

2012年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: H-1 C-12 N-14 O-16 Na-23 Si-28 Cl-35.5 K-39 Cu-64 Se-79

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. 今年3月修订的《环境空气质量标准》中新纳入的强制监测指标是()

- A. PM_{2.5} B. NO_x C. SO₂ D. 可吸入颗粒物

【答案】A

【解析】

试题分析: 2011年3月修订的《环境空气质量标准》将PM_{2.5}纳入强制检测指标, A项正确; 氮氧化物、SO₂、可吸入颗粒物已在检测指标中, 不属于新增检测项目, 故答案为: A。

考点: 本题考查化学与生活, 意在考查考生应用化学知识解释生活现象的能力。

2. 下列关于化石燃料的加工说法正确的是()

- A. 石油裂化主要得到乙烯
B. 石油分馏是化学变化, 可得到汽油、煤油
C. 煤干馏主要得到焦炭、煤焦油、粗氨水和焦炉气
D. 煤制煤气是物理变化, 是高效、清洁地利用煤的重要途径

【答案】C

【解析】

试题分析: 石油裂化的目的是获得更多的液态轻质汽油, A项错误; 石油分馏属于物理变化, B项错误; 煤制煤气是化学变化, D项错误, 故答案为: C。

考点: 本题考查化石燃料的利用, 意在考查考生有机化学知识。

3. 氮氧化铝(AlON)属原子晶体, 是一种超强透明材料, 下列描述错误的是()

- A. AlON和石英的化学键类型相同 B. AlON和石英晶体类型相同
C. AlON和Al₂O₃的化学键类型不同 D. AlON和Al₂O₃晶体类型相同

【答案】D

【解析】

试题分析：AlON 与石英（SiO₂）均为原子晶体，所含化学键均为共价键，故 A、B 项正确；Al₂O₃ 是离子晶体，晶体中含离子键，不含共价键，故 C 项正确、D 项错误。

考点：本题考查化学键、物质结构。意在考查考生对晶体类型和化学键等概念的掌握。

4. PH₃ 一种无色剧毒气体，其分子结构和 NH₃ 相似，但 P-H 键键能比 N-H 键键能低。下列判断错误的是（ ）

- A. PH₃ 分子呈三角锥形
- B. PH₃ 分子是极性分子
- C. PH₃ 沸点低于 NH₃ 沸点，因为 P-H 键键能低
- D. PH₃ 分子稳定性低于 NH₃ 分子，因为 N-H 键键能高

【答案】C

【解析】

试题分析：PH₃ 同 NH₃ 构型相同，因中心原子上有一对孤电子对，均为三角锥形，属于极性分子，故 A、B 项正确；PH₃ 的沸点低于 NH₃，是因为 NH₃ 分子间存在氢键，C 项错误；PH₃ 的稳定性低于 NH₃，是因为 N-H 键键能高，D 项正确。

考点：本题考查化学键、分子构型。意在考查考生分子结构的知识。

5. 和氢硫酸反应不能产生沉淀的是（ ）

- A. Pb(NO₃)₂ 溶液
- B. Na₂S 溶液
- C. CuSO₄ 溶液
- D. H₂SO₄ 溶液

【答案】B

【解析】

试题分析：A 项能生成 PbSO₄ 沉淀；C 项生成 CuS 沉淀；D 项因发生氧化还原反应生成单质硫沉淀，故正确答案为：B。

考点：本题考查元素化合物知识，意在考查考生对化学反应的知识掌握的再现能力。

二、选择题(本题共 36 分，每小题 3 分，每题只有一个正确选项)

6. 元素周期表中铋元素的数据见右图，下列说法正确的是（ ）

83	Bi
铋	
6s ² 6p ³	
209.0	

- A. Bi 元素的质量数是 209
- B. Bi 元素的相对原子质量是 209.0

- C. Bi 原子 6p 亚层有一个未成对电子
D. Bi 原子最外层有 5 个能量相同的电子

【答案】B

【解析】

试题分析：由元素周期表中元素方格中各种符号、数字的意义可知 Bi 的质子数为 83，因不知中子数，无法确定其质量数，A 项错误；Bi 的相对原子质量为 209.0，B 项正确；6p 亚层有 3 个未成对电子，C 项错误；最外层 5 个电子分别在 s、P 层，能量不同，D 项错误。

考点：本题考查原子结构，意在考查考生对元素周期表知识记忆的再现。

7. 水中加入下列溶液对水的电离平衡不产生影响的是 ()

- A. NaHSO₄ 溶液 B. KF 溶液 C. KAl(SO₄)₂ 溶液 D. NaI 溶液

【答案】D

【解析】

试题分析：A 项电离出 H⁺，抑制水的电离，A 项错误；B 项 F⁻ 水解促进水的电离，B 项错误；C 项 Al³⁺ 水解促进水的电离，C 项错；D 项中 Na⁺、I⁻ 均不水解，对水的电离无影响，D 项正确。



考点：本题考查水的电离以及外界条件对其电离的影响，意在考查考生的理解能力。

8. 过量的下列溶液与水杨酸() 反应能得到化学式为 C₇H₅O₃Na 的是 ()

- A. NaHCO₃ 溶液 B. Na₂CO₃ 溶液 C. NaOH 溶液 D. NaCl 溶液

【答案】A

【解析】

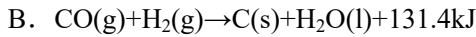
试题分析：由于酸性： > H₂CO₃ >  可知水杨酸与 NaHCO₃ 溶液反应时只是 -COOH 作用转化为 -COONa，产物的分子式为 C₇H₅O₃Na，A 项正确；水杨酸与 Na₂CO₃ 溶液反应时 -COOH、-OH 均反应，生成产物的分子式为 C₆H₄O₃Na₂，B 项错误；水杨酸与 NaOH 溶液反应时 -COOH、-OH 均反应，生成产物的分子式为 C₆H₄O₃Na₂，C 项错误；与 NaCl 溶液不反应，D 项错误。

考点：本题考查有机化学知识，意在考查考生对羧酸、酚以及碳酸酸性强弱的判断。

9. 工业生产水煤气的反应为：C(s)+H₂O(g)→CO(g)+H₂(g)-131.4 kJ

下列判断正确的是 ()

- A. 反应物能量总和大于生成物能量总和



C. 水煤气反应中生成 1 mol $\text{H}_2\text{(g)}$ 吸收 131.4 KJ 热量

D. 水煤气反应中生成 1 体积 CO(g) 吸收 131.4 KJ 热量

【答案】C

【解析】

试题分析：由题中信息知合成水煤气反应为吸热反应，故可判断知反应物总能量小于生成物总能量，同时知生成 1mol H_2 时需吸收 131.4KJ 的热量，故 A 项错、C 项正确、D 项错；B 项中 H_2O 为液态，故 B 项错。

考点：本题考查热化学知识，意在考查考生对概念的理解。

10. 用滴定法测定 Na_2CO_3 (含 NaCl 杂质) 的质量分数，下列操作会引起测定值偏高的是 ()

A. 试样中加入酚酞作指示剂，用标准酸液进行滴定

B. 滴定管用蒸馏水洗涤后，直接注入标准酸液进行滴定

C. 锥形瓶用蒸馏水洗涤后，壹接加入待测溶液进行滴定

D. 滴定管用蒸馏水洗涤后，直接注入待测液，取 20.00 mL 进行滴定

【答案】B

【解析】

试题分析：A 项、C 项操作对测定结果无影响、B 项操作导致标准液变稀，消耗体积变大，使测得结果偏高、D 项操作导致学科网待测液浓度变小，因此测定结果偏低，故答案为：B。

考点：本题考查滴定实验操作，意在考查考生实验能力和误差分析能力。

11. 工业上将氨气和空气的混合气体通过铂—铑合金网发生氨氧化反应，若有标准状况下 VL 氨气完全反应。

并转移 n 个电子，则阿伏加德罗常数(N_A)可表示为 ()

A. $\frac{11.2n}{5V}$

B. $\frac{5V}{11.2n}$

C. $\frac{22.4V}{5n}$

D. $\frac{22.4n}{5V}$

【答案】D

【解析】

试题分析： NH_3 被催化氧化转化为 NO ，转移电子数为 5，由题意可得 $5VL/22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\times N_A = n$ ，解之得 $N_A = 22.4n/5V$ ，故答案为：D。

考点：本题通过元素化合物知识考查考生氧化还原反应知识和计算能力。

12. 下列有机化合物中均含有酸性杂质，除去这些杂质的方法中正确的是 ()

A. 苯中含苯酚杂质：加入溴水，过滤

- B. 乙醇中含乙酸杂质：加入碳酸钠溶液洗涤，分液
- C. 乙醛中含乙酸杂质：加入氢氧化钠溶液洗涤，分液
- D. 乙酸丁酯中含乙酸杂质：加入碳酸钠溶液洗涤，分液

【答案】D

【解析】

试题分析：A项苯酚与溴水生成的三溴苯酚仍溶于苯中，无法通过过滤除去杂质，A项错误；乙醇与水互溶，B项操作溶液不分层，无法通过分液达到分离、提纯目的，B项错误；乙醛与水互溶，C项操作溶液不分层，无法通过分液达到分离、提纯目的，C项错误；乙酸乙酯不溶于 Na_2CO_3 溶液，而乙酸与 Na_2CO_3 溶液作用转化乙酸钠而进入水相从学科网而与乙酸乙酯分离，D项正确。

考点：本题通过物质的除杂实验操作考查有机化学知识，意在考查考生分析、实验能力。

13. 下列关于硫酸工业生产过程的叙述错误的是（ ）

- A. 在接触室中使用铁粉作催化剂
- B. 在接触室中运用热交换技术可充分利用能源
- C. 把硫铁矿磨成细粉末，可以提高原料的利用率
- D. 该反应采用 $450^\circ\text{C}\sim 500^\circ\text{C}$ 主要是因为该温度下催化剂活性好

【答案】A

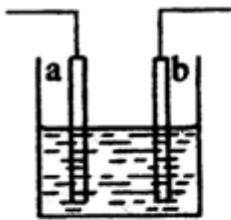
【解析】

试题分析：硫酸工业生产中，在接触室中用铁触媒作催化剂，使 SO_2 氧化为 SO_3 ，A项错误；使用热交换装置可节约能源，B项正确；把硫铁矿磨碎可增大其与氧气的接触面，使反应更充分，速率更快，可提高原料的利用率，C项正确；反应温度采用 $450\sim 500^\circ\text{C}$ 是因为该温度下催化剂活性最高，D项正确。

考点：本题通过硫酸工业生产考查考生化学与技术，意在考查考生对硫酸工业的理解。

14. 右图装置中发生反应的离子方程式为： $\text{Zn}+2\text{H}^+\rightarrow\text{Zn}^{2+}+\text{H}_2\uparrow$ ，下列说法错误的是（ ）

- A. a、b 不可能是同种材料的电极
- B. 该装置可能是电解池，电解质溶液为稀盐酸
- C. 该装置可能是原电池，电解质溶液为稀盐酸
- D. 该装置可看作是铜-锌原电池，电解质溶液是稀硫酸



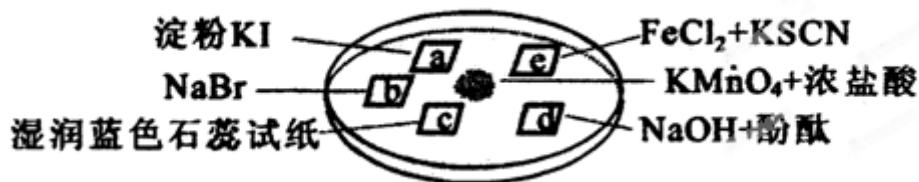
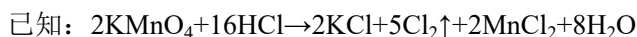
【答案】A

【解析】

试题分析：图示装置既可以是电解池，阳极的电极材料为 Zn、阴极的电极材料为 Zn 或其他可导电的材料，如 Cu、石墨等，电解质溶液为盐酸或硫酸等，故 A 项错、B 项正确；该装置也可是原电池，此时电池负极材料为 Zn、正极材料为比 Zn 活泼性差的导电材料，如 Cu、石墨等，电解质溶液为盐酸或硫酸等，故 C、D 项正确。

考点：本题通过电化学知识意在考查考生的电化学知识和考生对问题的分析、处理能力。

15. 下图所示是验证氯气性质的微型实验，a、b、d、e 是浸有相关溶液的滤纸。向 KMnO_4 晶体滴加一滴浓盐酸后，立即用另一培养皿扣在上面。



对实验现象的“解释或结论”正确的是 ()

选项	实验现象	解释或结论
A	a 处变蓝，b 处变红棕色	氧化性： $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$
B	c 处先变红，后褪色	氯气与水生成了酸性物质
C	d 处立即褪色	氯气与水生成了漂白性物质
D	e 处变红色	还原性： $\text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$

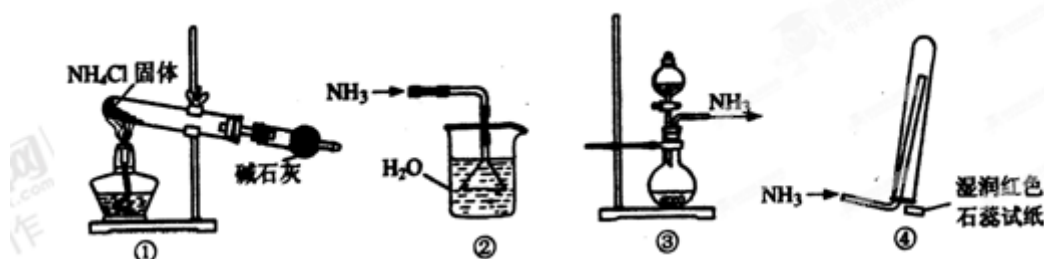
【答案】D

【解析】

试题分析：a处变蓝、b处变红棕色，说明Cl₂分别与KI、NaBr作用生成I₂、Br₂，可证明氧化性：Cl₂>I₂、Cl₂>Br₂，无法证明I₂与Br₂之间氧化性的强弱，A项错误；C处先变红，说明氯气与水生成酸性物质，后褪色，则证明氯气与水生成具有漂白性物质，B项错误；d处立即褪色，也可能是氯气与水生成酸性物质中和了NaOH，C项错误；D处变红说明Cl₂将Fe²⁺氧化为Fe³⁺，证明还原性：Fe²⁺>Cl⁻，D项正确。

考点：本题通过元素化合物知识，考查考生实验能力和对实验现象的分析、推断能力。

16. 实验室制取少量干燥的氨气涉及下列装置，其中正确的是（ ）



- A. ①是氨气发生装置 B. ③是氨气发生装置
C. ②是氨气吸收装置 D. ④是氨气收集、检验装置

【答案】B

【解析】

试题分析：①装置在管口处又生成NH₄Cl，无法制得NH₃，A项错误；选用装置③，使用浓氨水与CaO或NaOH作用，可制取NH₃，B项正确；②作为NH₃的吸收装置，漏斗插入水中，不能防止倒吸，C项错误；利用④收集NH₃时，收集气体不纯，D项错误。

考点：本题通过NH₃的制取实验，意在考查考生实验分析、实验评价能力。

17. 将100ml 1mol/L的NaHCO₃溶液等分为两份，其中一份加入少许冰醋酸，另外一份加入少许Ba(OH)₂固体，忽略溶液体积变化。两份溶液中c(CO₃²⁻)的变化分别是（ ）

- A. 减小、减小 B. 减小、增大 C. 增大、增大 D. 增大、减小

【答案】B

【解析】

试题分析：加入少许冰醋酸发生反应：HCO₃⁻+CH₃COOH=CH₃COO⁻+CO₂↑+H₂O，导致c(HCO₃⁻)减少，电离平衡HCO₃⁻⇌H⁺+CO₃²⁻向左移动，溶液中c(CO₃²⁻)减小；加入少量Ba(OH)₂固体后，发生反应：2HCO₃⁻+Ba²⁺+2OH⁻=2H₂O+BaCO₃↓+CO₃²⁻，溶液中c(CO₃²⁻)增大，故答案为：B。

考点：本题溶液中离子反应以及离子变化，意在考查考生综合思维能力和应用知识的能力。

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. 为探究锌与稀硫酸的反应速率(以 $v(\text{H}_2)$ 表示)，向反应混合液中加入某些物质，下列判断正确的是 ()

- A. 加入 NH_4HSO_4 固体， $v(\text{H}_2)$ 不变 B. 加入少量水， $v(\text{H}_2)$ 减小
C. 加入 CH_3COONa 固体， $v(\text{H}_2)$ 减小 D. 滴加少量 CuSO_4 溶液， $v(\text{H}_2)$ 减小

【答案】BC

【解析】

试题分析：A 项导致溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大， $v(\text{H}_2)$ 加快，A 项错误；B 项导致溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小， $v(\text{H}_2)$ 减小，B 项正确；C 项因发生 $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ = \text{CH}_3\text{COOH}$ ，导致溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小， $v(\text{H}_2)$ 减小，C 项正确；D 项形成铜锌原电池， $v(\text{H}_2)$ 加快，D 项错误。

考点：本题考查影响化学反应速率的因素，意在考查考生分析、理解能力。

19. 含有下列各组离子的溶液中，通入过量 SO_2 气体后仍能大量共存的是 ()

- A. H^+ 、 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 、 NO_3^- B. Ba^{2+} 、 Cl^- 、 Al^{3+} 、 H^+
C. Na^+ 、 NH_4^+ 、 I^- 、 HS^- D. Na^+ 、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 Cl^-

【答案】BD

【解析】

试题分析 A 项，通入过量 SO_2 后， Fe^{3+} 和 H^+ 与 NO_3^- 均可与 SO_2 发生氧化还原反应而不能存在，在溶液中 SO_2 被氧化生成 SO_4^{2-} ， SO_4^{2-} 与 Ca^{2+} 结合生成硫酸钙沉淀，A 项错误；C 项，通入 SO_2 后，生成 H_2SO_3 与 HS^- 发生氧化还原反应生成单质硫而不能大量共存，C 项错误；B、D 项通入 SO_2 后不能发生反应，仍可大量共存，故答案为：BD。

考点：： 本题考查离子共存问题，意在综合考查考生的分析、推理能力。

20. 火法炼铜首先要焙烧黄铜矿，其反应为： $2\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeS} + \text{SO}_2$

下列说法正确的是 ()

- A. SO_2 既是氧化产物又是还原产物
B. CuFeS_2 仅作还原剂，硫元素被氧化
C. 每生成 1 mol Cu_2S ，有 4 mol 硫被氧化
D. 每转移 1.2 mol 电子，有 0.2 mol 硫被氧化

【答案】AD

【解析】

试题分析：由反学科网应方程式知在反应中 CuFeS_2 中 Cu 化合价降低还原为 Cu_2S 、 CuFeS_2 中 $1/4$ 的 S 化合价升高，被氧化为 SO_2 ； O_2 在反应后化合价降低，还原为 SO_2 ，因此可知 SO_2 既是氧化产物又是还原产物，A 项正确； CuFeS_2 既是氧化剂又是还原剂，B 项错误；每生成 $1\text{molCu}_2\text{S}$ ，有 1molS 被氧化，C 项错误；利用反应知转移 6mole^- ，有 1molS 被氧化，D 项正确。

考点：本题考查氧化还原反应，意在考查考生对概念的理解和计算能力。

21. 常温下 $a\text{ mol/L CH}_3\text{COOH}$ 稀溶液和 $b\text{ mol/L KOH}$ 稀溶液等体积混合，下列判断一定错误的是（ ）

- A. 若 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ， $a=b$ B. 若 $c(\text{K}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ， $a > b$
C. 若 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+)$ ， $a > b$ D. 若 $c(\text{K}^+) < c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ， $a < b$

【答案】D

【解析】

试题分析：若 $a=b$ ，恰好反应生成弱酸强碱盐 CH_3COOK ，溶液呈碱性，A 项正确；若 $a > b$ ，反应后溶液中溶质为 CH_3COOK 和 CH_3COOH ，该溶液可能呈中性，则 C 项正确；若该溶液含 CH_3COOH 很少， CH_3COOH 的电离程度小于 CH_3COO^- 的水解程度，溶液呈碱性，则溶液中 $c(\text{K}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ，B 项正确；若溶液中 $c(\text{K}^+) < c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ ，利用电荷守恒知溶液中一定存在 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ，溶液显酸性，而 $a < b$ 溶液一定呈碱性，二者矛盾，D 项一定错误。

考点：本题考查电解质溶液的知识，意在考查考生思维的缜密性。

22. PbO_2 是褐色固体，受热分解为 Pb 的 +4 和 +2 价的混合氧化物，+4 价的 Pb 能氧化浓盐酸生成 Cl_2 ；现将 1 mol PbO_2 加热分解得到 O_2 ，向剩余固体中加入足量的浓盐酸得到 Cl_2 ， O_2 和 Cl_2 的物质的量之比为 3:2，则剩余固体的组成及物质的量比是（ ）

- A. 1:1 混合的 Pb_3O_4 、 PbO B. 1:2 混合的 PbO_2 、 Pb_3O_4
C. 1:4:1 混合的 PbO_2 、 Pb_3O_4 、 PbO D. 1:1:4 混合的 PbO_2 、 Pb_3O_4 、 PbO

【答案】AD

【解析】

试题分析： PbO_2 受热分解得到氧气和铅的氧化物的混合物（ Pb 为 +4、+2 价），铅的氧化物的混合物再与盐酸作用时，+4 价 Pb 还原为 +2 价， Cl^- 被氧化为 Cl_2 ，此时得到溶液为 PbCl_2 溶液，利用“电荷守恒”知 1molPbO_2 在上述转化过程中共转移 2mole^- 。设该过程得到 O_2 的物质的量为 $3x\text{mol}$ ，则 Cl_2 的物质的量为 $2x\text{mol}$ ，利用电荷守恒可得： $3x \times 4 + 2x \times 2 = 2$ ，解得 $x = 0.125$ ，故知 1mol PbO_2 在受热分解过程

中产生 0.375mol O_2 ，利用原子守恒可知受热后的剩余固体中 $n(\text{Pb}):n(\text{O})=4:5$ ，结合选项可知只有 A、D 项满足 $n(\text{Pb}):n(\text{O})=4:5$ ，故答案为：AD。

考点：本题通过元素化合物转化考查考生计算、分析推理能力。

四、(本题共 8 分)

2009 年《自然》杂志报道了我国科学家通过测量 SiO_2 中 ^{26}Al 和 ^{10}Be 两种元素的比例确定“北京人”年龄的研究结果，这种测量方法叫“铝铍测年法”。

完成下列填空：

23. ^{10}Be 和 ^9Be _____。

- a. 是同一种原子
- b. 具有相同的中子数
- c. 具有相同的化学性质
- d. 具有恒定的丰度

Be 所在的周期中，最外层有 2 个未成对电子的元素相互组成的化合物属于_____晶体。

24. Al 和 Be 具有相似的化学性质，写出 BeCl_2 水解反应的化学方程式_____。

25. 研究表明 ^{26}Al 可以衰变为 ^{26}Mg ，可以比较这两种元素金属性强弱的方法是_____。

- a. 比较这两种元素的单质的硬度和熔点
- b. 在氯化铝和氯化镁的溶液中分别滴加过量的氢氧化钠溶液
- c. 将打磨过的镁带和铝片分别和热水作用，并滴入酚酞溶液
- d. 将空气中放置已久的这两种元素的单质分别和热水作用

26. 目前还有一种测量方法叫“钾氩测年法”。写出和 Ar 核外电子排布相同的阴离子的半径由大到小的顺序_____ (用化学符号表示)；其中一种离子与钾相邻元素的离子所形成的化合物可用做干燥剂，此化合物的电子式是_____。

【答案】(本题共 8 分)

23. cd ; 分子 (2 分); 24. $\text{BeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl}$ (2 分); 25. bc (2 分)

26. $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$; $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Ca}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$

【解析】

试题分析： ^{10}Be 与 ^9Be 是同种元素的不同核素，二者互为同位素，具有相同的化学性质，且在自然界中具有恒定的丰度；第二周期 (Be 位于第二周期) 中最外层有 2 个未成对电子的元素是碳和氧，二者相互组成的化合物 CO_2 或 CO 均为分子晶体。比较金属 Mg、Al 的金属性强弱的方法有：比较其最高价氧化物对应水化物的碱性，可利用 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 NaOH 溶液反应情况来比较 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和

$\text{Al}(\text{OH})_3$ 的碱性强弱、比较 Mg、Al 与酸或水反应置换出氢气的难易等，d 项在空气中久置，二者表面均氧化为氧化物，无法比较、单质熔沸点与金属性强弱无关。与 Ar（核外有 18 个电子）核外电子排布相同的阴离子有 S^{2-} 、 Cl^- ，二者半径： $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$ ，核外具有 18 个电子和 K 相邻的离子为 Ca^{2+} ， CaCl_2

常用作干燥剂，其是离子化合物，故其电子式为： $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^- \text{Ca}^{2+} [\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$ 。

考点：物质结构、元素及化合物

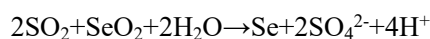
五、(本题共 8 分)

二氧化硒(SeO_2)是一种氧化剂，其被还原后的单质硒可能成为环境污染物，通过与浓 HNO_3 或浓 H_2SO_4 反应生成 SeO_2 以回收 Se。

完成下列填空：

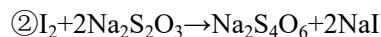
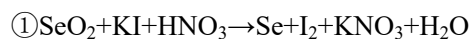
27. Se 和浓 HNO_3 反应的还原产物为 NO 和 NO_2 ，且 NO 和 NO_2 的物质的量之比为 1:1，写出 Se 和浓 HNO_3 的反应方程式_____。

28. 已知： $\text{Se} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightarrow 2\text{SO}_2\uparrow + \text{SeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



SeO_2 、 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$ 、 SO_2 的氧化性由强到弱的顺序是_____。

29. 回收得到的 SeO_2 的含量，可以通过下面的方法测定：



配平方程式①，标出电子转移的方向和数目。

30. 实验中，准确称量 SeO_2 样品 0.1500g，消耗了 0.2000 mol/L 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 25.00 mL，所测定的样品中 SeO_2 的质量分数为_____。

【答案】(本题共 8 分)

27. $\text{Se} + 2\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{NO}\uparrow + \text{NO}_2\uparrow$ (2分); 28. $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) > \text{SeO}_2 > \text{SO}_2$ (1分)

29.
$$\text{SeO}_2 + 4\text{KI} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Se} + 2\text{I}_2 + 4\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$
 (3分); 30. 0.925 (2分)

【解析】

试题分析：利用题中信息可知 Se 与浓 HNO_3 反应，Se 被氧化为 +4 价的 H_2SeO_3 ， HNO_3 还原为 NO 与 NO_2 ，利用电子守恒和限定条件（生成 NO 与 NO_2 的物质的量之比为 1:1，即二者计量系数比为 1:1）可得方程式。利用氧化性：氧化剂 > 氧化产物，结合题中方程式可知氧化性： $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) > \text{SeO}_2 > \text{SO}_2$ 。在

反应①I-失电子，转移 SeO_2 ，+4 价 Se 得到电子还原为单质 Se。利用前面配平的方程式可得关系式：
 $\text{SeO}_2 \sim 2\text{I}_2 \sim 4\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，故样品中 SeO_2 的质量分数为： $[(111\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} \times (0.2000\text{mol/L} \times 0.025\text{L}) / 4] / 0.1500\text{g} = 0.925$ 。

考点：氧化还原反应

六、(本题共 8 分)

用氮化硅(Si_3N_4)陶瓷代替金属制造发动机的耐热部件，能大幅度提高发动机的热效率。工业上用化学气相沉积法制备氮化硅，其反应如下：



完成下列填空：

31. 在一定温度下进行上述反应，若反应容器的容积为 2 L，3 min 后达到平衡，测得固体的质量增加了 2.80 g，则 H_2 的平均反应速率 $\underline{\quad}$ mol / (L·min)；该反应的平衡常数表达式 $K = \underline{\quad}$
32. 上述反应达到平衡后，下列说法正确的是 $\underline{\quad}$ 。
- 其他条件不变，压强增大，平衡常数 K 减小
 - 其他条件不变，温度升高，平衡常数 K 减小
 - 其他条件不变，增大 Si_3N_4 物质的量平衡向左移动
 - 其他条件不变，增大 HCl 物质的量平衡向左移动
33. 一定条件下，在密闭恒容的容器中，能表示上述反应达到化学平衡状态的是 $\underline{\quad}$ 。
- $3v_{\text{逆}}(\text{N}_2) = v_{\text{正}}(\text{H}_2)$
 - $v_{\text{正}}(\text{HCl}) = 4v_{\text{正}}(\text{SiCl}_4)$
 - 混合气体密度保持不变
 - $c(\text{N}_2) : c(\text{H}_2) : c(\text{HCl}) = 1 : 3 : 6$
34. 若平衡时 H_2 和 HCl 的物质的量之比为 $\frac{m}{n}$ ，保持其它条件不变，降低温度后达到新的平衡时， H_2 和 HCl 的物质的量之比 $\underline{\quad}$ $\frac{m}{n}$ (填“>”、“=”或“<”)。

【答案】31. 0.02、 $\frac{[\text{HCl}]^{12}}{[\text{H}_2]^6[\text{N}_2]^2[\text{SiCl}_4]^3}$ (2分)； 32.bd (2分)

33.ac (2分)； 34.< (2分)

【解析】

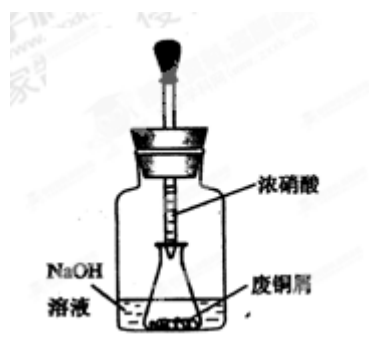
试题分析：(31) 由方程式可知固体 (Si_3N_4) 质量增加 2.80g 时消耗 $n(\text{H}_2) = 2.80\text{g} / 140\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} \times 6 = 0.12\text{mol}$ ，故 $v(\text{H}_2) = 0.12\text{mol} / (2\text{L} \cdot 3\text{min}) = 0.02\text{mol} / (\text{L}\cdot\text{min})$ ；利用反应方程式可直接写出反应的平衡常数表达式。(32) 因反应为放热反应，故反应达到平衡后，升高温度，平衡逆向移动，平衡常数 K 减小，b 正确、温度

不变，加压或改变反应物的浓度等平衡常数不变，a 错误、其他条件不变，增加固体 Si_3N_4 平衡不移动，c 错误、其他条件不变，增大 HCl 的物质的量，平衡向消耗 HCl 的逆反应方向移动，d 正确。(33) 利用化学反应速率之比等于化学方程式计量系数比可知 a 项叙述表示 $v_{\text{正}}=v_{\text{逆}}$ ，表示反应达到平衡态；b 项均表示正反应，无论反应是否处于平衡态，都成立；d 项表示的浓度关系与是否平衡无关；混合气体密度不变说明溶液中气体质量不变，而平衡移动则气体质量改变，所以 c 项表示达到平衡态。(34) 降低温度，平衡正向移动， $n(\text{H}_2)/n(\text{HCl})$ 变小。

考点：本题考查化学反应速率与化学平衡，意在考查考生的思维能力和分析、推断能力。

七、(本题共 12 分)

碱式碳酸铜【 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 】是一种用途广泛的化工原料，实验室以废铜屑为原料制取碱式碳酸铜的步骤如下：



步骤一：废铜屑制硝酸铜

如图，用胶头滴管吸取浓 HNO_3 缓慢加到锥形瓶内的废铜屑中(废铜屑过量)，充分反应后过滤，得到硝酸铜溶液。

步骤二：碱式碳酸铜的制备

向大试管中加入碳酸钠溶液和硝酸铜溶液，水浴加热至 70°C 左右，用 0.4 mol/L 的 NaOH 溶液调节 pH 至 8.5，振荡，静置，过滤，用热水洗涤，烘干，得到碱式碳酸铜产品。

完成下列填空：

35. 写出浓硝酸与铜反应的离子方程式。
36. 上图装置中 NaOH 溶液的作用是__。反应结束后，广口瓶内的溶液中，除了含有 NaOH 外，还有____(填写化学式)。
37. 步骤二中，水浴加热所需仪器有____、__(加热、夹持仪器、石棉网除外)；洗涤的目的是____。
38. 步骤二的滤液中可能含有 CO_3^{2-} ，写出检验 CO_3^{2-} 的方法。
39. 影响产品产量的主要因素有____。

40. 若实验得到 2.42 g 样品(只含 CuO 杂质), 取此样品加热至分解完全后, 得到 1.80 g 固体, 此样品中碱式碳酸铜的质量分数是_____。

【答案】35. $\text{Cu}+4\text{H}^++2\text{NO}_3^- \rightarrow \text{Cu}^{2+}+2\text{NO}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ (2分)

36. 吸收氮氧化物(合理即给分); NaNO_3 、 NaNO_2 (2分)

37. 烧杯、温度计; 除去产品表面吸附的硝酸钠(3分)

38. 取样, 加入稀盐酸, 将产生的气体通入澄清石灰水, 溶液变浑浊, 说明有 CO_3^{2-} 。(1分)

39. 温度、PH (2分) 40. 0.92 (2分)

【解析】

试题分析: (36) 广口瓶内铜与浓硝酸反应生成大气污染气体 NO_x , NaOH 溶液可用来吸收 NO_x 。利用 $\text{NO}_2+\text{NaOH} \rightarrow \text{NaNO}_2+\text{NaNO}_3+\text{H}_2\text{O}$ 可知, 反应结束后, 广口瓶的溶液中, 除了剩余的 NaOH 外, 还有新生成的 NaNO_2 与 NaNO_3 。(37) 因反应器为大试管, 故水浴加热中用来盛放水的仪器可以选用烧杯、温度计(测定水温); 洗涤可除去碱式碳酸铜表面的吸附的硝酸钠。(39) 由步骤 2 可知实验成功的关键是控制溶液 PH 和反应温度, 故影响产品质量的主要因素为温度、PH。(40) 碱式碳酸铜完全分解得到 CuO , 设样品中碱式碳酸铜的质量分数为 x , 依据碱式碳酸铜的方程式, 利用“差量法”可得: $222:62=2.42x:(2.42-1.80)$, 解得 $x=0.92$ 。

考点: 元素及化合物 化学实验

八、(本题共 12 分)

碳酸氢铵是一种重要的铵盐。实验室中, 将二氧化碳通入氨水可制得碳酸氢铵, 用碳酸氢铵和氯化钠可制得纯碱。

完成下列填空:

41. 二氧化碳通入氨水的过程中, 先有__晶体(填写化学式)析出, 然后晶体溶解, 最后析出 NH_4HCO_3 晶体。

42. 含 0.800 mol NH_3 的水溶液质量为 54.0 g, 向该溶液通入二氧化碳至反应完全, 过滤, 得到滤液 31.2g, 则 NH_4HCO_3 的产率为____%。

43. 粗盐(含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+})经提纯后, 加入碳酸氢铵可制得碳酸钠。实验步骤依次为:

①粗盐溶解; ②加入试剂至沉淀完全, 煮沸; ③__; ④加入盐酸调 pH; ⑤加入__; ⑥过滤; ⑦灼烧, 冷却, 称重。

44. 上述步骤②中所加入的试剂为_____、_____。

45. 上述步骤④中加盐酸调 pH 的目的是__。

46. 为探究 NH_4HCO_3 和 NaOH 的反应，设计实验方案如下：

含 $0.1 \text{ mol NH}_4\text{HCO}_3$ 的溶液中加入 0.1 mol NaOH ，反应完全后，滴加氯化钙稀溶液。

若有沉淀，则 NH_4HCO_3 与 NaOH 的反应可能为_____ (写离子方程式)；

若无沉淀，则 NH_4HCO_3 与 NaOH 的反应可能为_____ (写离子方程式)。

该实验方案有无不妥之处？若有，提出修正意见。

【答案】 (本题共 12 分)

41. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ (1 分) ； 42. 92% (2 分)； 43. 过滤、碳酸氢铵 (2 分)

44. 氢氧化钠、碳酸钠 (2 分) ； 45. 中和过量的氢氧化钠和碳酸钠 (2 分)

46. $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 需先煮沸，然后滴加氯化钙稀溶液 (3 分)

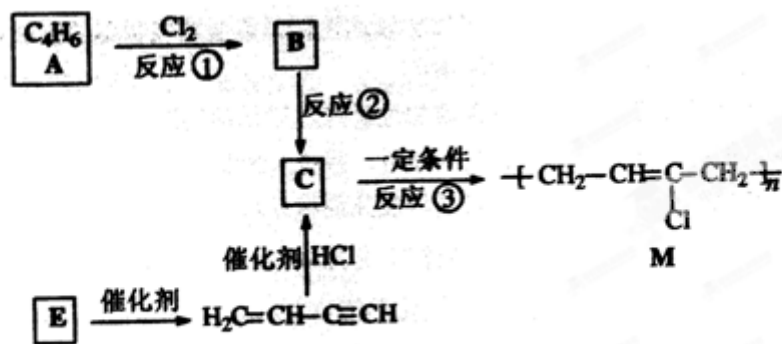
【解析】

试题分析：(41) 将 CO_2 通入氨水中首先生成 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 晶体析出，随 CO_2 不断通入， $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 和 CO_2 作用转化为 NH_4HCO_3 晶体，最终析出 NH_4HCO_3 晶体。(42) 该氨水完全反应需通入 0.8 mol CO_2 ，过滤得到 $m(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 54.0 \text{ g} + 0.8 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 31.2 \text{ g} = 58 \text{ g}$ ，理论上应得到 $m(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 0.8 \text{ mol} \times 79 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 63.2 \text{ g}$ ，故实验 NH_4HCO_3 的产率为： $58 \text{ g} / 63.2 \text{ g} = 92\%$ 。(43) 粗盐提纯步骤应是向粗盐溶液中加入沉淀剂、过滤 (除去沉淀)，然后加入盐酸，调 PH (除去前面加入沉淀剂引入的 OH^- 与 CO_3^{2-})，此时溶液为纯净的 NaCl 溶液，再向该溶液中加入碳酸氢铵，即可析出溶解度较小的碳酸氢钠，然后过滤、洗涤得到纯净 NaHCO_3 ，将 NaHCO_3 加热得到 Na_2CO_3 。(44) 步骤 2 中加入沉淀剂为 NaOH (用来除去 Mg^{2+})、碳酸钠 (用来除去 Ca^{2+})。(46) 因向 NH_4HCO_3 溶液中加入 NaOH 时，发生的离子反应有： $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 与 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，若 NaOH 量不足，则两反应存在先后次序问题，故实验中若产生沉淀，说明反应后溶液中含有 CO_3^{2-} ，证明先发生 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，否则先发生 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

考点：元素及化合物 化学实验

九、(本题共 8 分)

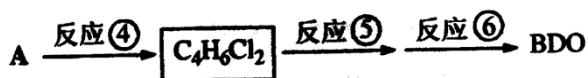
氯丁橡胶 M 是理想的电线电缆材料，工业上可由有机化工原料 A 或 E 制得，其合成路线如下图所示。



已知： $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}$ 由 E 二聚得到。

完成下列填空：

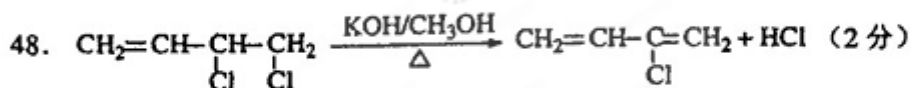
47. A 的名称是_____ 反应③的反应类型是_____
48. 写出反应②的化学反应方程式。
49. 为研究物质的芳香性，将 E 三聚、四聚成环状化合物，写出它们的结构简式。
鉴别这两个环状化合物的试剂为_____。
50. 以下是由 A 制备工程塑料 PB 的原料之一 1,4-丁二醇(BDO)的合成路线：





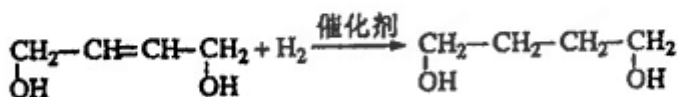
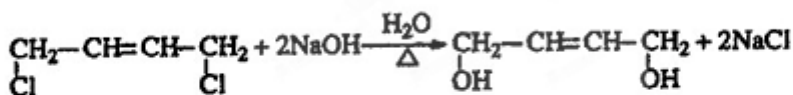
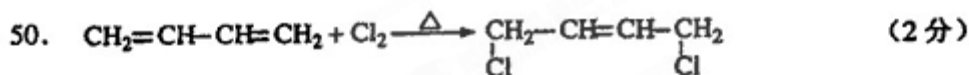
写出上述由 A 制备 BDO 的化学反应方程式。

【答案】 (本题共 8 分)

47. 1,3-丁二烯；加聚 (2分)



49.   ; 溴水 (或高锰酸钾溶液, 合理即给分) (2分)



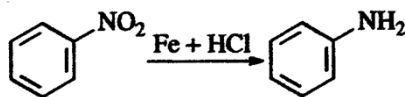
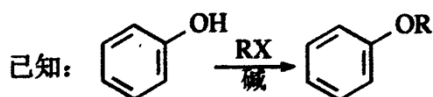
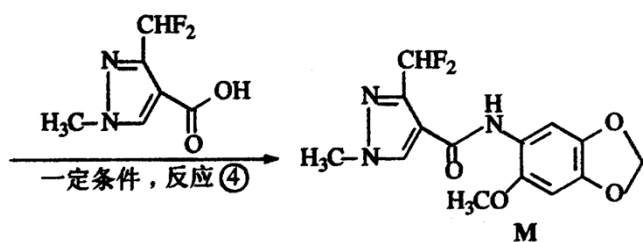
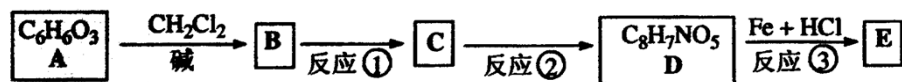
【解析】

试题分析：(47) 由合成图和 M 的结构简式可知 C 为 2-氯-1,3-丁二烯，反应③为加聚反应生成高分子；利用 C 的结构简式和 A 的分子式可知 A 为 1,3-丁二烯。(48) B 为 1,3-丁二烯与氯气发生 1,2 加成产物，结合 C 的结构可知 B→C 为在碱的醇溶液中发生消去反应，由此可写出反应方程式。(49) 利用题中信息可知 E 为乙炔，故三聚环状产物为苯、四聚得到的环状产物为环辛四烯，鉴别苯与环辛四烯可用溴水（苯发生萃取而使溴水褪色、环辛四烯则与溴发生加成反应使溴水褪色）或酸性高锰酸钾溶液（苯不能使酸性高锰酸钾溶液褪色、环辛四烯能使酸性高锰酸钾溶液褪色）。

考点：有机推断与有机合成

十、(本题共 12 分)

据报道，化合物 M 对番茄灰霉菌有较好的抑菌活性，其合成路线如下图所示。



完成下列填空：

51. 写出反应类型。

反应③_____ 反应④_____

52. 写出结构简式。

A_____ E_____

53. 写出反应②的化学方程式。

54. B 的含苯环结构的同分异构体中，有一类能发生碱性水解，写出检验这类同分异构体中的官能团(酚羟基除外)的试剂及出现的现象。

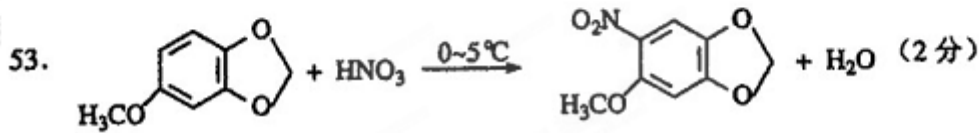
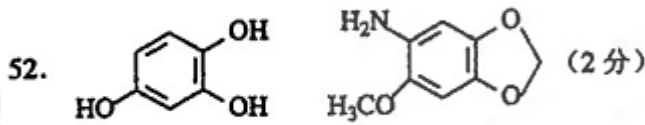
试剂(酚酞除外)_____ 现象_____

55. 写出两种 C 的含苯环结构且只含 4 种不同化学环境氢原子的同分异构体的结构简式。

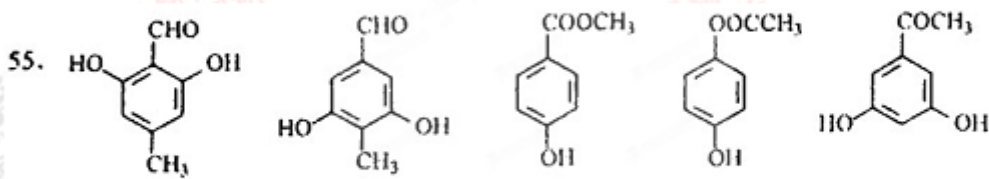
56. 反应①、反应②的先后次序不能颠倒，解释原因。

【答案】(本题共 12 分)

51. 还原 取代 (2分)



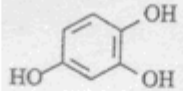
54. 银氨溶液, 有银镜出现 (或新制氢氧化铜, 有砖红色沉淀生成) (2分)



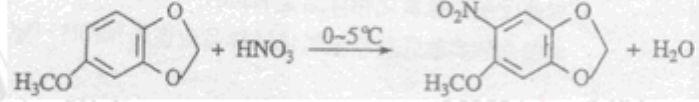
以上结构中的任意两种。(合理即给分) (2分)

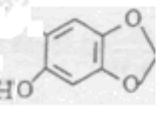
56. B 中有酚羟基, 若硝化, 会被硝酸氧化而降低 M 的产率。(2分)

【解析】

试题分析: (51) 利用 M 的结构简式和 A 分子式可知 A 的结构简式为:  , 然后利用合成图中有关的反应条件和信息可知反应③为 D 中 $-NO_2$ 还原为 $-NH_2$, 发生还原反应; 反应④为 E 中 $-NH_2$ 与另一反应物的 $-COOH$ 发生取代反应 (形成肽键)。(52) 利用反应④和 M 的结构简式可逆推知 E 的结构简

式为: 。(53) 由 E 的结构简式可逆推知 D 的结构简式, 从而知反应②硝化反应, 故方

程式为: 。(54) 符合条件的同分异构体为酚羟基与甲酸形成的酯, 甲酸酯具有醛基的性质, 可用银氨溶液或新制氢氧化铜悬浊液检验。(56) B

() 中含有酚羟基, 若反应①、②颠倒, 先发生硝化反应时可氧化酚羟基, 降低 M 的产率。

考点: 有机推断与有机合成

十一、(本题共 16 分)

钠是活泼的碱金属元素, 钠及其化合物在生产和生活中有广泛的应用。

完成下列计算：

57. 叠氮化钠(NaN_3)受撞击完全分解产生钠和氮气，故可应用于汽车安全气囊。若产生 40.32 L(标准状况下)氮气，至少需要叠氮化钠___g。

58. 钠-钾合金可在核反应堆中用作热交换液。5.05 g 钠-钾合金溶于 200 mL 水生成 0.075 mol 氢气。

(1)计算溶液中氢氧根离子的物质的量浓度(忽略溶液体积变化)。

(2)计算并确定该钠-钾合金的化学式。

59. 氢氧化钠溶液处理铝土矿并过滤，得到含铝酸钠的溶液。向该溶液中通入二氧化碳，有下列反应



已知通入二氧化碳 336 L(标准状况下)，生成 24 mol $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 15 mol Na_2CO_3 ，若通入溶液的二氧化碳为 112L (标准状况下)，计算生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 Na_2CO_3 的物质的量之比。

60. 常温下，称取不同氢氧化钠样品溶于水，加盐酸中和至 $\text{pH}=7$ ，然后将溶液蒸干得氯化钠晶体，蒸干过程中产品无损失。

	氢氧化钠质量(g)	氯化钠质量(g)
①	2.40	3.51
②	2.32	2.34
③	3.48	3.51

上述实验①②③所用氢氧化钠均不含杂质，且实验数据可靠。通过计算，分析和比较上表 3 组数据，给出结论。

【答案】 57. 78 (2分)；

58. (5分)

$$(1) c(\text{OH}^-) = \frac{0.075 \times 2}{200} \times 1000 = 0.75 \text{ (mol/L)}$$

$$(2) \text{ 设上述合金中含 } a \text{ mol Na、} b \text{ mol K, } \begin{cases} a+b=0.75 \times 2 \\ 23a+39b=5.05 \end{cases}$$

$$a=0.050 \text{ mol} \quad b=0.10 \text{ mol, 该钠-钾合金化学式为 } \text{NaK}_2$$

59. (4分) 溶液含 NaOH ， NaOH 与 CO_2 反应生成的 Na_2CO_3 ： $15 - \frac{1}{2} \times 24 = 3 \text{ (mol)}$

$$112 \text{ L CO}_2 \text{ 的物质的量: } 112 / 22.4 = 5 \text{ (mol)} \quad n[\text{Al}(\text{OH})_3] : n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = [(5-3) \times 2] : 5 = 4 : 5。$$

60. (5分) 由 NaCl 质量推算，氢氧化钠样品摩尔质量为：

$$M_1(\text{NaOH}) = \frac{58.5}{3.51} \times 2.40 = 40 \text{g/mol}$$

$$M_2(\text{NaOH}) = \frac{58.5}{2.34} \times 2.32 = 58 \text{g/mol}$$

$$M_3(\text{NaOH}) = \frac{58.5}{3.51} \times 3.48 = 58 \text{g/mol}$$

结论：实验①所取氢氧化钠样品是 NaOH；实验②和③所取氢氧化钠样品应该是 NaOH·H₂O。

【解析】

试题分析：(57) 利用“N”守恒可知需 $m(\text{NaN}_3) = (40.32\text{L}/22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}) \times 2/3 \times 65\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 78\text{g}$ 。(58) ①由反应方程式可知产生 1molH₂同时生成 2molOH⁻，故 $c(\text{OH}^-) = (0.075\text{mol} \times 2)/0.2\text{L} = 0.75\text{mol/L}$ ；②设合金中 Na、K 的物质的量分别为 amol、bmol，然后利用质量守恒与得失电子守恒可得方程式： $a+b=0.75 \times 2$ 和 $23a+39b=5.05$ ，解之得 $a=0.050\text{mol}$ 、 $b=0.10\text{mol}$ ，故可得到合金的化学式为 NaK₂。(59) 若溶液中仅含 NaAl(OH)₄，利用方程式可知得到 24molAl(OH)₃的同时生成 12molNa₂CO₃，而实际得到 24molAl(OH)₃与 15molNa₂CO₃，说明溶液中含有 NaOH，且 NaOH 优先与 CO₂反应生成 Na₂CO₃，利用 Na 守恒知溶液中 $n(\text{NaOH}) = (15-12) \text{mol} \times 2 = 6\text{mol}$ ，故通入 112LCO₂ (5mol) 先与 NaOH 作用消耗 CO₂3mol 生成 3mol Na₂CO₃，然后 2molCO₂ 与 NaAl(OH)₄ 作用得到 4molAl(OH)₃ 和 2mol Na₂CO₃，故生成 $n[\text{Al}(\text{OH})_3]:n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 4:(3+2) = 4:5$ 。(60) 由 $\text{NaOH}+\text{HCl}=\text{NaCl}+\text{H}_2\text{O}$ 可知溶液 PH=7 时，二者恰好反应，故三次实验得到的固体均为纯净的氯化钠，故利用“钠守恒”得 $m(\text{NaCl})/M(\text{NaCl}) = m(\text{氢氧化钠样品})/M(\text{氢氧化钠样品})$ ，利用该式和题中数据可计算出三次实验中所取氢氧化钠样品的摩尔质量，进而可得出结论。

考点：本题以元素化合物为载体命题，意在考查考生的计算能力和分析、推理能力。