若开始时向容器中加入 1molB 和 1molC, 达到平衡时放出热量 Q

**【答案】**BC

**【解析】**

试题分析: 若 B 是气体, 平衡常数  $K=c(B) \cdot c(C)$ , 若  $c(C)$  不变, 则  $c(B)$  也不变, 可得  $K$  不变、若 B 是非气体, 平衡常数  $K=c(C)$ , 此时  $C(g)$  的浓度不变, 因此 A 错误, C 正确; 根据平衡时的  $v(\text{正})=v(\text{逆})$  可知 B 正确 (注意: 不是浓度消耗相等); 由于反应是可逆反应, 因此 D 项达到平衡时放出热量小于 Q, 错误。

**【考点定位】** 本题考查化学平衡、可逆反应的含义。

**【名师点睛】** 本题考查化学平衡影响因素的分析判断, 化学平衡移动原理及应用, 可逆反应的特征等知识, 解答本题的关键是分析物质的状态对化学平衡有无影响, 本题注重考查学生的分析、判断、推理、解决问题的能力。

21. 一定条件下, 将 0.1LCO、0.2LCO<sub>2</sub>、0.1LNO、0.2LNO<sub>2</sub> 和 0.2LNH<sub>3</sub> 混合, 然后通过分别盛有足量蒸馏水、饱和碳酸氢钠溶液和氢氧化钠溶液的三个洗气瓶 (洗气瓶排列顺序不确定)。假设气体通过每个洗气瓶都能充分反应则尾气 (已干燥) ( )

- A. 可能是单一气体  
B. 不可能含有一氧化碳  
C. 可能存在原气体中的两种气体  
D. 成分和洗气瓶的排列顺序无关

**【答案】**AC

**【解析】**

试题分析: 方法一、洗气瓶排列顺序有 6 种, 若第一个洗气瓶装氢氧化钠溶液, 则这时出来的气体有 CO、NH<sub>3</sub>, 后面的 2 个洗气瓶无论怎样的顺序, 最后的气体为 CO; 若第一个洗气瓶装水, 则这时出来的气体有 CO、CO<sub>2</sub>、NO, 后面的 2 个洗气瓶无论怎样的顺序, 最后的气体为 CO、NO; 若第一个洗气瓶装饱和碳酸氢钠溶液, 则这时出来的气体有 CO、CO<sub>2</sub>、NO, 后面的 2 个洗气瓶无论怎样的顺序, 最后的气体为 CO、NO。

方法二、洗气瓶的排列顺序不论怎样, 最终的气体肯定没有 CO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>, 而 CO 与三种溶液都不反应, 尾气肯定有 CO, 若第一个洗气瓶装氢氧化钠溶液, 则尾气没有 NO ( $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ), 若第一个洗气瓶不是装氢氧化钠溶液, 则尾气一定有 NO。

**【考点定位】** 本题考查化学计算、收敛思维能力。

**【名师点睛】** 本题考查的知识点是常见气体的检验, 主要考查了洗气瓶的洗气, 掌握常见气体和足量蒸馏

水、饱和碳酸氢钠溶液和氢氧化钠溶液反应的性质是解答本题的关键，该题综合性较强，有利于培养学生分析、解决问题的能力。

22. 一定量的  $\text{CuS}$  和  $\text{Cu}_2\text{S}$  的混合物投入足量的  $\text{HNO}_3$  中，收集到气体  $V\text{L}$ （标准状况），向反应后的溶液中加入足量  $\text{NaOH}$ ，产生蓝色沉淀，过滤，洗涤，灼烧，得到  $\text{CuO}12.0\text{g}$ ，若上述气体为  $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$  的混合物，且体积比为  $1:1$ ，则  $V$  可能为（ ）
- A.  $9.0\text{L}$     B.  $13.5\text{L}$     C.  $15.7\text{L}$     D.  $16.8\text{L}$

【答案】A

【解析】

试题分析：若混合物全是  $\text{CuS}$ ，其物质的量为  $12/80=0.15\text{mol}$ ，根据得失电子数相等： $0.15 \times (6+2) = \frac{V}{2} \times 22.4 \times 3 + \frac{V}{2} \times 22.4 \times 1$ ， $V=13.44\text{L}$ ，若混合物全是  $\text{Cu}_2\text{S}$ ，其物质的量为  $=0.075\text{mol}$ ，根据得失电子数相等： $0.075 \times 10 = \frac{V}{2} \times 22.4 \times 3 + \frac{V}{2} \times 22.4 \times 1$ ， $V=8.4\text{L}$ ，因此选 A。

【考点定位】本题考查氧化还原反应计算（极限法）。

【名师点睛】利用极限法解答，假设混合物全是  $\text{CuS}$ ，或混合物全是  $\text{Cu}_2\text{S}$ ，根据  $n=m/M$ ，计算  $n(\text{CuO})$ ，根据电子转移守恒计算  $n(\text{CuS})$ 、 $n(\text{Cu}_2\text{S})$ ，再根据电子转移数目守恒，计算  $n(\text{NO})$ 、 $n(\text{NO}_2)$ ，根据  $V=nV_m$  计算气体体积，实际气体介于二者之间，本题考查了氧化还原反应的计算，一定要注意守恒思想与极限法的利用，是对学生综合能力的考查。

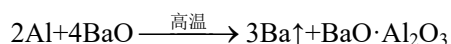
四、（本题共 8 分）

金属铝质轻且有良好的防腐蚀性，在国防工业中有非常重要的作用。完成下列填空：

- （1）铝原子核外电子云有 \_\_\_\_\_ 种不同的伸展方向，有 \_\_\_\_\_ 种不同运动状态的电子。
- （2）镓（Ga）与铝同族。写出镓的氯化物和氨水反应的化学方程式。
- （3）硅与铝同周期。 $\text{SiO}_2$  是硅酸盐玻璃（ $\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$ ）的主要成分， $\text{Na}_2\text{CaSi}_6\text{O}_{14}$  也可写成  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ 。盛放  $\text{NaOH}$  溶液的试剂瓶若用玻璃瓶塞容易形成粘性的硅酸盐而无法打开，发生反应的化学方程式 \_\_\_\_\_。

长石是铝硅酸盐，不同类长石其氧原子的物质的量分数相同。由钠长石化学式  $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$  可推知钙长石的化学式为\_\_\_\_\_

- （4）用铝和金属氧化物反应制备金属单质是工业上较常用的方法。如：



常温下  $\text{Al}$  的金属性比  $\text{Ba}$  的金属性 \_\_\_\_\_（选填“强”“弱”）。利用上述方法可制取  $\text{Ba}$

的主要原因是 \_\_\_\_\_。

- a. 高温时 Al 的活泼性大于 Ba      b. 高温有利于 BaO 分解  
c. 高温时 BaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 比 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 稳定      d. Ba 的沸点比 Al 的低

**【答案】**

(1) 4, 13。

(2)  $\text{GaCl}_3 + 3\text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ga}(\text{OH})_3 \downarrow$ 。

(3)  $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 。

(4) 弱, d

**【解析】**

试题分析：

- (1) 铝原子核外电子云有 s、p，分别有 1、3 种伸展方向，其核外有 13 个电子，则有 13 种不同运动状态；  
(2) 类似氯化铝与氢氧化钠溶液反应；  
(3) 根据不同类长石其氧原子的物质的量分数相同，结合化合价代数和是 0 可写出钙长石的化学式；  
(4) 该反应是利用 Ba 的沸点比 Al 的低，以气体逸出，使平衡右移。

**【考点定位】** 本题考查 Al、Ga、Si 及其化合物的结构性质等。

**【名师点睛】** 本题考查的知识点是铝的化学性质；金属在元素周期表中的位置及其性质递变的规律；原子核外电子排布和无机非金属材料等知识，主要是 Al、Ga、Si 及其化合物的结构性质，侧重于原子核外电子排布、同主族、同周期元素性质的递变规律的考查，题目难度不大，引导学生注意基础知识，基本理论的学习。

五、(本题共 8 分)

溴主要以 Br<sub>2</sub> 形式存在于海水中，海水呈弱碱性。工业上制备的 Br<sub>2</sub> 的操作步骤为：

- ①一定条件下，将 Cl<sub>2</sub> 通入浓缩的海水中，生成 Br<sub>2</sub>
- ②利用热空气将 Br<sub>2</sub> 吹出，并用浓 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液吸收，生成 NaBr、NaBrO<sub>3</sub> 等
- ③用硫酸酸化步骤②得到的混合物

完成下列填空：

- (1) Cl<sub>2</sub> 氧化 Br<sup>-</sup> 应在 \_\_\_\_\_ 条件下进行，目的是为了避免 \_\_\_\_\_
- (2) Br<sub>2</sub> 可用热空气吹出，其原因是 \_\_\_\_\_
- (3) 写出步骤③所发生的化学反应方程式。

用硫酸而不用盐酸酸化的原因可能是\_\_\_\_\_。步骤②的产品有时运输到目的地后再酸化，主要是因为\_\_\_\_\_。

(4) 为了除去工业 Br<sub>2</sub> 中微量的 Cl<sub>2</sub>,可向工业 Br<sub>2</sub> 中\_\_\_\_\_

- a. 通入 HBr    b. 加入 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液    c. 加入 NaBr 溶液    d. 加入 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液

**【答案】**

(1) 酸性, Cl<sub>2</sub> 歧化。

(2) Br<sub>2</sub> 易挥发。

(3)  $3\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{Br}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。溴酸能将 Cl 氧化成 Cl<sub>2</sub>, 原因是 Br<sub>2</sub> 有强氧化性。

(4) ac。

**【解析】**

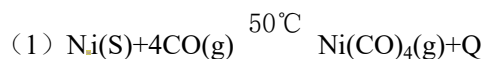
试题分析: Cl<sub>2</sub> 与水发生歧化反应:  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ , 在酸性条件下可抑制该反应。步骤③所发生反应是归中反应, 盐酸有还原性, NaBrO<sub>3</sub> 有氧化性, 二者可发生氧化还原反应; 因为 Br<sub>2</sub> 有强氧化性, 为了防止在运输过程中 Br<sub>2</sub> 与其它物质反应, 因此步骤②的产品有时运输到目的地后再酸化。利用 Br 与 Cl<sub>2</sub> 反应, 可除去 Cl<sub>2</sub>。

**【考点定位】** 本题考查工业制 Br<sub>2</sub>, 考查分析解决问题的能力。

**【名师点睛】** 本题考查的知识点是工业制 Br<sub>2</sub>, 注意溴易挥发及发生的氧化还原反应为解答本题的关键, 同时还注重环境保护和实验安全, 试题与工农业生产问题相结合, 考查了学生综合运用知识的能力, 体现了化学学科的实用性特点, 尤其是注重考查学生的实验设计、探究、评价和分析问题、解决问题的能力。

六、(本题共 8 分)

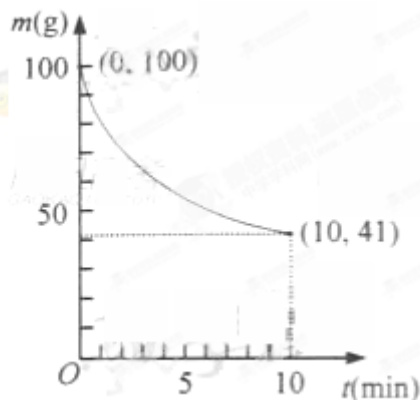
镍具有优良的物理和化学特性, 是许多领域尤其是高技术产业的重要原料。羰基法提纯粗镍涉及的两步反应依次为:



完成下列填空:

(1) 在温度不变的情况下, 要提高反应 (1) 中 Ni(CO<sub>4</sub>) 的产率, 可采取的措施有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(2) 已知在一定条件下的 2L 密闭容器中制备 Ni(CO)<sub>4</sub>, 粗镍 (纯度 98.5%, 所含杂质不与 CO 反应) 剩余质量和反应时间的关系如右图所示。Ni(CO)<sub>4</sub> 在 0~10min 的平均反应速率为\_\_\_\_\_。



(3) 若反应(2)达到平衡后,保持其他条件不变,降低温度,重新达到平衡时\_\_\_\_\_。

- a. 平衡常数  $K$  增大    b. CO 的浓度减小  
c. Ni 的质量减小    d.  $v_{\text{逆}}[\text{Ni}(\text{CO})_4]$  增大

(4) 简述羰基法提纯粗镍的操作过程。

**【答案】**

(1) 及时移走  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ , 加压。

(2)  $0.05\text{mol}\cdot\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

(3) bc。

(4) 先将粗镍和 CO 在  $50^\circ\text{C}$  反应生成羰基镍,然后将羰基镍转移到另外一个中,升温至  $230^\circ\text{C}$  热解得到纯镍。

**【解析】**

试题分析:

(1) 反应(1)是正向气体体积缩小的放热反应,因此根据平衡移动原理在温度不变的情况下采取可增大 CO 浓度,及时移走  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ , 加压的方法等提高产率;

(2) 根据题意,反应的 Ni 为 1 mol, 则生成  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  为 1 mol, 反应速率为  $1/(2\times 10)=0.05\text{mol}\cdot\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ;

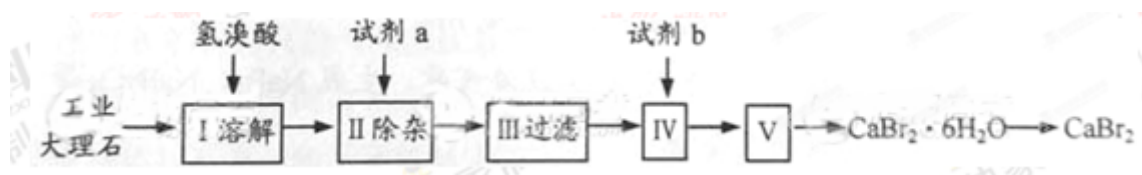
(4) 反应(2)是正向气体体积增大的吸热反应,则,降低温度平衡逆向移动,平衡常数  $K$ 、CO 的浓度、Ni 的质量、 $v_{\text{逆}}[\text{Ni}(\text{CO})_4]$  均减小;根据反应(1)(2)的特点可提纯粗镍。

**【考点定位】** 本题考查化学反应速率、平衡移动原理的应用。

**【名师点睛】** 本题考查的知识点是化学反应速率的计算和化学平衡影响因素的分析判断等知识,平衡移动原理的应用是解答本题的关键,依据反应特征设计制备过程是解题关键,本题涉及新材料等相关背景,注重化学与社会热点、工农业生产、科技新成就和日常生活等问题相结合,考查了学生综合运用知识的能力,同时注重考查学生的分析、判断、推理、解决问题的能力 and 实验设计、探究、评价能力,综合性较强,难度较大。

七、(本题共 12 分)

溴化钙可用作阻燃剂、制冷剂，具有易溶于水，易吸潮等性质。实验室用工业大理石（含有少量  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  等杂质）制备溴化钙的主要流程如下：



完成下列填空：

- (1) 上述使用的氢溴酸的质量分数为 26%，若用 47% 的氢溴酸配置 26% 的氢溴酸 500ml，所需的玻璃仪器有玻璃棒、\_\_\_\_\_。
- (2) 已知步骤 III 的滤液中不含  $\text{NH}_4^+$ 。步骤 II 加入的试剂 a 是 \_\_\_\_\_，控制溶液的 pH 约为 8.0 的目的是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- (3) 试剂 b 是\_\_\_\_\_，步骤 IV 的目的是\_\_\_\_\_。
- (4) 步骤 V 所含的操作依次是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- (5) 制得的溴化钙可以通过如下步骤测定其纯度：

①称取 4.00g 无水溴化钙样品；②溶解；③滴入足量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，充分反应后过滤；④\_\_\_\_\_；⑤称量。若得到 1.88g 碳酸钙，则溴化钙的质量分数为\_\_\_\_\_（保留两位小数）。  
若实验操作规范而测定结果偏低，其原因是\_\_\_\_\_。

**【答案】**

- (1) 量筒、烧杯。
- (2) 氢氧化钙，确保  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  沉淀完全，防止氢氧化铝溶解。
- (3) 氢溴酸，除去过量的氢氧化钙。
- (4) 蒸发浓缩，冷却结晶、过滤。
- (5) 烘干、冷却；0.94。溴化钙吸水。

### 【解析】

#### 试题分析：

- (1) 用浓溶液配制 500mL 稀溶液，因此需要量筒取经过计算需要的浓溶液的体积，然后在烧杯中溶解、配制 500mL 溶液。
- (2) 加入的试剂 a、控制溶液的 pH 约为 8.0 的目的是除去杂质  $Al^{3+}$ 、 $Fe^{3+}$ ，防止氢氧化铝溶解，因此 a 是碱，根据题意及不引入新的杂质可知是氢氧化钙。
- (3) 加试剂 b 的目的是除去过量的 a，是氢溴酸。
- (4) 步骤 V 的结果得到  $CaBr_2 \cdot 6H_2O$ ，因此其操作步骤为蒸发浓缩，冷却结晶、过滤。
- (5) ④对滤渣洗涤，除去表面吸附的离子，然后烘干、冷却。根据  $CaBr_2 \sim CaCO_3$  可求  $CaBr_2$  的质量为 3.76g，质量分数为 0.94。溴化钙易吸水，因此造成测定结果偏低。

【考点定位】 本题以工艺流程的形式考查化学实验基本操作、计算、操作目的、误差分析。

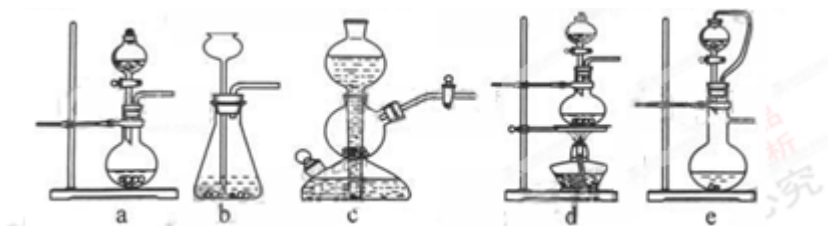
【名师点睛】 本题以工艺流程的形式考查化学实验基本操作、计算、操作目的、误差分析等，难度中等，注重考查学生从文字、流程图等情景资料中获取信息的能力，是对学生综合能力的考查，需要学生基本扎实的基础与分析问题、解决问题的能力。

#### 八、(本题共 12 分)

二氧化硫是硫的重要化合物，在生产、生活中有广泛应用。二氧化硫有毒，并且是形成酸雨的主要气体。无论是实验室制备还是工业生产，二氧化硫尾气吸收或烟气脱硫都非常重要。

完成下列填空：

- (1) 实验室可用铜和浓硫酸加热或硫酸和亚硫酸钠反应制取二氧化硫。



如果用硫酸和亚硫酸钠反应制取二氧化硫，并希望能控制反应速度，上图中可选用的发生装置是\_\_\_\_\_（填写字母）。

- (2) 若用硫酸和亚硫酸钠反应制取 3.36L（标准状况）二氧化硫，至少需要称取亚硫酸钠 \_\_\_\_\_（保留一位小数）；如果已有 4.0%亚硫酸钠（质量分数），被氧化成硫酸钠，则至少需称取该亚硫酸钠 \_\_\_\_\_ g（保留一位小数）。

- (3) 实验室二氧化硫尾气吸收与工业烟气脱硫的化学原理相通。石灰-石膏法和碱法是常用的烟气脱硫

法。石灰-石膏法的吸收反应为  $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。吸收产物亚硫酸钙由管道输送至氧化塔氧化，反应为  $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。其流程如下图：



碱法的吸收反应为  $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。碱法的特点是氢氧化钠碱性强、吸收快、效率高。

其流程如下图：



已知：

试剂	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{NaOH}$
价格 (元/kg)	0.36	2.9
吸收 $\text{SO}_2$ 的成本 (元/mol)	0.027	0.232

石灰-石膏法和碱法吸收二氧化硫的化学原理相同之处是 \_\_\_\_\_。和碱法相比，石灰-石膏法的优点是 \_\_\_\_\_，缺点是 \_\_\_\_\_。

(4) 在石灰-石膏法和碱法的基础上，设计一个改进的、能实现物料循环的烟气脱硫方案（用流程图表示）。

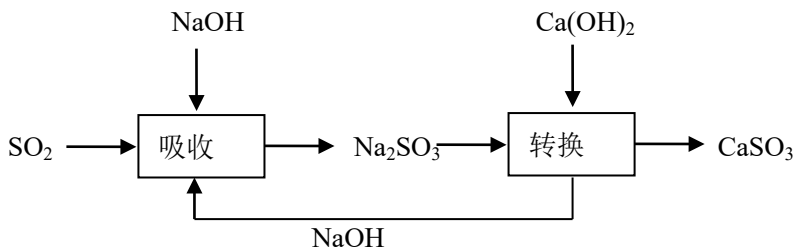
**【答案】**

(1) ae。

(2) 18.9, 19.8

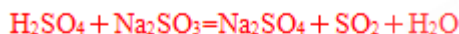
(3) 酸性氧化物与碱的反应。成本低；亚硫酸钙在输送中容易造成管道堵塞。

(4) 答案示例



**【解析】**

试题分析：用硫酸和亚硫酸钠反应制取二氧化硫是利用固液不加热制取气体装置，因此选 ae；



126g

22.4L

m

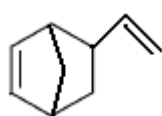
3.36L, m=18.9g,

设含 4.0% 的亚硫酸钠的样品质量为 100g 则生成硫酸钠的质量为 4.5g，则这时亚硫酸钠的质量分数为  $(100-4.0)/(100-4.0+4.5)=96/100.5$ ，则至少需称取该亚硫酸钠  $18.9 \times 100.5/96=19.8\text{g}$ 。石灰-石膏法的优点是成本低；缺点是亚硫酸钙在输送中容易造成管道堵塞

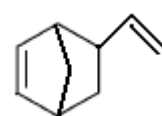
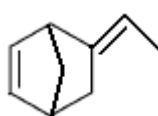
**【考点定位】** 本题考查二氧化硫的化学性质，二氧化硫的污染及治理和浓硫酸的性质。

**【名师点睛】** 本题考查的知识点是二氧化硫的化学性质，二氧化硫的污染及治理和浓硫酸的性质等知识，以二氧化硫烟气处理为情景考查装置选择、计算、成本核算、方案设计及分析问题解决问题的能力，试题注重考查学生从文字、图表等情景资料中获取信息的能力。

九、(本题共 10 分)

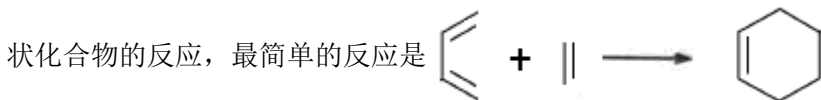


异构化可得到三元乙丙橡胶的第三单体



由 A (C<sub>5</sub>H<sub>6</sub>)

和 B 经 Diels-Alder 反应制得。Diels-Alder 反应为共轭双烯与含有烯键或炔键的化合物相互作用生成六元环



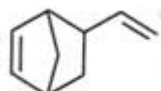
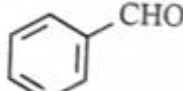
完成下列填空：

(1) Diels-Alder 反应属于\_\_\_\_\_反应(填反应类型)：A 的结构简式为\_\_\_\_\_。

(2) 写出与 互为同分异构体，且一溴代物只有两种的芳香烃的名称：

写出生成这两种一溴代物所需要的反应试剂和反应条件。

(3) B与Cl<sub>2</sub>的1,2—加成产物消去HCl得到2—氯代二烯烃,该二烯烃和丙烯酸(CH<sub>2</sub>=CHCOOH)聚合得到的聚合物可改进氯丁橡胶的耐寒性和加工性能,写出该聚合物的结构简式。

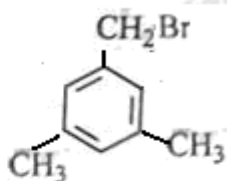
(4) 写出实验室由  属于芳香烃的同分异构体的同系物制备  的合成路线,

线,(合成路线常用的表示方式为:  $A \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} B \cdots \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}}$  目标产物)

**【答案】**

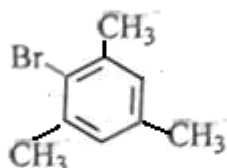
(1) 加成, 

(2) 1, 3, 5-三甲苯, 生成

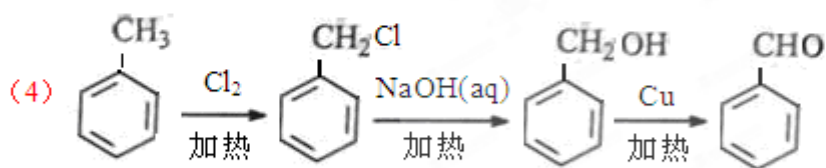
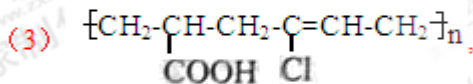


所需要的反应试剂和反应条件分别是纯溴、光照。生

成

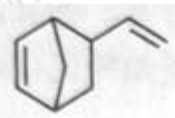


所需要的反应试剂和反应条件分别是纯溴、铁作催化剂。



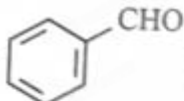
**【解析】**

试题分析: 根据已知条件和反应产物可知该反应是加成反应, A 见答案, B 是 1, 3-丁二烯。



的分子式为 C<sub>9</sub>H<sub>12</sub>, 则符合题意的该同分异构体为均三甲苯或 1, 3, 5-三甲苯, 发生

溴代反应时, 如果是苯环上的 H 被取代, 则在铁作催化剂的条件下与溴反应, 如果是侧链上的 H 被取代, 则类似烷烃的卤代反应, 在光照或加热的条件下与溴反应, 2—氯代二烯烃与丙烯酸发生加聚

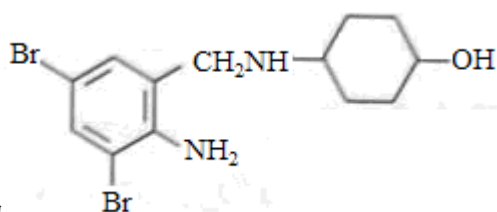
反应，产物为  $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{COOH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{C}} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n$ ，根据  的结构可知，它可由甲苯发生氯代反

应，再水解生成醇，醇氧化而得。

【考点定位】 本题考查有机物的合成，结构简式，有机物分子中官能团及其结构。

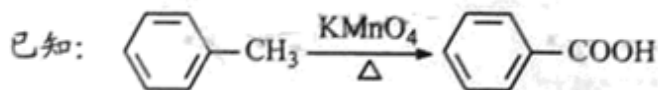
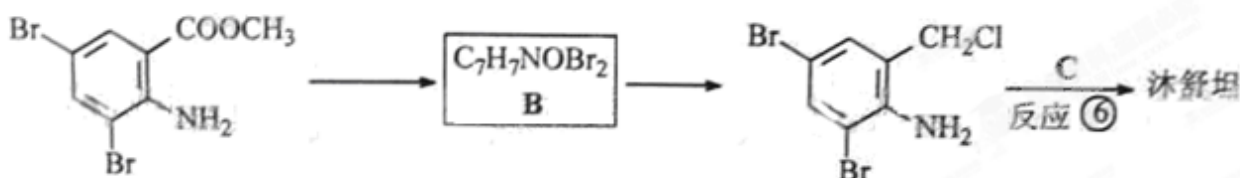
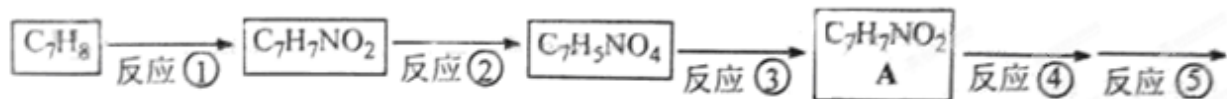
【名师点睛】 本题考查有机物的性质、结构、转化、同分异构、反应类型、合成路线的设计等，侧重考查有机物的合成，注意双烯合成反应的特点，明确加成反应的特点及有机物的结构变化是解答本题的关键，注意结构与性质的关系，题目难度中等，该题还考查推理能力及从文字等情景资料中获取信息的能力。

十、(本题共 12 分)



沐舒坦(结构简式为 ，不考虑立体异构)是临床上使用广泛的。

下图所示的是多条合成路线中的一条(反应试剂和反应条件均未标出)



完成下列填空:

(1) 写出反应试剂和反应条件。反应①\_\_\_\_\_反应⑤\_\_\_\_\_。

(2) 写出反应类型。反应③\_\_\_\_\_反应⑥\_\_\_\_\_。

(3) 写出结构简式。A\_\_\_\_\_ B\_\_\_\_\_。

(4) 反应⑥中除加入反应试剂 C 外，还需要加入  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ，其目的是为了中和\_\_\_\_\_。  
防止\_\_\_\_\_。

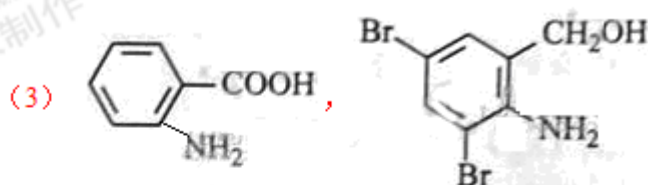
(5) 写出两种 C 的能发生水解反应，且只含 3 种不同化学环境氢原子的同分异构体的结构简式。

(6) 反应②，反应③的顺序不能颠倒，其原因是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

**【答案】**

(1) 浓硝酸，浓硫酸、加热； $\text{Br}_2/\text{CH}_3\text{COOH}$  (或  $\text{Br}_2/\text{Fe}$  或  $\text{CH}_3\text{OH}/\text{浓硫酸}$ ，加热)

(2) 还原反应，取代反应



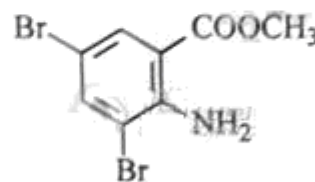
(4)  $\text{HCl}$ ，反应物  与  $\text{HCl}$  反应生成盐

(5)  $(\text{CH}_3)_3\text{CCONHCH}_3$ 、 $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CONH}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{CONHC}(\text{CH}_3)_3$ 、 $\text{HCON}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{CH}_3)_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CON}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$

(6) 苯环上的氨基易被氧化，苯环上的羧基不易被还原。

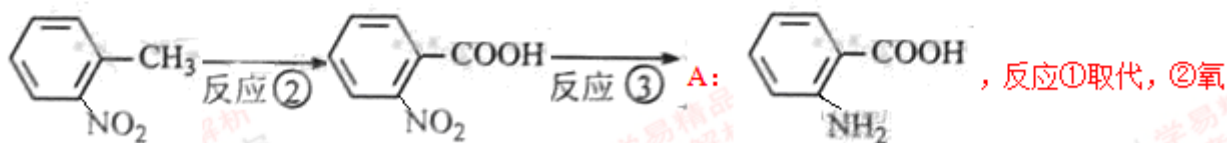
**【解析】**

试题分析：本题运用正向、逆向思维相结合的方法进行推理。根据  $\text{C}_7\text{H}_9$  及

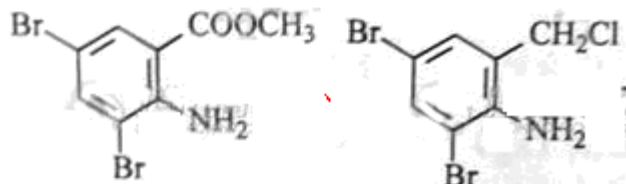


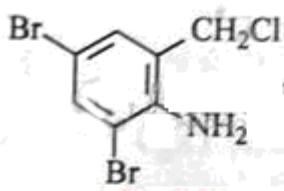
可确

定  $\text{C}_7\text{H}_9$  为甲苯，则反应①为甲苯在浓硫酸和加热的条件下与硝酸发生取代反应。即

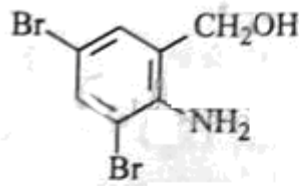


化，③还原，④⑤是酯化、溴代，根据 B 的分子式和





的结构可知 B 为



，反应⑥为取代，C 为



，分子式为  $C_6H_{13}NO$ ，加入碳酸钾是中和生成的  $HCl$ ，防止反应物



与  $HCl$  反应生成盐，产品不纯，C 的不饱和度为 1，其同分异构体可发生水

解反应，则含肽键，又由于只含 3 种不同化学环境氢原子，应该高度对称，根据有序思维可写出：

$(CH_3)_3CCONHCH_3$ 、 $(CH_3)_3CCH_2CONH_2$ 、 $CH_3CONHC(CH_3)_3$ 、 $HCON(CH_3)C(CH_3)_3$ 、 $CH_3CON$

$(CH_2CH_3)_2$  等。- $NH_2$  有还原性，易被氧化，因此 - $NO_2$  的还原在 - $CH_3$  的氧化之后，即反应②，反应

③的顺序不能颠倒。

**【考点定位】** 有机反应类型和反应条件的控制，有机物结构简式和同分异构体等知识。

**【名师点睛】** 本题考查有机物的性质、结构简式、转化、同分异构、反应类型、反应条件控制等，重点考查有机物的推断、结构和性质，明确有机物的官能团及其性质是解题的关键，注意结合题给信息进行分析解答，注重考查学生从文字等情景资料中获取信息的能力，考查推理能力、有序思维能力、分析问题解决问题能力。

#### 十一、(本题共 14 分)

碳酸氢钠俗称“小苏打”，是氨碱法和联合制碱法制纯碱的中间产物，可用作膨松剂，制酸剂，灭火剂等。工业上用纯碱溶液碳酸化制取碳酸氢钠。

(1) 某碳酸氢钠样品中含有少量氯化钠。称取该样品，用  $0.1000\text{mol/L}$  盐酸滴定，耗用盐酸

$20.00\text{mL}$ 。若改用  $0.05618\text{mol/L}$  硫酸滴定，需用硫酸\_\_\_\_\_mL(保留两位小数)。

(2) 某溶液组成如表一：

化合物	$Na_2CO_3$	$NaHCO_3$	$NaCl$
质量 (kg)	814.8	400.3	97.3

向该溶液通入二氧化碳，析出碳酸氢钠晶体。取出晶体后溶液组成如表二：

化合物	$Na_2CO_3$	$NaHCO_3$	$NaCl$
质量 (kg)	137.7	428.8	97.3

计算析出的碳酸氢钠晶体的质量 (保留 1 位小数)。

(3) 将组成如表二的溶液加热，使碳酸氢钠部分分解，溶液中  $\text{NaHCO}_3$  的质量由 428.8kg 降为 400.3kg，补加适量碳酸钠，使溶液组成回到表一状态。计算补加的碳酸钠质量（保留 1 位小数）。

(4) 某种由碳酸钠和碳酸氢钠组成的晶体 452kg 溶于水，然后通入二氧化碳，吸收二氧化碳  $44.8 \times 10^3 \text{L}$ （标准状况），获得纯的碳酸氢钠溶液，测得溶液中含碳酸氢钠 504kg。通过计算确定该晶体的化学式

**【答案】**

(1) 17.80mL。

(2) 1044.6。

(3) 659.1。

(4)  $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**【解析】**

试题分析：

(1) 根据反应可知消耗的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  物质的量是  $\text{HCl}$  的一半，即  $0.1 \times 20 \times 0.5 = 0.05618 \times V$ ， $V = 17.80 \text{mL}$ 。

(2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$

106                      168

814.8-137.7

m,  $m = 1073.1 \text{kg}$ ，则析出的碳酸氢钠晶体的质量： $1073.1 + 400.3 - 428.8 = 1044.6$

kg

(3)

$2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

168              106

28.5              x,  $x = 17.98 \text{kg}$ ，则补加的碳酸钠质量  $814.8 - 137.7 - 17.98 = 659.1 \text{kg}$ 。

(4)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$

106       $22.4 \times 10^3$       168

m

$44.8 \times 10^3$

$m_1$ ,

$m = 212 \text{kg}$ ,

$m_1 = 336 \text{kg}$ ,

则 452kg 晶体中含  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  212 kg,  $\text{NaHCO}_3$  168

kg, 水 72 kg, 因此该晶体的化学式为  $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

**【考点定位】** 本题考查化学计算。

**【名师点睛】** 本题考查测定碳酸钠、碳酸氢钠的含量，计算量比较大，具体方法是，(1) 根据碳酸氢钠样

品消耗的氢离子物质的量相等，计算出消耗硫酸的体积；(2) 先求出通入二氧化碳消耗的碳酸钠的质量，然后根据反应计算出生成的碳酸氢钠的质量，再计算析出的碳酸氢钠的质量；(3) 根据碳酸氢钠减少的质量，计算出生成的碳酸钠的质量，再用 814.8kg 减掉现有的碳酸钠质量，就是需要添加的碳酸钠质量；(4) 先根据二氧化碳的体积计算出生成的碳酸氢钠和反应的碳酸钠质量，反应后溶液中含碳酸氢钠 504kg，减掉生成的碳酸氢钠，得到原晶体中的碳酸氢钠质量，最后计算出水的质量，就可以求出晶体的化学式。难度中等。