

# 2015 年普通高等学校招生全国统一考试（上海卷）

## 化学试卷

相对原子质量：H-1 C-12 N-14 O-16 Na-23 Cl-35.5 Ca-40

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. 中国科学技术名词审定委员会已确定第 116 号元素 Lv 的名称为鉝。关于  ${}_{116}^{293}\text{Lv}$  的叙述错误的是（ ）

- A. 原子序数 116
- B. 中子数 177
- C. 核外电子数 116
- D. 相对原子质量 293

**【答案】D**

**【解析】**元素符号左下角表示的是原子核内的质子数，原子核内的质子数等于该元素的原子序数，所以该元素的原子序数是 116，正确。B. 在原子符号的左上角表示的该元素原子的质量数，质量数就是质子数与中子数的和，所以该原子的中子数是  $293-116=177$ ，正确。C. 对于元素的原子来说，原子核内的质子数等于原子核外的电子数，等于元素的原子序数，所以该原子的原子核外电子数 116，正确。D. 293 只表示该同位素原子的质量数，由于不知道该元素有学科网几种同位素原子，各种同位素原子的含量是多少，因此不能确定该元素的相对原子质量，错误。

**【考点定位】**本题考查了元素原子的符号的表示及相互关系的知识。

**【名师点睛】**物质的性质决定物质的用途，而物质的性质则由物质的结构决定。原子结构是物质结构的基础。要掌握原子的结构及反应变化时是原子的哪一构成部分发生变化。原子是由原子核和核外电子构成，原子核是由质子、中子构成。不同元素的原子质子数不同，同一元素的原子质子数相同，而中子数可能不同，原子核外电子数与原子核内质子数相等，等于元素的原子序数。在发生反应是元素原子的最外层电子发生变化，而原子核不变，在表示元素的原子时，元素符号左上角表示质量数，即质子与中子数的和，左下角表示质子数，由于元素符号已经可以知道元素的种类和质子数，因此有时左下角的质子数也可以不写。掌握原子表示的各个角标的含义是本题的关键。

2. 下列物质见光不会分解的是（ ）

- A. HClO
- B.  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- C.  $\text{HNO}_3$
- D.  $\text{AgNO}_3$

【答案】B

【解析】A. HClO 不稳定，光照发生分解反应产生 HCl 和 O<sub>2</sub>，反应方程式是： $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{HCl} + \text{O}_2\uparrow$ ，错误。B. NH<sub>4</sub>Cl 在加热时发生分解反应，而在光照时不会分解，正确。C. HNO<sub>3</sub> 不稳定，在加热或光照时发生分解反应，方程式是： $4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，错误。D. AgNO<sub>3</sub> 不稳定，光照发生分解反应，方程式是： $2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ ，错误。

【考点定位】考查物质的稳定性与反应条件的关系的知识。

【名师点睛】我们在使用物质、研究物质、保存物质时，都应该考虑的性质。物质的性质包括物理性质和化学性质，物理性质包括物质的颜色、状态、溶解性、挥发性、熔沸点、导电性等。物质的化学性质包括物质的稳定性、酸性、碱性、氧化性、还原性等。只有掌握了物质的性质，在保存物质、使用物质时才可以方法得到，使物质不发生变质、达到应有的实验效果和实验目的。上述几种物质都不稳定，有的干燥容易分解，有的加热容易分解，掌握好其分解条件是本题的关键。

3. 某晶体中含有极性键，关于该晶体的说法错误的是（ ）
- A. 不可能有很高的熔沸点                      B. 不可能是单质
- C. 可能是有机物                                      D. 可能是离子晶体

**【答案】** A

**【解析】** A. 在  $\text{SiO}_2$  晶体中含有极性共价键  $\text{Si-O}$  键，由于该晶体的原子晶体，原子之间通过共价键结合，断裂需要吸收很高的能量，因此该物质的熔沸点很高，错误。B. 同种元素的原子形成的共价键是非极性共价键，不同种元素的原学科网子形成的共价键是极性共价键，因此含有极性键的物质不可能是单质，正确。C. 若该极性键存在于含有 C 元素的化合物，如  $\text{CH}_4$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  等，则相应的物质是有机物，正确。D. 离子化合物中一定含有离子键，可能含有极性共价键，如  $\text{NaOH}$ ，也可能含有非极性共价键，如  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ，因此含有极性键的化合物可能是离子晶体，正确。

**【考点定位】** 考查极性共价键存在的物质类别的判断的知识。

**【名师点睛】** 物质的存在状态有气态、液体、固体，固态物质有的就是以晶体的形式存在，在晶体中构成微粒及微粒的相互作用力的种类及影响都应该了解。晶体类型有金属晶体、离子晶体、原子晶体、分子晶体四类。金属晶体构成微粒是金属阳离子和自由电子，微粒之间的作用力是金属键；离子晶体构成微粒阳离子、阴离子，微粒之间的作用力是离子键。在离子晶体中一定含有离子键，可能含有共价键（极性共价键或非极性共价键）；原子晶体构成微粒是原子（可能是同种元素或不同种元素的原子），作用力是共价键；分子晶体构成微粒是分子，分子之间存在范德华力。在分子中可能含有共价键，也可能是单原子分子，则没有化学键。各类晶体熔沸点一般的变化规律：原子晶体>离子晶体>金属晶体>分子晶体。掌握晶体类型、及晶体中含有的作用力、相对大小是本题的关键。

4. 不能作为判断硫、氯两种元素非金属性强弱的依据是（ ）
- |               |                      |
|---------------|----------------------|
| A. 单质氧化性的强弱   | B. 单质沸点的高低           |
| C. 单质与氢气化合的难易 | D. 最高价氧化物对应的水化物酸性的强弱 |

**【答案】**B

**【解析】**A. 元素的非金属性越强，其单质获得电子的能力就越强，因此单质氧化性就越强。故可以通过比较单质氧化性的强弱，判断元素的非金属性的强弱，正确。B. S 单质、Cl<sub>2</sub> 都是分子晶体，分子之间通过分子间作用力结合，分子间作用力越大，物质的熔沸点就越高，这与元素的非金属性强弱无关，错误。C. 元素的非金属性越强，其单质与氢气化合形成氢化物就越容易，形成的氢化物的稳定性就越强。因此可以比较元素的非金属性的强弱，正确。D. 元素的非金属性越强，其最高价氧化物对应的水化物的酸性就越强，因此可以通过比较硫、氯两种元素最高价氧化物对应的水化物酸性的强弱比较元素的非金属性的强弱，正确。

**【考点定位】**考查比较元素非金属性强弱的判断依据的正误的知识。

**【名师点睛】**元素周期表是学习化学的工具，元素周期律是化学学习的重要规律。利用元素周期表、元素周期律，结合元素的位、构、性三者的密切关系进行元素推断是化学重要的知识。元素原子的核外电子层数是元素在周期表的周期数，最外层电子数是元素原子所在的主族序数，同一周期随着元素原子序数的增大，原子半径逐渐减小，元素的金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强；同一主族的元素从上到下，原子半径逐渐增大，元素的金属性逐渐增强，非金属性逐渐减弱。掌握元素的金属性、非金属性强弱比较方法，结合元素所在的族序数与元素化合价的关系进行判断，确定其正确性。

5. 二氧化硫能使溴水褪色，说明二氧化硫具有（ ）

- A. 还原性      B. 氧化性      C. 漂白性      D. 酸性

**【答案】**A

**【解析】**二氧化硫能使溴水褪色,是由于发生反应:  $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$ 。在该反应在二氧化硫中的 S 元素的化合价升高,失去电子,表现还原性。故答案的 A。

**【考点定位】**考查二氧化硫的化学性质的知识。

**【名师点睛】**二氧化硫是学生非常熟悉的一种气态物质,其因为会造成大气污染、形成酸雨而臭名昭著。只有对其性质充分认识和了解,才可以合理利用,对污染进行治理,对环境进行保护,才可以变废为宝,达到物尽其用的目的。二氧化硫是酸性氧化物,检验酸性氧化物的通性,还具有漂白性、氧化性、还原性,主要表现还原性。掌握 SO<sub>2</sub> 的化学性质是了解各种溶液褪色原理的关键所在。

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. 将 Na、Na<sub>2</sub>O、NaOH、Na<sub>2</sub>S、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 分别加热熔化，需要克服相同类型作用力的物质有（ ）

- A. 2 种      B. 3 种      C. 4 种      D. 5 种

【答案】C

【解析】Na 是金属晶体，熔化破坏的是金属键。Na<sub>2</sub>O 是离子晶体，熔化时破坏的是离子键。NaOH 是离子化合物，熔化时断裂的是离子键。Na<sub>2</sub>S 是离子化合物，熔化时断裂的是离子键。Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 是离子化合物，熔化时断裂的是离子键。学科网故上述五种物质分别加热熔化，需要克服相同类型作用力的物质有 4 种，选项是 C。

【考点定位】考查物质的晶体类型与化学键的结合方式的关系的知识。

【名师点睛】固体物质熔化时破坏的作用力与晶体类型有关。金属晶体熔化断裂金属键；原子晶体熔化断裂共价键；离子晶体熔化断裂离子键，分子晶体熔化断裂分子间作用力。要对物质的结构进行认识，判断物质的晶体类型是本题的关键。

7. 检验用硫酸亚铁制得的硫酸铁中是否含有硫酸亚铁，可选用的试剂是（ ）

- A. NaOH                      B. KMnO<sub>4</sub>                      C. KSCN                      D. 苯酚

【答案】B

【解析】A. 若加入 NaOH，硫酸亚铁发生复分解反应产生的白色 Fe(OH)<sub>2</sub> 会被硫酸铁发生反应产生的红褐色的 Fe(OH)<sub>3</sub> 遮挡，不容易观察到，因此不能鉴定，错误。B. KMnO<sub>4</sub> 有氧化性，硫酸亚铁有还原性，会发生氧化还原反应，使 KMnO<sub>4</sub> 的紫色褪去，而硫酸铁不能与 KMnO<sub>4</sub> 发生反应，因此可以作为鉴定试剂，正确。C. KSCN 与硫酸铁会发生反应，使溶液变红色，而硫酸亚铁不能反应，因此无论硫酸亚铁是否存在，溶液都变红色，因此无法鉴定，错误。D. 苯酚与硫酸铁溶液发生显色反应，使溶液变为紫色，而与硫酸亚铁不能发生反应，无论硫酸亚铁是否存在，溶液都变紫色，所以不能作为鉴定试剂，错误。

【考点定位】考查物质的鉴定的知识。

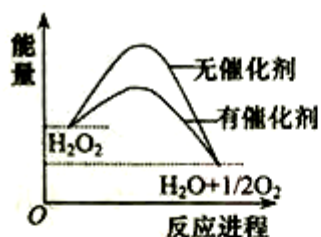
【名师点睛】硫酸亚铁含有的 Fe<sup>2+</sup> 有还原性，可以被强氧化剂 KMnO<sub>4</sub> 氧化为 Fe<sup>3+</sup>，Fe<sup>2+</sup> 与 OH<sup>-</sup> 会发生复分解反应，产生 Fe(OH)<sub>2</sub> 白色沉淀，这种物质不稳定，容易被空气中氧气氧化为红褐色 Fe(OH)<sub>3</sub> 沉淀，反应过程中会有灰绿色产生，而 Fe<sup>3+</sup> 与 OH<sup>-</sup> 会发生复分解反应，产生 Fe(OH)<sub>3</sub> 沉淀，遇苯酚溶液变为红色，而 Fe<sup>2+</sup> 则无现象，可以根据 Fe<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup> 的性质的不同加以鉴别，或确定某成分的存在。掌握 Fe<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup> 的性质是本题的关键。

8. 已知 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 在催化剂作用下分解速率加快，其能量随反应进程的变化如下图所示。下列说法正确的是（ ）

- A. 加入催化剂，减小了反应的热效应  
B. 加入催化剂，可提高 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的平衡转化率

C.  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解的热化学方程式:  $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + \text{Q}$

D. 反应物的总能量高于生成物的总能量



【答案】D

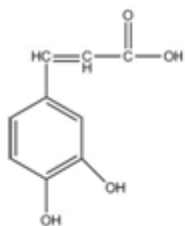
【解析】A. 加入催化剂, 减小了反应的活化能, 使反应在较低的温度下发生, 但是反应的热效应不变, 错误。B. 加入催化剂, 可提高  $\text{H}_2\text{O}_2$  的分解的反应速率, 该反应不是可逆反应, 而且催化剂不能使平衡发生移动, 因此不存在平衡转化率的提高与否, 错误。C. 在书写热化学方程式, 也要符合质量守恒定律, 而且要注明与反应的物质多少相对应的能量和物质的存在状态, 错误。D. 根据图示可知反应物的总能量高于生成物的总能量, 该反应是放热反应, 正确。

【考点定位】考查图示法在表示催化剂对化学反应的影响的知识。

【名师点睛】图像方法在化学反应原理的表示中有直观、形象、具体的特点, 在溶液的成分的确定、化学反应速率和化学平衡、沉淀的形成及溶解、化学反应过程的能量变化及反应的过程和反应的热效应中多有应用。反应的过程就是原子重新组合的过程, 在这个过程中断裂旧键吸收能量, 形成新的化学键放出热量。反应物的能量要高于生成物的能量就是放热反应, 生成物的能量若高于反应物的能量, 反应是吸热反应。看清反应物、生成物的能量的高低, 掌握反应的热效应的含义及反应原理, 是本题的关键。

9. 已知咖啡酸的结构如右图所示。关于咖啡酸的描述正确的是 ( )

- A. 分子式为  $\text{C}_9\text{H}_5\text{O}_4$
- B. 1mol 咖啡酸最多可与 5mol 氢气发生加成反应
- C. 与溴水既能发生取代反应, 又能发生加成反应
- D. 能与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液反应, 但不能与  $\text{NaHCO}_3$  溶液反应



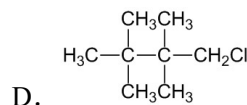
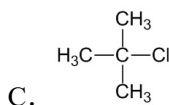
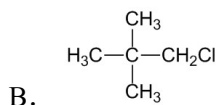
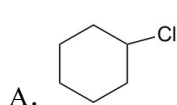
【答案】C

【解析】A. 根据咖啡酸的结构简式可知其分子式为  $C_9H_8O_4$ ，错误。B. 苯环和碳碳双键能够与氢气发生加成反应，而羧基有独特的稳定性，不能与氢气发生加成反应，所以  $1\text{mol}$  咖啡酸最多可与  $4\text{mol}$  氢气发生加成反应，错误。C. 咖啡酸含有碳碳双键，可以与溴水发生加成反应，含有酚羟基，可以与溴水发生取代反应，正确；D. 咖啡酸含有羧基，能与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液、 $\text{NaHCO}_3$  溶液反应，错误。

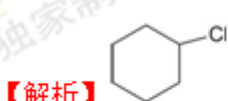
【考点定位】考查咖啡酸的结构与性质的知识。

【名师点睛】物质的结构决定物质的性质，对有机物来说，有机物的官能团对物质的性质其决定作用。要利用物质的结构简式、分子式的关系进行推断，掌握物质的官能团的性质、各类反应的特点及分子中含有的各个官能团的数目多少再行相应的计算是本题的关键。

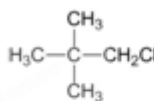
10. 卤代烃的制备有多种方法，下列卤代烃不适合由相应的烃经卤代反应制得的是（ ）



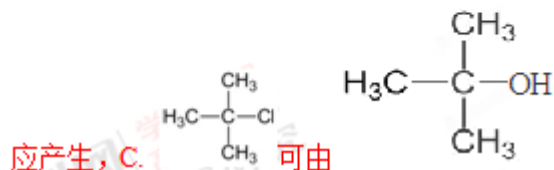
【答案】C



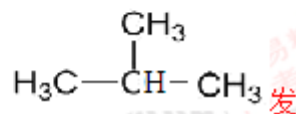
可由环己烷发生取代反应产生，错误。B.



可由 2,2-二甲基丙烷发生取代反



发生水解反应产生，而不适合用



生取代反应产生，，正确。D. 
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_3 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3\text{CH}_3 \end{array}$$
 可有 2,2,3,3-四甲基丁烷发生取代反应产生，错误。

【考点定位】考查物质制取的反应类型的判断的知识。

【名师点睛】烃会发生取代反应，取代反应是逐步进行的，同一种类的烃原子个数越多，发生取代反应的几率就越大。选项 Cl 原子所取代的 H 原子位置只有一个 H 原子，而其它位置的 H 原子则有 9 个，因此该取代反应产生的几率最小，制取的可能性很小。掌握烷烃的取代反应的特点是本题的关键。

11. 下列有关物质性质的比较, 错误的是 ( )

- A. 溶解度: 小苏打 < 苏打  
B. 密度: 溴乙烷 > 水  
C. 硬度: 晶体硅 < 金刚石  
D. 碳碳键键长: 乙烯 > 苯

**【答案】D**

**【解析】**A. 小苏打能溶于水, 苏打容易溶于水, 因此溶解度: 小苏打 < 苏打, 正确。B. 溴乙烷密度 > 1g/ml, 而水的密度等于 1g/ml, 因此密度: 溴乙烷 > 水, 正确。C. 晶体硅、金刚石都是原子晶体, 原子之间通过共价键结合, 由于原子半径  $C < Si$ , 所以共价键的强度:  $C-C > Si-Si$ , 共价键越强, 原子结合的就越牢固, 物质的硬度就越大。所以物质的硬度: 晶体硅 < 金刚石, 正确。D. 乙烯分子中碳碳键是碳碳双键, 而苯分子中的碳碳键是一种介于碳碳单键和碳碳双键之间的一种特殊的化学键, 所以键长: 乙烯 < 苯, 错误。

**【考点定位】**考查有关物质性质的比较的正误判断的知识。

**【名师点睛】**本题考查物质的物理性质及结构的知识。要掌握物质的溶解性及密度大小, 然后进行比较。

晶体硅 金刚石都是原子晶体, 原子半径越小, 原子之间的共价键越强, 原子之间的共价键越强, 物质的硬度越大。了解乙烯和苯等物质的分子结构, 才可以比较键长的大小, 因此掌握物质的分子结构、晶体结构和物质的物理性质是正确解答本题的关键。

12. 与氢硫酸反应有沉淀生成的电解质是 ( )

- A. 硫酸铜      B. 氢氧化钠      C. 硫酸亚铁      D. 二氧化硫

**【答案】A**

**【解析】**

**试题分析:** A.  $CuSO_4$  是盐, 属于电解质, 加入氢硫酸, 会发生反应:  $CuSO_4 + H_2S = CuS \downarrow + H_2SO_4$ , 产生黑色沉淀, 正确。B. 氢氧化钠是碱, 属于电解质, 与氢硫酸发生反应:  $2NaOH + H_2S = Na_2S + 2H_2O$ , 产生的  $Na_2S$  是可溶性的物质, 没有沉淀产生, 错误。C. 硫酸亚铁是盐, 属于电解质, 由于酸性: 硫酸 > 氢硫酸, 属于二者不能发生反应, 无沉淀产生, 错误。D. 二氧化硫与硫化氢会发生反应:  $SO_2 + 2H_2S = 3S \downarrow + 2H_2O$ , 产生沉淀, 但是  $SO_2$  是非电解质, 不符合题意, 错误。

**【考点定位】**考查物质的分类及反应现象的正确描述的知识。



**【名师点睛】**氢硫酸是酸，具有酸的通性，同时该物质具有还原性和不稳定性。可以根据其性质，结合反应产生的物质的溶解性大小，及物质的分类知识判断选项的正确性。以氢硫酸为线索，间接考查了物质的分类、物质的物理性质、化学性质是本题的目的。

13. 实验室回收废水中苯酚的过程如右图所示。下列分析错误的是 ( )

- A. 操作 I 中苯作萃取剂
- B. 苯酚钠在苯中的溶解度比在水中的大
- C. 通过操作 II 苯可循环使用
- D. 三步操作均需要分液漏斗

**【答案】**B

**【解析】**A. 苯酚容易溶于有机溶剂苯，而难溶于水，水与苯互不相溶，因此可用苯作萃取剂将含有苯酚的废水中的苯萃取出来，操作 I 中苯作萃取剂，正确。B. 苯酚钠容易溶于水，而难溶于苯，因此在苯中的溶解度比在水中的小，错误。C. 向萃取分液后的含有苯酚的溶液中加入 NaOH 溶液，发生反应： $\text{NaOH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} = \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$  容易溶于水，而与苯互不相溶，然后分液，得到的苯可再应用于含有苯酚的废水的处理，故通过操作 II 苯可循环使用，正确。D. 再向含有苯酚钠的水层加入盐酸，发生： $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{HCl} = \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaCl}$ ，苯酚难溶于水，密度比水大，在下层，通过分液与水分离，通过上述分析可知在三步操作中都要进行分液操作，因此要使用分液漏斗，正确。

**【考点定位】**考查废水中的物质回收利用的知识。

**【名师点睛】**化学是一门实验性学科。进行混合物的分离、提纯、物质的纯度的检验是化学经常要进行的化学实验。混合物分离方法有过滤、蒸馏、萃取、分液、热分解方法等。要根据被提纯的物质的性质及杂质的性质的不同，采用不同的方法分离结合分离方法确定仪器的使用及操作的步骤及先后。

14. 研究电化学腐蚀及防护的装置如右图所示。下列有关说法错误的是 ( )

- A. d 为石墨，铁片腐蚀加快
- B. d 为石墨，石墨上电极反应为： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$

- C. d 为锌块，铁片不易被腐蚀
- D. d 为锌块，铁片上电极反应为： $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow$



**【答案】D**

**【解析】**由于活动性： $\text{Fe} >$  石墨，所以铁、石墨及海水构成原电池，Fe 为负极，失去电子被氧化变为  $\text{Fe}^{2+}$  进入溶液，溶解在海水中的氧气在正极石墨上得到电子被还原，比没有形成原电池时的速率快，正确。B.d 为石墨，由于是中性电解质，所以发生的是吸氧腐蚀，石墨上氧气得到电子，发生还原反应，电极反应为： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ ，正确。C.若 d 为锌块，则由于金属活动性： $\text{Zn} >$  Fe，Zn 为原电池的负极，Fe 为正极，首先被腐蚀的是 Zn，铁得到保护，铁片不易被腐蚀，正确。D.d 为锌块，由于电解质为中性环境，发生的是吸氧腐蚀，在铁片上电极反应为： $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ ，错误。

**【考点定位】**考查金属的电化学腐蚀及防护的知识。

**【名师点睛】**电化学理论是化学学习的重要理论，特别是在科技迅速发展，人均能耗不断增加，能源日趋紧张的今天，了解电化学理论，实现能量的转化，减少对环境的污染和保护，都是非常必要的。电化学知识包括原电池和电解池，首先要确定装置是原电池还是电解池。确定方法是观察图示是否有电源，若有就是电解池，否则就是原电池。电解池工作时，阳极发生氧化反应，阴极发生还原反应。结合电解质溶液的酸碱性书写电极反应式、总反应方程式，并根据电性作用原理：同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引确定电解质溶液中离子移动的方向。原电池工作时，活动性强的电极为负极，发生氧化反应，活动性弱的电极为正极，正极上发生还原反应。要掌握电化学反应原理，结合电极及电解质溶液的酸碱性正确书写电极反应式，利用好图示及题干提供的信息，是本题解决的关键。

15. 一般情况下，前者无法决定后者的是 ( )
- A. 原子核外电子排布——元素在周期表中的位置
- B. 弱电解质的相对强弱——电离常数的大小
- C. 分子间作用力的大小——分子稳定性的高低
- D. 物质内部储存的能量——化学反应的热效应

**【答案】** C

**【解析】** A. 原子核外电子排布, 根据原子核外具有的电子层数确定元素所在的周期数, 根据元素原子的最外层电子数可确定元素所在的族序数。因此可以确定元素在周期表中的位置, 正确。B. 弱电解质在溶液中存在电离平衡, 当达到电离平衡时, 已经电离的电解质的分子电离产生的离子浓度的乘积与未电离的电解质分子浓度的比是个常数, 这个常数越大, 表明电解质越容易电离, 它只与温度有关, 而与其它外界条件无关。因此电解质的相对强弱可用电离常数的大小比较, 正确。C. 分子间作用力越大, 克服分子间作用力使物质融化或汽化需要消耗的能量就越高, 物质的熔沸点就越高, 这与物质的稳定性大小无关, 错误。D. 物质内部储存的能量越高, 物质发生反应时释放的能量就越大, 因此可以根据物质内部储存的能量, 判断化学反应的热效应, 正确。

**【考点定位】** 考查物质的性质及应用的正误判断的知识。

**【名师点睛】** 凡事都有因果关系, 但是有些原因与结果可能会没有关系, 这就需要掌握物质的原子结构、掌握原子核外电子排布规律、原子结构与元素周期表、元素周期律的关系及排布依据, 掌握比较电解质强弱判断比较的依据。掌握分子间范德华力与其作用及和物质稳定性的关系, 掌握物质含有的能量与化学键的键能及反应的热效应的关系。然后作出正确、合理的判断。

16. 短周期元素甲、乙、丙、丁的原子序数依次增大, 甲和丁的原子核外均有两个未成对电子, 乙、丙、丁最高价氧化物对应的水化物两两之间能相互反应。下列说法错误的是 ( )
- A. 元素丙的单质可用于冶炼金属                      B. 甲与丁形成的分子中由非极性分子
- C. 简单离子半径: 丁 > 乙 > 丙                      D. 甲与乙形成的化合物均有氧化性

**【答案】** D

**【解析】** 短周期元素甲、乙、丙、丁的原子序数依次增大, 甲和丁的原子核外均有两个未成对电子, 则甲的核外电子排布是  $1s^2 2s^2 2p^2$ , 甲是 C 元素, 丁的核外电子排布可能是  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ , 或  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ , 由于乙、丙、丁最高价氧化物对应的水化物两两之间能相互反应则丁是核外电子排布的  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ , 是 S 元素, 丙是 Al 元素, 甲是 Na 元素。A. 由于 Al 元素的金属活动性较强, 一般的还原剂不能把其从化合物中置换出来, 要用电解熔融的  $Al_2O_3$  的方法冶炼, 正确。B. C 与 S 元素形成的化合物  $CS_2$  中的化学键是极性共价键, 由于两个 S 原子在 C 原子的两侧, 键角  $180^\circ$ , 所以形成的分子是非极性分子, 正确。D. C 形成的化合物 CO 有强的还原性,  $CO_2$  有弱的氧化性; Na 形成的化合物  $Na_2O_2$  有强的氧化性, 而  $Na_2O$  则氧化性很弱, 错误。

**【考点定位】** 考查元素周期表、元素周期律的应用的知识。

**【名师点睛】**元素周期表是学习化学的工具，元素周期律是化学学习的重要规律。利用元素周期表、元素周期律，结合元素的位置、结构、性质三者的密切关系进行元素推断是化学重要的知识。元素原子的核外电子层数是元素在周期表的周期数，最外层电子数是元素原子所在的主族序数，同一周期随着元素原子序数的增大，原子半径逐渐减小，元素的金属性逐渐减弱，非金属性逐渐增强；同一主族的元素从上到下，原子半径逐渐增大，元素的金属性逐渐增强，非金属性逐渐减弱。电子层结构相同的离子核电荷数越大，原子序数越大，离子半径越小，电子层结构不同的离子，离子核外电子层数越多，离子半径就越大。金属的冶炼方法与金属活动性强弱有关，要掌握金属活动性及冶炼方法，结合物质的性质进行判断，确定其正确性。

17. 某无色溶液含有下列离子中的若干种： $\text{H}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 。向该溶液中加入铝粉，只放出  $\text{H}_2$ ，则溶液中能大量存在的离子最多有（ ）
- A. 3 种                      B. 4 种                      C. 5 种                      D. 6 种

**【答案】**C

**【解析】**含有  $\text{Fe}^{3+}$  的溶液显黄色，在无色溶液中不能大量存在； $\text{H}^+$  与  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{OH}^-$  会发生反应，不能大量共存； $\text{OH}^-$  与  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$  会发生反应，不能大量共存； $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  会发生反应，不能大量共存。向该溶液中加入铝粉，只放出  $\text{H}_2$ ，若溶液为碱性，则含有大量的  $\text{OH}^-$ 。还可能含有大量的  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 。离子最多 4 种；若溶液为酸性，学科网由于  $\text{H}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$  起硝酸的作用，加入 Al 不能产生氢气，所以含有的离子可能是： $\text{H}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cl}^-$ ，最多是 5 种离子。故选项是 C。

**【考点定位】**考查离子大量共存的知识。

**【名师点睛】**离子之间若不发生任何反应，则可以大量共存，若发生反应，则不能大量共存。离子之间发生的反应类型有复分解反应、氧化还原反应、络合反应、盐的双水解反应，还要掌握常见的有色离子有哪些、这些离子的颜色是什么颜色，有时还需要确定题干提供的信息，加入酸使指示剂呈现什么颜色；溶液的 pH 是多少时，溶液的离子哪些存在，Al 在酸性、碱性环境都会发生反应，若酸性环境反应产生氢气，则由于  $\text{HNO}_3$  有强的氧化性，不会存在  $\text{NO}_3^-$ 。掌握离子的性质、离子反应和离子共存知识是本题的关键。

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. 下列反应中的氨与反应  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$  中的氨作用相同的是（ ）
- A.  $2\text{Na} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2\uparrow$                       B.  $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- C.  $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \rightarrow 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$                       D.  $3\text{SiH}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{H}_2$

**【答案】** B、C

**【解析】** 在反应  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$  中 N 元素的化合价由反应前氨中的 -3 价变为反应后 NO 中的 +2 价，化合价升高，失去电子，氨气作还原剂。A. 在  $2\text{Na} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2\uparrow$  反应中，H 元素的化合价由  $\text{NH}_3$  中的 +1 价变为反应后  $\text{H}_2$  的 0 价，化合价降低，得到电子，所以  $\text{NH}_3$  作氧化剂，与上述反应的氨的作用不同，错误。B. 在  $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  中， $\text{NH}_3$  中的 N 化合价由 -3 价变为反应后的 0 价，失去电子，作还原剂，与上述反应相同，正确。C. 在  $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \rightarrow 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  中， $\text{NH}_3$  的 N 元素的化合价由 -3 价变为反应后  $\text{N}_2$  的 0 价，化合价升高，失去电子，作还原剂，与上述反应相同，正确。D. 在  $3\text{SiH}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{H}_2$  中， $\text{NH}_3$  的 N 元素的化合价没有发生变化，既不作氧化剂，也不作还原剂，错误。

**【考点定位】** 考查氨在不同的化学反应中的作用的正误判断的知识。

**【名师点睛】** 氧化还原反应是一类重要的化学反应，氧化还原反应中电子转移数目相等。氧化还原反应的实质是电子转移，特征是化合价的升降，反应实质、特征及反应类型的关系可以用 6 个字概括：升、失、氧，降、得、还；在氧化还原反应中元素的化合价升高，原子失去电子，发生氧化反应，作还原剂；元素的化合价降低，原子获得电子，发生还原反应，作氧化剂。元素化合价升降总数与原子失去或获得的电子数相等，要掌握反应的规律、配平技巧、有关的概念是本题的关键。

19. 离子方程式  $2\text{Ca}^{2+} + 3\text{HCO}_3^- + 3\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$  可以表示( )

- A.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  与  $\text{NaOH}$  溶液反应                      B.  $\text{NaHCO}_3$  与澄清石灰水反应  
C.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  与澄清石灰水反应                      D.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  与澄清石灰水反应

**【答案】** AB

**【解析】** A.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  与  $\text{NaOH}$  溶液按照 2:3 混合，会发生反应，离子方程式是： $2\text{Ca}^{2+} + 3\text{HCO}_3^- + 3\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$ ，正确。B.  $\text{NaHCO}_3$  与澄清石灰水按照 3:2 混合，发生反应，离子方程式是： $2\text{Ca}^{2+} + 3\text{HCO}_3^- + 3\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$ ，正确。C.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  与澄清石灰水反应，离子方程式是： $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ，错误。D.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  与澄清石灰水反应的离子方程式是： $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{NH}_4^+ + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ ，错误。

**【考点定位】** 考查化学反应方程式和离子方程式书写的正误判断的知识。

**【名师点睛】** 电解质在溶液中实质是以离子形式存在，离子在溶液中的反应就是离子反应，离子反应用离子方程式表示。电解质在溶液中发生离子反应时，要注意物质的量对反应的影响，弱酸弱碱盐与酸、碱都能发生反应，弱酸的酸式盐与强碱发生反应，二者的相对量的多少不同，反应不同，一定要结合

二者的性质书写离子方程式，并判断离子方程式的正误。

20. 对于合成氨反应，达到平衡后，以下分析正确的是( )

- A. 升高温度，对正反应的反应速率影响更大
- B. 增大压强，对正反应的反应速率影响更大
- C. 减小反应物浓度，对逆反应的反应速率影响更大
- D. 加入催化剂，对逆反应的反应速率影响更大

**【答案】**B

**【解析】**A. 合成氨反应的正反应是放热反应，升高温度，正反应、逆反应的反应速率都增大，但是温度对吸热反应的速率影响更大，所以对该反应来说，对逆速率影响更大，错误。B. 合成氨的正反应是气体体积减小的反应。增大压强，对正反应的反应速率影响更大，正反应速率大于逆反应速率，所以平衡正向移动，正确。C. 减小反应物浓度，使正反应的速率减小，由于生成物的浓度没有变化，所以逆反应速率不变，逆反应速率大于正反应速率，所以化学平衡逆向移动，错误。D. 加入催化剂，使正反应、逆反应速率改变的倍数相同，正反应、逆反应速率相同，化学平衡不发生移动，错误。

**【考点定位】**考查外界条件对可逆反应的正反应、逆反应速率的影响的判断的知识。

**【名师点睛】**化学反应速率、化学平衡是中学化学的重要理论，要掌握反应的实质、影响的因素。化学反应速率是衡量化学反应进行的快慢程度的物理量。反应进行快慢由参加反应的物质的本身性质决定，在物质不变时，温度、压强、催化剂、浓度、物质的颗粒大小、溶剂、光、紫外线等也会影响化学反应进行的快慢。化学平衡研究的是可逆反应进行的程度大小的，反应进行程度大小可以根据化学平衡常数判断。化学平衡常数越大，反应进行的程度就越大，外界条件会影响化学平衡，遵循化学平衡移动原理，要会用平衡移动原理来分析解决问题。

21. 工业上将  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{S}$  以 1:2 的物质的量之比配成溶液，再通入  $\text{SO}_2$ ，可制取  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，同时放出  $\text{CO}_2$ 。在该反应中 ( )

- A. 硫元素既被氧化又被还原
- B. 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1:2
- C. 每生成  $1\text{molNa}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，转移  $4\text{mol}$  电子
- D. 相同条件下，每吸收  $10\text{m}^3\text{SO}_2$  就会放出  $2.5\text{m}^3\text{CO}_2$

**【答案】**A

**【解析】**在反应物  $\text{Na}_2\text{S}$  中 S 元素的化合价为-2 价，在  $\text{SO}_2$  中 S 元素的化合价为+4 价，反应后产生的物质  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  中，S 元素的化合价为+2 价，介于-2 价与+4 价之间，因此硫元素既被氧化又被还原，正确。B. 根据题意可得在溶液中发生反应的方程式是： $\text{Na}_2\text{CO}_3+2\text{Na}_2\text{S}+4\text{SO}_2=3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3+\text{CO}_2$ ，在反应中氧化剂  $\text{SO}_2$  与还原剂  $\text{Na}_2\text{S}$  的物质的量之比为 4:2=2:1，错误。C. 根据 B 选项的方程式可知，每生成  $3\text{mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，转移  $8\text{mol}$  电子，则产生  $1\text{mol Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ，转移  $8/3\text{mol}$  电子，错误。D. 根据反应方程式可知消耗的  $\text{SO}_2$  与产生的  $\text{CO}_2$  的物质的量的比是 4:1，但是由于  $\text{SO}_2$  容易溶于水，而  $\text{CO}_2$  在水中溶解度较小。所以相同条件下，每吸收  $10\text{m}^3\text{SO}_2$  放出  $\text{CO}_2$  的体积小于  $2.5\text{m}^3$ ，错误。

**【考点定位】**考查工业上制取  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  的反应原理的知识。

**【名师点睛】**氧化还原反应是一类重要的化学反应，在氧化还原反应中，电子得失数目相等，要结合物质发生反应时物质之间的物质的量关系，结合物质中元素化合价的升降确定物质反应的多少、电子转移数目。要掌握氧化还原反应中规律、物质的作用、和有关计算技巧。

22. 将  $\text{O}_2$  和  $\text{NH}_3$  的混合气体  $448\text{mL}$  通过加热的三氧化二铬，充分反应后，再通过足量的水，最终收集到  $44.8\text{mL}$  气体。原混合气体中  $\text{O}_2$  的体积可能是（假设氨全部被氧化；气体体积均已换算成标准状况）（ ）

- A.  $231.5\text{mL}$       B.  $268.8\text{mL}$       C.  $287.5\text{mL}$       D.  $313.6\text{mL}$

**【答案】**BD

**【解析】**将  $\text{O}_2$  和  $\text{NH}_3$  的混合气体通过加热的三氧化二铬，发生反应： $4\text{NH}_3+5\text{O}_2 \xrightarrow[\text{加热}]{\text{催化剂}} 4\text{NO}+6\text{H}_2\text{O}$ 。充分反应后，再通过足量的水，发生反应： $4\text{NO}+3\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}=4\text{HNO}_3$ ，将两个方程式叠加，可得总反应方程式： $\text{NH}_3+2\text{O}_2=\text{HNO}_3+\text{H}_2\text{O}$ ，若最后得到的气体是  $\text{NO}$ ，则氧气完全反应，发生反应消耗的气体的体积是  $448\text{mL}-44.8\text{mL}=403.2\text{ml}$ ，其中含有的氧气是  $V(\text{O}_2)=403.2\text{ml}\times 2/3=268.8\text{mL}$ 。若最后剩余的气体是  $\text{O}_2$ ，则  $\text{O}_2$  应该是反应消耗的和剩余的两部分，氧气的体积是： $V(\text{O}_2)=403.2\text{ml}\times 2/3+44.8\text{mL}=313.6\text{mL}$ 。故答案是选项 BD。

**【考点定位】**考查反应物有过量时的化学计算的知识。

**【名师点睛】**本题涉及氧化还原反应的有关计算，对于多步反应的化学计算，要学会使用关系式方法、元素守恒、电子守恒确定物质之间的相互关系。先判断过量物质的成分，再结合物质反应中的关系判断所有的可能性。

四、（本题共 12 分）

白云石的主要成份是  $\text{CaCO}_3\cdot\text{MgCO}_3$ ，在我国有大量的分布。以白云石为原料生产的钙镁系列产品有广

泛的用途。白云石经煅烧、熔化后得到钙镁的氢氧化物，再经过碳化实现  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  的分离。碳化反应是

放热反应，化学方程式如下： $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2 + 3\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$

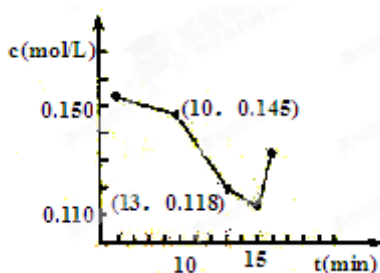
完成下列填空

23.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  的碱性比  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的碱性\_\_\_\_\_（选填“强”或“弱”）

$\text{Ca}(\text{OH})_2$  的溶解度比  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的溶解度\_\_\_\_\_（选填“大”或“小”）

24. 碳化温度保持在  $50\sim 60^\circ\text{C}$ 。温度偏高不利于碳化反应，原因是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。  
温度偏低，也不利于碳化反应，原因是\_\_\_\_\_。

25. 已知某次碳化时溶液中钙离子浓度随时间的变化如右图所示，在 10 min 到 13 min 之内钙离子的反应速率为\_\_\_\_\_。15 min 之后钙离子浓度增大，原因是\_\_\_\_\_（用化学方程式表示）。



26. Mg 原子核外电子排布式为\_\_\_\_\_；Ca 原子最外层电子的能量\_\_\_\_\_Mg 原子最外层电子的能量。（选填“低于”、“高于”或“等于”）

【答案】23. 强；大。

24. 平衡逆向移动、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  分解；反应速率慢。

25.  $0.009\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ ； $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 。

26.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ；高于。

【解析】

23. 元素的金属性越强，其最高价氧化物对应的水化物的碱性就越强。由于金属性  $\text{Ca} > \text{Mg}$ ，所以碱性  $\text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$ 。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  微溶于水，而  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  难溶于水，所以溶解度： $\text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$ 。

24. 发生的碳化反应化学方程式如下： $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2 + 3\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ ，该反应是放热反应，碳化温度保持在  $50\sim 60^\circ\text{C}$ 。温度偏高不利于碳化反应，原因是该反应是放热反应，升高温度，平衡向吸热的逆反应方向移动，不利于平衡的正向移动；二是  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  温度高，会发生分解反应，也不利于碳化。若温度偏低，反应速率慢，反应产生物质的效率低，因此对反应

的进行不利。

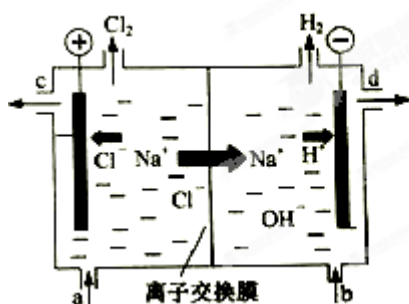
25. 根据图示在 10 min 到 13 min 之内钙离子的反应速率为  $v(\text{Ca}^{2+}) = (0.145 - 0.118) \text{ mol/L} \div 3 \text{ min} = 0.009 \text{ mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$ 。15 min 之后钙离子浓度增大，原因是产生的  $\text{CaCO}_3$  与水及溶解的  $\text{CO}_2$  发生反应： $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ，产生了溶于溶液的  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 。

26. Mg 是 12 号元素，原子核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ；Ca 与 Mg 是同一主族的元素，原子最外层电子数相同，但是由于 Ca 的原子半径比 Mg 大，最外层电子离原子核较远，克服核对其吸引力强，容易失去，变为  $\text{Ca}^{2+}$ 。所以 Ca 原子最外层电子的能量高于 Mg 原子最外层电子的能量。

**【考点定位】** 考查第 II 主族的金属元素镁和钙的性质比较的知识。

**【名师点睛】** 同一主族的元素原子，从上到下原子半径逐渐增大，元素的金属性逐渐增强，非金属性逐渐减弱。元素的非金属性越强，其最高价氧化物对应的水化物的酸性就越强，元素的金属性越强。其最高价氧化物对应的水化物的碱性越强。要根据发生反应的物质的性质确定反应条件、根据反应原理、化学反应速率等概念进行计算、判断。结合物质的结构和性质及定义判断是本题解决的关键。

五、(本题共 12 分) 氯碱工业以电解精制饱和食盐水的方法制取氯气、氢气、烧碱和氯的含氧酸盐等系列化工产品。下图是离子交换膜法电解食盐水的示意图，图中的离子交换膜只允许阳离子通过。



完成下列填空：

27. 写出电解饱和食盐水的离子方程式。\_\_\_\_\_

28. 离子交换膜的作用为：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

29. 精制饱和食盐水从图中\_\_\_\_\_位置补充，氢氧化钠溶液从图中\_\_\_\_\_位置流出。(选填“a”、“b”、“c”或“d”)

30.  $\text{KClO}_3$  可以和草酸 ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ )、硫酸反应生成高效的消毒杀菌剂  $\text{ClO}_2$ ，还生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{KHSO}_4$  等物质。

写出该反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

31. 室温下，0.1 mol/L  $\text{NaClO}$  溶液的 pH \_\_\_\_\_ 0.1 mol/L  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液的 pH。(选填“大于”、“小于”或“等于”)。浓度均为 0.1 mol/L 的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的混合溶液中， $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HSO}_3^-$ 、

$\text{HCO}_3^-$  浓度从大到小的顺序为\_\_\_\_\_。

已知:  $\text{H}_2\text{SO}_3$   $K_{a1}=1.54\times 10^{-2}$   $K_{a2}=1.02\times 10^{-7}$

$\text{HClO}$   $K_{a1}=2.95\times 10^{-8}$

$\text{H}_2\text{CO}_3$   $K_{a1}=4.3\times 10^{-7}$   $K_{a2}=5.6\times 10^{-11}$

【答案】 27.  $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ 。

28. 阻止  $\text{OH}^-$  进入阳极室, 与  $\text{Cl}_2$  发生副反应:  $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ; 阻止阳极产生的  $\text{Cl}_2$  和阴极产生的  $\text{H}_2$  混合发生爆炸。

29. a; d;

30.  $2\text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{KHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

31. 大于;  $\text{SO}_3^{2-} > \text{CO}_3^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{HSO}_3^-$ 。

【解析】

27. 电解饱和食盐水时, 溶液中的阳离子  $\text{H}^+$  在阴极得到电子变为  $\text{H}_2$  逸出, 使附近的水溶液显碱性, 溶液中的阴离子  $\text{Cl}^-$  在阳极失去电子, 发生氧化反应。产生  $\text{Cl}_2$ 。反应的离子方程式是  $2\text{Cl}^- +$

$2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{Cl}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$ 。

28. 图中的离子交换膜只允许阳离子通, 是阳离子交换膜, 可以允许阳离子通过, 不能使阴离子通过, 这样就可以阻止阴极溶液中的  $\text{OH}^-$  进入阳极室, 与氯气发生反应, 阻止  $\text{Cl}^-$  进入阴极室, 使在阴极区产生的  $\text{NaOH}$  纯度更高。同时可以阻止阳极产生的  $\text{Cl}_2$  和阴极产生的  $\text{H}_2$  混合发生爆炸。

29. 随着电解的进行, 溶质  $\text{NaCl}$  不断消耗, 所以应该及时补充。精制饱和食盐水从与阳极连接的图中 a 位置补充, 由于阴极  $\text{H}^+$  不断放电, 附近的溶液显碱性, 氢氧化钠溶液从图中 d 位置流出; 水不断消耗, 所以从 b 口不断加入蒸馏水, 从 c 位置流出的是稀的  $\text{NaCl}$  溶液。

30.  $\text{KClO}_3$  有氧化性,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  有还原性, 在酸性条件下  $\text{KClO}_3$  可以和草酸 ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) 生成高效的消毒杀菌剂  $\text{ClO}_2$ , 还生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{KHSO}_4$  等物质。则根据电子守恒及原子守恒, 可得该反应的化学方程式是:  $2\text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{KHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

31.  $\text{NaClO}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$  都是强碱弱酸盐, 弱酸根离子发生水解反应, 消耗水电离产生的  $\text{H}^+$ , 破坏了水的电离平衡, 当最终达到平衡时, 溶液中  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ , 所以溶液显碱性。形成盐的酸越弱, 盐水解程度就越大。消耗的离子浓度越大, 当溶液达到平衡时, 剩余的离子浓度就越小。由于  $\text{H}_2\text{SO}_3$  的  $K_{a2}=1.02\times 10^{-7}$ ;  $\text{HClO}$  的  $K_{a1}=2.95\times 10^{-8}$ , 所以酸性:  $\text{HSO}_3^- > \text{HClO}$ , 因此溶液的 pH:  $\text{NaClO} > \text{Na}_2\text{SO}_3$ 。

由于电离程度： $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HSO}_3^- > \text{HCO}_3^-$ ，浓度均为  $0.1 \text{ mol/L}$  的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的混合溶液中，水解程度： $\text{CO}_3^{2-} > \text{SO}_3^{2-}$ ，所以离子浓度： $\text{SO}_3^{2-} > \text{CO}_3^{2-}$ ；水解产生的离子浓度： $\text{HCO}_3^- > \text{HSO}_3^-$ 。但是盐的水解程度总的来说很小，主要以盐电离产生的离子存在。所以在该溶液中  $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HSO}_3^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$  浓度从大到小的顺序为  $\text{SO}_3^{2-} > \text{CO}_3^{2-} > \text{HCO}_3^- > \text{HSO}_3^-$ 。

**【考点定位】**考查电解原理的应用、氧化还原反应方程式的书写、电离平衡常数在比较离子浓度大小的应用的知识。

**【名师点睛】**氧化还原反应、电解原理、弱电解质的电离平衡理论、盐的水解、离子浓度大小比较是中学化学中的重要知识和理论，要掌握其反应原理、规律、方法、比较依据，再结合实际情况，进行正确的判断，得到相应的答案。

#### 六、(本题共 12 分)

过氧化钙 ( $\text{CaO}_2$ ) 是一种白色、无毒、难溶于水的固体，能杀菌消毒，广泛用于果蔬保鲜、空气净化、污水处理等方面。工业生产过程如下：

- ①在  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中加入  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ；
- ②不断搅拌的同时加入 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，反应生成  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  沉淀；
- ③经过陈化、过滤，水洗得到  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ，再脱水干燥得到  $\text{CaO}_2$ 。

完成下列填空

32. 第①步反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。第②步反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

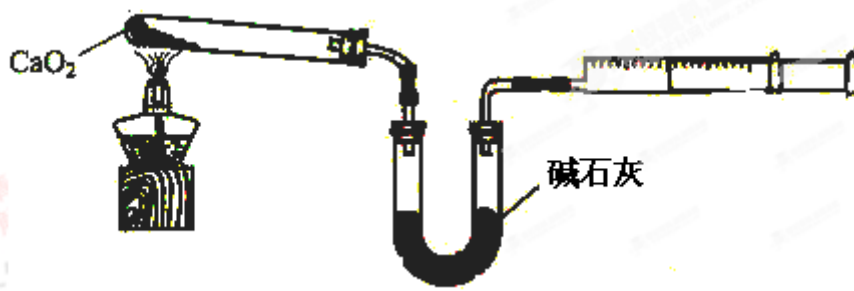
33. 可循环使用的物质是\_\_\_\_\_。

工业上常采用  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  过量而不是  $\text{H}_2\text{O}_2$  过量的方式来生产，这是因为\_\_\_\_\_。

34. 检验  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  是否洗净的方法是\_\_\_\_\_。

35.  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  加热脱水的过程中，需不断通入不含二氧化碳的氧气，目的是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

36. 已知  $\text{CaO}_2$  在  $350^\circ\text{C}$  迅速分解生成  $\text{CaO}$  和  $\text{O}_2$ 。下图是实验室测定产品中  $\text{CaO}_2$  含量的装置 (夹持装置省略)。



若所取产品质量是  $m$  g，测得气体体积为  $V$  mL（已换算成标准状况），则产品中  $\text{CaO}_2$  的质量分数为\_\_\_\_\_（用字母表示）。

过氧化钙的含量也可用重量法测定，需要测定的物理量有\_\_\_\_\_。

**【答案】** 32.  $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。  $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 = \text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ ；

33.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ；溶液显碱性，就可以抑制  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  的溶解，从而提高产品的产率。 $\text{H}_2\text{O}_2$  是弱酸性，会促进  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  的溶解，对物质的制取不利。

34. 取最后一次洗涤溶液，向其中加入  $\text{AgNO}_3$  溶液，再滴加几滴稀硝酸，若无白色沉淀产生，就证明洗涤干净，否则没有洗涤干净。

35. 防止  $\text{CO}_2$  与  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  分解产生的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  反应，使反应逆向进行，得到更多的  $\text{CaO}_2$ 。

36.  $\frac{4.5V}{7m}$  %；加热前过氧化钙及加热后固体质量不再发生改变时试管中固体的质量。

**【解析】**

32. 第①步在  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中加入  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，二者发生复分解反应，反应的化学方程式为  $2\text{NH}_4\text{Cl} +$

$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。②不断搅拌的同时加入 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$ ，反应生成  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  沉淀，反应的化学方程式是： $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 = \text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ ；

33. 根据上述 32 题分析可知，可循环使用的物质是  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 。工业上常采用  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  过量而不是  $\text{H}_2\text{O}_2$  过量的方式来生产，这是因为  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  过量，是溶液显碱性，就可以减少  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  的溶解，从而提高产品的产率

34.  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  是从含有  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的溶液中过滤出来的，若  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  洗涤干净，则表明上不含有  $\text{NH}_4\text{Cl}$  电离产生的  $\text{NH}_4^+$  或  $\text{Cl}^-$ ，所以检验  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  是否洗净的方法是取最后一次洗涤溶液，向其中加入  $\text{AgNO}_3$  溶液，再滴加几滴稀硝酸，若无白色沉淀产生，就证明洗涤干净，否则没有洗涤干净。

35.  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  加热脱水的过程中，会发生反应： $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ；

$2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。若通入氧气中含有二氧化碳，就会与反应产生的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  反应，使反应

正向进行，同时通入氧气，就可以使是装置中  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解率降低，因而可以得到更多的  $\text{CaO}_2$ 。

36. 已知  $\text{CaO}_2$  在  $350^\circ\text{C}$  迅速分解生成  $\text{CaO}$  和  $\text{O}_2$ 。反应的方程式是  $2\text{CaO}_2 \xrightarrow{350^\circ\text{C}} 2\text{CaO} + \text{O}_2\uparrow$ 。根据方程式可知，每有  $2\text{mol}$   $\text{CaO}_2$  发生反应，会产生  $1\text{mol}$   $\text{O}_2$ ，在标准状况下体积是  $22.4\text{L}$ 。现在产生标准状况下的氧气体积是  $V\text{ mL}$ ，则氧气的物质的量是  $n(\text{O}_2) = V \times 10^{-3} \text{L} / 22.4 \text{L/mol} = V / 22.4 \times 10^{-3} \text{mol}$ ；则反应的  $\text{CaO}_2$  的物质的量是  $n(\text{CaO}_2) = 2n(\text{O}_2) = V / 11.2 \times 10^{-3} \text{mol}$ ，则产品中  $\text{CaO}_2$  的质量分数为  $\varphi = [n(\text{CaO}_2)M + m] \times 100\% = [V / 11.2 \times 10^{-3} \text{mol} \times 72 \text{g/mol} + m] \times 100\% = \frac{4.5V}{7m} \%$ 。过氧化钙的含量也可用重量法测定，需要测定的物理量有灼烧前过氧化钙的质量及物质质量不再发生改变时剩余固体的质量。

**【考点定位】**考查  $\text{CaO}_2$  的制取原理、操作、及物质洗涤、纯度的测量的知识。

**【名师点睛】**物质反应时反应条件不同，发生的反应不同，要结合反应条件及物质的性质书写相应的反应方程式。在物质制取时，要从平衡移动角度分析反应条件的控制的意义，应用物质的量的有关关系、元素在反应中的守恒关系进行物质纯度计算。

#### 七、(本题共 12 分)

甲醛是深受关注的有机化合物。甲醛含量的测定有多种方法，例如：在调至中性的亚硫酸钠溶液中加入甲醛水溶液，经充分反应后，产生的氢氧化钠的物质的量与甲醛的物质的量相等，然后用已知浓度的硫酸滴定氢氧化钠。

完成下列填空：

37. 将  $4.00\text{ mL}$  甲醛水溶液加入到经调至中性的亚硫酸钠溶液中，充分反应后，用浓度为  $1.100\text{ mol/L}$  的硫酸滴定，至终点时耗用硫酸  $20.00\text{ mL}$ 。

甲醛水溶液的浓度为\_\_\_\_\_  $\text{mol/L}$ 。

38. 上述滴定中，若滴定管规格为  $50\text{mL}$ ，甲醛水溶液取样不能超过\_\_\_\_\_  $\text{mL}$ 。

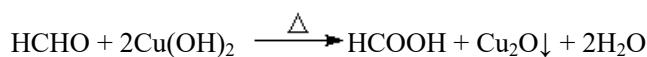
39. 工业甲醛含量测定的另一种方法：在甲醛水溶液中加入过氧化氢，将甲醛氧化为甲酸，然后用已知浓度的氢氧化钠溶液滴定。



已知  $\text{H}_2\text{O}_2$  能氧化甲酸生成二氧化碳和水。

如果  $\text{H}_2\text{O}_2$  用量不足，会导致甲醛含量的测定结果\_\_\_\_\_ (选填“偏高”、“偏低”或“不受影响”)，因为\_\_\_\_\_；如果  $\text{H}_2\text{O}_2$  过量，会导致甲醛含量的测定结果\_\_\_\_\_ (选填“偏高”、“偏低”或“不受影响”)，因为\_\_\_\_\_。

40. 甲醛和新制氢氧化铜的反应显示了甲醛的还原性，发生反应的化学方程式通常表示如下：



若向足量新制氢氧化铜中加入少量甲醛，充分反应，甲醛的氧化产物不是甲酸或甲酸盐，设计一个简单实验验证这一判断。

①主要仪器：试管 酒精灯

②可供选用的试剂：硫酸铜溶液、甲醛、甲酸、氢氧化钠溶液

【答案】37.11。

38.10.

39. 偏低，未完全将甲醛氧化为甲酸，使消耗的 NaOH 标准溶液少；偏低，将甲醛氧化的甲酸进一步氧化为二氧化碳和水，使消耗的 NaOH 标准溶液少。

40. 向试管中加入 2ml10% 的 NaOH 溶液，然后向其中滴加 2% 的硫酸铜溶液  $\text{CuSO}_4$  溶液 4-6 滴，产生  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  蓝色絮状沉淀，取少量反应后的溶液，加入到新制  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液中，加热煮沸，观察有无砖红色沉淀产生，若有证明含有甲酸或甲酸盐，否则不含有甲酸或甲酸盐。

【解析】

37.  $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1.100 \text{ mol/L} \times 0.02\text{L} = 0.022\text{mol}$ ，由于  $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，所以  $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.044\text{mol}$ ， $n(\text{HCHO}) = n(\text{NaOH}) = 0.044\text{mol}$ 。则甲醛水溶液的浓度为  $c(\text{HCHO}) = \frac{n(\text{HCHO})}{V} = \frac{0.044\text{mol}}{0.004\text{L}} = 11\text{mol/L}$ 。

38. 根据上述 37 题分析可知 4.00ml 甲醛水溶液充分反应后产生的碱 NaOH 消耗硫酸 20.00 mL，若硫酸浓度不变上述滴定中，若滴定管规格为 50mL，消耗 50mL 硫酸，则甲醛水溶液取样体积最多是  $\frac{50}{20} \times 4\text{ml} = 10\text{ml}$  即甲醛的体积不能超过 10mL。

39. 如果  $\text{H}_2\text{O}_2$  用量不足，产生的 HCOOH 偏少，进行中和滴定消耗的 NaOH 标准溶液的体积就偏小，会导致甲醛含量的测定结果偏低。如果  $\text{H}_2\text{O}_2$  过量，由于  $\text{H}_2\text{O}_2$  能氧化反应产生的甲酸生成二氧化碳和水，使中和滴定消耗的 NaOH 标准溶液的体积也偏小，因此也会导致甲醛含量的测定结果偏低。

40. 甲酸 HCOOH 或甲酸盐如 HCOONa 等都含有醛基，所以要证明向足量新制氢氧化铜中加入少量甲醛，充分反应，甲醛的氧化产物不是甲酸或甲酸盐，只要证明在物质中不含有醛基就可以。方法是向试管中加入 2ml10% 的 NaOH 溶液，然后向其中滴加 2% 的硫酸铜溶液  $\text{CuSO}_4$  溶液 4-6 滴，产

生  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  蓝色絮状沉淀，取少量反应后的溶液，加入到新制  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液中，加热煮沸，观察有无砖红色沉淀产生，若有证明含有甲酸或甲酸盐，否则不含有甲酸或甲酸盐。

**【考点定位】** 考查甲醛物质的量浓度的计算、含量的测定的误差分析、醛基存在的检验方法的设计的知识。

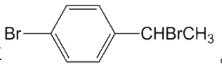
**【名师点睛】** 物质的量浓度是表示溶液浓度的方法，物质的量浓度的计算要依据物质的量浓度定义式，物质含量的测定要进行得到，物质存在的检验方法要依据物质含有的官能团的结构及反应现象进行确定。误差分析要根据消耗标准溶液的体积的大小确定，在实验方案的设计时，要操作方便、现象明显，安全性强。

#### 八、(本题共 10 分)

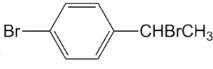
对溴苯乙烯与丙烯的共聚物是一种高分子阻燃剂，具有低毒、热稳定性好等优点。

完成下列填空：

41. 写出该共聚物的结构简式\_\_\_\_\_

42. 实验室由乙苯制取对溴苯乙烯，需先经两步反应制得中间体 。

写出该两步反应所需的试剂及条件。\_\_\_\_\_

43. 将  与足量氢氧化钠溶液共热得到 A，A 在酸性条件下遇  $\text{FeCl}_3$  溶液不显色。

A 的结构简式为\_\_\_\_\_。

由上述反应可推知\_\_\_\_\_。

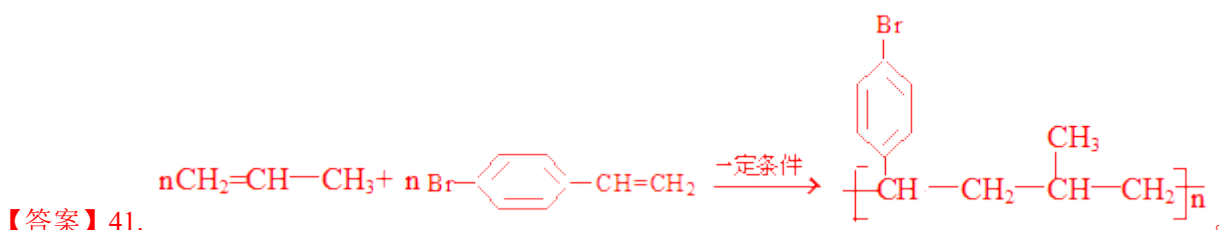
由 A 生成对溴苯乙烯的反应条件为\_\_\_\_\_。

44. 丙烯催化二聚得到 2,3-二甲基-1-丁烯，B 与 2,3-二甲基-1-丁烯互为同分异构体，且所有碳原子处于同一平面。

写出 B 的结构简式。\_\_\_\_\_

设计一条由 2,3-二甲基-1-丁烯制备 B 的合成路线。\_\_\_\_\_

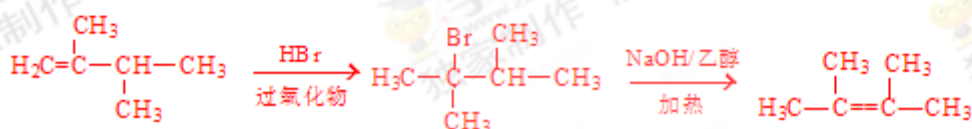
(合成路线常用的表示方式为：
$$\text{A} \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} \text{B} \cdots \cdots \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} \text{目标产物}$$
)




42. 液溴和 Fe 作催化剂；溴蒸气和光照。

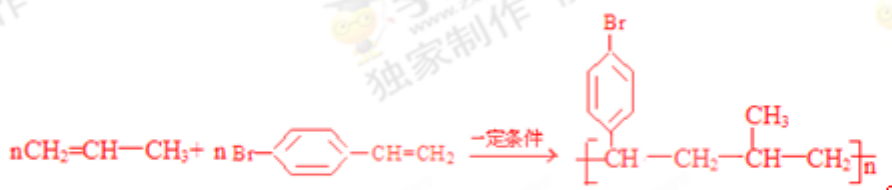
43.  , 苯环上的卤素原子比侧链的卤素原子难发生取代反应。

44.  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$  ;

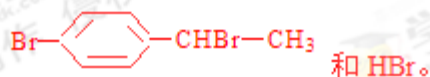


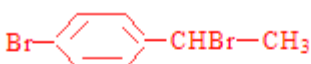
【解析】

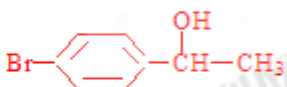
41. 对溴苯乙烯  与丙烯  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$  都含有碳碳双键，它们在一定条件下可以发生加聚反应，形成共聚物，反应的方程式是



42. 实验室由乙苯制取对溴苯乙烯，首先是乙苯与液溴在 Fe 作催化剂时发生苯环上的取代反应产生对溴乙苯和 HBr，产生的对溴乙苯与溴蒸气在光照时发生侧链的取代反应产生



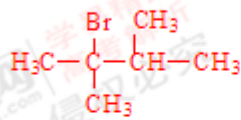
43. 将  与足量氢氧化钠溶液共热得到 A, A 在酸性条件下遇  $\text{FeCl}_3$  溶液不显色，说明卤代烃发生水解反应时是侧链的卤素原子发生取代，而苯环上的溴原子没有发生取代反应，

则 A 的结构简式是：。苯环上的卤素原子不如侧链的卤素原子容易发生取代反应。

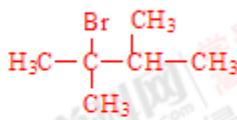
44. 丙烯催化二聚得到 2,3-二甲基-1-丁烯，B 与 2,3-二甲基-1-丁烯互为同分异构体，且所有碳原子处于同一平面。结合乙烯分子是平面结构，可知 B 分子应该含有乙烯的结构，乙烯分子的四个 H 原子

被四个甲基取代，就得到 B，其结构简式是  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 。由 2,3-二甲基-1-丁烯制备 B 的方

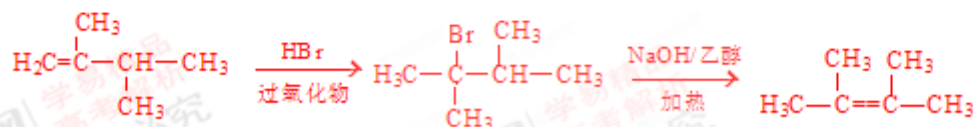
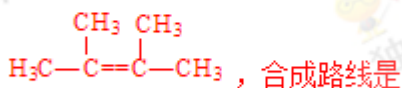
法：2,3-二甲基-1-丁烯  $\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$  在过氧化物存在时与  $\text{HBr}$  发生加成反应产生



, 产生的



与  $\text{NaOH}$  的乙醇溶液在加热时发生消去反应形成

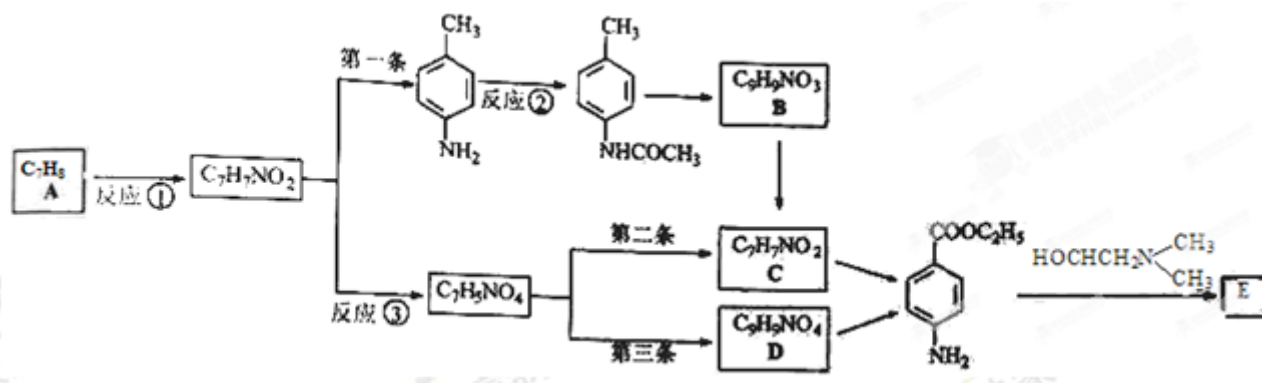


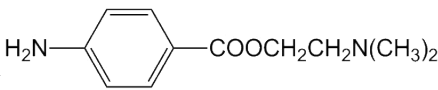
**【考点定位】** 考查有机物的结构、性质、反应类型、反应条件、相互转化、合成路线的判断的知识。

**【名师点睛】** 物质的结构决定物质的性质，掌握各类物质的官能团的性质是进行物质的性质判断的关键。

酚羟基遇氯化铁会发生显色反应，醇羟基不能氯化铁发生显色反应，烯烃、二烯烃、炔烃会发生加成反应、加聚反应，形成高聚物；不对称烯烃在过氧化物存在时，与化合物分子发生加成反应，H 原子结合在含有 H 原子较多的原子上，若不存在过氧化物，则 H 原子结合在含有 H 原子少的碳原子上，反应条件不同，反应加成的产物不同，制取物质要结合适当的反应条件，选择适当的方法。在有机合成题中一定要注意物质官能团的转化，找出一些新反应的断键特点。有机物的考查主要是围绕官能团的性质进行，常见的官能团：醇羟基、酚羟基、醛基、羧基、酯基、卤素原子等。这些官能团的性质以及它们之间的转化要掌握好，这是解决有机化学题的基础。有机合成路线的设计时先要对比原料的结构和最终产物的结构，官能团发生什么改变，碳原子个数是否发生变化，再根据官能团的性质进行设计。本题较全面的考查了考生对有机物的性质、物质的反应类型、物质之间的相互转化关系和一些基本概念、基本理论的掌握和应用能力。

九、(本题共 12 分)



局部麻醉药普鲁卡因 E (结构简式为 ) 的三条合成路线如下图所示 (部分反应试剂和条件已省略):

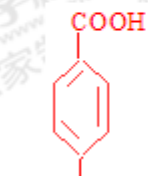
完成下列填空:

45. 比 A 多一个碳原子, 且一溴代物只有 3 种的 A 的同系物的名称是\_\_\_\_\_。
46. 写出反应试剂和反应条件。反应①\_\_\_\_\_ ; ③\_\_\_\_\_
47. 设计反应②的目的是\_\_\_\_\_。
48. B 的结构简式为\_\_\_\_\_ ; C 的名称是\_\_\_\_\_。
49. 写出一种满足下列条件的 D 的同分异构体的结构简式。\_\_\_\_\_
- ①芳香族化合物      ②能发生水解反应      ③有 3 种不同环境的氢原子
- 1 mol 该物质与 NaOH 溶液共热最多消耗\_\_\_\_\_ mol NaOH。
50. 普鲁卡因的三条合成路线中, 第一条合成路线与第二条、第三条相比不太理想, 理由是\_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_。

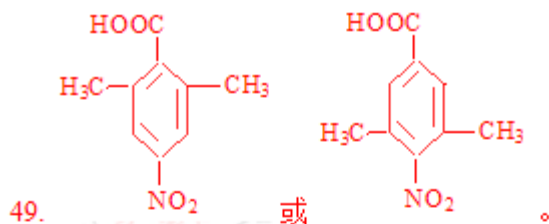
**【答案】** 45. 乙苯。

46. ①浓硝酸、浓硫酸; 加热; ③酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液;

47. 保护氨基。






48.  $\text{NHCOCH}_3$  ; 氨基苯甲酸。



50. 肽键水解在碱性条件下进行，羧基变为羧酸盐，再酸化时氨基又发生反应。

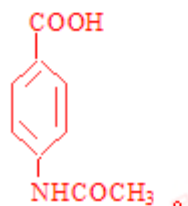
【解析】


45. A 是甲苯 ，比 A 多一个碳原子，且一溴代物只有 3 种的 A 的同系物应该是只有一个侧链的物质它是乙苯，结构简式是 。

46. 甲苯与浓硝酸、浓硫酸混合加热，发生甲基对位的取代反应，产生对硝基甲苯 ，对硝基甲苯与酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液反应，甲基被氧化变为羧基，产生 。

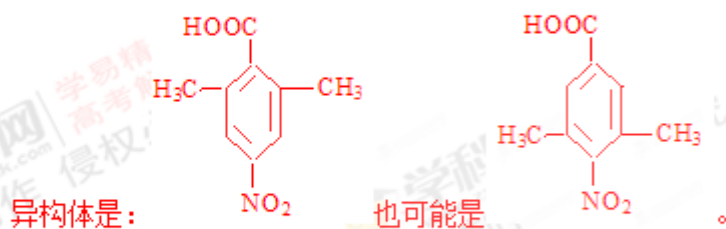
47.  $-\text{NH}_2$  有强的还原性，容易被氧化变为  $-\text{NO}_2$ ，设计反应②的目的是保护  $-\text{NH}_2$ ，防止在甲基被氧化为羧基时，氨基也被氧化。

48.  与酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液发生反应，甲基被氧化变为羧基，得到 B，B 的结构简式为



B 发生水解反应，断开肽键，亚氨基上结合 H 原子形成氨基，产生 C，结构简式是 ；名称为对氨基苯甲酸。

49. D 的分子式是  $C_9H_9NO_4$ ，它的同分异构体中，①芳香族化合物，说明含有苯环；②能发生水解反应，说明含有酯基；③有 3 种不同环境的氢原子，说明分子中含有三种不同位置的 H 原子，则其同分



50. 普鲁卡因的三条合成路线中，第一条合成路线与第二条、第三条相比不太理想，理由是 B 发生水解反应是在碱性环境中进行，这时羧基与碱发生反应产生羧酸盐，若再酸化，氨基又发生反应。

【考点定位】考查药物普鲁卡因合成方法中的物质的性质、反应类型、反应条件的控制及方案的评价的知识。

【名师点睛】有机化学反应的发生与反应条件有密切的关系，反应条件不同，发生反应的产物不同。要注意反应条件对反应的影响。在确定反应的先后时，要考虑对其它原子团的影响，在判断反应产生的同分异构体时，要同分异构体类型类型通常有：碳链异构、官能团异构、位置异构等，有时还存在空间异构，要充分利用题目提供的信息来书写符合题意的同分异构体。结合各种官能团的种类、数目多少进行相应的计算，确定其数目的多少。本题较全面的考查了考生对有机物的性质、物质的反应类型、物质之间的相互转化关系、同分异构体的书写和一些基本概念、基本理论的掌握和应用能力。

十、(本题共 14 分)

氨碱法制纯碱包括石灰石分解、粗盐水精制、氨盐水碳酸化等基本步骤。

完成下列计算：

51.  $CaCO_3$  质量分数为 0.90 的石灰石 100 kg 完成分解产生  $CO_2$  \_\_\_\_\_ L (标准状况)。

石灰窑中，该石灰石 100 kg 与焦炭混合焙烧，产生  $CO_2$  29120 L (标准状况)，

如果石灰石中碳酸钙完全分解，且焦炭完全燃烧，不产生 CO，则焦炭的物质的量为 \_\_\_\_\_ mol。

52. 已知粗盐水含  $MgCl_2$  6.80 mol/ $m^3$ ，含  $CaCl_2$  3.00 mol/ $m^3$ 。

向粗盐水中加入  $Ca(OH)_2$  除镁离子： $MgCl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + CaCl_2$

然后加入  $Na_2CO_3$  除钙离子。

处理上述粗盐水 10  $m^3$ ，至少需要加  $Na_2CO_3$  \_\_\_\_\_ g。

如果用碳酸化尾气 (含  $NH_3$  体积分数为 0.100、 $CO_2$  体积分数 0.040) 代替碳酸钠，发生如下反应：



处理上述 10  $m^3$  粗盐水至少需要通入多少 L (标准状况) 碳酸化尾气？列式计算。

53. 某氨盐水含氯化钠 1521 kg，通入二氧化碳后析出碳酸氢钠晶体，过滤后溶液中含氯化铵 1070 kg。

列式计算：

(1) 过滤后溶液中氯化钠的质量。

(2) 析出的碳酸氢钠晶体的质量。

【答案】51. 20160L；400。

52. 10388；54880L。

53. (1) 351kg；(2) 1680kg。

【解析】

51.  $\text{CaCO}_3$  分解的反应方程式是： $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ ，根据方程式可知每 1mol  $\text{CaCO}_3$  反应会产生 1mol  $\text{CO}_2$ ，质量分数为 0.90 的石灰石 100 kg 物质的量是  $n(\text{CaCO}_3) = (1.0 \times 10^5 \text{g} \times 0.90) \div 100 \text{g/mol} = 900 \text{mol}$ ，则石灰石完成分解产生标准状况下的  $\text{CO}_2$  的体积是  $V(\text{CO}_2) = n \cdot V_m = 900 \text{mol} \times 22.4 \text{L/mol} = 20160 \text{L}$ 。石灰窑中，该石灰石 100 kg 与焦炭混合焙烧，产生标准状况下  $\text{CO}_2$  29120 L，如果石灰石中碳酸钙完全分解，且焦炭完全燃烧，不产生 CO，则焦炭燃烧产生的  $\text{CO}_2$  的体积是  $V(\text{CO}_2) = V(\text{总}) - V(\text{石灰石}) = 29120 \text{L} - 20160 \text{L} = 8960 \text{L}$ ，则其物质的量是  $n(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) \div V_m = 8960 \text{L} \div 22.4 \text{L/mol} = 400 \text{mol}$ 。根据碳元素守恒，可知焦炭的物质的量与产生的物质的量  $\text{CO}_2$  相等，也是 400mol。

52.  $10 \text{m}^3$  粗盐水中含有的  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$  物质的量是： $n(\text{MgCl}_2) = 6.80 \text{mol/m}^3 \times 10 \text{m}^3 = 68 \text{mol}$ ； $n(\text{CaCl}_2) = 3.00 \text{mol/m}^3 \times 10 \text{m}^3 = 30 \text{mol}$ 。根据反应方程式  $\text{MgCl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CaCl}_2$  可知 1mol  $\text{MgCl}_2$  发生反应被除去时引入 1mol  $\text{CaCl}_2$ 。则向粗盐水中加入  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  除镁离子后得到的溶液中含有的  $\text{CaCl}_2$  的物质的量是： $68 \text{mol} + 30 \text{mol} = 98 \text{mol}$ ，根据反应方程式： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$  可知反应消耗  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的物质的量与  $\text{CaCl}_2$  的物质的量相等，则其质量是  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = nM = 98 \text{mol} \times 106 \text{g/mol} = 10388 \text{g}$ 。根据反应方程式  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$  可知反应消耗的氨气与  $\text{CO}_2$  的物质的量的比是 2:1，而混合气体中含  $\text{NH}_3$  体积分数为 0.100、 $\text{CO}_2$  体积分数 0.040，说明  $\text{NH}_3$  过量，不能完全反应，应该以不足量的  $\text{CO}_2$  为标准进行计算，而  $n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{CO}_2)$ ， $n(\text{Ca}^{2+}) = 98 \text{mol}$ ，则需要  $n(\text{CO}_2) = 98 \text{mol}$ ，混合气体的物质的量是  $n(\text{混合}) = 98 \text{mol} \div 0.04 = 2450 \text{mol}$ ，其在标准状况下的体积是  $V(\text{混合}) = nV_m = 2450 \text{mol} \times 22.4 \text{L/mol} = 54880 \text{L}$ 。

53. (1)  $n(\text{NaCl})(\text{总}) = m + M = 1521000 \text{g} \div 58.5 \text{g/mol} = 26000 \text{mol}$ ，反应产生的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的物质的量是  $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = m + M = 1070000 \text{g} \div 53.5 \text{g/mol} = 20000 \text{mol}$ ，根据氯元素守恒可知，在溶液中含有的  $\text{NaCl}$  的物质的量

是  $n(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl})(\text{总}) - n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 26000\text{mol} - 20000\text{mol} = 6000\text{mol}$ ，其质量是  $m(\text{NaCl}) = n \cdot M = 6000\text{mol} \times 58.5\text{g/mol} = 351000\text{g} = 351\text{kg}$ 。

(2) 氨盐水中发生反应根据反应方程式： $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ 。产生的  $\text{NaHCO}_3$  的物质的量与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的物质的量相等，则析出的碳酸氢钠晶体的质量是

$$m(\text{NaHCO}_3) = n \cdot M = 20000\text{mol} \times 84\text{g/mol} = 1680000\text{g} = 1680\text{kg}。$$

**【考点定位】** 考查氨碱法制纯碱的有关化学计算的知识。

**【名师点睛】** 氨碱法制纯碱是化学重要的理论，其中涉及物质  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_3$  的制取方法、反应的先后顺序、根据反应方程式进行的有关计算。掌握物质的化学性质、方程式的书写及物质的量与物质的质量、摩尔质量、物质的量与气体的体积、气体摩尔体积的关系和反应前后的元素守恒是做本题的关键。