


# 2016年全国普通高等学校统一招生考试（上海卷）

## 化学试题

1. 轴烯是一类独特的星形环烃。三元轴烯（）与苯

- A. 均为芳香烃      B. 互为同素异形体  
C. 互为同系物      D. 互为同分异构体

**【答案】D**

**【解析】**

试题分析：轴烯与苯分子式都是  $C_6H_6$ ，二者分子式相同，结构不同，互为同分异构体，故选项 D 正确。

**【考点定位】**考查同系物、同素异形体、同分异构体概念。

**【名师点睛】**有机物的概念是历年考试的主要考点之一，主要包括有机物的分类、有机反应类型、“四同”（同分异构体、同位素、同素异形体、同位素）等知识。有机物所属类别主要由官能团决定，芳香烃是指分子中含有苯环的烃类物质。同位素是同种元素的不同种核素间的互称，是针对原子而言；同素异形体是同种元素组成的不同种单质的互称，是针对单质而言；同系物是指结构相似、组成上相差一个或若干“ $CH_2$ ”原子团的有机物的互称；同分异构体是指分子式相同而结构不同的有机物的互称。“四同”往往结合在一起考查，有机物的相关概念在理解的基础上熟练掌握便可顺利解答，一般题目难度不大。

2. 下列化工生产过程中，未涉及氧化还原反应的是

- A. 海带提碘      B. 氯碱工业  
C. 氨碱法制碱      D. 海水提溴

**【答案】C**

**【解析】**

试题分析：A. 海带提碘是将  $KI$  变为  $I_2$ ，有元素化合价的变化，属于氧化还原反应，错误；B. 氯碱工业是由  $NaCl$  的水溶液在通电时反应产生  $NaOH$ 、 $Cl_2$ 、 $H_2$ ，有元素化合价的变化，属于氧化还原反应，错误；C. 氨碱法制取碱的过程中没有元素化合价的变化，是非氧化还原反应，正确；D. 海水提溴是由溴元素的化合物变为溴元素的单质，有元素化合价的变化，属于氧化还原反应，错误。故选项 C 正确。

**【考点定位】**考查氧化还原反应概念。

**【名师点睛】**氧化还原反应是历年高考必考知识点之一，重点是氧化还原反应的概念、氧化性和还原性强

弱比较、氧化还原反应方程式配平、氧化还原反应有关计算等。掌握氧化还原反应基本概念是解答的关键，还原剂：失去（共用电子对偏离）电子、化合价升高、被氧化、发生氧化反应、转化为氧化产物；氧化剂：得到（共用电子对偏向）电子、化合价降低、被还原、发生还原反应、转化为还原产物。涉及氧化还原反应配平和计算时依据“质量守恒”、“得失电子守恒”便可解答，一般题目难度不大。

3. 硼的最高价含氧酸的化学式不可能是

- A.  $\text{HBO}_2$     B.  $\text{H}_2\text{BO}_3$     C.  $\text{H}_3\text{BO}_3$     D.  $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$

【答案】B

【解析】

试题分析：B 原子最外层电子数是 3 个，所以其最高化合价是+3，然后根据化合物中正负化合价的代数和等于 0 可知，不可能是  $\text{H}_2\text{BO}_3$ （其中 B 元素化合价为+4 价），故只有选项 B 符合题意。

【考点定位】考查元素化合价判断及化学式书写。

【名师点睛】解决此类问题时首先注意审题，“最高价”=主族元素的族序数=原子的最外层电子数。其次注意计算含氧酸中心原子化合价时 H 原子为+1 价、O 原子为-2 价，且化合物正、负化合价代数和为 0。

4. 下列各组物质的熔点均与所含化学键的键能有关的是

- A.  $\text{CaO}$  与  $\text{CO}_2$     B.  $\text{NaCl}$  与  $\text{HCl}$     C.  $\text{SiC}$  与  $\text{SiO}_2$     D.  $\text{Cl}_2$  与  $\text{I}_2$

【答案】C

【解析】

试题分析：A.  $\text{CaO}$  是离子化合物，熔化断裂离子键，而  $\text{CO}_2$  在固态时是分子晶体，熔化破坏的是分子间作用力，与化学键无关，错误；B.  $\text{NaCl}$  是离子化合物，熔化断裂离子键，而  $\text{HCl}$  在固态时是分子晶体，熔化破坏的是分子间作用力，与化学键无关，错误；C.  $\text{SiC}$  和  $\text{SiO}_2$  都是原子晶体，熔化断裂的是共价键，与化学键有关，正确；D.  $\text{Cl}_2$  和  $\text{I}_2$  在固态时都是分子晶体，熔化断裂的是分子间作用力，与化学键无关，错误。学.科.网

【考点定位】考查物质熔沸点高低的比较方法。

【名师点睛】物质熔点高低取决于熔化过程中需要破坏的作用力的类型和大小，一般来说原子晶体>离子晶体>分子晶体。主要原因是原子晶体和离子晶体融化时分别破坏共价键和离子键，键能越大熔点越高，且原子晶体中原子间由共价键形成空间网状结构，需要破坏化学键数目一般要大于离子晶体；而分子晶体熔化时只破坏分子间作用力，与化学键键能无关，且分子间作用力强弱远小于化学键。因此，本题换个角度考虑，实质是在考查晶体类型，即两种物质是原子晶体或离子晶体的选项符合题意。

5. 烷烃  $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}\text{HCH}_3$  的命名正确的是

- A. 4-甲基-3-丙基戊烷                      B. 3-异丙基己烷  
C. 2-甲基-3-丙基戊烷                      D. 2-甲基-3-乙基己烷

**【答案】D**

**【解析】**

试题分析：选择分子中含有碳原子数最多的碳链为主链，共 6 个碳原子称为“己烷”；并从离支链较近的一端给主链的碳原子编号，可见 2 号碳原子上有 1 个甲基、3 号碳原子上有 1 个乙基，所以该物质的名称是：2-甲基-3-乙基己烷，故选项 D 正确。

**【考点定位】**考查烷烃的命名方法。

**【名师点睛】**有机物的命名有习惯命名法和系统命名法，考查重点是系统命名法。烷烃中没有官能团，系统命名法可概括为以下步骤：选主链称某烷、编号定支链、取代基写在前、标位置短线连、不同基简到繁、相同基合并算。对于烯烃、炔烃及其他含有官能团的有机物命名时，选主链、给主链碳原子标序号时都要以官能团为主、其他与烷烃规则类似。

## 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. 能证明乙酸是弱酸的实验事实是

- A.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液与  $\text{Zn}$  反应放出  $\text{H}_2$   
B. 0.1 mol/L  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液的 pH 大于 7  
C.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液与  $\text{NaCO}_3$  反应生成  $\text{CO}_2$   
D. 0.1 mol/L  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液可使紫色石蕊变红

**【答案】B**

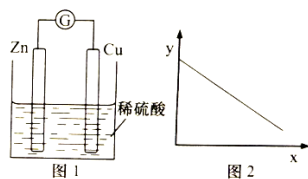
**【解析】**

试题分析：A.只能证明乙酸具有酸性，不能证明其酸性强弱，错误；B.该盐水溶液显碱性，由于 NaOH 是强碱，故可以证明乙酸是弱酸，正确；C.可以证明乙酸的酸性比碳酸强，但是不能证明其是弱酸，错误；D.可以证明乙酸具有酸性，但是不能证明其酸性强弱，错误。

**【考点定位】**考查酸性强弱比较的实验方法。

**【名师点睛】**强酸与弱酸的区别在于溶解于水时是否完全电离，弱酸只能部分发生电离、水溶液中存在电离平衡。以  $\text{CH}_3\text{COOH}$  为例，通常采用的方法是：①测定 0.1 mol/L  $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液 pH， $\text{pH}>1$ ，说明  $\text{CH}_3\text{COOH}$  没有完全电离；②将  $\text{pH}=1$   $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液稀释 100 倍后测定  $3>\text{pH}>1$ ，说明溶液中存在电





- A. 铜棒的质量      B.  $c(\text{Zn}^{2+})$   
 C.  $c(\text{H}^+)$       D.  $c(\text{SO}_4^{2-})$

【答案】C

【解析】

试题分析：该装置构成原电池，Zn 是负极，Cu 是正极。A. 在正极 Cu 上溶液中的  $\text{H}^+$  获得电子变为氢气，Cu 棒的质量不变，错误；B. 由于 Zn 是负极，不断发生反应  $\text{Zn}-2\text{e}^-=\text{Zn}^{2+}$ ，所以溶液中  $c(\text{Zn}^{2+})$  增大，错误；C. 由于反应不断消耗  $\text{H}^+$ ，所以溶液的  $c(\text{H}^+)$  逐渐降低，正确；D.  $\text{SO}_4^{2-}$  不参加反应，其浓度不变，错误。学.科网

【考点定位】考查原电池基本原理和溶液中离子浓度变化。

【名师点睛】原电池原理无论在工业生产、日常生活和科学研究领域都有着重要用途，尤其在金属的腐蚀与防护、新能源的开发和利用等方面有着不可替代的作用，因此也是历年高考必考知识点之一。无论题型如何变化，如果把握原电池的工作原理、电极反应式和电池总反应方程式，问题都会迎刃而解。在原电池中，一般活泼金属作负极、失去电子、发生氧化反应（金属被氧化）、逐渐溶解（或质量减轻）；不活泼金属（或导电的非金属）作正极、发生还原反应、有金属析出（质量增加）或有气体放出；电子从负极流出经过外电路流回正极，电流方向正好相反；溶液中离子浓度变化及移动方向由电极反应决定。

9. 向新制氯水中加入少量下列物质，能增强溶液漂白能力的是

- A. 碳酸钙粉末    B. 稀硫酸    C. 氯化钙溶液    D. 二氧化硫水溶液

【答案】A

【解析】

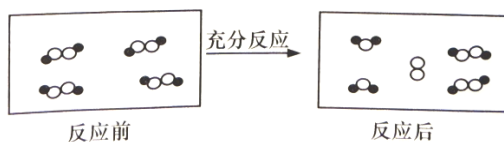
试题分析：在氯水中存在反应： $\text{Cl}_2+\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons\text{H}^++\text{Cl}^-+\text{HClO}$ ，若反应使溶液中  $c(\text{HClO})$  增大，则溶液的漂白性会增强。A. 由于酸性  $\text{HCl}>\text{H}_2\text{CO}_3>\text{HClO}$ ，所以向溶液中加入碳酸钙粉末，会发生反应： $2\text{HCl}+\text{CaCO}_3=\text{CaCl}_2+\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2\uparrow$ ，使化学平衡正向移动，导致  $c(\text{HClO})$  增大，则溶液的漂白性会增强，正确；B. 若加入稀硫酸，使溶液中  $c(\text{H}^+)$  增大，平衡逆向移动，溶液的漂白性减弱，错误；C. 加入氯化钙溶液，不能发生反应，溶液的水对氯水起稀释作用，使溶液的漂白性减弱，错误；D. 加入二氧化

硫的水溶液，电离产生氢离子，使化学平衡逆向移动，溶液的漂白性减弱，错误。

【考点定位】考查氯水的性质。

【名师点睛】氯水的成分及其性质是中学化学的重要考点，在新制的氯水中存在下列关系  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ 、 $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ 、 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ，氯水中存在三分子： $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HClO}$ ，四离子： $\text{H}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{OH}^-$ 。所以，新制的氯水呈浅黄绿色，有刺激性气味，属于混合物，其所含的多种微粒使氯水的化学性质表现出多重性。① $\text{Cl}_2$ 的强氧化性；② $\text{HCl}$ 的酸性；③ $\text{HClO}$ 的强氧化性（漂白性等）、弱酸性；④ $\text{Cl}^-$ 的性质等。特别注意的是氯气和水的反应为可逆反应、 $\text{HClO}$ 存在电离平衡，分析氯水的性质时要结合反应条件及平衡移动原理。

10. 一定条件下，某容器中各微粒在反应前后变化的示意图如下，其中●和○代表不同元素的原子。



关于此反应说法错误的是

- A. 一定属于吸热反应
- B. 一定属于可逆反应
- C. 一定属于氧化还原反应
- D. 一定属于分解反应

【答案】A

【解析】

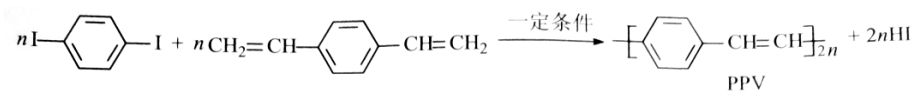
试题分析：根据图示可知该反应反应物是一种，生成物是两种。A. 该物质属于分解反应，一般的分解反应是吸热反应，但也有的分解反应如  $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$  是放热反应，错误；B. 根据图示可知有一部分反应物未参加反应，该反应是可逆反应，正确；C. 该反应中有元素化合价的变化，属于氧化还原反应，正确；D. 反应物是一种，生成物是两种，因此属于分解反应，正确。

【考点定位】考查常见化学反应类型的判断。

【名师点睛】化学试题的呈现方式形式多样，可采用文字、数据、图表、示意图等多种方式的融合，增加试题信息的广度，考查学生从不同呈现方式中提取有用信息、加工信息，并利用信息进行思考或推理的能力。这些信息蕴含着解决试题的重要思路、数据和方法，如物质性质、物质形态、反应条件、反应产物、结构特征以及变化趋势等。这就要求考生通过“现场独立自学”的方式，从中概括抽象出新的知识或发现数据之间的关系，同时与学过的知识相组合，形成较全面的网络化的知识体系，将这些知识体系进一步应用到新的知识情境中，从而解决问题。这种试题培养和考查了考生自主学习和独立思考的能力。本题利用分子模型示意图考查了四种基本反应类型与氧化还原反应、可逆反应、吸（放）

热反应的区别与联系，注意示意图中隐藏的信息：反应前只有一种分子，反应后既有新生成的化合物分子，又有新生成的单质分子，还有未反应的反应物分子，结合各种反应类型的本质特征回答即可。

11. 合成导电高分子化合物 PPV 的反应为：



下列说法正确的是

- A. PPV 是聚苯乙炔
- B. 该反应为缩聚反应
- C. PPV 与聚苯乙烯的最小结构单元组成相同
- D. 1 mol  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}_2$  最多可与 2 mol  $\text{H}_2$  发生反应

【答案】B

【解析】

试题分析：A. 根据物质的分子结构可知该物质不是聚苯乙炔，错误；B. 该反应除产生高分子化合物外，

还有小分子生成，属于缩聚反应，正确；C. PPV 与聚苯乙烯  $\left[ \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-\text{CH}_2 \right]_n$  的重复单元不相同，错误；

D. 该物质一个分子中含有 2 个碳碳双键和苯环都可以与氢气发生加成反应，属于 1 mol

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}_2$  最多可以与 5 mol 氢气发生加成反应，错误。

【考点定位】考查有机物的结构与性质的关系、加聚反应和缩聚反应的判断。

【名师点睛】加聚反应和缩聚反应是合成有机高分子化合物的两大类基本反应，但这两类反应的定义是不同的，注意理解二者的区别。加聚反应是指由不饱和的单体通过加成聚合生成高分子化合物的反应，加聚反应中无小分子生成，而缩聚反应是指单体间相互反应生成高分子化合物，同时还生成小分子（如水、氨、氯化氢等）的反应。据此很容易判断出题目所给反应是缩聚反应。另外还要准确理解单体和高聚物结构式的关系，既能根据单体写出高聚物的结构式，又能根据高聚物的结构式推断出它的单体，比如题目中考查 PPV 和聚苯乙炔的结构有什么不同。不断重复的基本结构单元称为高聚物的链节，准确判断链节的前提还是要能够准确写出高聚物的结构式，比如本题中考查 PPV 和聚苯乙烯的链节是否相同。本题的答案 D 中，还要注意苯环化学键的特殊性，虽然没有典型的碳碳双键，但苯环仍能和氢气发生加成反应。

12. 下列各组混合物，使用氢氧化钠溶液和盐酸两种试剂不能分离的是

- A. 氧化镁中混有氧化铝    B. 氯化铝溶液中混有氯化铁  
C. 氧化铁中混有二氧化硅    D. 氯化亚铁溶液中混有氯化铜

【答案】D

【解析】

试题分析：A项，虽然氧化镁和氧化铝都是金属氧化物，但根据氧化铝是两性氧化物的特点，可先用氢氧化钠溶液溶解将二者分开，过滤得氧化镁固体和偏铝酸钠溶液，往偏铝酸钠溶液中加入适量的盐酸可得氢氧化铝沉淀，过滤，将氢氧化铝加热可得氧化铝；B项，先加入足量氢氧化钠溶液，过滤，得氢氧化铁和偏铝酸钠溶液，往偏铝酸钠溶液中加入适量的盐酸可得氢氧化铝，过滤，然后用盐酸分别溶解氢氧化铁和氢氧化铝，可得到氯化铝溶液和氯化铁溶液；C项，一个碱性氧化物，一个是酸性氧化物，所以可先用氢氧化钠溶液溶解，过滤，得氧化铁固体和硅酸钠溶液，往硅酸钠溶液中加入盐酸，过滤，将所得沉淀加热即可得到二氧化硅。D项，由于氯化亚铁和氯化铜都只能和氢氧化钠反应，且得到的沉淀又都溶于盐酸，所以二者不能分离。 学科&网

【考点定位】考查常见物质的性质和分离方法。

【名师点睛】把物质中混有的杂质除去而获得纯净物的过程叫提纯；将相互混在一起的不同物质彼此分开而得到相应组分的各纯净物的过程叫分离。物质的分离就是利用混合物中各物质的物理性质或化学性质的差异，将它们分离开来，所以这类题目的实质还是对物质性质的考查，只有熟练掌握了各物质的性质，特别是“与众不同的个性”，才能快速准确的判断和解答。本题中涉及到镁、铝、铁、铜、硅等元素的化合物，重点考查了氧化铝、氢氧化铝的两性。

13.  $O_2F_2$  可以发生反应： $H_2S+4O_2F_2 \rightarrow SF_6+2HF+4O_2$ ，下列说法正确的是
- A. 氧气是氧化产物  
B.  $O_2F_2$  既是氧化剂又是还原剂  
C. 若生成 4.48 L HF，则转移 0.8 mol 电子  
D. 还原剂与氧化剂的物质的量之比为 1: 4

【答案】D

【解析】

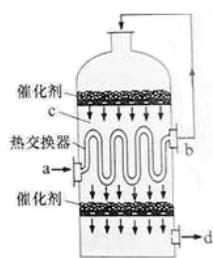
试题分析：A. O 元素的化合价由反应前的+1 价变为反应后的 0 价，化合价降低，获得电子，所以氧气是还原产物，错误；B. 在反应中  $O_2F_2$  中的 O 元素的化合价降低，获得电子，所以该物质是氧化剂，而  $H_2S$  中的 S 元素的化合价是-2 价，反应后变为  $SF_6$  中的+6 价，所以  $H_2S$  是还原剂，错误；C. 外界条

件不明确，不能确定 HF 的物质的量，所以不能确定转移电子的数目，错误；D. 根据方程式可知还原剂  $\text{H}_2\text{S}$  与氧化剂  $\text{O}_2\text{F}_2$  的物质的量的比是 1:4，正确；

【考点定位】考查氧化还原反应的有关概念和简单计算。

【名师点睛】本题主要涉及氧化还原反应，氧化还原反应的特征是元素的化合价发生变化，其本质是在反应中有电子转移。在反应中，氧化剂是得到电子或电子对偏向的物质，本身具有氧化性，反应后化合价降低，对应的产物是还原产物；还原剂是失去电子或电子对偏离的物质，本身具有还原性，反应后化合价升高，对应的产物为氧化产物。整个反应过程电子从还原剂转移到氧化剂。一定记清各概念之间的关系：还原剂—化合价升高—失去电子—被氧化—发生氧化反应—生成氧化产物；氧化剂—化合价降低—得到电子—被还原—发生还原反应—生成还原产物。

14. 在硫酸工业生产中，为了有利于  $\text{SO}_2$  的转化，且能充分利用热能，采用了中间有热交换器的接触室（见下图）。下列说法错误的是



- A. a、b 两处的混合气体成分含量相同，温度不同
- B. c、d 两处的混合气体成分含量相同，温度不同
- C. 热交换器的作用是预热待反应的气体，冷却反应后的气体
- D. c 处气体经热交换后再次催化氧化的目的是提高  $\text{SO}_2$  的转化率

【答案】B

【解析】

试题分析：A. 根据装置图可知，从 a 进入的气体是含有  $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$  等的冷气，经过热交换器后从 b 处出来的是热的气体，成分与 a 处相同，正确；B. 在 c 处出来的气体  $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_2$  在催化剂表面发生反应产生的含有  $\text{SO}_3$  及未反应的  $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_2$  等气体，该反应是放热反应，当经过热交换器后被冷的气体降温， $\text{SO}_3$  被部分分离出来，而且混合气体再次被催化氧化，故二者含有的气体的成分含量不相同，错误；C. 热交换器的作用是预热待反应的冷的气体，同时冷却反应产生的气体，为  $\text{SO}_3$  的吸收创造条件，正确；D. C 处气体经过热交换器后再次被催化氧化，目的就是使未反应的  $\text{SO}_2$  进一步反应产生  $\text{SO}_3$ ，从而提高  $\text{SO}_2$  的转化率，正确。学.科.网

【考点定位】考查工业制硫酸中  $\text{SO}_2$  催化氧化的设备及工作原理。

【名师点睛】化学工业是历次考试题的重要组成部分，虽然完全考查设备的题型不是特别多，但是往往以工业流程为载体考查元素化合物知识，所以教材中的几个重要工业（工业生产中均有重要应用）的整体流程、主要设备、反应条件的选择等是我们学习的重要内容之一。需要关注的有：工业制硫酸、合成氨工业、硝酸工业、纯碱工业、氯碱工业、海水资源的综合利用及镁的冶炼、铝的冶炼、铜的精炼等。要求会正确书写相关的化学方程式，理解硫酸工业、合成氨工业条件的选择依据。

15. 下列气体的制备和性质实验中，由现象得出的结论错误的是

| 选项 | 试剂       | 试纸或试液   | 现象 | 结论                  |
|----|----------|---------|----|---------------------|
| A  | 浓氨水、生石灰  | 红色石蕊试纸  | 变蓝 | $\text{NH}_3$ 为碱性气体 |
| B  | 浓盐酸、浓硫酸  | pH 试纸   | 变红 | HCl 为酸性气体           |
| C  | 浓盐酸、二氧化锰 | 淀粉碘化钾试液 | 变蓝 | $\text{Cl}_2$ 具有氧化性 |
| D  | 亚硫酸钠、硫酸  | 品红试液    | 褪色 | $\text{SO}_2$ 具有还原性 |

【答案】D

【解析】

试题分析：A.  $\text{NH}_3$  制备可以采取浓氨水和生石灰制取，可用红色石蕊试纸检验，试纸变蓝则说明  $\text{NH}_3$  为碱性气体，正确；B. 利用浓硫酸的高沸点性以及吸水放热的性质，可以制取 HCl 气体，pH 试纸变红，则说明气体为酸性气体，正确；C. 浓盐酸和二氧化锰加热可以制取  $\text{Cl}_2$ ， $\text{Cl}_2$  可以用湿润的淀粉碘化钾试液检验，试液变蓝，说明 KI 转化为  $\text{I}_2$ ，则说明  $\text{Cl}_2$  有强氧化性，正确；D.  $\text{SO}_2$  使品红溶液褪色体现的是  $\text{SO}_2$  的漂白性，错误。故选 D。

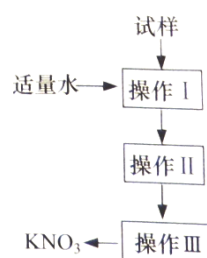
【考点定位】考查常见气体的制备和性质实验。

【名师点睛】实验题考查涉及的知识点比较零散、覆盖面广泛，复习过程中要做好有关专题总结、尽量多走进实验室进行基础实验训练，要以做实验的心态面对实验题。关于气体的制备思路可归纳为：反应原理→气体发生装置→除杂提纯→干燥→收集→检验→尾气处理。至于各步所需要的仪器、试剂、操作方法，要依据物质的性质和反应条件进行选择。所以，熟练掌握物质的性质和反应原理是解答实验题的关键。

16. 实验室提纯含少量氯化钠杂质的硝酸钾的过程如右图所示。

下列分析正确的是

- A. 操作 I 是过滤，将固体分离除去
- B. 操作 II 是加热浓缩，趁热过滤，除去杂质氯化钠



C. 操作III是过滤、洗涤，将硝酸钾晶体从溶液中分离出来

D. 操作 I ~III总共需两次过滤

**【答案】** C

**【解析】**

试题分析：KNO<sub>3</sub> 中混有 NaCl 应提纯 KNO<sub>3</sub>，将它们都溶于水，并降温结晶。因为 KNO<sub>3</sub> 的溶解度随温度的升高而升高，NaCl 的溶解度随温度的升高而基本无明显变化。则有，操作 I 是在烧杯中加水溶解，操作 II 是蒸发浓缩，得到较高温度的 KNO<sub>3</sub> 饱和溶液，操作 III 为冷却结晶，利用溶解度差异使 KNO<sub>3</sub> 结晶析出，过滤，洗涤，干燥得到 KNO<sub>3</sub> 晶体。故选 C。

**【考点定位】** 考查常见物质的分离、提纯的方法。

**【名师点睛】** 化学是研究物质的组成、结构、性质、用途及制取（或合成）的自然科学，而物质的制取过程中一定要涉及到物质的除杂、分离、提纯等问题，因此有关物质的分离提纯实验题型是历次考试的重点题型。常用分离方法有：过滤、蒸发浓缩、冷却结晶、萃取分液、蒸馏（分馏）、盐析、洗气等。选择物质分离提纯试剂和方法的基本原则：①不增（不引入新的杂质）；②不减（不减少被提纯的物质）；③易分离（被提纯的物质与杂质易分离）；④易复原（被提纯的物质易复原）。

17. 某铁的氧化物（Fe<sub>x</sub>O）1.52 g 溶于足量盐酸中，向所得溶液中通入标准状况下 112 ml Cl<sub>2</sub>，恰好将 Fe<sup>2+</sup> 完全氧化。x 值为

A. 0.80    B. 0.85    C. 0.90    D. 0.93

**【答案】** A

**【解析】**

试题分析：根据电子守恒可知，Fe<sub>x</sub>O 被氧化为 Fe<sup>3+</sup> 转移的电子数和 Cl<sub>2</sub> 转移的电子数相等。标准状况下 112 mL Cl<sub>2</sub> 转移电子数为 0.01 mol。则有：

$$\frac{1.52}{56x + 16} \times (3 - \frac{2}{x}) \times x = 0.01, \text{ 解得 } x = 0.8. \text{ 故选项 A 正确。}$$

**【考点定位】** 考查氧化还原反应方程式的有关计算。

**【名师点睛】** 氧化还原反应计算是历次考试的重要考点，往往与阿伏加德罗常数、物质的量等结合在一起考查，掌握正确的解题思路 and 技巧一般难度不大。得失电子守恒法（化合价升降总数相等）是最常用的解题方法，具体步骤：①找出氧化剂、还原剂及对应产物；②准确找出一个微粒（原子、离子或分子）对应的得失电子数目；③设未知数、依据电子守恒列出关系式、计算出未知量。注意：对于多步连续进行的氧化还原反应，只要中间各步反应过程中电子没有损耗，可直接找出起始物和最终产物之间的电子守恒关系，快速求解。

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. 一定条件下，一种反应物过量，另一种反应物仍不能完全反应的是

- A. 过量的氢气与氮气    B. 过量的浓盐酸与二氧化锰  
C. 过量的铜与浓硫酸    D. 过量的锌与 18 mol/L 硫酸

【答案】AC

【解析】

试题分析：A.  $H_2$  和  $N_2$  制备  $NH_3$  是可逆反应，反应物始终不能消耗完；B. 可以加入过量的浓盐酸，使二氧化锰彻底反应完全；C. 浓硫酸随着反应变稀，稀硫酸不再与铜反应；D. 18 mol/L 的浓硫酸与锌开始反应产生  $SO_2$ ，随着反应进行，浓硫酸变稀，再与锌反应产生  $H_2$ 。故选 AC。

【考点定位】考查常见可逆反应的判断。

【名师点睛】常见化学反应中，有些反应能否发生（或者能否完全反应）以及生成产物的种类，除了与反应本身特点有关外，往往与反应物的量（或浓度）有关。常见反应有：①所有的可逆反应；②二氧化锰只能与浓盐酸反应生成氯气；③铜只能与浓硫酸在加热条件下反应；④活泼金属与稀硫酸反应生成氢气、与浓硫酸生成二氧化硫，两个反应的原理不同；⑤澄清石灰水中通入二氧化碳（或二氧化硫）气体，随着气体的量不同产物不同；⑥碳酸钠溶液中逐滴加入稀盐酸的反应；⑦可溶性铝盐与强碱溶液、可溶性偏铝酸盐与强酸溶液的反应；⑧银氨溶液的配制过程；⑨变价金属铁与定量浓硫酸、浓稀硝酸的反应等等。建议整理的过程中写出相应的离子方程式。

19. 已知： $SO_3^{2-} + I_2 + H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 2I^- + 2H^+$ 。某溶液中可能含有  $Na^+$ 、 $NH_4^+$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $K^+$ 、 $I^-$ 、 $SO_3^{2-}$ 、 $SO_4^{2-}$ ，且所有离子物质的量浓度相等。向该无色溶液中滴加少量溴水，溶液仍呈无色。下列关于该溶液的判断正确的是

- A. 肯定不含  $I^-$             B. 肯定不含  $SO_4^{2-}$   
C. 肯定含有  $SO_3^{2-}$         D. 肯定含有  $NH_4^+$

【答案】BC

【解析】

试题分析：溶液本身无色，说明没有  $Fe^{2+}$ 。加入溴水仍然无色，说明溴水发生了反应，且产物无色， $I^-$  和  $SO_3^{2-}$  均可与溴水反应使溴水褪色，此时反应后溶液无色，说明没有  $I_2$  生成，则原溶液中一定有  $SO_3^{2-}$ 。由于  $SO_3^{2-}$  的还原性比  $I^-$  强，故  $I^-$  是否存在无法判断。因所有离子浓度相等，则根据电荷守恒可判断  $SO_4^{2-}$  肯定没有。故选 BC。学科网



可以用相对分子质量来比较，正确；C. 因  $I_2$  的氧化性较弱，故与铁反应生成  $FeI_2$ ，错误；D. 浓硫酸氧化性很强，会将  $HBr$  氧化为  $Br_2$ ，错误。故选 AB。学.科网

**【考点定位】** 考查类比推理方法在掌握化学知识中的合理运用。

**【名师点睛】** 类比推理是学习和研究化学物质及其变化的一种常用的科学思维方法。由于物质的结构决定性质、性质决定用途，结构相似的物质往往具有相似的物理、化学性质。所以，依据事先设定好的“标准”将物质进行合理分类，对掌握物质的结构、通性等化学知识起着事半功倍的作用。但由于各种物质组成和结构具有一定的差异性，运用类推法时一定不能照搬。

22. 称取  $(NH_4)_2SO_4$  和  $NH_4HSO_4$  混合物样品 7.24 g，加入含 0.1 mol NaOH 的溶液，完全反应，生成  $NH_3$  1792 mL（标准状况），则  $(NH_4)_2SO_4$  和  $NH_4HSO_4$  的物质的量比为
- A. 1:1    B. 1:2    C. 1.87:1    D. 3.65:1

**【答案】** C

**【解析】**

**试题分析：**利用极值法分析，可知 0.1 mol 氢氧化钠不足，故先将  $NH_4HSO_4$  反应完，再反应  $(NH_4)_2SO_4$ ，因共生成  $NH_3$  0.08 mol，故与  $H^+$  反应的氢氧化钠为 0.02 mol，则可知道  $NH_4HSO_4$  为 0.02 mol，则  $(NH_4)_2SO_4$  质量为  $7.24 g - 115 g/mol \times 0.02 mol = 4.94 g$ ， $(NH_4)_2SO_4$  的物质的量为  $4.94 g \div 132 g/mol = 0.0374 mol$ 。因此  $(NH_4)_2SO_4$  与  $NH_4HSO_4$  物质的量之比为：1.87:1，故选 C。

**【考点定位】** 考查有关化学反应计算的技巧和方法。

**【名师点睛】** 解答化学计算题时，经常要运用多种化学解题思想，如极值法、差量法、守恒法、讨论法、特殊值法等，这也是历来高考的重点内容。本题就是先利用极值法判断反应物是否足量，然后才能确定后续的计算方法。化学计算过程中，多以物质的量为核心，考查物质的量、阿伏加德罗常数、物质的量浓度、物质的质量、摩尔质量、气体的体积、气体摩尔体积等相关物理量的转化关系，考生要熟练掌握各物理量的意义以及之间的转化关系式。日常学习中要加强相关化学思想以及物理量间运算的练习，以便快速准确作答，题目难度中等。

#### 四、(本题共 12 分)

NaCN 超标的电镀废水可用两段氧化法处理：

- (1) NaCN 与 NaClO 反应，生成 NaOCN 和 NaCl
- (2) NaOCN 与 NaClO 反应，生成  $Na_2CO_3$ 、 $CO_2$ 、NaCl 和  $N_2$

已知 HCN ( $K_i = 6.3 \times 10^{-10}$ ) 有剧毒；HCN、HOCN 中 N 元素的化合价相同。

完成下列填空：

23. 第一次氧化时, 溶液的 pH 应调节为\_\_\_\_\_ (选填“酸性”、“碱性”或“中性”); 原因是\_\_\_\_\_。
24. 写出第二次氧化时发生反应的离子方程式。  
\_\_\_\_\_
25. 处理  $100\text{ m}^3$  含 NaCN  $10.3\text{ mg/L}$  的废水, 实际至少需 NaClO \_\_\_\_\_g (实际用量应为理论值的 4 倍), 才能使 NaCN 含量低于  $0.5\text{ mg/L}$ , 达到排放标准。
26.  $(\text{CN})_2$  与  $\text{Cl}_2$  的化学性质相似。 $(\text{CN})_2$  与 NaOH 溶液反应生成\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和  $\text{H}_2\text{O}$ 。
27. 上述反应涉及到的元素中, 氯原子核外电子能量最高的电子亚层是\_\_\_\_\_; H、C、N、O、Na 的原子半径从小到大的顺序为\_\_\_\_\_。
28. HCN 是直线型分子, HCN 是\_\_\_\_\_分子 (选填“极性”、“非极性”)。HClO 的电子式为\_\_\_\_\_。

**【答案】** 23. 碱性; 防止生成 HCN, 造成人员中毒或污染空气。



25. 14900

26. NaOCN、NaCN

27. 3p;  $\text{H} < \text{O} < \text{N} < \text{C} < \text{Na}$

28. 极性;  $\text{H}:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{N}}}\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}$

**【解析】**

试题分析: 23. NaCN 易与酸反应生成 HCN, 为防止生成 HCN, 造成人员中毒或污染空气, 因此第一次氧化时, 溶液的 pH 应调节为碱性。

24. 反应中氯元素的化合价从 +1 降低到 -1, 得到 2 个电子。N 元素化合价从 -3 升高到 0, 失去 3 个电子, 则根据电子得失守恒可知还原剂和氧化剂的物质的量之比是 2: 3, 反应的离子方程式为  $2\text{CNO}^- + 3\text{ClO}^- \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{Cl}^- + \text{N}_2 \uparrow$ 。

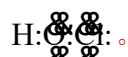
25. 参加反应的 NaCN 是  $\frac{100 \times (10.3 - 0.5)\text{g}}{49\text{g/mol}} = 20\text{mol}$ , 反应中 C 由 +2 价升高到 +4 价, N 元素化合价

从-3价升高到0价,即1 mol NaCN失去5 mol电子,1 mol 浓氯酸钠得到2 mol电子,所以处理100 m<sup>3</sup>含NaCN 10.3 mg/L的废水,实际至少需NaClO的质量为 $\frac{20\text{mol} \times 5}{2} \times 74.5\text{g/mol} \times 4 = 14900\text{g}$ 。

26. (CN)<sub>2</sub>与Cl<sub>2</sub>的化学性质相似,则根据氯气与氢氧化钠反应的方程式可知,(CN)<sub>2</sub>与NaOH溶液反应生成NaOCN、NaCN和H<sub>2</sub>O。学科&网

27. 氯元素的核外电子排布式为1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>5</sup>,所以氯原子核外电子能量最高的电子亚层是3p;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,因此H、C、N、O、Na的原子半径从小到大的顺序为H<O<N<C<Na。

28. HCN是直线型分子,正负电荷重心不重合,因此HCN是极性分子。HClO含有共价键,电子式为



【考点定位】考查氧化还原反应方程式书写、计算、元素周期律等有关判断。

【名师点睛】对于 $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$ ,  $K_1 = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$ ,一定温度下电离平衡常数的大小通常是用来衡量酸

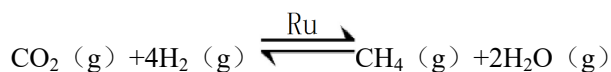
性强弱的主要依据,  $K_1$ 值越大说明酸性越强。HCN的 $K_1 = 6.3 \times 10^{-10}$ ,说明HCN是极弱的酸,NaCN属于强碱弱酸盐,极易水解使水溶液表现碱性,即NaCN只能存在于碱性环境中。若调整NaCN溶液pH至中性或酸性,NaCN几乎完全转化为剧毒物质HCN。该题中主要涉及氧化还原反应,氧化还原反应的特征是元素的化合价发生变化,其本质是在反应中有电子转移。在氧化还原反应中遵循电子守恒,即氧化剂得到的电子的物质的量(或个数)等于还原剂失去的电子的物质的量(或个数)。若将电子守恒规律应用于解题,可以大大简化我们的计算过程,收到事半功倍的效果。守恒法是中学化学中常用的解题方法之一,守恒法包括质量守恒、原子守恒、电荷守恒、电子守恒等。在进行解题时,如何选择并应用上述方法对于正确快速地解答题目十分关键。首先必须明确每一种守恒法的特点,然后挖掘题目中存在的守恒关系,最后巧妙地选取方法,正确地解答题目。①在溶液中存在着阴阳离子,由于溶液呈电中性,所以可考虑电荷守恒;②在氧化还原反应中存在着电子的转移,通常考虑电子守恒。③在某些复杂多步的化学反应中可考虑某种元素的守恒法;④在一个具体的化学反应中,由于反应前后质量不变,因此涉及到与质量有关的问题可考虑质量守恒法。微粒半径比较可能涉及到原子或者离子,一般规律是:电子层数多的微粒半径大,当电子层数相同时原子序数大的半径小。

## 五、(本题共12分)

随着科学技术的发展和环保要求的不断提高,CO<sub>2</sub>的捕集利用技术成为研究的重点。

完成下列填空:

29.目前国际空间站处理 CO<sub>2</sub> 的一个重要方法是将 CO<sub>2</sub> 还原，所涉及的反应方程式为：



已知 H<sub>2</sub> 的体积分数随温度升高而增加。

若温度从 300℃ 升至 400℃，重新达到平衡，判断下列表格中各物理量的变化。（选填“增大”、“减小”或“不变”）

| $v_{\text{正}}$ | $v_{\text{逆}}$ | 平衡常数 $K$ | 转化率 $\alpha$ |
|----------------|----------------|----------|--------------|
|                |                |          |              |

30. 相同温度时，上述反应在不同起始浓度下分别达到平衡，各物质的平衡浓度如下表：

|       | [CO <sub>2</sub> ]/mol·L <sup>-1</sup> | [H <sub>2</sub> ]/mol·L <sup>-1</sup> | [CH <sub>4</sub> ]/mol·L <sup>-1</sup> | [H <sub>2</sub> O]/mol·L <sup>-1</sup> |
|-------|--|---------------------------------------|--|--|
| 平衡 I  | $a$                                    | $b$                                   | $c$                                    | $d$                                    |
| 平衡 II | $m$                                    | $n$                                   | $x$                                    | $y$                                    |

$a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  与  $m$ 、 $n$ 、 $x$ 、 $y$  之间的关系式为\_\_\_\_\_。

31. 碳酸：H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>， $K_{i1}=4.3 \times 10^{-7}$ ， $K_{i2}=5.6 \times 10^{-11}$

草酸：H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>， $K_{i1}=5.9 \times 10^{-2}$ ， $K_{i2}=6.4 \times 10^{-5}$

0.1 mol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液的 pH \_\_\_\_\_ 0.1 mol/L Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 溶液的 pH。（选填“大于”、“小于”或“等于”）

等浓度的草酸溶液和碳酸溶液中，氢离子浓度较大的是\_\_\_\_\_。

若将等浓度的草酸溶液和碳酸溶液等体积混合，溶液中各种离子浓度大小的顺序正确的是\_\_\_\_\_。（选填编号）

- a. [H<sup>+</sup>] > [HC<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>-</sup>] > [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] > [CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>]  
 b. [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] > [HC<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>-</sup>] > [C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>] > [CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>]  
 c. [H<sup>+</sup>] > [HC<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>-</sup>] > [C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>] > [CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>]  
 d. [H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>] > [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] > [HC<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>-</sup>] > [CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>]

32. 人体血液中的碳酸和碳酸氢盐存在平衡：H<sup>+</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ⇌ H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，当有少量酸性或碱性物质进入血液中时，血液的 pH 变化不大，用平衡移动原理解释上述现象。

【答案】29.

| $v_{\text{正}}$ | $v_{\text{逆}}$ | 平衡常数 $K$ | 转化率<br>$\alpha$ |
|----------------|----------------|----------|-----------------|
| 增大             | 增大             | 减小       | 减小              |

30.  $\frac{cd^2}{ab^4} = \frac{xy^2}{mn^4}$     31. 大于；草酸；ac    32. 当少量酸性物质进入血液中，平衡向右移动，使 H<sup>+</sup> 浓度变

化较小，血液的 pH 基本不变；当少量碱性物质进入血液中，平衡向左移动，使  $H^+$  浓度变化较小，血液的 pH 基本不变。（合理即给分）

**【解析】**

试题分析：29.  $H_2$  的体积分数随温度的升高而增加，这说明升高温度平衡向逆反应方向进行，即正反应是放热反应。升高温度正逆反应速率均增大，平衡向逆反应方向进行，平衡常数减小，反应物的转化率减小。

30. 相同温度时平衡常数不变，则  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  与  $m$ 、 $n$ 、 $x$ 、 $y$  之间的关系式为  $\frac{cd^2}{ab^4} = \frac{xy^2}{mn^4}$ 。

31. 根据电离常数可知草酸的酸性强于碳酸，则碳酸钠的水解程度大于草酸钠，所以 0.1 mol/L  $Na_2CO_3$  溶液的 pH 大于 0.1 mol/L  $Na_2C_2O_4$  溶液的 pH。草酸的酸性强于碳酸，则等浓度草酸溶液和碳酸溶液中，氢离子浓度较大的是草酸。a. 草酸的两级电离常数均大于碳酸的，所以草酸的两级的电离程度均大于碳酸的，因此溶液中  $[H^+] > [HC_2O_4^-] > [C_2O_4^{2-}] > [HCO_3^-] > [CO_3^{2-}]$ ，a 正确；b. 根据 a 中分析可知 b 错误；c. 根据 a 中分析可知 c 正确；d. 根据 a 中分析可知 d 错误，答案选 ac。学.科.网

32. 根据平衡可知当少量酸性物质进入血液中，平衡向右移动，使  $H^+$  浓度变化较小，血液中的 pH 基本不变；当少量碱性物质进入血液中，平衡向左移动，使  $H^+$  浓度变化较小，血液的 pH 基本不变。

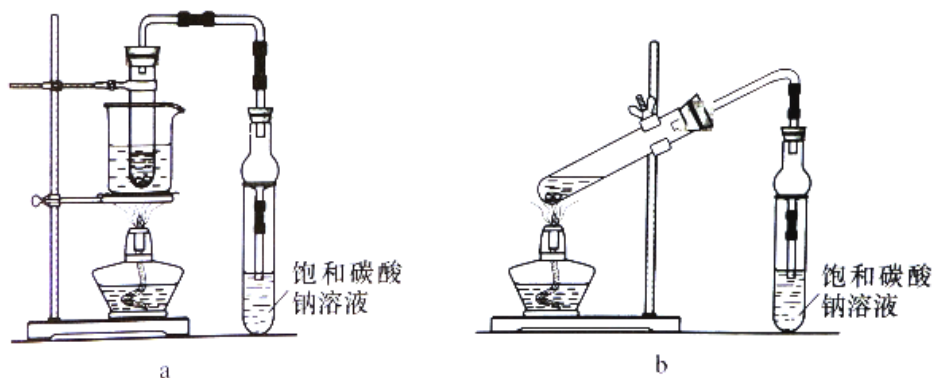
**【考点定位】** 考查外界条件对平衡状态的影响、电离常数应用等。

**【名师点睛】**

高中化学中，我们除了学习了化学反应平衡以外，还学习了水溶液中的电离平衡、水解平衡和沉淀溶解平衡。溶液中的这三大平衡，和普通的化学反应平衡一样，都适用勒夏特列原理，所有关于平衡的原理、规律、计算都是相通的，在学习过程中，不可将他们割裂开来。勒夏特列原理（又称平衡移动原理）的内容是：改变影响平衡的一个因素，平衡就向能够减弱这种改变的方向移动。关键词“减弱”有两层含义，（1）平衡移动方向：与改变条件相反的方向；（2）平衡移动程度：不能抵消这种改变。它定性揭示了化学平衡与外界条件的关系，在帮助中学生判断平衡移动方向，分析平衡移动后浓度、体积百分含量、转化率变化等方面非常方便实用。而且勒夏特列原理有广泛适用性，可用于研究所有的化学动态平衡，如沉淀溶解平衡、电离平衡、盐类水解平衡等，所以它是一个很重要的基本规律。另外注意平衡常数只是温度的函数，温度不变， $K$  值不变。

**六、（本题共 12 分）**

乙酸乙酯广泛用于药物、染料、香料等工业，中学化学实验常用 a 装置来制备。



完成下列填空：

33. 实验时，通常加入过量的乙醇，原因是\_\_\_\_\_。加入数滴浓硫酸即能起催化作用，但实际用量多于此量，原因是\_\_\_\_\_；浓硫酸用量又不能过多，原因是\_\_\_\_\_。
34. 饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的作用是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
35. 反应结束后，将试管中收集到的产品倒入分液漏斗中，\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_，然后分液。
36. 若用 b 装置制备乙酸乙酯，其缺点有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。由 b 装置制得的乙酸乙酯粗产品经饱和碳酸钠溶液和饱和食盐水洗涤后，还可能含有的有机杂质是\_\_\_\_\_，分离乙酸乙酯与该杂质的方法是\_\_\_\_\_。

**【答案】** 33. 增大反应物浓度，使平衡向生成酯的方向移动，提高酯的产率。（合理即给分）

浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  能吸收生成的水，使平衡向生成酯的方向移动，提高酯的产率。

浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  具有强氧化性和脱水性，会使有机物碳化，降低酯的产率。

34. 中和乙酸、溶解乙醇、减少乙酸乙酯在水中的溶解

35. 振荡、静置 36. 原料损失较大、易发生副反应 乙醚；蒸馏

**【解析】**

试题分析：33. 由于反应是可逆反应，因此加入过量的乙醇增大反应物浓度，使平衡向生成酯的方向移动，提高酯的产率。由于浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  能吸收生成的水，使平衡向生成酯的方向移动，提高酯的产率，因此实际用量多于此量；由于浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  具有强氧化性和脱水性，会使有机物碳化，降低酯的产率，所以浓硫酸用量又不能过多。

34. 由于生成的乙酸乙酯中含有乙醇和乙酸，所以饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的作用是中和乙酸、溶解乙醇、减少乙酸乙酯在水中的溶解。

35. 乙酸乙酯不溶于水，因此反应结束后，将试管中收集到的产品倒入分液漏斗中，振荡、静置，然后

分液即可。

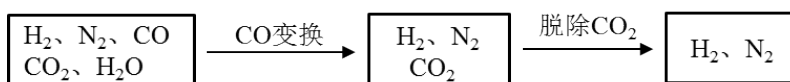
36. 根据 b 装置可知由于不是水浴加热，温度不易控制，因此制备乙酸乙酯的缺点是原料损失较大、易发生副反应。由于乙醇溶液发生分子间脱水生成乙醚，所以由 b 装置制得的乙酸乙酯产品经饱和碳酸钠溶液和饱和食盐水洗涤后，还可能含有的有机杂质是乙醚，乙醚和乙酸乙酯的沸点相差较大，则分离乙酸乙酯与该杂质的方法是蒸馏。 学科.网

【考点定位】考查乙酸乙酯制备实验设计。

【名师点睛】乙酸乙酯的制取是中学化学中典型的有机物制备实验之一，有机化学实验中的知识点比较琐碎，特别是许多细节更应引起注意。比如：①加热的方式不同，可由酒精灯直接加热、水浴加热等，要知道各种加热方式的优缺点，很多有机实验中还需要根据实验目的确定温度计的位置等；②许多有机反应都需要催化剂，催化剂种类繁多，要明确实验中所加各物质的作用；③副反应多，相同的反应物在不同的反应条件下可发生不同的化学反应，从而导致产物的不纯；④需要冷却装置的多，由于反应物或产物多为挥发性物质，所以注意对挥发出的反应物或产物进行冷却，以提高反应物的转化率或生成物的产率。水冷或空气冷却是常见的两种方式；⑤产物的分离和提纯，要结合副反应和反应物的挥发性，确定产物中的杂质种类，从而确定分离提纯的方法。⑥结合可逆反应分析反应物的用量。

## 七、(本题共 12 分)

半水煤气是工业合成氨的原料气，其主要成分是  $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  (g)。半水煤气经过下列步骤转化为合成氨的原料。



完成下列填空：

37. 半水煤气含有少量硫化氢。将半水煤气样品通入\_\_\_\_溶液中（填写试剂名称），出现\_\_\_\_，可以证明有硫化氢存在。

38. 半水煤气在铜催化下实现 CO 变换： $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} \text{CO}_2 + \text{H}_2$

若半水煤气中  $V(\text{H}_2):V(\text{CO}):V(\text{N}_2)=38:28:22$ ，经 CO 变换后的气体中： $V(\text{H}_2):V(\text{N}_2)=$ \_\_\_\_\_。

39. 碱液吸收法是脱除二氧化碳的方法之一。已知：

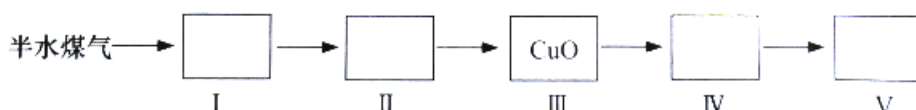
|                    | $\text{Na}_2\text{CO}_3$ | $\text{K}_2\text{CO}_3$ |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| 20℃ 碱液最高浓度 (mol/L) | 2.0                      | 8.0                     |
| 碱的价格 (元/kg)        | 1.25                     | 9.80                    |

若选择  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  碱液作吸收液, 其优点是\_\_\_\_\_; 缺点是\_\_\_\_\_。如果选择  $\text{K}_2\text{CO}_3$  碱液作吸收液, 用什么方法可以降低成本?

写出这种方法涉及的化学反应方程式。\_\_\_\_\_

40. 以下是测定半水煤气中  $\text{H}_2$  以及  $\text{CO}$  的体积分数的实验方案。

取一定体积 (标准状况) 的半水煤气, 经过下列实验步骤测定其中  $\text{H}_2$  以及  $\text{CO}$  的体积分数。



(1) 选用合适的无机试剂分别填入 I、II、IV、V 方框中。

(2) 该实验方案中, 步骤 I、II 的目的是: \_\_\_\_\_。

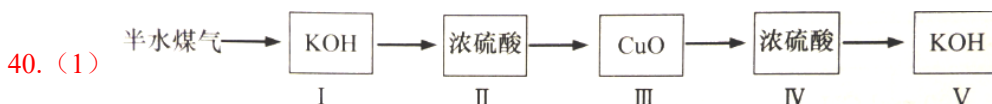
(3) 该实验方案中, 步骤\_\_\_\_\_ (选填“IV”或“V”) 可以确定半水煤气中  $\text{H}_2$  的体积分数。

【答案】37.硝酸铅 (或硫酸铜); 黑色沉淀

38.3:1

39.价廉; 吸收  $\text{CO}_2$  能力差

碱液循环使用:  $2\text{KHCO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$



(2) 除去半水煤气中的  $\text{CO}_2$  (包括  $\text{H}_2\text{S}$ ) 和  $\text{H}_2\text{O}$  (3) IV

【解析】

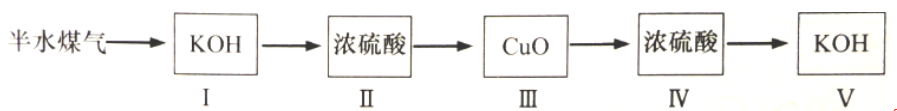
试题分析: 37.硫化氢能与重金属生成沉淀, 所以将半水煤气样品通入硝酸铅 (或硫酸铜) 溶液中, 出现黑色沉淀可以证明有硫化氢存在。

38.若半水煤气中  $V(\text{H}_2):V(\text{CO}):V(\text{N}_2)=38:28:22$ , 经  $\text{CO}$  变换后  $\text{H}_2\text{O}$  转化为氢气, 则根据方程式可知所得的气体中:  $V(\text{H}_2):V(\text{N}_2)=(38+28):22=3:1$ 。

39 根据表中数据可知若选择  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  碱液作吸收液, 其优点是价廉, 而缺点是吸收  $\text{CO}_2$  能力差。由于生成的碳酸氢钾受热易分解产生碳酸钾, 所以使碱液循环使用可以降低成本, 反应的化学方程式为

$2\text{KHCO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;

40. (1) 由于半水煤气中含有二氧化碳, 所以首先利用碱液除去二氧化碳, 干燥后再通过氧化铜反应, 利用浓硫酸吸收产生的水蒸气, 利用碱液吸收产生的二氧化碳, 进而计算体积分数。所以流程为



(2) I 中 KOH 吸收  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{S}$ ，II 中浓硫酸吸收水蒸气，干燥气体。

(3) 氢气还原氧化铜生成水蒸气，浓硫酸吸收水蒸气，所以该实验方案中，步骤IV可以确定半水煤气中  $\text{H}_2$  的体积分数。学.科网

**【考点定位】** 考查水煤气中气体成分测定实验设计与探究。

**【名师点睛】** “教真实的化学，学有用的知识”已成为大家的共识，现在的化学试题强调化学与生活的交融，突出理论联系生产、生活实际和科技前沿，强调学以致用。试题将真实的问题转化为试题情境，真实问题的复杂性带来了化学试题的综合性，这就要求考生首先读懂并捕捉到全部相关信息，弄清这些信息之间的逻辑关系，特别是确定性信息和未知信息之间的关系，为问题的解决奠定基础。这显然属于“关键能力”。对于一个流程的设计和评价，要分析它由几个部分组成，每个部分在整体中处于什么地位、有什么作用，为什么要这样设计，这样设计的优缺点如何，可以如何改进等等，这些都是高考中考查综合能力的重点。

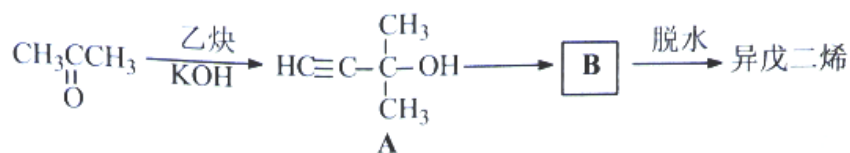
## 八、(本题共9分)

异戊二烯是重要的有机化工原料，其结构简式为  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$ 。

完成下列填空：

41. 化合物 X 与异戊二烯具有相同的分子式，与  $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$  反应后得到 3-甲基-1,1,2,2-四溴丁烷。X 的结构简式为\_\_\_\_\_。

42. 异戊二烯的一种制备方法如下图所示：



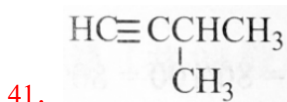
A 能发生的反应有\_\_\_\_\_。(填反应类型)

B 的结构简式为\_\_\_\_\_。

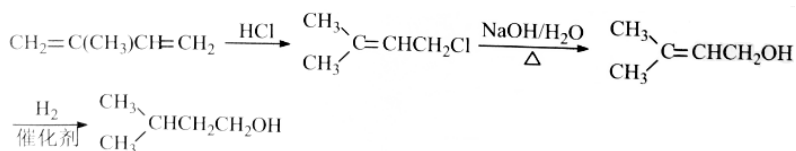
43. 设计一条由异戊二烯制得有机合成中间体  $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  的合成路线。

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

**【答案】**



43. (合理即给分)



### 【解析】

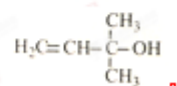
试题分析：

41. 由题意可知化合物 X 与异戊二烯的分子式相同，则 X 的分子式为：C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>，X 的不饱和度 Ω=2；由 X 与 Br<sub>2</sub>/CCl<sub>4</sub> 发生加成反应产物为 3-甲基-1,1,2,2-四溴丁烷，则 X 分子中存在碳碳三键，其结构简式为：CH≡CCH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>。故答案为：CH≡CCH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>。学科&网

42. A 分子中存在碳碳三键能与 H<sub>2</sub>O、X<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、HX 等发生加成反应，与 H<sub>2</sub> 的加成反应也属于还原反应；能被酸性高锰酸钾溶液氧化而发生氧化反应；能发生加聚反应（聚合反应）。A 分子中存在羟基能发生取代反应（酯化反应）和消除反应。将 A 与异戊二烯的结构简式对比可知，A 首先与 H<sub>2</sub> 发生加成反应



为：加成反应、还原反应、氧化反应、聚合（加聚）反应、取代（酯化）反应、消除反应；



43. 根据题意可知 CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CH=CH<sub>2</sub> 在一定条件下首先与 HCl 发生加成反应生成 CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Cl；CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Cl 在氢氧化钠溶液、加热条件下发生取代（水解）反应生成 CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH；CH<sub>2</sub>=C(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH 在催化剂、加热条件下与 H<sub>2</sub> 发生加成反应即可生成 CH<sub>3</sub>CH(CH<sub>3</sub>)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH。

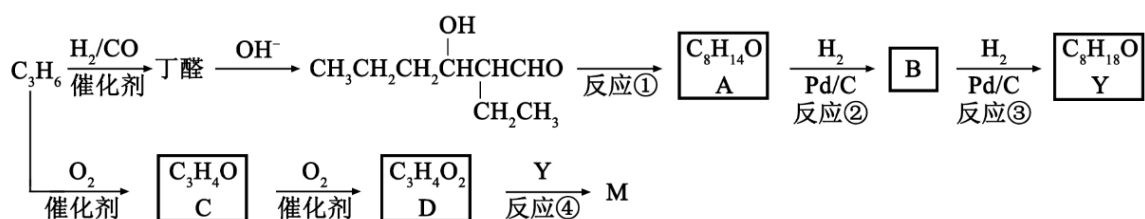
【考点定位】考查有机反应类型、有机物官能团的性质、常见有机物的推断和合成途径的设计和方法。

【名师点睛】依据反应规律和产物来推断反应物是有机物推断的常见题型，通常采用逆推法：抓住产物的结构、性质、实验现象、反应类型这条主线，找准突破口，把题目中各物质联系起来从已知逆向推导，从而得到正确结论。对于某一物质来说，有机物在相互反应转化时要发生一定的化学反应，常见的反应类型有取代反应、加成反应、消去（消除）反应、酯化反应、加聚反应、缩聚反应等，要掌握各类

反应的特点，并会根据物质分子结构特点（包含官能团的种类）进行判断和应用。有机合成路线的设计解题方法一般采用综合思维的方法，其思维程序可以表示为：原料→中间产物←目标产物。即观察目标分子的结构（目标分子的碳架特征，及官能团的种类和位置）→由目标分子和原料分子综合考虑设计合成路线（由原料分子进行目标分子碳架的构建，以及官能团的引入或转化）→对于不同的合成路线进行优选（以可行性、经济性、绿色合成思想为指导）。熟练掌握一定的有机化学基本知识、具备一定的自学能力、信息迁移能力是解答本题的关键，题目难度中等。

### 九、(本题共 13 分)

M 是聚合物胶黏剂、涂料等的单体，其一条合成路线如下（部分试剂及反应条件省略）：



完成下列填空：

44. 反应①的反应类型是\_\_\_\_\_。反应④的反应条件是\_\_\_\_\_。
45. 除催化氧化法外，由 A 得到  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{C}}\text{COOH}$  所需试剂为\_\_\_\_\_。
46. 已知 B 能发生银镜反应。由反应②、反应③说明：在该条件下，\_\_\_\_\_。
47. 写出结构简式。C \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_
48. D 与 1-丁醇反应的产物与氯乙烯共聚可提高聚合物性能，写出该共聚物的结构简式。\_\_\_\_\_
49. 写出一种满足下列条件的丁醛的同分异构体的结构简式。\_\_\_\_\_

- ①不含羰基      ②含有 3 种不同化学环境的氢原子

已知：双键碳上连有羟基的结构不稳定。

### 【答案】

44. 消除反应；浓硫酸，加热

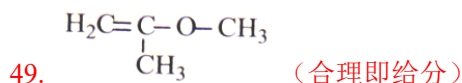
45. 银氨溶液，酸（合理即给分）

46. 碳碳双键比羰基易还原（合理即给分）

47.  $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$ ;

$$\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_2\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$$

48.  $\left[ \text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\underset{\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$ （合理即给分）



**【解析】**

试题分析：

44. 根据题意可知合成 M 的主要途径为：丙烯  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$  在催化剂作用下与  $\text{H}_2/\text{CO}$  发生反应生成丁醛

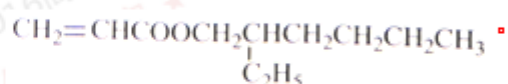


$\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$ ，与 A 的分子式  $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}$  对比可知，反应①为在浓硫酸、加热条件下发生消除反应。A 经过两次连续加氢得到的 Y 为醇， $\text{C}_3\text{H}_6$  经连续两次氧化得到的 D 为羧酸，则反应④的条件为浓硫酸，加热，生成的 M 为酯。

45. 除催化氧化法外，由 A 得到  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{C}}{\text{C}}\text{H}=\overset{\text{C}}{\text{C}}\text{OOH}$  还可以利用银氨溶液或新制氢氧化铜悬浊液等将醛基氧化成羧基，然后再酸化的方法。故答案为：银氨溶液，酸（其他合理答案亦可）。

46. 化合物 A ( $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}$ ) 与  $\text{H}_2$  发生加成反应生成 B ( $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$ )，由 B 能发生银镜反应，说明碳碳双键首先与  $\text{H}_2$  加成，即碳碳双键比醛基（羰基）易还原。故答案为：碳碳双键比醛基（羰基）易还原（其他合理答案亦可）。

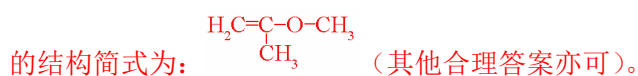
47. 丙烯  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$  在催化剂作用下被 O 氧化为 C (分子式为  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ )，结构简式为： $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$ ； $\text{CH}_2=\text{CHCHO}$  进一步被催化氧化生成 D (分子式为  $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$ )，D 的结构简式为： $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ ；Y 的结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$ ，D 与 Y 在浓硫酸加热条件下发生酯化反应生成 M，M 的结构简式为：



48. D 为  $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ ，与 1-丁醇在浓硫酸加热条件下发生酯化反应生成  $\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ， $\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  与氯乙烯发生加聚反应可生成高聚物：



49. 丁醛的结构简式为： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ ， $\Omega=1$ ，在其同分异构体中①不含羰基，说明分子中含有碳碳双键，②含有 3 种不同化学环境的氢原子且双键碳上连有羟基的结构不稳定。则符合条件的



**【考点定位】**考查有机物的合成途径的选择、有机物结构简式的书写方法。

**【名师点睛】**有机推断题型，考查学生有机化学基础知识同时还考查信息迁移能力、分析问题和解决问题

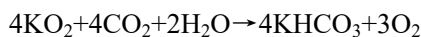
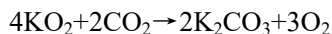
等综合能力，因而深受出题者的青睐，是历年高考必考题型之一，题目难度中等。有机推断题常以框图题的形式出现，解题的关键是确定突破口：（1）根据有机物的性质推断官能团：有机物官能团往往具有一些特征反应和特殊的化学性质，这些都是有机物结构的突破口。①能使溴水褪色的物质可能含有碳碳双键、碳碳三键、醛基或酚类物质（产生白色沉淀）；②能发生银镜反应或与新制  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液煮沸后生成红色沉淀的物质一定含有一CHO，并且氧化产物经酸化后转化为一COOH；③能与  $\text{H}_2$  发生加成（还原）反应说明分子中可能还有碳碳双键、碳碳三键、羰基、苯环等；④能被催化氧化说明是碳碳双键、一CHO、醇类等；⑤Na、NaOH、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  等分别用来推断有机物中一OH、酸性官能团和酯基、一COOH 等官能团的种类和数目；⑥能发生消去反应说明该有机物属于醇类或卤代烃；⑦能使酸性高锰酸钾溶液褪色的物质可能含有碳碳双键、碳碳三键、醛基、酚类物质或苯的同系物。（2）根据性质和有关数据推断官能团的数目。（3）从特定的变量进行推断，主要依据反应前后相对分子质量变化进行推断反应类型及官能团的变化。（4）依据反应前后分子式的变化进行推断，主要依据反应前后分子组成的变化进行推断反应类型及官能团的变化。最后准确书写有机物的结构式、结构简式等也是此类题型的关键点。

#### 十、（本题共 14 分）

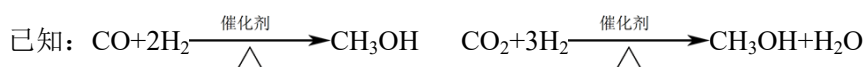
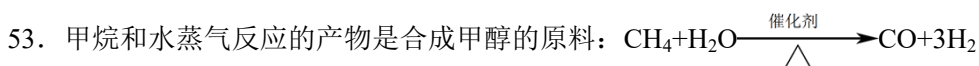
$\text{CO}_2$  是重要的化工原料，也是应用广泛的化工产品。 $\text{CO}_2$  与过氧化钠或超氧化钾反应可产生氧气。

完成下列计算：

50.  $\text{CO}_2$  通入氨水生成  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ， $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  很容易分解。2.00 mol  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  完全分解，分解产物经干燥后的体积为\_\_\_\_\_L(标准状况)。
51. 某  $\text{H}_2$  中含有 2.40 mol  $\text{CO}_2$ ，该混合气体通入 2.00 L NaOH 溶液中， $\text{CO}_2$  被完全吸收。如果 NaOH 完全反应，该 NaOH 溶液的浓度为\_\_\_\_\_。
52.  $\text{CO}_2$  和  $\text{KO}_2$  有下列反应：



若 9 mol  $\text{CO}_2$  在密封舱内和  $\text{KO}_2$  反应后生成 9 mol  $\text{O}_2$ ，则反应前密封舱内  $\text{H}_2\text{O}$  的量应该是多少？列式计算。



300 mol  $\text{CH}_4$  完全反应后的产物中，加入 100 mol  $\text{CO}_2$  后合成甲醇。若获得甲醇 350 mol，残留氢气 120

mol, 计算 CO<sub>2</sub> 的转化率。

【答案】

50.89.6

51.2.4 mol/L  $\geq c \geq$  1.2 mol/L



$n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) = 6 : 2$       $n(\text{H}_2\text{O}) = (9/6) \times 2 = 3(\text{mol})$

53.300 mol CH<sub>4</sub> 完全反应产生 H<sub>2</sub> 900 mol

设 CO<sub>2</sub> 转化率为  $\alpha$ , CO 转化率为  $\beta$

$$300\beta + 100\alpha = 350 \quad 600\beta + 300\alpha = 900 - 120$$

$$\alpha = 80\%$$

或设 CO<sub>2</sub> 转化率为  $\alpha$       $900 - 350 \times 2 - 100\alpha = 120$       $\alpha = 80/100 = 80\%$

【解析】

试题分析:

50. 碳酸氢铵分解的化学方程式为:  $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3\uparrow + \text{CO}_2\uparrow$ , 从方程式可以看出, 分解产物经干燥后, 所得气体为 NH<sub>3</sub> 和 CO<sub>2</sub>, 且  $n(\text{NH}_3) + n(\text{CO}_2) = 2n(\text{NH}_4\text{HCO}_3) = 2 \times 2.00 \text{ mol} = 4.00 \text{ mol}$ , 则  $V(\text{混合气体}) = 4.00 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 89.6 \text{ L}$ , 即分解产物经干燥后的体积为 89.6 L。

51. 根据题意要求, 2.40 mol CO<sub>2</sub> 被完全吸收, NaOH 也完全反应, 则反应的产物可能是 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (此时 NaOH 的浓度最大) 或 NaHCO<sub>3</sub> (此时 NaOH 的浓度最小) 或 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 和 NaHCO<sub>3</sub> 的混合物。用极值思想分析两个特殊情况:

(1)  $\text{CO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHCO}_3$ ,  $n(\text{NaOH}) = n(\text{CO}_2) = 2.40 \text{ mol}$ , 则  $c(\text{NaOH}) = \frac{2.40 \text{ mol}}{2.00 \text{ L}} = 1.20 \text{ mol/L}$ ;

(2)  $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{CO}_2) = 4.80 \text{ mol}$ , 则  $c(\text{NaOH}) = \frac{4.80 \text{ mol}}{2.00 \text{ L}} = 2.40 \text{ mol/L}$ ;

综合 (1)、(2) 可知, NaOH 溶液的浓度应该为  $1.20 \text{ mol/L} \leq c(\text{NaOH}) \leq 2.40 \text{ mol/L}$ 。

52. 法一:

依题意, 9 mol CO<sub>2</sub> 在密封舱内和 KO<sub>2</sub> 反应后生成 9 mol O<sub>2</sub>, 即  $n(\text{CO}_2) : n(\text{O}_2) = 1 : 1$ , 通过观察题给两个方程式可知, 当把两个方程式相加时正好符合题目要求:



所以有  $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{3} n(\text{CO}_2) = \frac{1}{3} \times 9 \text{ mol} = 3 \text{ mol}$ , 即反应前密封舱内 H<sub>2</sub>O 的物质的量为 3 mol。

法二: 学科.网



**【考点定位】**根据化学方程式的计算；物质的量、气体体积、物质的量浓度的转化关系；极值思想、守恒思想的运用。

**【名师点睛】**

根据化学方程式的计算，多以物质的量为核心，考查物质的量、阿伏加德罗常数、物质的量浓度、物质的质量、摩尔质量、气体的体积、气体摩尔体积等相关物理量的转化关系，以及反应物的转化率或产物的产率的计算，同时还可以融入多种化学解题思想，比如极值法、差量法、守恒法、讨论法、特殊值法等，是历来高考的重点内容。例如第 50 题考查了物质的量与气体体积的转化关系；第 51 题考查了物质的量与物质的量浓度的转化关系，同时也考查了极值思想的应用；第 53 题可根据元素守恒思想列出关系式求解。根据化学方程式计算时一定要准确找出相关物质之间的计量数关系，如果有一种反应物过量，则应根据量少的反应物来进行计算；如果涉及多步反应，可以根据几个化学方程式找出有关物质的关系式进行计算，使计算简化；如果是离子反应，可以根据离子方程式进行计算；如果是氧化还原反应，也可以利用电子转移关系进行有关计算。