

2014 普通高等学校招生全国统一考试 (上海卷)

化学试题

相对原子质量 (原子量): H-1 C-12 O-16 Na-23 S-32 Cl-35.5 Zn-65 As-75

一、选择题 (本题共 10 小题, 每小题 2 分, 每题只有一个正确选项)

1. “玉兔”号月球车用 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 作为热源材料。下列关于 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 的说法正确的是 ()

- A. $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 互为同位素
B. $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{239}_{94}\text{Pu}$ 互为同素异形体
C. $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 具有完全相同的化学性质
D. $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{239}_{94}\text{Pu}$ 具有相同的最外层电子数

【答案】D

【解析】A、质子数相同, 中子数不同的同一种元素的不同核素互为同位素, $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 的质子数不同, 不能互为同位素, 错误; B、由同一种元素形成的不同单质互为同素异形体, $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{239}_{94}\text{Pu}$ 均是核素, 不是单质, 不能互为同素异形体, 错误; C、 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{238}_{92}\text{U}$ 的质子数不同, 属于不同的元素, 不可能具有完全相同的化学性质, 错误; D、 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 与 $^{239}_{94}\text{Pu}$ 的质子数相同, 互为同位素, 具有相同的最外层电子数, 正确, 答案选 D。

【考点定位】 本题主要是考查原子组成、元素性质、同位素以及同素异形体的判断

【名师点睛】 本题主要是通过 $^{238}_{94}\text{Pu}$ 为载体, 意在考查学生对原子结构以及原子组成的了解掌握程度, 明确有关的概念是关键。明确同位素、同素异形体的含义和判断依据是答题的关键, 注意相关基础知识的理解掌握和灵活运用, 题目较为简单。

2. 下列试剂不会因为空气中的氧气而变质的是 ()

- A. 过氧化钠 B. 氢硫酸 C. 硫酸亚铁 D. 苯酚

【答案】A

【解析】A、过氧化钠极易吸水空气中的水和 CO_2 分别生成氢氧化钠和氧气、碳酸钠和氧气而变质, 与氧气无关系, 符合题意; B、氢硫酸易被空气中的氧气氧化生成单质硫和水而变质, 方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 不符合题意; C、硫酸亚铁具有还原性, 易被空气中的氧气氧化生成硫酸铁而变质, 不符合题意; D、苯酚含有酚羟基易被空气中的氧气氧化而显紫色, 不符合题意, 答案选 A。

【考点定位】 本题主要是考查常见物质的化学性质

【名师点睛】 本题主要是通过常见的化学试剂, 侧重考查物质性质、氧化还原反应的判断等, 题目难

度不大，熟练记住常见物质的性质是关键，意在考查学生对元素化合物知识的了解程度。

3. 结构为...-CH=CH-CH=CH-CH=CH-CH=CH-...的高分子化合物用碘蒸气处理后，其导电能力大幅提高。上述高分子化合物的单体是（ ）
- A. 乙炔 B. 乙烯 C. 丙烯 D. 1,3-丁二烯

【答案】A

【解析】根据高分子化合物的结构简式可知，该物质属于加聚产物，链节是-CH=CH-，因此单体是乙炔，乙烯加聚生成聚乙烯，链节是-CH₂-CH₂-，丙烯加聚生成聚丙烯，链节是-CH(CH₃)-CH₂-，1,3-丁二烯加聚生成聚1,3-丁二烯，链节是-CH₂-CH=CH-CH₂-，答案选A。

【考点定位】本题主要是考查高分子化合物单体的判断

【名师点睛】明确高分子化合物是通过加聚反应产生的，还是通过缩聚反应产生的是答题的关键，旨在考查学生灵活应用基础知识解决实际问题的能力。题目难度不大，属于基础性试题的考查。

4. 在“石蜡→液体石蜡→石蜡蒸气→裂化气”的变化过程中，被破坏的作用力依次是（ ）
- A. 范德华力、范德华力、范德华力
B. 范德华力、范德华力、共价键
C. 范德华力、共价键、共价键
D. 共价键、共价键、共价键

【答案】B

【解析】原子间通过共用电子对形成的化学键是共价键，共价键一般影响物质的化学性质和分子的稳定性。分子间作用力指存在于分子与分子之间或惰性气体原子间的作用力，又称范德华力，范德华力不是化学键，一般影响物质的物理性质。石蜡→液体石蜡→石蜡蒸气均属于物质的三态变化，是物理变化，破坏的是分子间作用力。石蜡蒸气→裂化气需要经过裂化，裂化是化学变化，破坏的是共价键，答案选B。

【考点定位】本题主要是考查物质变化过程中作用力的判断

【名师点睛】本题通过“石蜡→液体石蜡→石蜡蒸气→裂化气”的变化为载体，重点侧重考查范德华力以及共价键在物质变化过程中变化情况，明确范德华力和共价键的含义以及对物质性质的影响是关键，有利于培养学生分析问题、解决问题的能力。

5. 下列分离方法中，和物质的溶解度无关的是（ ）
- A. 升华 B. 萃取 C. 纸上层析 D. 重结晶

【答案】 A

【解析】

试题分析：A、固体不经过液体直接变为气体的叫升华，与物质的熔沸点有关系，与溶解度无关，A 正确；B、萃取适合于溶质在不同溶剂中的溶解性不同而分离的一种方法，与溶解度有关系，B 不正确；C、纸上层析是利用混合物中各组分在学科网固定相和流动相中的溶解度不同而达到分离目的，与溶解度有关系，C 不正确；D、结晶法适用于不同溶质的溶解度受温度影响不同而分离的一种方法，重结晶是将晶体溶于溶剂或熔融以后，又重新从溶液或熔体中结晶的过程，与溶解度有关系，D 不正确，答案选 A。

【考点定位】 本题主要是考查物质分离方法原理判断

【名师点睛】 本题以物质的分离与提纯为载体，意在考查学生对常见物质分离原理的熟悉了解程度，明确原理以及适用范围是关键，注意常见分离方法的积累和总结。本题难度不大，掌握基础是关键。高考化学试题对化学实验基本操作的考查是每年的必考点，今后的复习备考中一定要抓牢相关的化学实验基本操作。

二、选择题（本题共 36 小题，每小题 3 分，每题只有一个正确选项）

6. 今年是门捷列夫诞辰 180 周年。下列事实不能用元素周期律解释的只有（ ）

- A. 碱性： $\text{KOH} > \text{NaOH}$ B. 相对分子质量： $\text{Ar} > \text{K}$
C. 酸性： $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$ D. 元素的金属性： $\text{Mg} > \text{Al}$

【答案】 B

【解析】 A、同主族自上而下金属性逐渐增强，最高价氧化物水化物的碱性逐渐增强，钠和钾均位于第 IA 族，钾的金属性强于钠，因此氢氧化钾的碱性强于氢氧化钠，A 不符合题意；B、相对分子质量只与组成物质的元素原子的相对原子质量有关系，而与元素周期律没有关系，B 符合题意；C、同周期自左向右非金属性逐渐增强，最高价氧化物水化物的酸性逐渐增强，硫和氯均是第三周期元素，硫元素位于氯元素的左侧，非金属性弱于氯元素，则硫酸的酸性弱于高氯酸的酸性，C 不符合题意；D、同周期自左向右金属性逐渐减弱，镁和铝都是第三周期元素，铝元素位于镁元素的右侧，金属性是镁强于铝，D 不符合题意，答案选 B。

【考点定位】 本题主要是考查元素周期律的应用

【名师点睛】 该题通过元素周期律为载体，侧重考查学生灵活应用元素周期律解决实际问题的能力，题目

较为基础，难度不大，熟练掌握元素周期律并能灵活应用是关键。高考命题中常将元素周期表、元素周期律、与元素性质结合进行考察，有时还会结合相应物质的性质和制备进行考查，该种题型是高考经典和必考题型。通过元素周期表考查元素性质（主要包含元素主要化合价、元素金属性非金属性、原子或离子半径等），充分体现了化学周期表中位置反映结构、结构决定性质这一基本原理，更突显了化学学科规律的特色。

7. 下列各组中两种微粒所含电子数不相等的是（ ）

- A. H_3O^+ 和 OH^- B. CO 和 N_2 C. HNO_2 和 NO_2^- D. CH_3^+ 和 NH_4^+

【答案】D

【解析】中性微粒的电子数=质子数，阳离子的电子数=质子数-所带电荷数，阴离子的电子数=质子数+所带电荷数，则 A、 H_3O^+ 和 OH^- 均含有 10 个电子，A 不正确；B、 CO 和 N_2 均含有 14 个电子，B 不正确；C、 HNO_2 和 NO_2^- 均含学科网有 24 个电子，C 不正确；D、 CH_3^+ 中含有 8 个电子，而 NH_4^+ 含有 10 个电子，D 正确，答案选 D。

【考点定位】本题主要是考查微粒核外电子数计算

【名师点睛】本题以微粒的核外电子数计算为载体，侧重对学生灵活应用基础知识解决实际问题的能力的培养，题目难度不大，明确核外电子数的计算依据是答题的关键，注意相关基础知识的理解掌握和灵活运用。

8. BeCl_2 熔点较低，易升华，溶于醇和醚，其化学性质与 AlCl_3 相似。由此可推测 BeCl_2 （ ）

- A. 熔融态不导电 B. 水溶液呈中性
C. 熔点比 BeBr_2 高 D. 不与氢氧化钠溶液反应

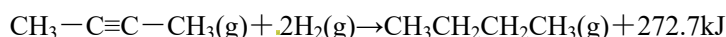
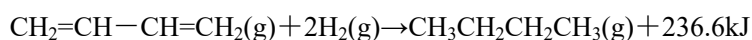
【答案】A

【解析】A、 BeCl_2 熔点较低，易升华，溶于醇和醚，均属于分子晶体的性质，说明该化合物形成的晶体是分子晶体，分子晶体熔融态下不能电离出阴阳离子不导电，A 正确；B、该化合物的化学性质与 AlCl_3 相似，而氯化铝溶液中铝离子水解溶液显酸性，因此 BeCl_2 水溶液也呈酸性，B 不正确；C、 BeCl_2 与 BeBr_2 形成的晶体均是分子晶体，分子晶体的熔点与分子晶体中范德华力大小有关系。而范德华力大小与相对分子质量有关系。相对分子质量越大，范德华力越大。后者的相对分子质量大，熔点高于 BeCl_2 ，C 不正确；D、氯化铝能与氢氧化钠溶液反应生成偏铝酸钠、氯化钠和水或氢氧化铝和氯化钠，则该化合物也与氢氧化钠溶液反应，反应的化学方程式为 $\text{BeCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Be}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 或 $\text{BeCl}_2 + 4\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{BeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}$ ，D 不正确，答案选 A。

【考点定位】 本题主要是考查晶体类型、物质性质判断

【名师点睛】 本题以 BeCl_2 性质和晶体类型判断为载体，侧重考查的是分子晶体判断、熔点比较以及物质的化学性质，意在考查学生应用已知信息解决实际问题的能力的培养，有利于培养学生的逻辑思维能力和知识的迁移能力。掌握氯化铝的性质和结构是答题的关键，题目难度不大。

9. 1,3-丁二烯和 2-丁炔分别与氢气反应的热化学方程式如下：



由此不能判断 ()

- A. 1,3-丁二烯和 2-丁炔稳定性的相对大小
- B. 1,3-丁二烯和 2-丁炔分子储存能量的相对高低
- C. 1,3-丁二烯和 2-丁炔相互转化的热效应
- D. 一个碳碳叁键的键能与两个碳碳双键的键能之和的大小

【答案】 D

【解析】

试题分析：已知反应① $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})\rightarrow\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3(\text{g})+236.6\text{kJ}$ ，② $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})\rightarrow\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3(\text{g})+272.7\text{kJ}$ ，则根据盖斯定律可知①-②即得到 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2(\text{g})\rightarrow\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3(\text{g})-36.1\text{kJ}$ ，这说明 1,3-丁二烯转化为 2-丁炔是吸热反应，因此在质量相等的条件下 1,3-丁二烯的总能量低于 2-丁炔的总能量。能学科网量越低越稳定，因此 1,3-丁二烯比 2-丁炔稳定性强，所以选项 A、B、C 均是正确的；反应热等于断键吸收的能量与形成化学键所放出的能量的差值，但由于不能确定碳碳单键和碳氢单键键能，因此根据热化学方程式不能确定一个碳碳叁键的键能与两个碳碳双键的键能之和的相对大小，D 不正确，答案选 D。

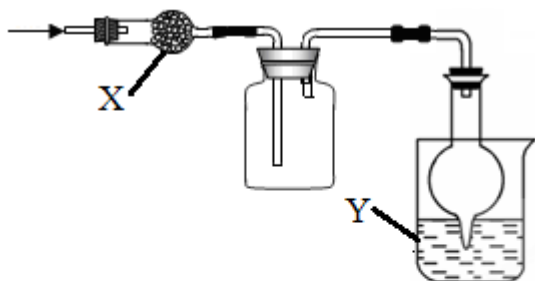
【考点定位】 本题主要是考查反应热的有关判断与计算

【名师点睛】 本题以 1,3-丁二烯和 2-丁炔分别与氢气反应的热化学方程式为载体，侧重盖斯定律的应用，明确物质稳定性与能量高低的关系是关键，旨在培养学生分析问题的能力，题目难度不大。该类试题在今后的考试中主要是考查反应中能量转化形式、热化学方程式书写判断、盖斯定律应用、电化学反应原理等内容，注意相关基础知识的理解掌握。

10. 右图是用于干燥、收集并吸收多余气体的装置，下列方案正确的是 ()

选项	X	收集气体	Y
A	碱石灰	氯化氢	水

- B 碱石灰 氨气 水
 C 氯化钙 二氧化硫 氢氧化钠
 D 氯化钙 一氧化氮 氢氧化钠



【答案】C

【解析】根据装置图可知，该气体的密度大于空气的，用向上排空气法收集，且需要防止倒吸。A、氯化氢是酸性气体，不能用碱石灰干燥，A 不正确；B、氨气密度小于空气，应该是短口进，长口出，B 不正确；C、二氧化硫是酸性气体，能用氯化钙干燥，且二氧化硫的密度大于空气，用向上排空气法收集，C 正确；D、一氧化氮极易被空气氧化生成二氧化氮，不能用排空气法收集，且 NO 与氢氧化钠溶液不反应，D 不正确，答案选 C。

【考点定位】本题主要是考查气体制备、收集的有关判断

【名师点睛】本题以常见气体的收集、尾气处理为载体，重点考查常见气体的性质，包括物理性质和化学性质，有利于培养学生规范的实验设计与动手操作能力，旨在考查学生的学科素养。该类试题通过考查学生对基础知识和基本技能的理解和掌握。在一定程度上考查了学生的知识的灵活运用能力和分析问题解决问题的能力。题目难度中等。

11. 向饱和澄清石灰水中加入少量 CaC_2 ，充分反应后恢复到原来的温度，所得溶液中 ()

- A. $c(\text{Ca}^{2+})$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 均增大 B. $c(\text{Ca}^{2+})$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 均保持不变
 C. $c(\text{Ca}^{2+})$ 、 $c(\text{OH}^-)$ 均减小 D. $c(\text{OH}^-)$ 增大、 $c(\text{H}^+)$ 减小

【答案】B

【解析】

试题分析：碳化钙溶于水与水反应生成氢氧化钙和乙炔，反应的化学方程式为 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HC}\equiv\text{CH}\uparrow$ 。由于原氢氧化钙是饱和溶液因此生成的氢氧化钙不可能再溶解。另一方面溶剂水被消耗，导致原溶液中氢氧化钙析出，但温度不变，析出后的溶液仍然是饱和溶液，因此溶液中离子的浓度均保

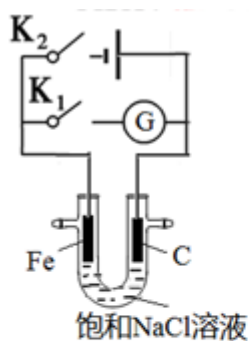
持不变，答案选 B。

【考点定位】 本题主要是考查碳化钙性质、溶解平衡以及溶液中离子浓度变化的有关判断

【名师点睛】 本题通过碳化硅和澄清石灰水反应为载体，重点考查学生对溶解平衡的理解与应用，明确碳化硅与水反应的特点以及温度不变，反应前后均是饱和溶液是答题的关键，注意相关基础知识理解掌握和灵活运用，题目难度不大。

12. 如右图所示，将铁棒和石墨棒插入盛有饱和 NaCl 溶液的 U 型管中。下列分析正确的是 ()

- A. K_1 闭合，铁棒上发生的反应为 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow$
- B. K_1 闭合，石墨棒周围溶液 pH 逐渐升高
- C. K_2 闭合，铁棒不会被腐蚀，属于牺牲阳极的阴极保护法
- D. K_2 闭合，电路中通过 $0.002N_A$ 个电子时，两极共产生 0.001mol 气体



【答案】 B

【解析】 A、 K_1 闭合构成原电池，铁是活泼的金属，铁棒是负极，铁失去电子，铁棒上发生的反应为 $Fe + 2e^- \rightarrow Fe^{2+}$ ，A 不正确；B、 K_1 闭合构成原电池，铁棒是负极，铁失去电子，石墨棒是正极，溶液中的氧气得到电子转化为 OH^- ，电极反应式为 $O_2 + 4e^- + 2H_2O \rightarrow 4OH^-$ ，石墨棒周围溶液 pH 逐渐升高，B 正确；C、 K_2 闭合构成电解池，铁棒与电源的负极相连，作阴极溶液的氢离子放电产生氢气，铁不会被腐蚀，属于外加电流的阴极保护法，C 不正确；D、 K_2 闭合构成电解池，铁棒与电源的负极相连，作阴极溶液中的氢离子放电生成氢气。石墨棒是阳极，溶液中的氯离子放电生成氯气，电极反应式分别为 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow$ 、 $2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2 \uparrow$ ，电路中通过 $0.002N_A$ 个电子时，两极均产生 0.001mol 气体，共计是 0.002mol 气体，D 不正确，答案选 B。

【考点定位】 本题主要是考查电化学原理的应用

【名师点睛】 本题通过电解饱和氯化钠溶液为载体，重点考查原电池和电解池的判断，金属的腐蚀与防护以及电极产物判断和计算，属于中等难度试题的考查，意在考查学生分析问题、解决问题的能力。熟练掌握电化学原理，准确判断正、负极以及阴阳极，明确两极的电极反应及电池反应是解题的关键。该类试题的难点在于是电极反应式的书写和有关计算。

13. 催化加氢可生成 3-甲基己烷的是 ()

- A. $\text{CH}_2=\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ B. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}\equiv\text{CH}$
C. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$

【答案】 C

【解析】

试题分析：A、有机物是烯烃，完全加氢后生成 3-甲基庚烷，A 不正确；B、有机物分子中含有碳碳双键和碳碳三键，完全加氢后生成 3-甲基戊烷，B 不正确；C、该有机物是二烯烃，催化加氢可生成 3-甲基己烷，C 正确；D、该有机物是相同，催化加氢生成 2-甲基己烷，D 不正确，答案选 C。

【考点定位】 本题主要是考查有机物命名以及烯烃、炔烃的加成反应产物判断

【名师点睛】 本题烯烃、炔烃的加成反应为载体，旨在考查学生对有机化学基础知识的理解掌握情况。题目难度不大，明确烯烃和炔烃与氢气的加成反应原理以及烷烃的命名规则是答题的关键。

14. 只改变一个影响因素，平衡常数 K 与化学平衡移动的关系叙述错误的是 ()

- A. K 值不变，平衡可能移动 B. K 值变化，平衡一定移动
C. 平衡移动，K 值可能不变 D. 平衡移动，K 值一定变化

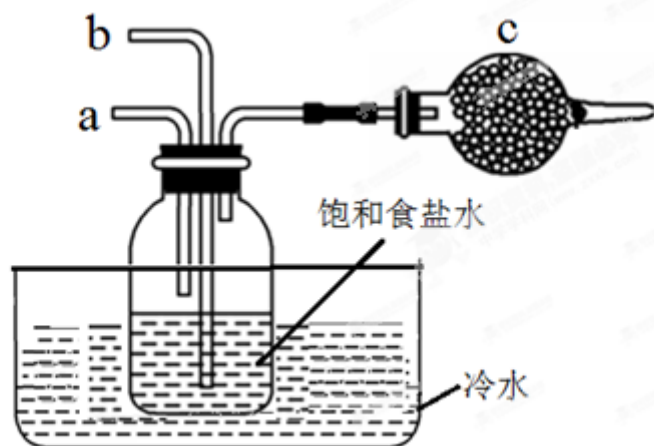
【答案】 D

【解析】 A、化学平衡常数是在一定条件下，当可逆反应达到平衡状态时，生成物浓度的幂之积和反应物浓度的幂之积的比值，平衡常数只与温度有关系。但影响平衡的因素很多，温度、浓度、压强等均可以改变平衡状态。只要正逆反应速率不再相等，平衡状态就被破坏，从而达到新的平衡状态。温度不变平衡也可能发生移动，则 K 值不变，平衡可能移动，A 正确；B、K 值变化，说明反应的温度一定发生了变化，由于任何反应均伴随能量变化，因此平衡一定移动，B 正确；C、平衡移动，温度可能不变，因此 K 值可能不变，C 学科网正确；D、平衡移动，温度可能不变，因此 K 值不一定变化，D 不正确，答案选 D。

【考点定位】 本题主要是考查平衡常数与平衡移动关系的判断

【名师点睛】 本题通过平衡常数 K 与化学平衡移动的关系的判断为载体，意在考查学生分析问题、解决问题的能力。明确平衡常数的含义以及外界条件对平衡移动的影响因素是答题的关键，试题有利于培养学生的逻辑思维能力和灵活应用基础知识的能力，题目难度中等。

15. 右图模拟“侯氏制碱法”制取 NaHCO_3 的部分装置。下列操作正确的是 ()



- A. a 通入 CO_2 ，然后 b 通入 NH_3 ，c 中放碱石灰
- B. b 通入 NH_3 ，然后 a 通入 CO_2 ，c 中放碱石灰
- C. a 通入 NH_3 ，然后 b 通入 CO_2 ，c 中放蘸稀硫酸的脱脂棉
- D. b 通入 CO_2 ，然后 a 通入 NH_3 ，c 中放蘸稀硫酸的脱脂棉

【答案】C

【解析】由于 CO_2 在水中的溶解度小，而氨气极易溶于水，且氨气是碱性气体， CO_2 是酸性气体，因此先通入氨气，然后再通入 CO_2 ，这样有利于吸收 CO_2 ，易于形成碳酸氢钠晶体。又因为由于氨气极易溶于水需要防止倒吸，因此 a 通入 NH_3 ，b 通入 CO_2 。氨气是碱性气体需要稀硫酸吸收多余的氨气，答案选 C。

【考点定位】本题主要是考查碳酸氢钠制备的有关判断

【名师点睛】本题主要是以侯氏制碱法为载体，侧重考查物质变化的判断，涉及 CO_2 、氨气、碳酸氢钠等，有利于培养学生的创新思维能力，提升学生的学科素养和学科能力，明确反应的原理以及相关物质的性质特别是化学性质是答题的关键，题目难度中等。

16. 含有砒霜 (As_2O_3) 的试样和锌、盐酸混合反应，生成的砷化氢 (AsH_3) 在热玻璃管中完全分解成单质砷和氢气。若砷的质量为 1.50mg，则 ()
- A. 被氧化的砒霜为 1.98mg
 - B. 分解产生的氢气为 0.672ml
 - C. 和砒霜反应的锌为 3.90mg
 - D. 转移的电子总数为 $6 \times 10^{-5} N_A$

【答案】C

【解析】根据题意可知，有关反应的化学方程式为 $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{Zn} + 12\text{HCl} \rightarrow 6\text{ZnCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{AsH}_3\uparrow$ 、 $2\text{AsH}_3 \rightarrow 2\text{As} + 3\text{H}_2\uparrow$ ，则 A、砒霜中砷的化合价是 +3 价，而砷化氢中砷的化合价是 -3 价，化合价降低

得到电子，砷霜被还原，A 不正确；B、不能确定砷化氢的状态，因此不能确定砷化氢的体积，B 不正确；C、 1.50mg 砷的物质的量 $=1.50 \times 10^{-3}\text{g} \div 75\text{g/mol} = 2 \times 10^{-5}\text{mol}$ ，则砷霜转化为砷化氢得到电子的物质的量是 $2 \times 10^{-5}\text{mol} \times 6 = 1.2 \times 10^{-4}\text{mol}$ 。锌失去 2 个电子，则根据电子得失守恒可知，和砷霜反应的锌的质量 $= \frac{1.2 \times 10^{-4}\text{mol}}{2} \times 65\text{g/mol} = 3.9 \times 10^{-3}\text{g} = 3.9\text{mg}$ ，C 正确；D、两次反应中转移的电子总数为 $(2 \times 10^{-5} \times 6 + 2 \times 10^{-3} \times 3) N_A = 1.8 \times 10^{-4} N_A$ ，D 不正确，答案选 C。

【考点定位】 本题主要是考查氧化还原反应的有关判断与计算

【名师点睛】 本题以砷霜和砷化氢放热分解为载体，意在考查学生对氧化还原反应有关概念的了解程度以及灵活应用这些知识解决实际问题的能力，明确概念的含义与判断依据是答题的关键。注意相关基础知识的理解掌握和灵活运用。

17. 用 FeCl_3 溶液腐蚀印刷电路板上的铜，所得的溶液中加入铁粉。对加入铁粉充分反应后的溶液分析合理的是 ()

- A. 若无固体剩余，则溶液中一定有 Fe^{3+} B. 若有固体存在，则溶液中一定有 Fe^{2+}
C. 若溶液中有 Cu^{2+} ，则一定没有固体析出 D. 若溶液中有 Fe^{2+} ，则一定有 Cu 析出

【答案】 B

【解析】 氧化性是 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ ，还原性是 $\text{Fe} > \text{Cu}$ ，则 A、若无固体剩余，这说明铁粉完全被溶液中的铁离子氧化，但此时溶液中不一定还有 Fe^{3+} ，A 不正确；B、若有固体存在，则固体中一定有铜，可能还有铁，因此溶液中一定有 Fe^{2+} ，B 正确；C、若溶液中有 Cu^{2+} ，则也可能有部分铜已经被置换出来，因此不一定没有固体析出，C 不正确；D、若溶液中有 Fe^{2+} ，但如果溶液铁离子过量，则不一定有 Cu 析出，D 不正确，答案选 B。

【考点定位】 本题主要是考查铁、铜及其化合物转化的有关判断

【名师点睛】 本题通过氯化铁与铁及铜的反应生成物判断为载体，旨在考查学生灵活应用氧化还原反应以及有关物质的性质解决实际问题的能力。掌握氧化性和还原性强弱是以及氧化还原反应的有关原理是答题的关键，题目难度中等。

三、选择题（本题共 20 分，每小题 4 分，每小题只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. 某未知溶液可能含 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Al^{3+} 。将溶液滴在蓝色石蕊试纸上，试纸变红。取少量试液，滴加硝酸酸化的氯化钡溶液，有白色沉淀生成；在上层清液中滴加硝酸银溶液，产生白色沉淀。下列判断合理的是 ()

- A. 一定有 Cl^- B. 一定有 SO_4^{2-} C. 一定没有 Al^{3+} D. 一定没有 CO_3^{2-}

【答案】BD

【解析】将溶液滴在蓝色学科网石蕊试纸上，试纸变红，说明溶液显酸性，因此一定没有 CO_3^{2-} 。滴加硝酸酸化的氯化钡溶液，有白色沉淀生成，白色沉淀是硫酸钡，一定有 SO_4^{2-} ；在上层清液中滴加硝酸银溶液，产生白色沉淀，白色沉淀是氯化银，但由于前面加入了氯化钡溶液，引入了氯离子，因此不能确定原溶液中是否含有氯离子。根据溶液的电中性可知 Na^+ 、 Al^{3+} 至少有一种，所以正确的答案选BD。

【考点定位】本题主要是考查离子共存、离子检验的判断

【名师点睛】本题主要是通过离子共存和离子检验的有关判断，意在考查学生严谨的逻辑思维能力和分析问题、解决问题的能力。题目综合性较强，难度较大，对学生的思维能力要求较高。明确物质的性质及特殊反应现象是解本题关键，根据物质的溶解性、物质的性质及题给信息来分析解答，题目综合性强，难度较大，侧重对学生灵活应用基础知识解决实际问题的能力培养。

19. 下列反应与 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$ 相比较， Na_2O_2 的作用相同的是 ()

- A. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ B. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{SO}_3 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$
C. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ D. $3\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{O}$

【答案】D

【解析】反应 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$ 中 SO_2 是还原剂，过氧化钠是氧化剂，则 A、反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 中过氧化钠既是氧化剂，也还原剂，A 不正确；B、反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{SO}_3 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$ 中过氧化钠既是氧化剂，也还原剂，B 不正确；C、反应 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ 中元素的化合价均没有发生变化，不是氧化还原反应，C 不正确；D、反应 $3\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{O}$ 中，过氧化钠是氧化剂，D 正确，答案选 D。

【考点定位】本题主要是考查过氧化钠性质的判断

【名师点睛】本题通过过氧化钠的性质判断为载体，旨在考查学生获取信息的能力以及灵活应用这些信息去解决实际问题的能力，有利于培养学生的逻辑思维能力。掌握氧化还原反应的有关原理、含义和判断依据是答题的关键。

20. 向等物质的量浓度的 NaOH 和 Na_2CO_3 的混合液中加入稀盐酸。下列离子方程式与事实不相符的是 ()

- A. $\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ B. $2\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$
C. $2\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ D. $\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

【答案】C

【解析】向等物质的量浓度的 NaOH 和 Na_2CO_3 的混合液中加入稀盐酸，首先发生酸碱中和反应，即① $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 。由于碳酸钠与盐酸反应是分步进行的，所以第二步反应是② $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^-$ ，最后是碳酸氢钠与盐酸反应放出 CO_2 气体，即③ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。则①+②即得到 $\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ ，A 正确；① $\times 2$ +②即得到 $2\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ，B 正确；①+②+③即得到 $\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，D 正确；因此 C 是可能的，答案选 C。

【考点定位】本题主要是考查钠的化合物与盐酸反应离子方程式的判断

【名师点睛】本题主要是通过离子方程式的正误判断为载体，意在考查学生对元素化合物知识的熟悉了解程度。明确反应的先后顺序是答题的关键，该类试题侧重考查了学生对知识的记忆、理解以及利用所学知识分析、解决实际问题的能力，反应物的量（过量、少量）时化学反应以及反应先后顺序的分析与判断，突出了化学学科核心知识。

21. 室温下，甲、乙两烧杯均盛有 5ml pH=3 的某一元酸溶液，向乙烧杯中加水稀释至 pH=4，关于甲、乙两烧杯中溶液的描述正确的是（ ）

- A. 溶液的体积： $10V_{\text{甲}} \leq V_{\text{乙}}$
- B. 水电离出的 OH^- 浓度： $10c(\text{OH}^-)_{\text{甲}} \leq c(\text{OH}^-)_{\text{乙}}$
- C. 若分别用等浓度的 NaOH 溶液完全中和，所得溶液的 pH：甲 \leq 乙
- D. 若分别与 5ml pH=11 的 NaOH 溶液反应，所得溶液的 pH：甲 \leq 乙

【答案】AD

【解析】A、如果酸是强酸，则需要稀释 10 倍，才能使 pH 从 3 升高到 4；如果是弱酸，弱酸存在电离平衡，稀释促进电离，则需要稀释 10 倍以上，才能使 pH 从 3 升高到 4，即溶液的体积： $10V_{\text{甲}} \leq V_{\text{乙}}$ ，A 正确；B、酸抑制水的电离，甲烧杯中氢离子的浓度是乙烧杯中氢离子浓度的 10 倍，因此水电离出的 OH^- 浓度： $10c(\text{OH}^-)_{\text{甲}} = c(\text{OH}^-)_{\text{乙}}$ ，B 不正确；C、若分别用等浓度的 NaOH 溶液完全中和，则乙烧杯中所得盐溶液的浓度小。如果盐不水解，则所得溶液的 pH 相等。如果生成的盐水解，则甲烧杯中溶液的碱性强于乙烧杯中溶液的碱性，即所得溶液的 pH：甲 \geq 乙，C 不正确；D、若分别与 5ml pH=11 的 NaOH 溶液反应，如果是强酸，则均是恰好反应，溶液显中性。如果是弱酸，则酸过量，但甲烧杯中酸的浓度大，pH 小，因此，所得溶液的 pH：甲 \leq 乙，D 正确，答案选 AD。

【考点定位】本题主要是考查弱电解质的电离、水的电离以及溶液酸碱性判断

【名师点睛】该试题题目难度较大，对学生的思维能力要求较高，意在考查学生灵活应变能力和应用基础知识解决实际问题的能力。该类试题重点考查了学生对知识理解、综合运用能力，以及学生分析、归纳、总结问题的能力。明确弱电解质的电离平衡以及影响因素是答题的关键。

22. 已知 $2[\text{NaAl}(\text{OH})_4] + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。向含 2molNaOH 、 $1\text{molBa}(\text{OH})_2$ 、 $2\text{mol}[\text{NaAl}(\text{OH})_4]$ 的混合液中慢慢通入 CO_2 ，则通入 CO_2 的量和生成沉淀的量的关系正确的是 ()

选项	A	B	C	D
$n(\text{CO}_2)(\text{mol})$	2	3	4	6
$n(\text{沉淀})(\text{mol})$	1	2	3	3

【答案】 AC

【解析】 氢氧化铝是两性氢氧化物，能溶于强碱氢氧化钠溶液中，因此向混合液中慢慢通入 CO_2 时反应的

先后顺序为① $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$



② $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$



③ $2\text{Al}(\text{OH})_4^- + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$



④ $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HCO}_3^-$



⑤ $\text{BaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$



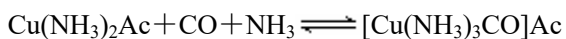
则 A、当通入 2molCO_2 时，生成 1mol 碳酸钡，A 正确；B、当通入 3molCO_2 时，生成 1mol 碳酸钡和 2mol 氢氧化铝沉淀，共计是 3mol ，B 不正确；C、当通入 4molCO_2 时，生成 1mol 碳酸钡和 2mol 氢氧化铝沉淀，共计是 3mol ，C 正确；D、当通入 6molCO_2 时，只有 2mol 氢氧化铝沉淀，D 不正确，答案选 AC。

【考点定位】 本题主要是考查混合物与氢氧化钠反应的有关计算

【名师点睛】 本题通过化学反应的有关计算为载体，重点考查偏铝酸钠、氢氧化钠和氢氧化钡的性质和有关转化，题目综合性强，难度较大，侧重对学生灵活应用基础知识解决实际问题的能力培养。意在考查学生分析问题、解决问题的能力。明确物质的性质以及反应的先后顺序是答题的关键，有利于培养学生的逻辑思维能力和应试能力。

四、(本题共 12 分)

合成氨工艺的一个重要工序是铜洗，其目的是用铜液[醋酸二氨合铜 (I)、氨水]吸收在生产过程中产生的 CO 和 CO_2 等气体。铜液吸收 CO 的反应是放热反应，其反应方程式为：



完成下列填空：

(1) 如果要提高上述反应的反应速率，可以采取的措施是_____。(选填编号)

a.减压 b.增加 NH_3 的浓度 c.升温 d.及时移走产物

(2) 铜液中的氨可吸收二氧化碳，写出该反应的化学方程式。

(3) 简述铜液吸收 CO 及铜液再生的操作步骤(注明吸收和再生的条件)。

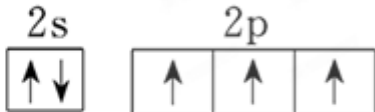
(4) 铜液的组成元素中，短周期元素原子半径从大到小的排列顺序为_____。其中氮元素原子最外层电子排布的轨道表达式是_____。通过比较_____可判断氮、磷两种非金属元素的非金属性强弱。

(5) 已知 CS_2 与 CO_2 分子结构相似， CS_2 的电子式是_____。 CS_2 熔点高于 CO_2 ，其原因是_____。

【答案】(1) bc

(2) $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4\text{HCO}_3$

(3) ①低温高压下吸收 CO ；②然后将铜液洗涤转移至另一容器中；③高温低压下释放 CO ，然后将铜液循环利用。

(4) $\text{C} > \text{N} > \text{O} > \text{H}$ ；； NH_3 和 PH_3 的稳定性

(5) $:\ddot{\text{S}}:\text{C}::\ddot{\text{S}}:$ ； CS_2 和 CO_2 都是分子晶体， CS_2 的相对分子质量大，分子间作用力大。

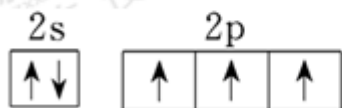
【解析】(1) 降低压强，反应速率减小，a 不正确；增加 NH_3 的浓度或升高温度，反应速率均增大 bc 正确；及时移走产物，即降低生成物浓度，反应速率也减小，d 不正确，答案选 bc。

(2) 氨气是碱性气体， CO_2 是酸性气体，二者反应的化学方程式为 $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 。

(3) 根据 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2\text{Ac} + \text{CO} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]\text{Ac}$ 可知，该反应是体积减小的放热的可逆反应，

因此吸收 CO 的适宜条件是低温加压下吸收 CO。若要再生，则只需要将铜液洗涤转移至另一容器中；然后高温低压下释放 CO，最后将铜洗液循环利用即可。

(4) 铜液的组成元素中属于短周期元素的是 H、C、N、O，同周期自左向右原子半径逐渐减小，同主族自上而下原子半径逐渐增大，则四种元素的原子半径大小顺序是 $C > N > O > H$ ；氮元素原子最外层有 4 个电子，根据核外电子排布规律可知，最外层电子排布的轨道表达式是



。非金属性越强，氢化物的稳定性越强，因此可通过比较 NH_3 和 PH_3 的稳定性判断氮、磷两种非金属元素的非金属性强弱。

(5) 已知 CS_2 与 CO_2 分子结构相似，则根据 CO_2 的电子式可得 CS_2 的电子式是 $:\ddot{S}:x:Cx:\ddot{S}:$ 。 CS_2 和 CO_2 都是分子晶体， CS_2 的相对分子质量大，分子间作用力大，因此 CS_2 熔点高于 CO_2 。

【考点定位】 本题主要是考查外界条件对反应速率和平衡状态的影响、核外电子排布、元素周期律、晶体性质以及电子式书写等

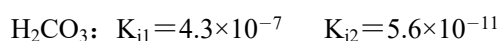
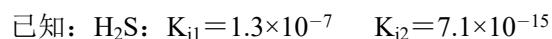
【名师点睛】 本题题目难易适中，知识点覆盖全面，综合性较强，侧重对学生能力的考查，充分体现了“源于教材又不拘泥于教材”的命题指导思想，在一定程度上考查了学生的创新思维能力。注意相关基础知识的理解掌握和灵活运用。

五、(本题共 12 分)

硫在自然界中以游离态和多种化合态形成出现。硫的化合物大多具有氧化性或还原性。许多金属硫化物难溶于水。

完成下列填空：

- (1) 硫化氢具有还原性，可以和许多氧化剂反应。在酸性条件下， H_2S 和 $KMnO_4$ 反应生成 S、 $MnSO_4$ 、 K_2SO_4 和 H_2O ，写出该反应的化学方程式。_____
- (2) 石油化工的废气中有 H_2S 。写出从废气中回收单质硫的两种方法（除空气外，不使用其他原料），以化学方程式表示。_____、_____
- (3) 室温下，0.1mol/L 的硫化钠溶液和 0.1mol.L 的碳酸钠溶液，碱性更强的是_____，其原因是_____。



- (4) 向 $ZnSO_4$ 溶液中滴加饱和 H_2S 溶液，没有沉淀生成，继续滴加一定量的氨水后，生成 ZnS 沉淀。用电离平衡原理解释上述现象。_____

(5) 将黑色的 Fe_2S_3 固体加入足量盐酸中，溶液中有淡黄色固体生成，产物还有_____、_____。过滤，微热滤液，然后加入过量的氢氧化钠溶液，可观察到的现象是_____。

【答案】(1) $5\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{S}\downarrow$

(2) $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, $2\text{H}_2\text{S} + 2\text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$;

$\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{S} + \text{H}_2$ 或 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 硫化钠溶液；硫化氢的 K_{a2} 小于碳酸的 K_{a2} ，硫化钠更易水解。

(4) 饱和 H_2S 溶液中电离产生的 S^{2-} 很少，因此没有沉淀。加入氨水后，促进 H_2S 的电离， S^{2-} 离子浓度增大，有沉淀产生。

(5) FeCl_2 、 H_2S ；先有白色沉淀生成，然后沉淀转化为灰绿色，最终转化为红褐色。

【解析】(1) 5 个电子，则根据电子得失守恒可知氧化剂与还原剂的物质的量之比是 2；5。根据反应物和生成物，借助于质量守恒定律可知配平后的化学反应方程式为 $5\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{S}\downarrow$ 。

(2) H_2S 不完全燃烧可以生成单质硫，高温下 H_2S 分解也生成单质硫。另外 SO_2 也能与 H_2S 反应生成单质硫，而 H_2S 完全燃烧即产生 SO_2 ，因此从废气中回收单质硫的两种方法涉及到的有关的反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, $2\text{H}_2\text{S} + 2\text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{S} + \text{H}_2$ 或 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 酸越弱，相应的钠盐越容易水解，溶液的碱性越强。根据电离常数可知，硫化氢的 K_{a2} 小于碳酸的 K_{a2} ，即硫化氢的酸性小于碳酸氢钠的酸性，因此硫化钠更易水解，即硫化钠溶液的碱性更强。

(4) H_2S 是弱电解质，存在电离平衡 $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}^+$ 、 $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$ 。饱和 H_2S 溶液中电离产生的 S^{2-} 很少，因此没有 ZnS 沉淀产生。加入氨水后，中和硫化氢电离出的氢离子，促进 H_2S 的电离平衡向正反应方向移动， S^{2-} 离子浓度增大，从而产生沉淀。

(5) 将黑色的 Fe_2S_3 固体加入足量盐酸中，溶液中有淡黄色固体生成，该沉淀是单质硫，这说明发生了氧化还原反应，铁离子将硫离子氧化生成单质硫，而自身被还原生成亚铁离子。由于硫离子过量，过量的硫离子与氢离子结合生成 H_2S 气体，即还有 FeCl_2 、 H_2S 生成；向氯化亚铁溶液中加入氢氧化钠溶液生成氢氧化亚铁白色沉淀，氢氧化亚铁不稳定迅速被氧化生成氢氧化铁，因此观察到的实验现象是先有白色沉淀生成，然后沉淀转化为灰绿色，最终转化为红褐色。

【考点定位】本题主要是考查 H_2S 的性质、氧化还原反应、铁的化合物以及电离平衡和溶解平衡的应用

【名师点睛】本题通过硫及其化合物为载体，意在考查学生严谨的逻辑思维能力和分析问题、解决问题的能力。该题综合性强，难度较大，对学生的思维能力要求较高，掌握弱电解质的电离平衡和溶解平衡是答题的关键。

六、(本题共 12 分)

在精制饱和食盐水中加入碳酸氢铵可制备小苏打 (NaHCO_3)，并提取氯化铵作为肥料或进一步提纯为工业氯化铵。

完成下列填空：

(1) 写出上述制备小苏打的化学方程式。_____

(2) 滤出小苏打后，母液提取氯化铵有两种方法：

①通入氨，冷却、加食盐，过滤

②不通氨，冷却、加食盐，过滤

对两种方法的评价正确的是_____ (选填编号)

a. ①析出的氯化铵纯度更高 b. ②析出的氯化铵纯度更高

c. ①的滤液可直接循环使用 d. ②的滤液可直接循环使用

(3) 提取的 NH_4Cl 中含少量 Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} 。将产品溶解，加入 H_2O_2 ，加热至沸，再加入 BaCl_2 溶液，过滤，蒸发结晶，得到工业氯化铵。

加热至沸的目的是_____。

滤渣的主要成分是_____、_____。

(4) 称取 1.840g 小苏打样品 (含少量 NaCl)，配成 250ml 溶液，取出 25.00ml 用 0.1000mol/L 盐酸滴定，消耗盐酸 21.50ml。

实验中所需的定量仪器除滴定管外，还有_____。

选甲基橙而不选酚酞作为指示剂的原因是_____。

样品中 NaHCO_3 的质量分数为_____。(保留 3 位小数)

(5) 将一定质量小苏打样品 (含少量 NaCl) 溶于足量盐酸，蒸干后称量固体质量，也可测定小苏打的含量。若蒸发过程中有少量液体溅出，则测定结果_____。(选填“偏高”、“偏低”或“无影响”)

【答案】(1) $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ (2) ad

(3) 使 Fe^{3+} 完全水解为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ； $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 BaSO_4

(4) 电子天平、250ml 容量瓶；选用酚酞作为指示剂，不能确定滴定终点；0.982

(5) 偏高

【解析】(1) 由于碳酸氢钠的溶解度较小，因此在精制饱和食盐水中加入碳酸氢铵可析出碳酸氢钠，反应的化学方程式为 $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 。

(2) 通入氨气可增大溶液中铵根离子浓度，有利于氯化铵析出，即①析出的氯化铵纯度更高；如果不通入氨气，析出的氯化铵少，则溶液中氯化钠的浓度更大，可以直接循环使用，答案选 ad。

(3) 双氧水具有氧化性，能把亚铁离子氧化生成铁离子，铁离子水解，水解吸热，因此加热使 Fe^{3+} 完全水解为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ；铁转化为氢氧化铁，硫酸根转化为硫酸钡沉淀，即滤渣的主要成分是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 BaSO_4 。

(4) 要称取 1.840g 小苏打样品需要电子天平，配制 250ml 溶液需要 250ml 容量瓶；盐酸与碳酸氢钠恰好反应时溶液显酸性（二氧化碳溶解），酚酞的变色范围是 8.2~10.0，选用酚酞作为指示剂，不能确定滴定终点。样品中碳酸氢钠的质量 = $0.1000\text{mol/L} \times 0.02150\text{L} \times \frac{250}{25} \times 84\text{g/mol} = 1.806\text{g}$ ，因此碳酸氢钠的质量分数为 $1.806\text{g} \div 1.840\text{g} = 0.982$ 。

(5) 碳酸氢钠与盐酸反应生成氯化钠、水和 CO_2 ，最终得到的固体是氯化钠，根据差量法可以计算出碳酸氢钠的质量，即

$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 固体质量减少量

168g

62g

m

Δm

若蒸发过程中有少量液体溅出，则最终生成的氯化钠质量偏少，因此根据差量法可知固体减少的质量偏大，即 Δm 偏大，则碳酸氢钠的质量偏大，因此测定结果偏高。

【考点定位】本题主要是考查钠的化合物、物质的分离与提纯、溶液配制、含量测定以及误差分析等

【名师点睛】本题属于实验综合题，题目综合性强，考查了学生对化学实验基本操作的掌握，对常见仪器或试剂的主要用途和使用方法的掌握情况。考查了应用所学知识进行必要的分析、类推或计算一些具体的化学问题的能力。它要求学生能够通过题给实验情境中适当迁移，准确把化学实验基础知识和基本操作技能运用到某些类似的实验中去，解决一些原理和操作较简单的问题。

七、(本题共 12 分)

氯气和氯乙烯都是重要的化工产品，年产量均在 10^7t 左右。氯气的实验室制备和氯乙烯的工业生产都有多种不同方法。

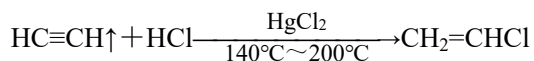
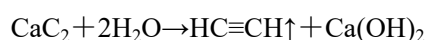
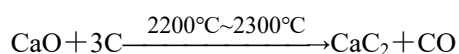
完成下列填空：

(1) 实验室制取纯净的氯气，除了二氧化锰、浓盐酸和浓硫酸，还需要_____、_____（填写试剂或溶液名称）

(2) 实验室用 2.00mol/L 的盐酸和漂粉精[成分为 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 CaCl_2]反应生成氯气、氯化钙和水，若产生 2.24L（标准状况）氯气，发生反应的盐酸为_____m.l。

(3) 实验室通常用向上排空气法收集氯气。设计一个简单实验，验证所收集的氯气中是否含有空气。

(4) 工业上用电石—乙炔法生产乙烯的反应如下：



电石—乙炔法的优点是流程简单，产品纯度高，而且不依赖于石油资源。

电石—乙炔法的缺点是_____、_____。

(5) 乙烷和氯气反应可制得 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ ， $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 加热分解得到氯乙烯和氯化氢。设计一种以乙烯和氯气为原料制取氯乙烯的方案（其他原料自选），用化学方程式表示（不必注明反应条件）。

要求：①反应产生的氯化氢必须用于氯乙烯的制备；②不再产生其他废液。

【答案】(1) 饱和氯化钠溶液、氢氧化钠溶液 (2) 100

(3) 用试管收集氯气，收集满后将试管倒立在氢氧化钠溶液中，观察试管内有无残留气体。

(4) 高能耗 会污染环境

(5) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{HCl}$ $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl}$

【解析】(1) 浓盐酸易挥发，生成的氯气中含有氯化氢，应该用饱和氯化钠溶液除去；氯气有毒需要尾气处理，用氢氧化钠溶液吸收。

(2) 根据反应物和生成物可知，反应的化学方程式为 $4\text{HCl} + \text{Ca}(\text{ClO})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2\uparrow$ ，反应中生成氯气的物质的量是 0.1mol，则消耗氯化氢的物质的量是 0.2mol，盐酸的浓度是 2.00mol/L，因此需要盐酸的溶液的体积是 100ml。

(3) 氯气能与氢氧化钠溶液完全反应，而空气与氢氧化钠不反应，据此检验所收集的氯气中是否含有空气，即试管收集氯气，收集满后将试管倒立在氢氧化钠溶液中，观察试管内有无残留气体。

(4) 根据流程可知，反应需要高温，因此缺点之一是高能耗；需要氯化汞作催化剂，汞是重金属，因

此缺点之二是会污染环境。

(5) 乙烷和氯气反应可制得 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$, $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 加热分解得到氯乙烯和氯化氢, 产生的氯化氢可以与乙炔反应又生成氯乙烯, 因此方案为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 、 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{HCl}$ 、 $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl}$ 。

【考点定位】本题主要是考查氯气制备、净化、计算、物质制备方案设计以及评价等

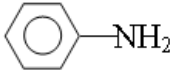
【名师点睛】本题以氯气的实验室制备和氯乙烯的工业生产为载体, 侧重考查学生对信息的获取能力以及灵活应用已知信息解决实际问题的能力和知识的迁移能力。突出了对学生基本知识和基本技能的考查, 能较准确的反映出学生的知识掌握水平和化学思维能力。

八、(本题共 8 分)

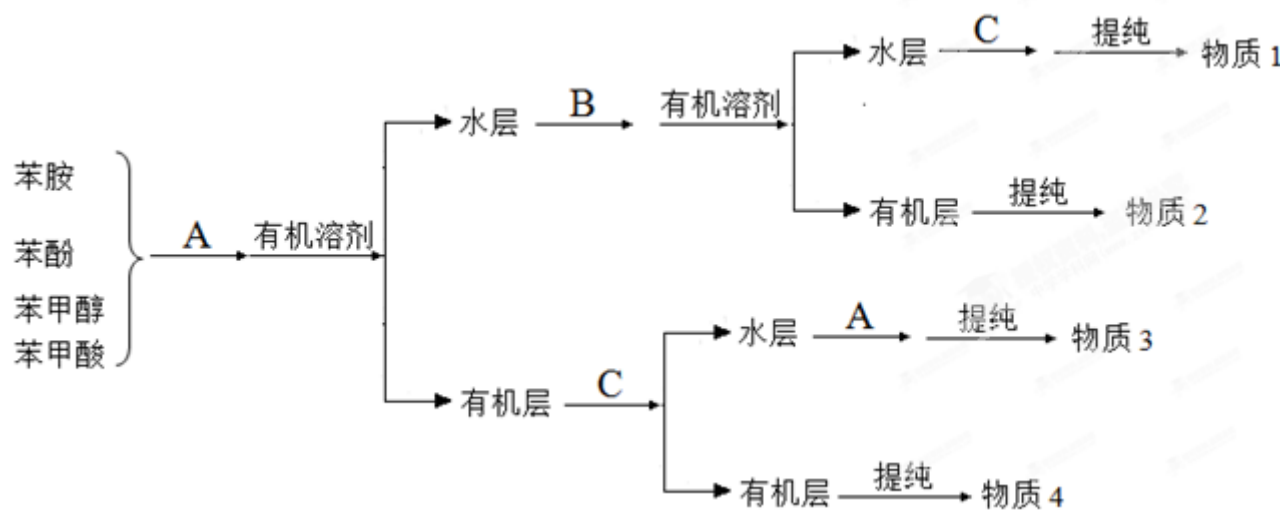
许多有机化合物具有酸碱性。

完成下列填空:

(1) 苯酚、苯甲醇、苯甲酸、碳酸的酸性由强到弱的顺序为:

_____。苯胺 () 具有_____。(相同“酸性”、“碱性”或“中性”)

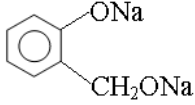
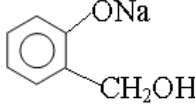
(2) 常常利用物质的酸碱性分离混合液。某一混合液含苯酚、苯甲醇、苯甲酸和苯胺四种物质, 其分离方案如下图:



已知: 苯甲醇、苯甲酸、苯胺微溶于水。

A、B、C 分别是: A _____ B _____ C _____

上述方案中, 若首先仅仅将苯甲酸与其他三种物质分开, 则应加入_____。

(3) 欲将  转化为 ，则应加入_____。

【答案】(1) 苯甲酸>碳酸>苯酚>苯甲醇 碱性

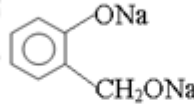
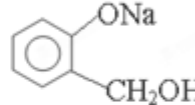
(2) NaOH 溶液或 Na₂CO₃ 溶液 CO₂ 盐酸 NaHCO₃ 溶液

(3) H₂O

【解析】

试题分析：(1) 根据羟基氢原子的活泼性可知，苯酚、苯甲醇、苯甲酸、碳酸的酸性由强到弱的顺序为苯甲酸>碳酸>苯酚>苯甲醇；氨基是碱性基团，因此苯胺显碱性。

(2) 苯甲醇和苯胺均与碱液不反应，因此首先利用 NaOH 溶液或 Na₂CO₃ 溶液将四种物质分为两类。苯甲醇、苯甲酸、苯胺微溶于水，因此有机溶剂萃取后水层是苯甲酸钠和苯酚钠的混合液，而有机层是苯甲醇和苯胺的混合液。苯胺显碱性，因此可以加入盐酸转化为盐与苯甲醇分离，即物质 4 是苯甲醇。苯胺形成的盐再与氢氧化钠反应又转化为苯胺，即物质 3 是苯胺。根据酸性强弱顺序可知，向苯酚钠和苯甲酸钠的混合液中通入 CO₂ 即可将苯酚钠转化为苯酚，即物质 2 是苯酚。盐酸的酸性强于苯甲酸，所以向苯甲酸钠的溶液中加入盐酸可以生成苯甲酸，即物质 1 是苯甲酸。苯甲酸的酸性强于碳酸，而碳酸强于苯酚，所以若首先仅仅将苯甲酸与其他三种物质分开，则应加入 NaHCO₃ 溶液即可。

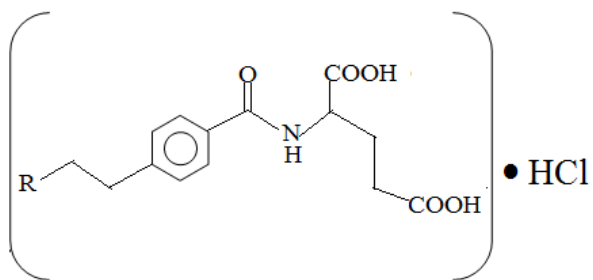
(3) 将  转化为 ，其中不能生成酚羟基，因此不能加入酸。醇羟基显中性，因此可以利用醇钠与水反应可转化为醇羟基，则应加入 H₂O。

【考点定位】本题主要是考查羟基氢原子活泼性比较以及有机物分离与提纯实验方案设计

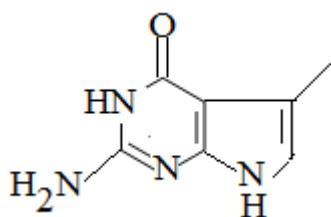
【名师点睛】本题通过酸性比较实验设计以及物质的分离与提纯实验方案设计为载体，侧重对学生能力的考查，熟悉物质的性质以及明确知道流程图中每一步发生的反应是解本题关键。该类试题重点考查学生对知识的了解、应用能力，意在考查学生分析、归纳问题、解决问题的能力。

九、(本题共 14 分)

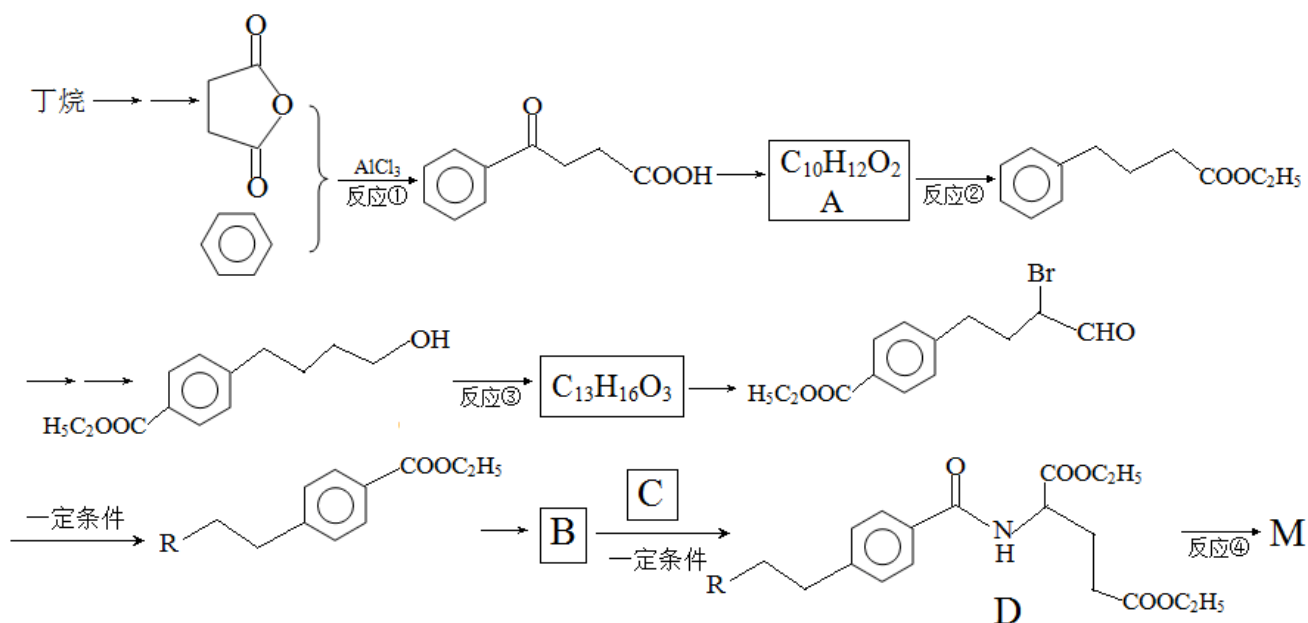
M 是一种治疗直肠癌和小细胞肺癌药物的主要成分，其结构式为



(不 考 虑 立 体 结 构 ， 其 中 R 为



。M 的一条合成路线如下 (部分反应试剂和条件略去)。



完成下列填空：

- (1) 写出反应类型。 反应①_____ 反应③_____
- (2) 写出反应试剂和反应条件。反应②_____ 反应④_____
- (3) 写出结构简式。 B _____ C _____
- (4) 写出一种满足下列条件的 A 的同分异构体的结构简式。

(1) 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应；(2) 能发生银镜反应；(3) 分子中有 5 种不同化学环境的氢原子。

- (5) 丁烷氯代可得到 2-氯丁烷，设计一条从 2-氯丁烷合成 1,3-丁二烯的合成路线。

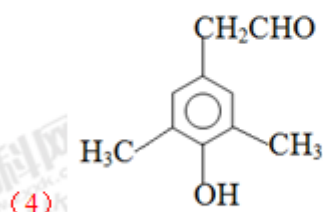
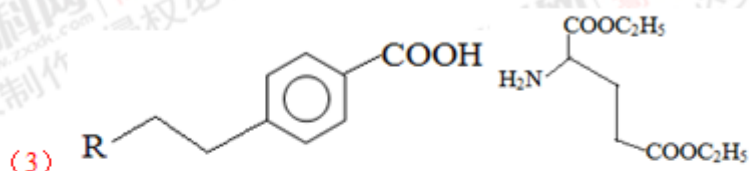
(合成路线常用的表示方法为： $\text{A} \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} \text{B} \dots \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} \text{目标产物}$)

(6) 已知：R—CO—NHR'与 R—CO—OR'的化学性质相似。

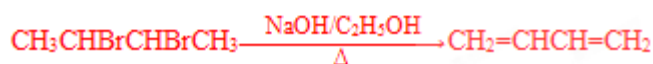
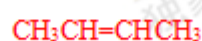
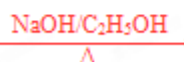
从反应④可得出的结论是：_____。

【答案】(1) 取代反应 氧化反应

(2) C₂H₅OH, 浓硫酸, 加热 (1) NaOH/H₂O, 加热 (2) 盐酸; 或盐酸, 加热



(5)

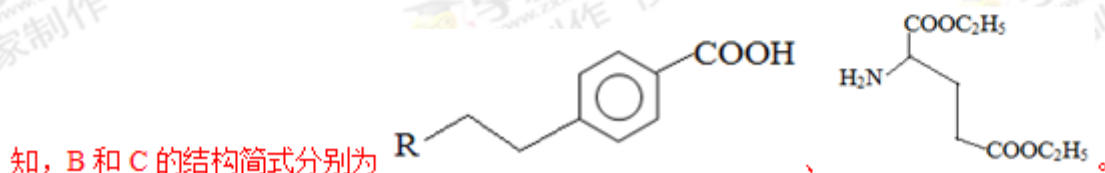


(6) 酰胺(肽键)水解比酯水解困难

【解析】(1) 根据反应前后有机物的结构简式变化可知, 反应①是苯环上的氢原子被取代, 属于取代反应。根据反应③的产物继续反应所得的产物中含有醛基, 因此根据反应②前后分子式的变化可知, 该反应去掉了 2 个氢原子, 因此是羟基被氧化生成醛基, 属于氧化反应。

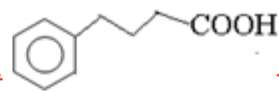
(2) 反应②的产物中含有酯基, 属于酯化反应, 且是与乙醇酯化, 则反应条件是 C₂H₅OH, 浓硫酸, 加热。D 分子中含有酯基, 而 M 分子中含有羧基, 因此反应④首先是酯基的水解反应, 要完全水解则需要 NaOH/H₂O, 加热。要进一步转化为 M 还需要将氨基转化为盐酸盐, 即反应条件还有盐酸; 或盐酸, 加热。

(3) D 分子中含有肽键, 因此 B 与 C 反应是氨基与羧基的脱水形成肽键, 因此根据 D 的结构简式可

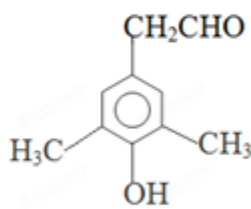


(4) 能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应, 说明含有酚羟基; 能发生银镜反应, 说明含有醛基; 分子中有 5

种不同化学环境的氢原子，即含有 5 类不同的氢原子，因此根据 A 的结构简式



可



知符合条件的有机物结构简式为

(5) 合成 1,3-丁二烯可以采用逆推法来完成，即卤代烃消去反应引入碳碳双键，而要引入卤素原子，可以通过碳碳双键的加成反应实现，则合成路线可设计为 $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{NaOH/C}_2\text{H}_5\text{OH}}$



(6) 反应④是酯基的水解反应，但在反应过程中肽键不变，这说明酰胺（肽键）水解比酯水解困难。

【考点定位】本题主要是考查有机物推断、反应类型、反应条件、同分异构判断以及合成路线设计等

【名师点睛】本题是有机化学基础模块的综合考查，旨在考查学生对已知信息的获取能力、知识的迁移能力以及灵活应用基础知识解决实际问题的能力的综合考查。该类试题要求学生能够通过题给情境中适当迁移，运用所学知识分析、解决问题，这高考有机化学复习备考的方向。它充分体现了高考命题“源于教材又不拘泥于教材”的命题指导思想，在一定程度上考查了学生的思维能力。

十、【2014 年高考上海卷第十（52~55）题】（本题共 14 分）

硫有多种含氧酸，亚硫酸（ H_2SO_3 ）、硫酸（ H_2SO_4 ）、焦硫酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ ）、硫代硫酸（ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ）等等，其中硫酸最为重要，在工业上有广泛的应用。在实验室，浓硫酸是常用的干燥剂。

完成下列计算：

- (1) 焦硫酸（ $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ ）溶于水，其中的 SO_3 都转化为硫酸。若将 445g 焦硫酸溶于水配成 4.00L 硫酸，该硫酸的物质的量浓度为 _____ mol/。
- (2) 若以浓硫酸吸水后生成的 $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 计算，250g 质量分数为 98% 的硫酸能吸收多少 g 水？
- (3) 硫铁矿是工业上制硫酸的主要原料。硫铁矿氧化焙烧的化学反应如下：



若 48mol FeS_2 完全反应耗用氧气 2934.4L（标准状况），计算反应产物中 Fe_3O_4 与 Fe_2O_3 物质的量之比。

- (4) 用硫化氢制取硫酸，既能充分利用资源又能保护环境，是一种很有发展前途的制备硫酸的方法。

硫化氢体积分数为 0.84 的混合气体（ H_2S 、 H_2O 、 N_2 ）在空气中完全燃烧，若空气过量 77%，计算产物气体中 SO_2 体积分数（水是气体）。（已知空气组成： N_2 体积分数 0.79、 O_2 体积分数 0.21）

【答案】(1) 1.25 (2) $250 \times 98\% \div 98 \times 16 = 40\text{g}$

(3) $2934.4 \div 22.4 = 131\text{mol}$ 设 Fe_3O_4 $a\text{mol}$ Fe_2O_3 $b\text{mol}$

$3a + 2b = 48$ $8a + 11 \div 2b = 131$ $a = 4$ $b = 18$

$n(\text{Fe}_3\text{O}_4) : n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 : 9$

(4) 设混合气为 1 体积, 0.84 体积硫化氢完全燃烧生成 0.84 体积二氧化硫和 0.84 体积水, 消耗 1.26 体积氧气。所需空气为 $1.26 \div 0.21 \times 1.77 = 10.62$

体积 $\varphi = 0.84 \div (10.62 - 1.26 + 1.84) = 0.075$

【解析】(1) 445g 焦硫酸的物质的量 $= 445\text{g} \div 178\text{g/mol} = 2.5\text{mol}$, 其中硫酸和三氧化硫均是 2.5mol , 2.5mol 三氧化硫又产生 2.5mol 硫酸, 则溶液中硫酸的物质的量是 5.0mol , 浓度是 $5.0\text{mol} \div 4\text{L} = 1.25\text{mol/L}$ 。

(2) 250g 质量分数为 98% 的硫酸中硫酸的质量是 $250\text{g} \times 98\% = 245\text{g}$, 其中溶剂水是 5g , 硫酸的物质的量是 $245\text{g} \div 98\text{g/mol} = 2.5\text{mol}$, 可以结合水的物质的量是 2.5mol , 质量是 $2.5\text{mol} \times 18\text{g/mol} = 45\text{g}$, 因此还可以吸收水的质量是 $45\text{g} - 5\text{g} = 40\text{g}$ 。

(3) 设 Fe_3O_4 的物质的量是 $a\text{mol}$, Fe_2O_3 的物质的量是 $b\text{mol}$

反应中消耗氧气的物质的量是 $2934.4\text{L} \div 22.4\text{L/mol} = 131\text{mol}$

则根据方程式可知 $3a + 2b = 48$ 、 $8a + 11 \div 2b = 131$

解得 $a = 4$ 、 $b = 18$

则 $n(\text{Fe}_3\text{O}_4) : n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 : 9$

(4) 设混合气为 1 体积, 根据氯化氢完全燃烧的方程式 $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知, 0.84 体积硫化氢完全燃烧生成 0.84 体积二氧化硫和 0.84 体积水, 消耗 1.26 体积氧气。反应中空气过量 77% , 因此

所需空气为 $\frac{1.26}{0.21} \times 1.77 = 10.62$, 则二氧化硫体积分数 $\varphi = \frac{0.84}{10.62 - 1.26 + 0.84 + 0.84 + 0.16} = 0.075$

【考点定位】本题主要是考查硫及其化合物反应的有关化学计算

【名师点睛】本题通过硫及其化合物的有关反应和计算为载体, 旨在考查学生的化学计算能力以及学生对基础知识的理解, 有利于培养学生的规范答题意识, 以及灵活应用基础知识解决实际问题的能力。该题属于中等难度试题的考查, 注意解题方法和规律的总结及积累。特别是化学计算中各种守恒法的应用, 需要引起考生的注意。