

## 命题调研



## 命题研究与备考策略

本辑是以新课程标准(简称新课标)化学必修一的知识为基点,针对高考的要求对知识进行整理、加工和提升。新课标化学必修一的知识可分成三个部分:一是化学实验基础;二是物质的组成、化学反应类型、化学计算的基本概念与运用;三是重要的无机化合物。这三个部分都是无机化学的重要基础知识,掌握好这部分内容对学好高中化学知识有很大的帮助。这部分知识在高考中也占有较大的比例。

## 一、无机化学基础知识的考查形式与特点

## 1. 2006年全国各地高考试题对无机化学基础知识的考查情况

理科综合全国卷 I 与 III	阿伏加德罗常数问题,物质的溶解性,电解质溶液中的电荷守恒问题,过氧化钠的性质,氮、硫、氧的化合物,物质的除杂问题,物质的量的计算问题
理科综合全国卷 II	离子方程式的正误判断,物质的量的计算,氧化还原反应的相关计算,胶体知识,铁、碳、氢、氮、氧等元素及其化合物的性质
理科综合北京卷	阿伏加德罗常数问题,物质的氧化性、还原性的强弱比较,胶体知识,过氧化钠、铝的化合物,碳酸盐的性质
理科综合天津卷	胶体知识,氧化还原反应的配平,物质的检验,铁离子、过氧化氢的性质,物质的量的有关计算
理科综合四川卷	离子共存,阿伏加德罗定律的运用,氧化还原反应的配平,离子方程式的书写,物质的分离与提纯,碳、钠、硫及其化合物的性质
理科综合重庆卷	阿伏加德罗常数问题,物质的鉴别与除杂,粗盐提纯,铝、硫、氯等元素及其化合物
上海单科卷	离子共存,阿伏加德罗常数问题,离子的检验与物质的鉴别,氧化还原反应的配平,铁、铝、硫、氮等元素及其化合物的性质,混合物的计算,多步反应的计算



江苏单科卷	物质的分离,离子方程式的正误判断,阿伏加德罗常数,离子共存,卤素、氮、硫等元素及其化合物的性质,物质的分离实验,多步反应的计算
广东单科卷	离子方程式的正误判断,阿伏加德罗定律的应用,氧化剂与还原剂的相关计算,物质的除杂,镁、铝等元素及其化合物的性质,硅酸盐的性质,物质的量的综合计算

## 2. 无机化学基础知识的考查形式与特点

### (1) 化学实验基础部分

新课标的《课程标准》对化学实验基础部分的要求主要有：一、理解科学探究的一般过程,学习运用以实验为基础的实证研究方法。二、初步学会物质的检验、分离、提纯和溶液配制等实验操作技能。三、能根据实验目的选择实验仪器和药品,进行实验操作。四、树立安全意识,初步形成良好的实验工作习惯。五、能够独立或与同学合作完成实验,记录实验现象和数据,完成实验报告,并能主动进行交流。六、初步认识实验条件控制、数据的定量处理、模型和假说等科学方法在化学学习和科学研究中的应用。

高考对化学实验的考查主要有两种类型：一是在选择题中考查实验的基本操作等基础知识,一般选择一个或几个知识点进行正误判断；二是在非选择题中考查实验的综合知识、设计实验方案的能力等。它的切入点往往是新的实验问题,具有较强的综合性。其中包含的内容有物质的分离与提纯,物质和离子的鉴别,试剂的保存,基本的仪器组装,定量计算等知识。

### (2) 化学科学基础知识部分

新课标的《课程标准》对化学基础知识部分的要求主要有：一、认识化学计量的基本单位——摩尔,能通过相关的简单计算,体会定量研究的方法对研究和学习化学的重要性。二、初步学会根据物质的组成和性质对物质进行分类,知道胶体是一种常见的分散系。三、知道酸、碱、盐在溶液中能发生电离,通过实验事实认识离子反应及其发生的条件,了解常见离子的检验方法。四、根据实验事实了解氧化还原反应的本质是电子的转移,并能举例说明生产、生活中常见的氧化还原反应。

《  
试  
题  
调  
研  
》  
(  
第  
二  
辑  
)

这部分知识点在高考中也有两种考查形式：一是在选择题中有针对性地考查某一部分知识点,如离子方程式的正误判断、阿伏加德罗常数问题、离子共存问题、氧化还原反应的概念与计算等,都是考查的热点内容。二是在非选择题中,结合化学基本理论、元素化合物等知识考查离子方程式的书写、氧化还原反应的配平、以物质的量为核心进行综合计算等。

### (3) 重要无机化合物部分

新课标的《课程标准》对重要无机化合物部分的要求主要有：一是根据生产生活中的应用实例或通过实验探究,了解钠、铝、铁、铜等金属及其重要化合物的主要性



名言  
警句

人的活动如果没有理想的鼓舞,就会变得空虚而渺小。

——车尔尼雪夫斯基

质,并能列举合金材料的重要应用;二是通过实验了解氯、氮、硫、硅等非金属及其重要化合物的主要性质,认识其在生产、生活中的应用和对生态环境的影响。

与原教材相比,新课标中重要无机化合物的知识点有所减少,而与生产生活的联系点相应增多,对这部分知识的考查的主要特点:一是不局限于单一的无机物的知识点,更多的是通过框图推断题考查重要物质之间的转化关系;二是经常把元素化合物与化学基本理论、化学实验和化学计算综合起来进行考查。

### 3. 2007年高考命题趋势与预测

2007年是课改后的第一次高考,参与课程改革的有广东、山东、海南和宁夏四个省区。从新高考的方案来看,对化学学科的考查主要还是两种类型:一种是作为理综的一部分(如山东、海南),一种是单独考(如广东)。根据新课标的要求和化学学科的特点,预测2007年高考中本部分知识在命题中的主要趋势有:一是仍然注重对基础知识的考查。课程改革不可能改变化学学科的知识体系,传统的知识重点还会是高考的考试热点,如实验部分的物质的分离与鉴别,化学基础知识中的离子反应、氧化还原反应、物质的量等都是高考中重点考查的知识点;二是注重化学与社会生活问题的联系,如环保问题、新科技、新材料等,以社会热点问题为切入点考查化学基础知识和重要无机物的知识;三是会增加探究性和创新性的问题,这是新课程的一大亮点,这些问题既会出现在化学实验知识中,也会出现在重要无机化合物和化学基础知识中。

#### 二、本部分内容的复习要点和应注意的问题

##### (1) 化学实验基础部分

化学是一门实验性学科,化学实验不仅有助于加深对化学概念、原理和规则的理解,也有助于培养学生的科学态度和创新精神。在复习这部分知识时,要注意:一要重视实验“双基”,奠定基础。对于化学实验基础知识和基本技能要做到正确理解、有序贮存、构建合理的知识结构,以保证使用时的正确提取,还要善于归纳、总结,找出化学实验中的规律,理解化学实验中的基本原理,掌握一般方法,讲究操作的规范性。二要注意整合简单实验,培养创新意识。要注意挖掘实验中隐含的化学原理,抓住物质的本质特征,对课本中的实验进行改进、完善、拓展,增强实验的探索性和综合性(学科内综合和学科间综合),使之更贴近对实际问题的解决,培养自身的创新能力。

##### (2) 化学科学基础知识部分

在复习化学基础知识时,一要熟练掌握概念的含义,明确概念的应用对象、前提条件、表达方式及它与其他概念的关系。如:气体摩尔体积的前提条件必须是“标准状态”、“气体物质”。催化剂概念的关键词有“能改变其他物质的反应速率”、“反应前后质量不变”,但不能由此推出它一定不参加化学反应等;二要在运用中巩固知识。对离子反应、氧化还原反应等知识点要通过分析判断具体的问题和强化训练,来巩固对概念的记忆,加深对概念的理解,并提高运用概念分析问题、解决问题的能力。



## (3)重要无机化合物部分

复习无机化合物知识时,一要借助元素周期律和物质结构的理论,从本质上理解物质所具有的化学性质和物理性质规律,特别是要从结构和周期律的角度掌握碱金属和卤素两大类元素及其化合物的性质的相似性和递变性;二要建立物质之间结构网络,按照“知识点、知识主线、知识网”的方式,将知识结构化、网络化、系统化,依据“由线引点,由点连网,由网成体(立体)”的程序进行复习。如:非金属元素化合物知识的主线为气态氢化物 $\leftarrow$ 单质 $\rightarrow$ 氧化物 $\rightarrow$ 氧化物对应水化物 $\rightarrow$ 相应含氧酸盐。金属元素要注意利用金属活动顺序表来掌握其性质变化的规律;三要抓住物质性质。在复习元素化合物时,各个知识点应以元素的单质及其重要化合物的化学性质为重点。这是因为物质的性质反映着物质的结构,决定着物质的用途、制法、检验、存在、保存等。因此,对每一个重点知识应按下图进行联想复习。





## 重点突破

### 重点 1 化学实验基本操作

#### 考点 解读

化学实验基本操作是高考中必考的知识点,这部分知识可在选择题中考查对有关基本操作的基础知识的掌握情况,也可在综合性的实验题中考查对基本操作知识的理解和运用能力。化学实验的基本操作包括药品的取用与称量、物质的加热与溶解、仪器的洗涤、装置气密性的检验,以及混合物的分离(过滤、蒸发、蒸馏、分液、萃取)。复习这部分内容时,一要注意对实验基本操作原理的理解。不但要掌握实验基本操作的正确方法,还要理解正确操作方法的原因;二要注意利用实验基本的操作知识分析和解决综合性的问题。

#### 典例 调研

题型一 对实验安全问题的考查

【调研 1】 下列实验操作或事故处理中,不正确的做法是

- A. 不慎将酸溅到眼中,应立即用水冲洗,边洗边眨眼睛  
B. 不慎将浓碱溶液沾到皮肤上,要立即用大量水冲洗,然后涂上硼酸

溶液

- C. 实验桌上的酒精灯倾翻燃烧,马上用湿布扑灭  
D. 配制硫酸溶液时,可先在量筒中加入一定体积的水,再在搅拌下慢慢加入浓硫酸

**解题思路** 本题主要考查处理实验过程中有关安全问题的能力。A、B、C 3 个选项都是正确的处理方法。浓硫酸溶于水时要放出大量的热,在稀释浓硫酸时,要把浓硫酸沿着烧杯内壁缓慢地注入盛有水的烧杯里,并用玻璃棒不断搅拌,使产生的热量迅速扩散;再者,量筒是量取溶液的量器,不能用于配制溶液。

参考答案 D

**【方法探究】** 在进行化学实验时,保障安全是一个非常重要的原则。化学实验中要有严谨的科学态度和良好的实验习惯,为保证实验的安全,需要做到以下三点:一要遵守实验室规则;二要了解有关安全措施、安全标识;三要掌握正确的实验操作方法。同时,还应该了解意外事故的紧急处理方法,提高应对突发事件的能力。

题型二 对实验基本操作的考查

【调研 2】 海带中含有丰富的人体不可缺少的碘元素,它以碘离子的形式存在。某学生为提取海带中的碘,按如下流程进行了实验:





回答下列问题：

(1) 指出提取碘的过程中有关的实验操作名称：A \_\_\_\_\_, B \_\_\_\_\_。

(2) 提取碘的过程中，可供选择的有机试剂是

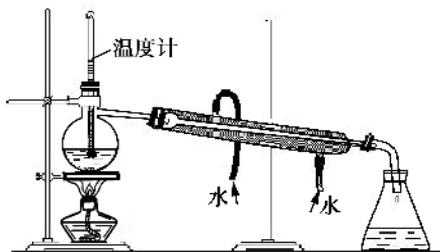
- A. 甲苯、酒精  
C. 汽油、乙酸

- B.  $\text{CCl}_4$ 、苯  
D. 裂化汽油、苯

(3) 为使海带灰中碘离子转化为碘的有机溶液，实验室里有烧杯、玻璃棒、集气瓶、酒精灯、导管、圆底烧瓶、石棉网以及必要的夹持仪器和物品，仍缺少的玻璃仪器是 \_\_\_\_\_。

(4) 从含碘的有机溶液中提取碘和回收有机溶剂，还需要经过蒸馏过程。

指出下图中蒸馏实验装置中的错误：



- ① \_\_\_\_\_ ;  
② \_\_\_\_\_ ;  
③ \_\_\_\_\_ 。

(5) 进行蒸馏操作时，使用水浴的原因是 \_\_\_\_\_。

《  
试  
题  
调  
研  
》  
(  
第  
二  
辑  
)

**解题思路** 海带中的碘以可溶于水的离子形式存在，所以应该先将其溶于水过滤除去杂质，再用氯气将碘离子氧化成碘单质，利用碘的性质，通过萃取、蒸馏进行分离。解题时，要抓住实验流程的每个信息点，根据实验基本操作的知识去分析问题。

**参考答案** (1) 过滤 萃取 (2) B (3) 分液漏斗 (4) ① 缺少石棉网 ② 温度计插到了液体中 ③ 冷凝管进出水的方向颠倒 (5) 使蒸馏烧瓶受热均匀，控制温度，以防止碘在局部高温时升华

**【方法探究】** 运用化学实验基本原理对混合物进行分离提纯是一类综合性的问题，分析解答这类综合性试题时，一要注意理解混合物分离提纯的实验基本操作原理（见下表）；二要学会在新情境下抓住关键因素分析问题。

分离方法	适用对象	主要仪器	实验操作要点
过滤	不溶性固体与液体的分离	漏斗、烧杯、玻璃棒、铁架台	操作时,要做到“一贴、二低、三靠”
蒸发	可溶性固体和溶剂的分离	蒸发皿、酒精灯、玻璃棒、铁架台	要边加热边搅拌;剩少量溶剂时,应停止加热,用余热蒸干剩余的少量溶剂
蒸馏	互溶的液体混合物的分离(利用沸点不同)	蒸馏烧瓶、酒精灯、温度计、冷凝管、锥形瓶、铁架台、石棉网	温度计水银球位于蒸馏烧瓶支管口处;冷凝管中的冷却水应从下进从上出
萃取	用一种溶剂把溶质从它与另一种溶剂组成的溶液中提取出来	分液漏斗、烧杯、铁架台	要检查分液漏斗是否漏液;下层液体从分液漏斗的下口放出,上层液体从分液漏斗的上口取出
分液	互不相溶的液体混合物的分离	同上	同上

### 题型三 对物质分离与提纯知识的考查

【调研 3】粗盐中混有  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  及泥沙,现需要制取纯净的氯化钠晶体,实验室里现有  $\text{NaOH}$  溶液、盐酸、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液、 $\text{BaCl}_2$  溶液、 $\text{pH}$  试纸、蒸馏水等试剂和必要的仪器。请你设计粗盐提纯的方案,并写出主要的步骤和方法。

**解题思路**  $\text{BaCl}_2$  用来除去  $\text{SO}_4^{2-}$ ;  $\text{NaOH}$  用来除去  $\text{Mg}^{2+}$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液不仅可用来除去  $\text{Ca}^{2+}$ ,还可以和过量的  $\text{Ba}^{2+}$  结合成  $\text{BaCO}_3$  沉淀,可用盐酸除去多余的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。故加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的操作应安排在加入  $\text{NaOH}$  溶液和  $\text{BaCl}_2$  溶液之后,加入盐酸之前,而盐酸是用来除去多余的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaOH}$ ,这样能控制溶液的  $\text{pH}$  而得到纯的氯化钠溶液,所以盐酸应在最后加;而  $\text{BaCl}_2$  和  $\text{NaOH}$  彼此不相干,先后次序不分;过滤应放在所有沉淀完成后,加盐酸之前进行。

**参考答案** ①将粗盐放入烧杯中,加入适量的蒸馏水,充分搅拌,直至固体全部溶解;②逐滴加入  $\text{NaOH}$  溶液,直至不再出现沉淀为止;③逐滴加入  $\text{BaCl}_2$  溶液,直至不再出现沉淀为止;④逐滴加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液,直至不再出现沉淀为止;⑤装好过滤器,将④烧杯中的悬浊液沿玻璃棒流入过滤器中过滤;⑥往⑤的滤液中滴加适量的盐酸,用玻璃棒蘸取⑤的滤液,点在  $\text{pH}$  试纸上,与比色卡对照,致使  $\text{pH} \leq 7$ ;⑦将⑥烧杯中的澄清液体倒入蒸发皿中,用酒精灯加热,同时用玻璃棒不断搅拌。待蒸发皿中出现较多固体时,停止加热,利用蒸发皿的余热将其蒸干。(②与③顺序可换)

【知识链接】在分离提纯时,要注意以下原则:①引入的试剂一般只跟杂质反应;②后续试剂应能除去过量的前一试剂;③不引进新杂质;④杂质与试剂生成的物质易与提纯物分离(状态类型不同);⑤过程简单,现象明显,纯度要高;⑥尽可能将杂质转化为所需物质。



## 题型四 对物质鉴别知识的考查

【调研4】有A、B、C、D、E、F、G 7瓶不同物质的溶液,它们各是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{KCl}$ 、 $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  和  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液中的一种。为了鉴别,各取少量溶液进行两两混合,实验结果如表所示。表中“↓”表示生成沉淀或微溶化合物,“-”表示观察不到明显变化。试回答下面问题。

	A	B	C	D	E	F	G
A	-	-	-	-	-	-	↓
B	-	-	-	-	↓	↓	↓
C	-	-	-	↓	-	↓	↓
D	-	-	↓	-	↓	↓	↓
E	-	↓	-	↓	-	↓	-
F	-	↓	↓	↓	↓	-	-
G	↓	↓	↓	↓	-	-	-

(1) A 的化学式是 \_\_\_\_\_, G 的化学式是 \_\_\_\_\_。判断理由是 \_\_\_\_\_。

(2) 写出其余几种物质的化学式: B: \_\_\_\_\_, C: \_\_\_\_\_, D: \_\_\_\_\_, E: \_\_\_\_\_, F: \_\_\_\_\_。

**解题思路** 七种物质中,  $\text{KCl}$  只能与  $\text{AgNO}_3$  混合产生  $\text{AgCl}$  沉淀, 与其他五种溶液混合都没有明显现象, 所以 A 是  $\text{KCl}$ , G 是  $\text{AgNO}_3$ 。  $\text{AgNO}_3$  只与  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  和  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  混合时没有沉淀, 除  $\text{KCl}$  和  $\text{AgNO}_3$  外 F 与其余四种溶液混合都能产生沉淀, 所以 F 为  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , E 是  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 。在 B、C、D 之间, 只有 C、D 混合时能产生沉淀, 故 C、D 是  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 又因为 D 能与 E ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) 混合产生沉淀, 故 D 为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 则 C 为  $\text{MgCl}_2$ , B 为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

**参考答案** (1)  $\text{KCl}$   $\text{AgNO}_3$  与其他溶液混合时只生成一种沉淀的是  $\text{KCl}$ , 且生成的是  $\text{AgCl}$ , 所以 A 是  $\text{KCl}$ , G 是  $\text{AgNO}_3$  (2)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$   $\text{MgCl}_2$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$   $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$   $\text{Ba}(\text{OH})_2$

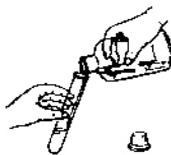
**【技巧点拨】** 本题属于通过物质之间两两反应的现象, 进行物质的推断的综合性试题。解答这类题的关键是找准突破口(如产生气体、沉淀), 然后进行连锁式的推断, 将所推断出的物质再放回到原题中进行验证, 把符合题给条件的物质对号入座即可。

## 强化 闯关

1. 有下列仪器: ①烧杯; ②烧瓶; ③试管; ④量筒; ⑤表面皿; ⑥坩埚, 其中属于玻璃仪器, 又可以用于直接加热的有

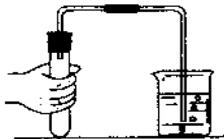
- A. ②③      B. ①②③      C. ①②③⑤      D. ①②③④⑤⑥

2. 下列实验操作错误的是



流体的倾倒

A



检查装置的气密性

B



移走加热的蒸发皿

C

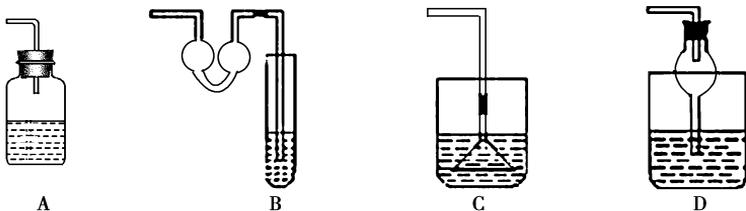


给液体加热

D



3. 下图中各种尾气吸收装置中, 适合于吸收易溶性气体, 而且能防止倒吸的是



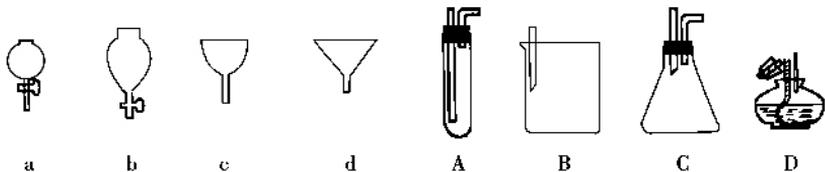
4. 下列盛放试剂的方法正确的是

- A. 氢氟酸或浓硝酸存放在带橡皮塞的棕色玻璃瓶中  
 B. 汽油或煤油存放在带橡皮塞的棕色玻璃瓶中  
 C. 碳酸钠溶液或氢氧化钙溶液存放在配有磨口塞的棕色玻璃瓶中  
 D. 氯水或硝酸银溶液存放在配有磨口塞的棕色玻璃瓶中
5. 下列各组稀溶液, 不用其他试剂或试纸, 仅利用溶液间的相互反应, 就可以将它们区别开的是

- A. 硝酸钾      硫酸钠      氯化钾      氯化钡  
 B. 硫酸      硫酸铝      氯化钠      氢氧化钠  
 C. 盐酸      硫酸钠      碳酸钠      氢氧化钠  
 D. 硫酸氢钠      硫酸镁      碳酸钠      氢氧化钠

6. 下列除去杂质的方法正确的是

- A. 除去  $N_2$  中的少量  $O_2$ , 通过灼热的  $CuO$  粉末, 收集气体  
 B. 除去  $CO_2$  中的少量  $HCl$ , 通入  $Na_2CO_3$  溶液, 收集气体  
 C. 除去  $FeCl_2$  溶液中的少量  $FeCl_3$ , 加入足量铁屑, 充分反应后, 过滤  
 D. 除去  $KCl$  溶液中的少量  $MgCl_2$ , 加入适量  $NaOH$  溶液, 过滤
7. 如下图所示, a、b、c、d 分别是几种常见漏斗的上部, A、B、C、D 是实际操作中各漏斗的下部插入容器中的示意图, 请指出 A、B、C、D 分别与 a、b、c、d 相匹配的组合及其组合后装置在实验中的应用(例如: c 和 a 组合, 用于制取气体)。



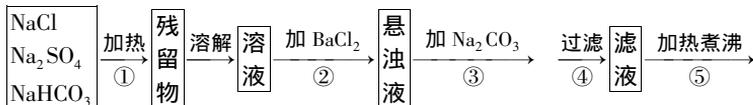
- (1) A 与 \_\_\_\_\_ 组合, 用于 \_\_\_\_\_;  
 (2) B 与 \_\_\_\_\_ 组合, 用于 \_\_\_\_\_;  
 (3) C 与 \_\_\_\_\_ 组合, 用于 \_\_\_\_\_;  
 (4) D 与 \_\_\_\_\_ 组合, 用于 \_\_\_\_\_。



## 8. 回答下面问题:

(1) 分离沸点不同但又互溶的液体混合物,常用什么方法?

(2) 在分液漏斗中用一种有机溶剂提取水溶液里的某物质时,静置分层后,如果不知道哪一层液体是“水层”,试设计一种简便的判断方法。

9. 为了将混有  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{NaHCO}_3$  的  $\text{NaCl}$  提纯,并制得纯净的  $\text{NaCl}$  溶液,某学生设计了如图所示的实验方案:

纯净的  $\text{NaCl}$  溶液

(1) 操作①盛放药品可选用\_\_\_\_\_。(填仪器名称)

(2) 操作②为什么不用  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液,其理由是\_\_\_\_\_。

(3) 进行操作②后,如何判断  $\text{SO}_4^{2-}$  已除尽?方法是\_\_\_\_\_。

(4) 操作③的目的是\_\_\_\_\_;为何不先过滤后加  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液,其理由是\_\_\_\_\_。

(5) 此设计方案是否严密?请说明理由。\_\_\_\_\_。

## 【参考答案】

- A 量筒和表面皿不能加热;坩埚不是玻璃仪器;烧杯要垫石棉网,防止受热不均匀,导致炸裂。
- C 移动加热的蒸发皿要用坩埚钳。
- BD 易溶性气体被溶液吸收时,容易使装置内产生负压而发生倒吸。A 选项中装置完全封闭,不能作为尾气吸收装置;C 选项中漏斗全部浸入液面中,漏斗失去防倒吸功能。
- D 氢氟酸易挥发、有毒,且腐蚀玻璃,应盛放于塑料容器或铅制容器内;浓硝酸易挥发,能与橡胶反应,且见光受热易分解,应该用带玻璃塞的深色试剂瓶,密封存放于冷暗处;汽油或煤油属于易燃、易爆物质,应远离火源和氧化剂,置于阴凉处保存; $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液或  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液易吸收空气中的  $\text{CO}_2$  或水而变质,应隔绝空气,密封保存。
- BD B 选项中的硫酸铝和氢氧化钠两种溶液反应可生成白色沉淀,此沉淀分别与硫酸、过量氢氧化钠溶液反应会消失;D 选项中的碳酸钠与硫酸氢钠反应生成气体,与硫酸镁反应生成沉淀。
- C A 中灼热的  $\text{CuO}$  不能除去  $\text{O}_2$ ;B 中的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液在除去  $\text{HCl}$  的同时,也和  $\text{CO}_2$  反应,生成  $\text{NaHCO}_3$ ;D 中加入  $\text{NaOH}$  虽然可以把  $\text{MgCl}_2$  除去,但同时又生成了  $\text{NaCl}$ ,引入新的杂质。

7. (1)a 制备气体 (2)b 分液 (3)d 过滤 (4)d 向酒精灯中添加酒精  
(2)和(3)题答案可换位。在答题时要注意漏斗的不同用途 a 和 b 都是分液漏斗,但 a 容积小,一般用于制备气体装置 b 的容积较大用于分液 c 为长颈漏斗 d 为普通漏斗。
8. (1)蒸馏方法 (2)取一支小试管,打开分液漏斗的活塞,慢慢放出少量液体,往其中加入少量水,如果加水后,试管中的液体不分层,说明分液漏斗中下层是“水层”,反之,则上层是“水层”
9. (1)坩埚 (2)会引入  $\text{NO}_3^-$  (3)用干净的试管取上层清液,向其中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液,若无沉淀生成,则说明  $\text{SO}_4^{2-}$  已除尽 (4)除过量的  $\text{Ba}^{2+}$  可减少过滤次数 (5)不严密,在操作③中加入的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液通过煮沸并不能除去,因此在操作④之后还应加入少量盐酸,然后再加热煮沸,除去  $\text{HCl}$

## 重点 2 物质的量

### 考点 解读

以物质的量为核心的有关知识是进行化学计算的基础,高考试题中,一方面考查对物质的量及相关知识的理解,另一方面考查运用这些基本量进行综合计算的能力。在复习中,要进一步理解相对原子量、式量(相对分子质量)、物质的量、阿伏加德罗常数、气体摩尔体积、物质的量浓度的含义,熟练掌握以物质的量为中心的各量间的关系,并学会利用这些关系进行综合计算。

### 典例 调研

题型一 对物质的量及相关概念的考查

【调研 1】 设阿伏加德罗常数为  $N_A$ , 则下列说法正确的是

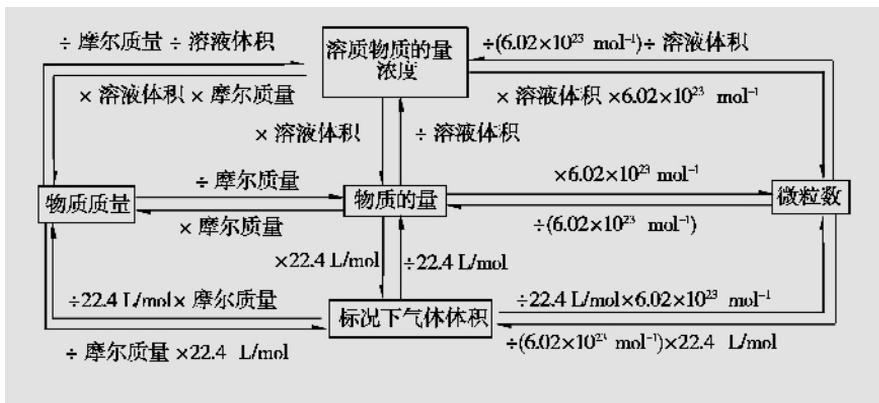
- A. 常温常压下, 11.2 L 甲烷中含有的氢原子数为  $2N_A$   
B. 标准状况下 0.3 mol 二氧化硫中含有氧原子数为  $0.3N_A$   
C. 常温下 2.7 g 铝与足量的盐酸反应, 失去的电子数为  $0.3N_A$   
D. 常温下 1 L  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{MgCl}_2$  溶液中含  $\text{Mg}^{2+}$  数为  $0.2N_A$

解题思路 A 项的条件不是标准状况, 11.2 L 甲烷并非 0.5 mol, 所含的氢原子也不是 2 mol, 故 A 错; 0.3 mol  $\text{SO}_2$  中应含有 0.6 mol 氧原子, 故 B 错; 1 mol Al 变为  $\text{Al}^{3+}$  时应失去 3 mol 电子, 2.7 g Al 为 0.1 mol, 故失去电子为 0.3 mol 即  $0.3N_A$ , 故 C 正确; 1 L  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{MgCl}_2$  溶液中含  $\text{Mg}^{2+}$  应为 0.1 mol, 故 D 错。

参考答案 C

【方法探究】 有关阿伏加德罗常数的正误判断试题在高考试题中经常出现, 这类试题可以有效地考查考生对物质的量、气体摩尔体积、物质的量浓度等概念的理解和掌握情况。解答此类试题时, 一要认真审题, 审清题述条件; 二要注意准确地运用有关物质的量等概念的知识。以物质的量为核心的各种量之间的关系如下:





### 题型二 对阿伏加德罗定律应用的考查

【调研2】 在 25 °C、100 kPa 条件下,将 15 L O<sub>2</sub> 通入 10 L CO 和 H<sub>2</sub> 的混合气中,使其完全燃烧,干燥后,恢复至原来的温度和压强。

(1) 若剩余气体的体积是 15 L,则原 CO 和 H<sub>2</sub> 的混合气中 V(CO) = \_\_\_\_\_ L, V(H<sub>2</sub>) = \_\_\_\_\_ L。

(2) 若剩余气体的体积为 a L,则原 CO 和 H<sub>2</sub> 的混合气中 V(CO):V(H<sub>2</sub>) = \_\_\_\_\_。

(3) 若剩余气体的体积为 a L,则 a 的取值范围是\_\_\_\_\_。

解题思路 根据反应  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$   $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$  可知, O<sub>2</sub> 过量,且 1 体积 CO 完全反应体积减少 1/2 体积, 1 体积 H<sub>2</sub> 完全反应体积减少 3/2 体积, 设 CO 和 H<sub>2</sub> 的体积分别为 x L、y L, 则  $x + y = 10$   $x \cdot 1/2 + y \cdot 3/2 = (15 + 10) - a$ , 根据这两个关系式可得出结果。

参考答案 (1) 5 5 (2) (a - 10):(20 - a) (3) 10 < a < 20

【知识链接】 阿伏加德罗定律是高考试题中的常考内容,题目特点是注重对理解和应用能力的考查。在正确理解阿伏加德罗定律的基础上,还应注意下列推论:

- (1) 同温同压下,气体的密度之比等于气体的相对分子质量之比。
- (2) 同温同体积下,气体的压强之比等于气体的物质的量之比。
- (3) 同温同压下,同体积的任何气体的质量之比等于其相对分子质量之比。
- (4) 同温同压下,同质量的任何气体的体积之比等于其相对分子质量的倒数之比。

### 题型三 对利用物质的量进行综合计算的考查

【调研3】 在  $c(\text{NO}_3^-) = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 AgNO<sub>3</sub> 和 Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 的混合溶液 100 mL 中,加入一定质量的铝,充分反应后过滤,滤渣质量为 24.8 g。将此滤渣置于稀盐酸中,无气体放出。滤液中先滴入 NaCl 溶液,无沉淀现象,后加入过量的 NaOH 溶液到沉淀完全,过滤,滤渣经强热后称量,质量为 4 g。求参加反应的铝的质量。

解题思路 此题按题给条件进行计算,一般是分别求出与 AgNO<sub>3</sub>、Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 反应的铝的质量,两者相加便得到答案,由于其中的反应关系复杂,因而求解过程比较



繁琐。但如果能灵活地转换思维角度,挖掘题目的隐含条件,就会发现,加入一定量的铝充分反应后的溶液,是由生成的  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  和剩余的  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  组成的混合溶液。根据  $\text{NO}_3^-$  守恒,可简捷、快速求出答案。

参考答案 设参加反应的铝的质量为  $m(\text{Al})$  则有

$$\frac{m(\text{Al})}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 + \frac{4 \text{ g}}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L}$$

解得  $m(\text{Al}) = 2.7 \text{ g}$

即参加反应的铝的质量为  $2.7 \text{ g}$ 。

【误区警示】 本题的失误点主要有:一是不能根据题中的条件分析出,铝与  $\text{AgNO}_3$  和  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  的混合溶液反应后,  $\text{AgNO}_3$  完全反应,而  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  有剩余的结论;二是不能从  $\text{NO}_3^-$  守恒角度建立关系,快速求解。

## 强化 闯关

1. 阿伏加德罗常数约为  $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , 下列说法中正确的是
- A.  $1.0 \text{ L } 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CH}_3\text{COOH}$  溶液中,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  分子数为  $6.02 \times 10^{23}$

B.  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $11.2 \text{ L O}_2$  (标准状况), 反应中转移的电子数为  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

C.  $32 \text{ g S}_8$  单质中含有的 S—S 键个数为  $6.02 \times 10^{23}$

D.  $22.4 \text{ L N}_2$  中所含的分子数为  $6.02 \times 10^{23}$

2. 下列条件下, 两瓶气体所含原子数一定相等的是

A. 同质量、不同密度的  $\text{N}_2$  和  $\text{CO}$

B. 同温度、同体积的  $\text{H}_2$  和  $\text{N}_2$

C. 同体积、同密度的  $\text{C}_2\text{H}_4$  和  $\text{C}_3\text{H}_6$

D. 同压强、同体积的  $\text{N}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$

3. 等体积硫酸铝、硫酸锌、硫酸钠溶液分别与足量氯化钡溶液反应。若生成硫酸钡沉淀的质量比为  $1:2:3$ , 则三种硫酸盐的物质的量浓度比为

A.  $1:2:3$

B.  $1:6:9$

C.  $1:3:3$

D.  $1:3:6$

4. 将钠、镁、铝各  $0.3 \text{ mol}$  分别放入  $100 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸中, 同温同压下产生的气体体积比是

A.  $1:2:3$

B.  $6:3:2$

C.  $3:1:1$

D.  $1:1:1$

5. 浓度为  $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的某金属阳离子  $\text{M}^{n+}$  的溶液  $10.00 \text{ mL}$ , 与  $0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NaOH}$  溶液  $12.50 \text{ mL}$  完全反应, 生成沉淀, 则  $n$  等于

A. 1

B. 2

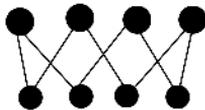
C. 3

D. 4

6. 假设  $^{12}\text{C}$  相对原子质量为  $24$ , 如果以  $0.024 \text{ kg } ^{12}\text{C}$  所含的原子数为阿伏加德罗常数, 下列数值肯定不变的是

A. 气体摩尔体积常数(标准状况)

B. 标准状况下  $16 \text{ g O}_2$  所占体积



$\text{S}_8$  分子结构模型

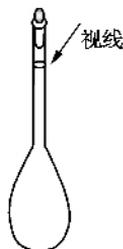


C.  $O_2$  的相对分子量

D. 一定条件下跟 2 g  $H_2$  相化合的  $O_2$  的物质的量

7. 实验室配制 500 mL 0.5 mol/L 的 NaCl 溶液, 有如下操作步骤:

- ①把称量的 NaCl 晶体放入小烧杯中, 加适量蒸馏水溶解。
- ②把①所得溶液小心转入 500 mL 容量瓶中。
- ③继续向容量瓶中加入蒸馏水至液面距刻度 2~3 cm 处, 改用胶头滴管小心滴加蒸馏水至溶液凹液面底部与刻度线相切。
- ④用少量蒸馏水洗涤烧杯和玻璃棒 2~3 次, 每次洗涤的液体都小心转入容量瓶, 并轻轻摇匀。
- ⑤将容量瓶塞塞紧, 充分摇匀。



请填写下列空白:

- (1) 操作步骤的正确顺序为(填序号)\_\_\_\_\_。
- (2) 本实验用到的基本实验仪器有\_\_\_\_\_。
- (3) 某同学观察液面的情况如上图所示, 对所配溶液浓度将有何影响? \_\_\_\_\_ (“偏高”、“偏低”或“无影响”)。
- (4) 若出现如下情况, 对所配溶液浓度将有何影响? 没有进行操作步骤④\_\_\_\_\_加蒸馏水时不慎超过了刻度\_\_\_\_\_。(填“偏高”、“偏低”或“无影响”)
- (5) 若实验过程中出现如下情况应如何处理? 加蒸馏水时不慎超过了刻度\_\_\_\_\_。向容量瓶中转移溶液时(操作步骤②)溶液流到容量瓶外面\_\_\_\_\_。

8. 在 120 °C 时分别进行如下四个反应:



- (1) 若反应在容积固定的容器内进行, 反应前后气体密度( $d$ )和气体总压强( $p$ )分别符合关系式  $d_{前} = d_{后}$  和  $p_{前} > p_{后}$  的是\_\_\_\_\_, 符合关系式  $d_{前} = d_{后}$  和  $p_{前} = p_{后}$  的是\_\_\_\_\_ (请填写反应的代号)。
  - (2) 若反应在压强恒定容积可变的容器内进行, 反应前后气体密度( $d$ )和气体体积( $V$ )分别符合关系式  $d_{前} > d_{后}$  和  $V_{前} < V_{后}$  的是\_\_\_\_\_, 符合  $d_{前} > d_{后}$  和  $V_{前} > V_{后}$  的是\_\_\_\_\_ (请填写反应的代号)。
9. 现有等物质的量的  $NaHCO_3$  和  $KHCO_3$  的混合物  $a$  g 与 100 mL 盐酸反应。题中涉及的气体体积以标准状况计, 填空时可以用带字母的分式表示。
- (1) 该混合物中  $NaHCO_3$  和  $KHCO_3$  的质量比为\_\_\_\_\_。
  - (2) 如碳酸氢盐与盐酸恰好完全反应, 则盐酸的浓度为\_\_\_\_\_  $mol \cdot L^{-1}$ 。
  - (3) 如盐酸过量, 生成  $CO_2$  的体积为\_\_\_\_\_ L。
  - (4) 如果反应后碳酸氢盐有剩余, 盐酸不足量, 要计算生成  $CO_2$  的体积, 还需知道\_\_\_\_\_。
  - (5) 若  $NaHCO_3$  和  $KHCO_3$  不是以等物质的量混合, 则  $a$  g 固体混合物与足量的盐酸完全反应时生成  $CO_2$  的体积( $V$ )范围是\_\_\_\_\_。



## 【参考答案】

1. C A 选项中,由于  $\text{CH}_3\text{COOH}$  会发生电离,故分子数小于  $6.02 \times 10^{23}$ ; B 选项中,电子转移数应为  $6.02 \times 10^{23}$ ; D 选项缺少条件,若为标况下,则对。
2. AC  $\text{N}_2$  和  $\text{CO}$  的摩尔质量相同,  $\text{C}_2\text{H}_4$  和  $\text{C}_3\text{H}_6$  的最简式相同,这两种情况只要两物质的质量相同,则原子的个数相等。
3. B 含 1 mol 硫酸根的硫酸铝、硫酸锌、硫酸钠的物质的量分别为  $1/3$  mol、1 mol、1 mol,再由硫酸钡沉淀质量比为 1:2:3,可求得三种硫酸盐物质的量浓度比为  $1 \times \frac{1}{3} : 2 \times 1 : 3 \times 1 = 1:6:9$ 。
4. C 钠完全反应生成氢气为 0.15 mol,而镁和铝均有剩余,反应生成的氢气都为 0.05 mol。
5. A  $\text{M}^{n+}$  与  $\text{NaOH}$  反应的物质的量之比为 1:1。
6. B
7. (1)①②④③⑤ (2)容量瓶、托盘天平、烧杯、胶头滴管、玻璃棒 (3)偏高 (4)偏低 偏低 (5)重配 重配
8. (1)B C (2)D A
- 解析 A 反应有固体 S 生成,气体的质量和物质的量都减少; B、C、D 3 个反应中气体的质量都不变,但物质的量分别为减少、不变和增大。在体积不变时,密度大小只与气体质量有关,压强与气体的物质的量成正比;在压强不变时,密度与气体的体积、质量有关,气体的体积与气体的物质的量成正比。
9. (1)21:25 (2)5a/46 (3)56a/230 (4)盐酸的浓度  
(5)  $\frac{4a}{15} \text{ L} > V(\text{CO}_2) > \frac{28a}{125} \text{ L}$

## 重点3 物质的分类

考点  
解读

物质的组成和分类的知识是学习化学的重要基础。这部分内容在高考试题中一是以选择题的形式出现,考查对概念的辨析;二是结合具体的元素化合物的问题来考查运用这些概念的能力。命题中可能还会以化学科学新发现——新物质、新材料、新型晶体等为载体,对物质的组成、性质和分类这些概念进行考查,内容上会把初中化学的教学要求与高中的相关内容衔接、渗透、交叉起来进行考查,如物质的组成和晶体组成、结构联系;同素异形体与同位素、同系物相联系。在复习中要注意理解和运用有关物质组成和分类的基本概念。

重点  
突破典例  
调研

题型一 对物质组成概念的考查

【调研1】 只含有一种元素的物质

A. 可能是纯净物也可能是混合物 B. 可能是单质也可能是化合物



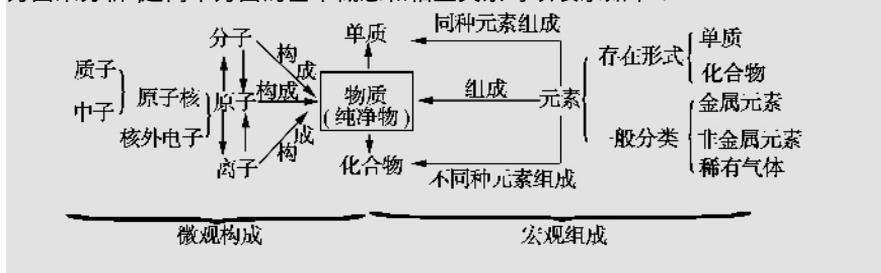
C. 一定是纯净物

D. 一定是一种单质

**解题思路** 本题主要考查元素、单质、纯净物、混合物、同素异形体(隐含)等基本概念。由于同素异形体的存在,一种元素也可能组成几种单质,并因此组成混合物。而根据定义,一种化合物至少含有2种元素,因此一种元素不可能组成化合物。

**参考答案** A

**【知识链接】** 物质的组成可以从宏观(元素)和微观(原子、分子、离子)这两个方面来分析,这两个方面的基本概念和相互关系可以表示如下:



### 题型二 对物质分类概念的考查

**【调研2】** 现有下列三组物质 (1)NaCl、BaCO<sub>3</sub>、AgNO<sub>3</sub>、蔗糖 (2)BaSO<sub>4</sub>、HCl、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (3)氯水、牛奶、水银、漂白粉

请你用两种不同的分类标准从每组中选出一种物质,并指出其分类依据,写在下面相应的表格内。

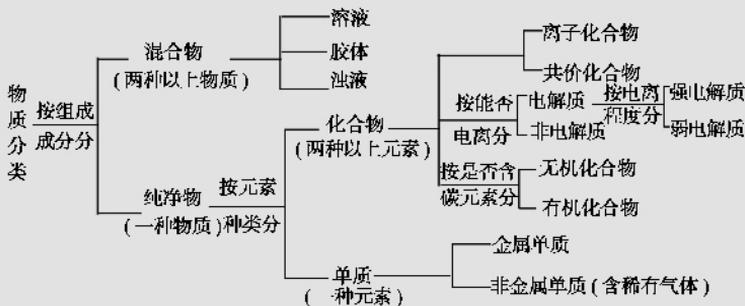
组别	被选出的物质	分类依据
第(1)组		
第(2)组		
第(3)组		

**解题思路** 对物质的分类可以从组成的元素、物质的结构和性质等多个角度来考虑,通过对每组物质特点的观察和分析,即可找到答案。

**参考答案**

第(1)组	蔗糖	非电解质或有机物
	BaCO <sub>3</sub>	难溶物
第(2)组	BaSO <sub>4</sub>	难溶物或硫酸盐
	HCl	共价化合物
第(3)组	漂白粉	固体
	水银	金属单质

【发散类比】 分类法是学习和研究化学物质及其变化的一种常用的基本方法,对化学物质及其变化进行分类时,一方面要掌握好物质类型和化学反应类型的分类标准;另一方面要注意弄清楚对于不同分类标准,物质的类型和反应的类型之间的关系。中学化学物质分类的基本类型如下:



### 题型三 对胶体知识的考查

【调研3】 在做制备氢氧化铁胶体的实验时,有些学生没有按要求进行,结果没有观察到胶体的性质,请你预测其现象并分析其原因:

(1)甲同学没有选用饱和氯化铁溶液,而用稀氯化铁溶液滴入沸水中,结果没有观察到\_\_\_\_\_ ,其原因是\_\_\_\_\_

(2)乙同学在实验中没有使用蒸馏水,而是用自来水,结果会\_\_\_\_\_ ,原因是\_\_\_\_\_

(3)丙同学往沸水中滴加饱和氯化铁溶液后,长时间加热。结果\_\_\_\_\_ ,原因是\_\_\_\_\_

**解题思路** 氯化铁溶于水会发生水解反应即  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ 。胶体的微粒直径在  $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m}$  之间,生成的微粒过小属于溶液,生成的微粒过大则属于浊液。如果加热时间过长,会促进水解向正反应方向进行,导致氢氧化铁胶体聚沉。

**参考答案** (1)丁达尔效应 如果氯化铁浓度过小,生成的氢氧化铁少,微粒直径小于  $10^{-9} \text{ m}$ ,不能形成胶体 (2)出现浑浊 自来水中含电解质、杂质较多,易使制备的胶体马上发生凝聚 (3)出现浑浊 长时间加热能促进  $\text{Fe}^{3+}$  水解,使水解向正反应方向进行,导致氢氧化铁胶体聚沉

【技巧点拨】 高考中有关胶体性质知识的试题都比较基础,以选择题的形式考查的可能性较大,且常常与科技、生活和生产知识相结合,一般难度不大。只要熟悉胶体的本质特点(分散质微粒的直径在  $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m}$  之间)、主要性质(丁达尔效应)、常用的制取方法(氢氧化铁胶体的制取)、分离提纯方法(渗析)等知识点,就可轻松解决这类问题。



## 强化 闯关

- 下列说法正确的是
  - 同种元素组成的物质一定是纯净物
  - 分子组成相同的物质一定是同种物质
  - 混合物含有两种或两种以上不同的原子
  - 只有组成和结构都相同的分子组成的物质才是纯净物
- 下列哪一事实与胶体性质无关
  - 在豆浆里加入盐卤做豆腐
  - 河流入海处易形成沙洲
  - 一束平行光线照射蛋白质溶液时,从侧面可以看到光亮的通路
  - 三氯化铁溶液中滴入氢氧化钠溶液出现红褐色沉淀
- 磷有多种同素异形体,下列事实不能作为判断白磷和红磷是同素异形体的依据是
  - ①白磷和红磷在空气里燃烧后都只生成五氧化二磷
  - ②白磷和红磷在一定条件下能发生互变
  - ③白磷和红磷在氯气中都能燃烧
  - ④白磷溶于  $CS_2$ , 红磷不溶于  $CS_2$
  - ⑤白磷分子是由四个磷原子结合成的正四面体分子,红磷分子是由多个磷原子结合而成,结构远比白磷分子复杂的分子

A. ②⑤                      B. ①③⑤                      C. ③④                      D. ②④⑤
- 下列说法正确的是
  - 凡能与酸或碱作用的氧化物,一定是两性氧化物
  - 酸性氧化物只能跟碱反应
  - 酸式碳酸钙是盐,但它既能与酸反应,又能与碱反应
  - 凡能电离出氢离子的化合物都是酸
- 2001年美国的IBM公司制造出了第一批纳米碳晶体管,发明了利用电子波性来传递信息的“导线”。下列有关纳米碳的说法正确的是
  - 纳米碳是一种新型高分子化合物
  - 纳米碳的化学性质很稳定
  - 纳米碳的结构和化学性质与金刚石相同
  - 纳米碳的导电过程属于化学变化
- 今有下列两组单质,试将每组单质从四个不同角度进行“分类”,每种“分类”都分别能挑出一种跟其他三种单质属于不同“类”的单质,将挑出的单质(写化学符号)和挑选的依据(写编码字母)列在下面相应的表格内。

组别	第( I )组			第( II )组		
被挑出的单质(写化学式)						
挑选依据(写编码字母)						

两组单质为 ( I )  $O_2, F_2, S, Ne$  ( II )  $Hg, Na, Al, Si$ 。“挑选依据”仅限以下四种,该被挑出的单质跟其他3种单质不同,是由于:A. 其组成元素不属于金属(或非金属)元素;B. 在常温常压下呈不同状态;C. 在常温下遇水能(或不能)放出气体;D. 与第( I )或( II )组的某单质直接反应后生成的化合物是两性化合物。

- 下列甲、乙两组物质:甲组:  $AgNO_3, BaCO_3, NaOH$ ;乙组:  $CO_2, HCl, MgSO_4$ 。



- (1)甲组中的一种物质\_\_\_\_\_能与乙组中所有物质反应。
- (2)乙组中也有一种物质\_\_\_\_\_能与甲组中所有物质反应。
- 8.今有两瓶标签模糊不清的溶液,只知道分别盛有淀粉溶液和氯化钠溶液,试用多种方法对其进行鉴别。
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- 9.利用铁酸钠( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ )是城市饮用水处理的新技术,试分析它在处理水过程中与明矾相比有什么优点?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

## 【参考答案】

1. D 同种元素组成的物质可能是混合物,如 $\text{O}_3$ 和 $\text{O}_2$ ;分子组成相同的物质可能是同分异构体。
2. D 三氯化铁溶液中滴入氢氧化钠溶液,出现红褐色沉淀,是由于发生了复分解反应。
3. C 同素异形体是指同种元素组成的性质不同的单质,①、②能说明白磷和红磷的组成元素是同一种元素磷,而⑤说明红磷和白磷的结构不同。
4. C 两性氧化物是既能与酸反应生成盐和水,又能与碱反应生成盐和水的氧化物,因此A、B说法错误;电离出的阳离子全部是 $\text{H}^+$ 的化合物是酸,所以D说法也是错误的。
5. B 纳米碳是由碳元素一种元素组成的,它属于单质,不可能为化合物;它的化学性质与它的同素异形体石墨相似,很稳定;它的导电机理也与石墨相似,导电过程中无新物质生成,属于物理变化。
6. 第( I )组:Ne、S、 $\text{F}_2$ 、 $\text{O}_2$ , A、B、C、D 稀有气体可以单独归为一类;也可与非金属归为一类;第( II )组 Si、Hg、Na、Al, A、B、C、D
7. (1)NaOH (2)HCl
8. (1)在水平方向上用激光笔照射两个试剂瓶,能够产生丁达尔效应的是淀粉溶液,剩下的为氯化钠溶液。
- (2)分别取少量未知溶液放在两支试管中,然后分别滴入硝酸银溶液,能够产生白色沉淀的是氯化钠溶液,剩下的为淀粉溶液。
- (3)分别取少量未知溶液放在两支试管中,然后用酒精灯加热,出现糊状聚沉的是淀粉溶液,剩下的为氯化钠溶液。
- 也可以用导电法等,只要合理即为正确答案。
9. 铝离子对人体健康有害,用铁酸钠可避免人体过量吸收铝离子;铁酸钠中的铁为+6价,具有强氧化性,可起到杀菌作用。



## 重点 4 离子反应

考点  
解读

离子反应是一种重要的反应类型,离子反应的知识点是高考中必考的内容,主要的考点有离子反应方程式的书写与正误判断、离子共存问题。题型以选择题和填空题的形式出现。在复习中,一方面要注意掌握离子反应的特点、正确地书写离子反应方程式和熟练判断离子之间能否发生反应;另一方面要通过训练,归纳和总结这类试题的特点和解题技巧。

典例  
调研

## 题型一 对电解质概念的考查

【调研 1】 下列关于电解质的叙述正确的是

- A. 溶于水后得到的溶液能导电的物质  
B. 熔融状态能导电的物质  
C. 导电性很强的物质  
D. 在水溶液里或熔融状态下能够导电的化合物

解题思路 溶于水后能导电的物质不一定是电解质,如  $\text{SO}_3$  溶于水后可以导电,其原因是  $\text{SO}_3$  与水发生反应生成硫酸,硫酸能电离出自由移动的离子,而  $\text{SO}_3$  本身不能电离,故不是电解质, A 错误;金属在熔融状态下也都可以导电,但它们属于单质,也不是电解质,故 B 也不正确;能导电的物质除金属导体、非金属导体如石墨外,还有电解质溶液,电解质溶液导电性强弱与溶液中自由移动的离子浓度的大小有关, C 错误;电解质是指在水溶液里或熔融状态下能够导电的化合物, D 正确。

参考答案 D

【误区警示】 在掌握电解质概念时必须明确 (1) 电解质和非电解质均属于化合物的范畴,确定电解质和非电解质,既要排除单质又要排除混合物。(2) 能导电的物质不一定是电解质(如金属单质导电,但不属于电解质),电解质也不一定导电(电解质必须在熔融状态或水溶液中才能导电)。

## 题型二 对离子方程式正误判断的考查

【调研 2】 下列离子方程式正确的是

- A. 碳酸氢钠溶液与少量石灰水反应  $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$   
B. 氯化铵与氢氧化钠两种浓溶液混合加热  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \uparrow$   
C. 氢氧化镁与稀硫酸反应  $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$   
D. 单质铜与稀硝酸反应  $\text{Cu} + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

解题思路 选项 A 中因石灰水少量,其中的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  可以完全反应,故化学方程式可写为  $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,改写成离子方程式应为  $2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ; C 中氢氧化镁为难溶物,应以化学式表示; D 中离子方程式没有配平(电荷数不守恒),铜与稀硝酸的反应为:  $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ; 只有 B 正确。

参考答案 B



**【方法探究】** 离子方程式的正误判断实际考查的是离子方程式的书写,解答时可以根据步骤(写、改、删、查)写出正确的离子方程式,然后与各选项对应判断。也可以通过观察产物是否符合事实(产物是否正确、是完全反应还是可逆反应),物质的书写形式是否正确(只有可溶性的强电解质才能拆分成离子),检查方程式两边原子是否守恒、电荷是否守恒来进行判断。从近几年的高考试题来看,所给离子方程式中的错误通常有:①不能正确使用分子式与离子符号;②反应前后电荷不守恒;③得失电子数不相等;④反应原理不正确;⑤缺少必要的反应条件;⑥不能正确使用可逆符号;⑦忽略反应物用量的影响等。

### 题型三 对离子共存问题的考查

**【调研3】** 在强酸性溶液中,下列各组离子能大量共存的是

- A.  $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $HCO_3^-$ 、 $Cl^-$                       B.  $Na^+$ 、 $AlO_2^-$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$   
C.  $K^+$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Br^-$                       D.  $Fe^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Cl^-$ 、 $NO_3^-$

**解题思路** 注意本题题干中的强酸性溶液, A 在强酸性溶液中,  $HCO_3^-$  会与  $H^+$  反应产生  $CO_2$ ; B 中  $AlO_2^-$  在强酸性溶液中会转化成  $Al(OH)_3$  或  $Al^{3+}$ ; D 中  $Fe^{2+}$ 、 $NO_3^-$  在强酸性溶液中会发生氧化还原反应而不能大量共存。

**参考答案** C

**【知识链接】** 离子之间凡是能发生反应的,就不能大量共存。不能共存的离子的主要类型有(1)结合生成难溶物质的离子(如  $Ba^{2+}$  与  $SO_4^{2-}$ 、 $Ag^+$  与  $Cl^-$ );(2)结合生成气体物质的离子(如  $CO_3^{2-}$ 、 $SO_3^{2-}$ 、 $HCO_3^-$ 、 $S^{2-}$  等易挥发的弱酸的酸根与  $H^+$ );(3)结合生成难电离物质的离子(如弱酸根与  $H^+$ );(4)发生氧化还原反应的离子(如还原性较强的离子  $Fe^{2+}$ 、 $HS^-$ 、 $S^{2-}$ 、 $I^-$ 、 $SO_3^{2-}$  与氧化性较强的离子  $Fe^{3+}$ 、 $ClO^-$ 、 $MnO_4^-$ 、 $Cr_2O_7^{2-}$ 、 $H^+$  +  $NO_3^-$  等);(5)发生盐的双水解反应的离子(如  $Al^{3+}$  与  $AlO_2^-$ );(6)发生络合反应的离子(如  $Fe^{3+}$  与  $SCN^-$ )。

**【方法探究】** 在解答离子共存问题时,一要看清题干要求,是共存还是不共存;二要注意题目中的隐含条件,如强碱(或酸)性溶液,说明溶液中含有氢氧根离子(或氢离子),无色透明则说明不含  $Fe^{3+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $MnO_4^-$  等有色离子。

### 题型四 有关离子推断能力的考查

**【调研4】** 现有 A、B、C、D、E 五种盐溶液,分别由  $K^+$ 、 $NH_4^+$ 、 $Ag^+$ 、 $Ba^{2+}$ 、 $Al^{3+}$ 、 $Cl^-$ 、 $Br^-$ 、 $CO_3^{2-}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $NO_3^-$  中的阳离子和阴离子各一种所组成,其中:A + B → 白↓, A + C → 白↓, A + D → 白↓, B + C → 白↓ + 气↑, A 溶液呈中性, B 溶液呈碱性, C、D、E 三种溶液的 pH < 7。根据以上实验事实可以推出(用化学式表示):

A: \_\_\_\_\_, B: \_\_\_\_\_, C: \_\_\_\_\_, D: \_\_\_\_\_, E: \_\_\_\_\_。

**解题思路** 盐溶液的酸碱性与水解有关,呈碱性的盐必为弱酸强碱盐,在所给的酸根中只有  $CO_3^{2-}$  为弱酸根, B 只能为  $K_2CO_3$ 。呈中性的 A 盐中的阳离子只能为  $Ba^{2+}$ , 而 A 盐与 B、C、D 三种盐均产生白色沉淀,这几种离子之间的白色沉淀除了  $BaCO_3$ 、 $BaSO_4$  外,只有  $AgCl$ , 故可得出 A 为  $BaCl_2$ 。C 和 D 中分别含有  $Ag^+$  和  $SO_4^{2-}$ ,



而  $\text{Ag}^+$  只能与  $\text{NO}_3^-$  形成溶液,且 C 与  $\text{K}_2\text{CO}_3$  反应生成白色沉淀和气体,可综合推断出 C 为  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、D 为  $\text{AgNO}_3$ 、E 为  $\text{NH}_4\text{Br}$ 。

参考答案  $\text{BaCl}_2$   $\text{K}_2\text{CO}_3$   $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$   $\text{AgNO}_3$   $\text{NH}_4\text{Br}$

**【技巧点拨】** 在解决综合性的推断题时,抓住题中的关键点找到突破口是十分重要的,在找到突破口后就可以顺藤摸瓜,逐一分析,全面解决问题。

## 强化 闯关

- 把少量  $\text{NaOH}$  固体分别加入到 100 mL 的下列溶液中,溶液的导电能力变化最小的是
  - 自来水
  - 盐酸溶液
  - 醋酸溶液
  - 氯化钾溶液
- 下列离子方程式书写正确的是
  - 硫酸铝中加入过量氨水  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$
  - 电解饱和食盐水  $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$
  - 碳酸钙与盐酸反应  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
  - 硫酸亚铁溶液中加入用硫酸酸化的过氧化氢溶液  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 下列反应的离子方程式正确的是
  - 向沸水中滴加  $\text{FeCl}_3$  溶液制备  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体:  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}^+$
  - 用小苏打治疗胃酸过多:  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
  - 实验室用浓盐酸与  $\text{MnO}_2$  反应制  $\text{Cl}_2$ :  $\text{MnO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
  - 用  $\text{FeCl}_3$  溶液腐蚀印刷电路板:  $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$
- 在强碱性溶液中能大量共存并且溶液为无色透明的离子组是
  - $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$
  - $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
  - $\text{K}^+$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{I}^-$
  - $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{NO}_3^-$
- 某无色透明溶液,跟金属铝反应放出  $\text{H}_2$ ,试判断下列离子:  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ ,何者能存在于此溶液中?
  - 当生成  $\text{Al}^{3+}$  时,可能存在的是\_\_\_\_\_。
  - 当生成  $\text{AlO}_2^-$  时,可能存在的是\_\_\_\_\_。
- 写出下列离子方程式:
  - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (少量)与  $\text{NaOH}$  反应\_\_\_\_\_;
  - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (足量)与  $\text{NaOH}$  反应\_\_\_\_\_。
- 已知  $\text{HCO}_3^-$  比  $\text{HBrO}$  更难电离,但  $\text{HBrO}$  的酸性比  $\text{H}_2\text{CO}_3$  弱。写出下列反应的离子方程式:
  - 向  $\text{NaHCO}_3$  溶液中滴加少量溴水\_\_\_\_\_;
  - 向  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中滴加少量溴水\_\_\_\_\_。



8. 某进行无土栽培实验的实验室需要配制两份成分完全相同的某营养液,其配方如下表。

KCl	$K_2SO_4$	$ZnSO_4$
0.3 mol	0.2 mol	0.1 mol

但实验员配完第一份溶液时发现,实验室的  $ZnSO_4$  已经用完了,锌盐中只剩下了硝酸锌( $Zn(NO_3)_2$ )、氯化锌( $ZnCl_2$ )。你能否帮助实验员配得第二份营养液。

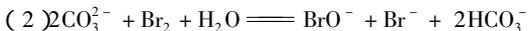
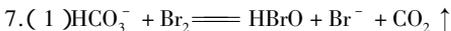
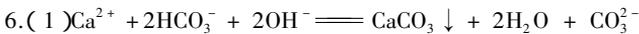
9. 若污水处理方案的设计合理,则在保护环境的同时,还能回收一些有价值的物质,给企业带来一定的经济效益,某工厂排出的废液中主要含有硝酸锌和硝酸银,厂方工程人员准备净化废水并从废水中回收银和硝酸锌,请你设计一个治理方案以净化废水并回收银和硝酸锌。

### 【参考答案】

1. B 溶液的导电性强弱与自由移动的离子浓度大小有关,自来水中加入 NaOH 则溶液中离子浓度增大,醋酸是弱电解质,加入 NaOH 则生成强电解质醋酸钠,离子浓度增大,氯化钾溶液中加入 NaOH 则离子浓度增大,盐酸溶液中加入 NaOH 生成氯化钠溶液,离子浓度变化不大。
2. BC A 中由于氨水是弱电解质,不能写成离子形式;D 中电子得失不守恒。
3. B A 反应生成的胶体不应有沉淀符号, C、D 电荷数不守恒,反应未配平。
4. B 强碱性溶液要考虑  $OH^-$  的影响, A 中  $NH_4^+$  与  $OH^-$  不能大量共存, C 中  $HCO_3^-$  与  $OH^-$  不能大量共存;再要考虑溶液为无色透明,有颜色的离子应该排除, D 中  $MnO_4^-$  呈紫色。
5. (1)  $H^+$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Mg^{2+}$  (2)  $OH^-$ 、 $Ba^{2+}$ 、 $NO_3^-$

解析 (1) 当生成  $Al^{3+}$  时,说明溶液呈强酸性,存在大量的  $H^+$ ,由于  $H^+$  的存在,阴离子中只剩下一种阴离子  $SO_4^{2-}$  能存在。无色溶液排除了  $Cu^{2+}$  的存在, $H^+$  和  $SO_4^{2-}$  的存在排除了  $Ba^{2+}$  和  $Ag^+$  的存在,只有  $Mg^{2+}$  无法作出判断。

(2) 当存在  $AlO_2^-$  时,说明溶液呈强碱性,存在大量的  $OH^-$ ,则  $HCO_3^-$  不能大量存在,阳离子中只剩下  $Ba^{2+}$  能够大量存在,而阴离子中  $SO_4^{2-}$  不能与  $Ba^{2+}$  共存,则只剩下  $NO_3^-$ 。



解析  $Br_2 + H_2O \rightleftharpoons HBrO + HBr$ , HBr 为强酸,与  $CO_3^{2-}$  和  $HCO_3^-$  均反应,而 HBrO 能与  $CO_3^{2-}$  反应,而不能与  $HCO_3^-$  反应。

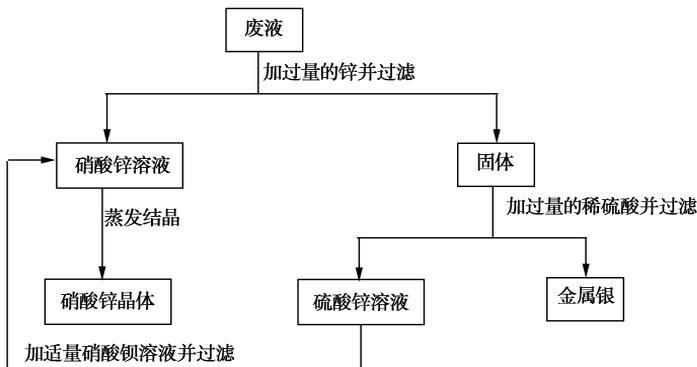
8. 调整后的配方如下: KCl 0.1 mol,  $K_2SO_4$  0.3 mol,  $ZnCl_2$  0.1 mol

解析 KCl、 $K_2SO_4$ 、 $ZnSO_4$  在水中电离出的离子为  $K^+$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Zn^{2+}$ ,而 KCl、 $K_2SO_4$ 、 $ZnCl_2$  在水中电离出的离子也为  $K^+$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Zn^{2+}$ ,根据 KCl、 $K_2SO_4$ 、 $ZnSO_4$  电离的规



律 各种离子的物质的量分别为  $K^+$   $0.3 + 0.2 \times 2 = 0.7$  (mol),  $Cl^-$   $0.3$  mol,  $SO_4^{2-}$   $0.2 + 0.1 = 0.3$  (mol),  $Zn^{2+}$   $0.1$  mol, 由此可得出调整后的配方。

9. 方案如下:



解析 在设计时要有节约和环保意识。可用锌去还原硝酸银。因硝酸与锌反应能够产生大气污染物,所以可用稀硫酸溶解过量的锌过滤得到银。除去硫酸根后,用蒸发结晶的方法得到硝酸锌。

## 重点5 氧化还原反应

### 考点 解读

有关氧化还原反应的知识是高考中的热点内容之一,其中主要涉及的知识点有:氧化还原反应的判断;氧化性、还原性强弱的判断;氧化产物、还原产物的判断;氧化还原反应的书写、配平。题型主要是选择题和填空题,难度适中。复习时,要注意紧扣氧化还原反应的概念,理顺其关系,正确分析化合价及变化情况,并能根据电子得失守恒原理配平反应方程式,解决有关计算的问题。

### 典例 调研

题型一 对氧化还原反应概念的考查

【调研1】  $ClO_2$  是一种消毒杀菌效率高、二次污染小的水处理剂。实验室可通过以下反应制得  $ClO_2$ :  $2KClO_3 + H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightleftharpoons 2ClO_2 \uparrow + K_2SO_4 + 2CO_2 \uparrow + 2H_2O$ 。下列说法正确的是

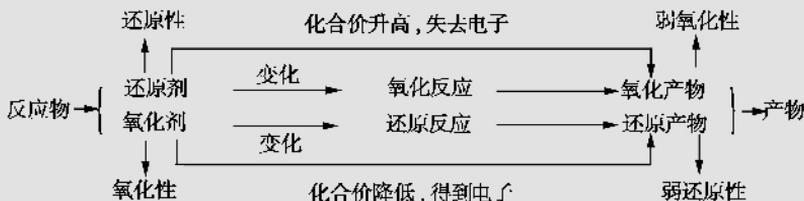
- A.  $KClO_3$  在反应中得到电子
- B.  $ClO_2$  是氧化产物
- C.  $H_2C_2O_4$  在反应中被氧化
- D. 1 mol  $KClO_3$  参加反应有 2 mol 电子转移

解题思路 由反应方程式看出,  $KClO_3$  中 Cl 元素的化合价由 +5 价降到 +4 价,

即 1 mol  $\text{KClO}_3$  参加反应得到 1 mol 电子, 所以 A 正确, D 错误;  $\text{ClO}_2$  应是还原产物, B 错误;  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  中 C 元素的化合价由 +3 价升到 +4 价,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  被氧化, C 正确。

参考答案 AC

【方法探究】明确氧化还原反应的有关概念和搞清化合价的变化情况是解答这类题的关键点。氧化还原反应中有关概念间的关系可表示如下:



### 题型二 对氧化性和还原性强弱的考查

【调研2】根据以下实验事实:

- ①向  $\text{FeCl}_3$  溶液中滴加  $\text{KI}$  溶液, 再加入  $\text{CCl}_4$  振荡,  $\text{CCl}_4$  层呈紫红色
- ②向  $\text{FeCl}_2$  溶液中加入氯水, 再加入  $\text{KSCN}$  溶液, 呈红色
- ③向  $\text{KMnO}_4$  溶液中加入浓盐酸, 振荡后紫色褪去

判断四种粒子在酸性条件下, 氧化性由强到弱的顺序是

- A.  $\text{I}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{MnO}_4^-$       B.  $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$   
 C.  $\text{Cl}_2 > \text{I}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{MnO}_4^-$       D.  $\text{Fe}^{3+} > \text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{I}_2$

解题思路 反应①  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$  中, 氧化性:  $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ ; 反应②  $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$  中, 氧化性:  $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$ ; 反应③  $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$  中, 氧化性:  $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2$ 。所以在酸性条件下, 四种粒子氧化性由强到弱的顺序为:  $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ 。

参考答案 B

【知识链接】氧化剂和还原剂强弱比较规律 (1) 得电子能力强, 物质的氧化性强, 如  $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2$ , 失电子能力强, 还原性强, 如  $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$ 。(2) 金属阳离子的氧化性随其单质的还原性的增强而减弱, 如氧化性:  $\text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ ; 非金属阴离子的还原性随其单质氧化性的增强而减弱, 如还原性:  $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^-$ 。(3) 不同的还原剂(或氧化剂)与同一氧化剂(或还原剂)反应时, 若反应条件越易, 氧化剂(或还原剂)被还原(或被氧化)的程度越大, 则还原剂(或氧化剂)的还原性(或氧化性)就越强。(4) 若还原剂 A + 氧化剂 B = 氧化产物 a + 还原产物 b, 则氧化性:  $\text{B} > \text{a}$ , 还原性:  $\text{A} > \text{b}$ 。(5) 一般来说, 同一种元素从低价态到高价态, 氧化性(得电子能力)逐渐增强, 还原性逐渐减弱, 如  $\text{NO}_2$  的氧化性大于  $\text{NO}$  的氧化性。但要注意不同价态的化合物的氧化性、还原性强弱还与化合物的稳定性有关, 如次氯酸( $\text{HClO}$ )的氧化性比高氯酸( $\text{HClO}_4$ )的强。



## 题型三 对氧化还原反应知识的综合考查

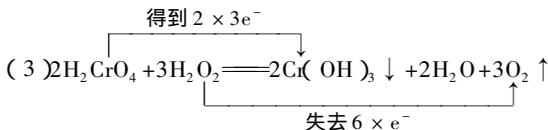
【调研3】某一反应体系有反应物和生成物共五种物质：

已知该反应中  $\text{H}_2\text{O}_2$  只发生如下过程： $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$ 

- (1) 该反应中的还原剂是\_\_\_\_\_。
- (2) 该反应中,发生还原反应的过程是\_\_\_\_\_  $\rightarrow$  \_\_\_\_\_。
- (3) 写出该反应的化学方程式,并标出电子转移的方向和数目\_\_\_\_\_。
- (4) 如反应转移了 0.3 mol 电子,则产生的气体在标准状况下的体积为\_\_\_\_\_。

**解题思路** 由于该反应中  $\text{H}_2\text{O}_2$  只发生如下过程： $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$ , 氧元素化合价由 -1 价升高到 0 价, 故该反应中还原剂为  $\text{H}_2\text{O}_2$ ; 由题给的五种物质中, 只有 Cr 元素化合价发生变化, 且为化合价降低的过程, 可判断出反应物和生成物, 再通过配平反应方程式就可解决 (3)、(4) 两个问题。

**参考答案** (1)  $\text{H}_2\text{O}_2$  (2)  $\text{H}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$



(4) B. 36 L

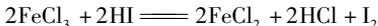
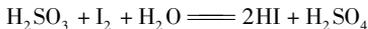
**【要点探究】** 有关氧化还原反应的综合性试题, 涉及的还是其概念和规律的基础知识。在复习中一方面要强化对基础知识的理解, 另一方面要注意提高分析问题、解决问题的能力。

### 强化 闯关

1. 下列说法正确的是

- A. 金属单质在反应中只能作还原剂, 非金属单质只能作氧化剂
- B. 某元素从化合态到游离态, 该元素一定被还原
- C. 金属阳离子被还原一定都得到金属单质
- D. 氧化还原反应的本质是电子的得失或电子对的偏移

2. 根据下列反应判断有关物质还原性由强到弱的顺序是



- A.  $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{NO}$       B.  $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{NO}$
- C.  $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^- > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{NO}$       D.  $\text{NO} > \text{Fe}^{2+} > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{I}^-$

3. 在  $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} \rightleftharpoons \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$  中, 被氧化和被还原的氯原子个数比为

- A. 1:6      B. 6:1      C. 1:5      D. 5:1

4. Fe 与硝酸反应随温度和硝酸的浓度不同而产物不同。已知 0.2 mol  $\text{HNO}_3$  作氧化剂时, 恰好把 0.4 mol Fe 氧化为  $\text{Fe}^{2+}$ , 则  $\text{HNO}_3$  将被还原成

A.  $\text{NH}_4^+$       B.  $\text{N}_2\text{O}$       C.  $\text{NO}$       D.  $\text{NO}_2$

5. G、Q、X、Y、Z 均为氯的含氧化合物, 不了解它们的化学式, 但知道它们在一定条件下具有如下转换关系(未配平):



这五种化合物中氯的化合价由低到高的顺序是\_\_\_\_\_。

6. 某化学反应的反应物和产物如下

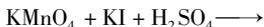


(1) 该反应的氧化剂是\_\_\_\_\_。

(2) 如果该反应方程式中  $\text{I}_2$  和  $\text{KIO}_3$  的系数都是 5

①  $\text{KMnO}_4$  的系数是\_\_\_\_\_;

② 在下面的化学式上标出电子转移的方向和数目。



(3) 如果没有该方程式中的某些系数作限定, 可能配平系数有许多组, 原因是\_\_\_\_\_。

7. 已知  $\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$      $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$

(1) 向含有 1 mol  $\text{FeI}_2$  和 2 mol  $\text{FeBr}_2$  的溶液中通入 2 mol  $\text{Cl}_2$ , 此时被氧化的离子是\_\_\_\_\_。

(2) 如果向(1)的溶液中通入 3 mol  $\text{Cl}_2$ , 则被氧化的离子对应的氧化产物的物质的量分别是\_\_\_\_\_。

(3) 若向含  $a$  mol  $\text{FeI}_2$  和  $b$  mol  $\text{FeBr}_2$  的溶液中通入  $c$  mol  $\text{Cl}_2$ , 当  $\text{I}^-$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$  完全被氧化时  $\rho$  为\_\_\_\_\_ (用含  $a$ 、 $b$  的代数式表示)。

(4) 若向均含有  $a$  mol  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $a$  mol  $\text{Br}^-$ 、 $a$  mol  $\text{I}^-$  且等体积的两份稀溶液中, 分别通入一定量的  $\text{Cl}_2$ , 当第一份溶液中的一半的  $\text{I}^-$  被氧化成  $\text{I}_2$ , 第二份溶液中的一半的  $\text{Br}^-$  被氧化成  $\text{Br}_2$  时, 向两份溶液中通入的  $\text{Cl}_2$  的物质的量之比是\_\_\_\_\_。

8. 14 g 铜银合金与足量的某浓度的硝酸充分反应, 将放出的气体与 1.12 L (标准状况) 氧气混合, 通入水中恰好全部吸收, 求合金中铜的质量(不考虑  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ )。

### 【参考答案】

1. D 金属元素只有正价, 单质在反应中只作还原剂, 而非金属既有正价又有负价, 单质在反应中既可作氧化剂, 又可作还原剂; 元素由化合态到游离态, 该元素化合价可能降低也可能升高; 金属元素有些有多种变价, 如 Fe 有 +2、+3 价, 若  $\text{Fe}^{3+}$  被还原可得到  $\text{Fe}^{2+}$ 。

2. A 根据强还原剂生成弱还原剂的规律进行分析判断。

3. D  $\text{KClO}_3$  中的氯元素由 +5 价被还原到 0 价,  $\text{HCl}$  中氯元素由 -1 价被氧化为 0 价, 被氧化的氯(化合价升高)和被还原的氯(化合价降低)的个数比为 5:1。

4. B 设还原产物中氮元素的化合价为  $x$ , 则根据电子得失数目相等有  $0.2 \text{ mol} \times$

$(5-x)=0.4 \text{ mol} \times (2-0)$ , 解得  $x=1$ ,  $\text{HNO}_3$  被还原为  $\text{N}_2\text{O}$ 。

5. GYQZX 根据反应(1)中氯化钠中氯的化合价为-1价,它是氯元素的最低价,由此可知,G中氯元素的化合价一定低于Q中氯元素的化合价;反应(2)中氢元素的化合价降低,因而可判断出Q中氯元素的化合价一定低于X中氯元素的化合价;由反应(3)可得,Y中的氯元素的化合价肯定处于G和Q中氯元素化合价之间;由反应(4)可得,Z中氯元素的化合价肯定处于Q、X中氯元素的化合价之间。

6. (1)  $\text{KMnO}_4$  (2) ① 8 ②  $\text{KMnO}_4$  KI (3) 该反应式中有两种氧化产物,两者的比例和氧化剂的用量都可变化

解析 (1) 由于反应中 Mn 的化合价升高,所以氧化剂为  $\text{KMnO}_4$ 。

(2) ① 根据反应中电子得失守恒,可知系数为:  $\frac{5 \times 2 + 5 \times 6}{5} = 8$ ;

② 由①可知转移了 40 个  $e^-$ 。

(3) 由于此反应中的氧化产物有两种,比例不同,失去电子的数目就不同。

7. (1)  $\text{I}^-$   $\text{Fe}^{2+}$  (2)  $\text{I}_2$  1 mol  $\text{Fe}^{3+}$  3 mol  $\text{Br}_2$  0.5 mol (3)  $\frac{3}{2}(a+b)$  (4) 1:5

解析 (1) 由反应可知,离子的还原性强弱为:  $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ ,在与氧化剂作用时,还原性强的离子首先被氧化。溶液中含  $\text{Fe}^{2+}$  3 mol,  $\text{I}^-$  2 mol 和  $\text{Br}^-$  4 mol,通入 2 mol  $\text{Cl}_2$  时,2 mol  $\text{I}^-$  消耗 1 mol  $\text{Cl}_2$ ,余下的 1 mol  $\text{Cl}_2$  只能氧化 2 mol  $\text{Fe}^{2+}$ ,故此时被氧化的离子为  $\text{I}^-$  和  $\text{Fe}^{2+}$ 。

(2) 当通入 3 mol  $\text{Cl}_2$  时,2 mol  $\text{I}^-$  被先氧化生成 1 mol  $\text{I}_2$ ,其次 3 mol  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化生成 3 mol  $\text{Fe}^{3+}$ ,此时共消耗  $\text{Cl}_2$  2.5 mol,剩余  $\text{Cl}_2$  0.5 mol,还可氧化 1 mol  $\text{Br}^-$  而生成 0.5 mol  $\text{Br}_2$ 。

(3) 由于  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$ 、 $\text{I}^-$  全部被氧化,故根据电子得失守恒有:  $x \text{ mol} \times 2 = (a+b) \text{ mol} \times 1 + a \text{ mol} \times 2 + b \text{ mol} \times 2$ ,即  $c = \frac{3}{2}(a+b)$ 。

(4) 当溶液中有一半  $\text{I}^-$  被氧化时,其他离子不变,根据电子得失守恒有:  $y(\text{Cl}_2) \times 2 = \frac{1}{2}a \text{ mol} \times 1$ ,解得  $n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{4}a \text{ mol}$ ;当溶液中有一半  $\text{Br}^-$  被氧化时, $\text{I}^-$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  已全部被氧化,所以有:  $y(\text{Cl}_2) \times 2 = a \text{ mol} \times 1 + a \text{ mol} \times 1 + \frac{1}{2}a \text{ mol} \times 1$ ,解得  $n(\text{Cl}_2) = \frac{5}{4}a \text{ mol}$ 。故向两份溶液中通入的  $\text{Cl}_2$  的物质的量之比是  $\frac{1}{4}a : \frac{5}{4}a = 1:5$ 。

8. 由题意知:  $\text{Cu}、\text{Ag} (14 \text{ g}) \xrightarrow{\text{HNO}_3} \text{NO}_x \xrightarrow[\text{+H}_2\text{O}]{\text{O}_2 (1.12 \text{ L})} \text{HNO}_3$ , 可得合金失电子数与  $\text{O}_2$  得电子数相等。设 Cu 的质量为  $x$ , 则有:

$$\frac{x}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 + \frac{14 \text{ g} - x}{108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 = \frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 4$$

解得  $x = 3.2 \text{ g}$ , 故合金中铜的质量为 3.2 g。



## 重点6 碱金属及其化合物

考点  
解读

碱金属是一类重要的金属元素,钠及其化合物知识是高考中重点考查的内容之一,此部分题目主要考查钠及其化合物的性质推断,碱金属元素性质的比较,有关钠及其化合物的计算,其中过氧化钠与水与二氧化碳的反应,氢氧化钠与二氧化碳的反应,碳酸钠和碳酸氢钠的性质是很可能涉及的知识点,一般会以选择题、计算题或实验题的形式出现。在复习中要重点掌握过氧化钠、氢氧化钠、碳酸钠和碳酸氢钠的性质,并通过钠及其化合物掌握碱金属元素的性质的共同点和检验方法。

典例  
调研

## 题型一 对单质钠知识的考查

【调研1】取一支大试管,加入15 mL硫酸铜溶液,再加入5 mL苯( $d=0.87\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )静置。取黄豆大的金属钠( $d=0.97\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )轻轻放入这支装有硫酸铜溶液和苯的试管里。试推测能观察到的实验现象。

解题思路 钠的密度大于苯而小于水,而盐溶液的密度比水要大,故钠应处在苯和硫酸铜溶液之间。钠与硫酸铜溶液中的水发生剧烈反应,生成的氢氧化钠又与硫酸铜反应。

参考答案 钠块将落在苯和硫酸铜溶液的界面上,有气泡产生,使钠块上浮,当附着在钠块表面的氢气逸出后,钠块又下沉到硫酸铜溶液和苯的界面上,又发生反应,重复发生上述现象直至钠块反应耗尽,硫酸铜溶液中出现蓝色沉淀。

【技巧点拨】要答好本题,一是要能根据钠的物理性质(密度的大小)和化学性质(与水剧烈反应)灵活分析问题,判断钠所处的位置和反应现象;二是要有较强的语言表达能力,在描述时既要抓住问题的关键点,又要做到言简意赅。

## 题型二 对钠的氧化物知识的考查

【调研2】取 $a\text{ g}$ 某物质在氧气中完全燃烧,将其产物跟足量的过氧化钠固体完全反应,反应后固体的质量恰好也增加了 $a\text{ g}$ 。下列物质中不能满足上述结果的是

- A.  $\text{H}_2$                       B.  $\text{CO}$                       C.  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$                       D.  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

解题思路  $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{CO}_2$ ,  $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ , 合并得  $\text{CO} + \text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} \text{Na}_2\text{CO}_3$ , 即 $a\text{ g CO}$ 参加反应,固体质量增加 $a\text{ g}$ ;  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ , 合并得  $\text{H}_2 + \text{Na}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{NaOH}$ , 即 $a\text{ g H}_2$ 参加反应,固体质量增加 $a\text{ g}$ ; 把 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 看成 $(\text{CO})_6(\text{H}_2)_6$ 也能满足上述结果,只有 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 不满足。

参考答案 D

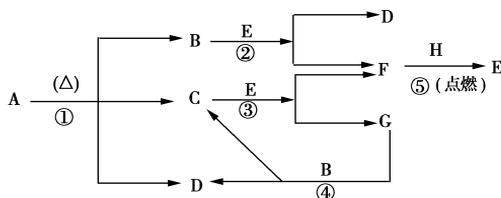
【技巧点拨】利用化学方程式合并的方法,是分析涉及多步反应问题的一种常用的思路,这种方法有助于尽快抓住问题的关键,简化思维过程。

## 题型三 对钠的化合物推断问题的考查

【调研3】已知化合物A、D、E、G焰色反应时,火焰均呈黄色,A~H各物质的

农用化肥中的碳铵、硫铵、尿素等施用过量会增大人体致癌的可能性。主要是因为它们在土壤及人体中可生成亚硝酸铵。

变化关系如下图所示。



(1) 写出下列物质的化学式

A \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ C \_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_ E \_\_\_\_\_

(2) 写出下列反应的化学方程式

反应① \_\_\_\_\_ ;

反应② \_\_\_\_\_ ;

反应⑤ \_\_\_\_\_。

(3) 上述反应中属于氧化还原反应的有 \_\_\_\_\_。

**解题思路** 根据 A、D、E、G 焰色反应时均呈黄色,说明含钠元素,从 A 受热分解生成三种物质这个信息,可以推测 A 可能是碳酸氢钠。再从 A 入手,抓住各物质间的转化关系,就可推断出其他物质。

**参考答案** (1)  $\text{NaHCO}_3$   $\text{CO}_2$   $\text{H}_2\text{O}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$   $\text{Na}_2\text{O}_2$

(2) ①  $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

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

⑤  $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Na}_2\text{O}_2$

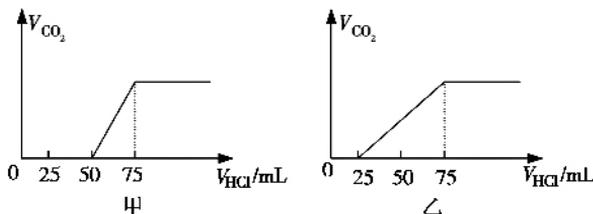
(3) ②③⑤

**【要点探究】** 在解答这类推断题时,要学会捕捉题中所给的信息,并挖掘信息点和物质的性质之间的联系,找到题目的突破口。然后从此突破口入手,顺藤摸瓜,逐一分析,推断出所有的物质。

**题型四 对钠的化合物综合计算问题的考查**

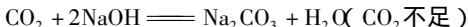
《试题调研》  
(第二辑)

**【调研 4】** 有 50 mL NaOH 溶液,向其中逐渐通入一定量的  $\text{CO}_2$ ,随后取此溶液 10 mL,并向此稀释后的溶液中逐滴加入 0.1 mol/L 的 HCl 溶液,产生的  $\text{CO}_2$  气体体积(标况)与所加入的盐酸的体积之间的关系如下图所示:



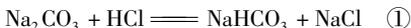
试分析 NaOH 在吸收  $\text{CO}_2$  气体后,在甲、乙两种情况下,所得溶液中存在的溶质是什么?其物质的量之比是多少?产生的  $\text{CO}_2$  气体体积(标况)是多少?

**解题思路** 氢氧化钠与二氧化碳反应时,有两种反应:



NaOH 溶液中通入一定量的  $\text{CO}_2$ , 有四种情况: 第一种是  $\text{CO}_2$  不足, 反应后的混合物为 NaOH、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 第二种是两者恰好完全反应, 生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; 第三种是  $\text{CO}_2$  过量, NaOH 全部转化为  $\text{NaHCO}_3$ ; 第四种是  $\text{CO}_2$  过量, 反应后的混合物为  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。

碳酸钠与盐酸反应时, 也有两种反应:



分析甲图像: 由加入盐酸 50 mL 时开始产生  $\text{CO}_2$  气体, 至反应完毕消耗 25 mL 盐酸可知, 滴加到 50 mL 时反应  $\textcircled{2}$  开始, 根据耗酸量可知  $\text{NaHCO}_3$  的物质的量。加入 50 mL 以前, 无气体放出, 可知生成  $\text{NaHCO}_3$  应消耗 25 mL 盐酸, 与 NaOH 反应的盐酸也应是 25 mL。由此可得, 甲成分只能为 NaOH 和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 且物质的量之比为 1:1, 产生  $\text{CO}_2$  的体积为 0.056 L。

分析乙图像: 加入盐酸 25 mL 时开始产生  $\text{CO}_2$  气体, 再消耗 50 mL 盐酸反应完全, 耗酸量为未产生气体时的 2 倍, 说明原物质是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  的混合物, 由耗酸量可判断出物质的量之比为 1:1, 产生气体的体积也可由耗酸量求得, 为 0.112 L。

**参考答案** 甲成分为 NaOH 和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 物质的量之比为 1:1, 产生  $\text{CO}_2$  的体积为 0.056 L。乙成分是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$ , 物质的量之比为 1:1, 产生  $\text{CO}_2$  的体积 0.112 L。

**【方法探究】** 这是一道将图像、物质的性质和计算综合在一起的试题, 在解答这类题时, 首先要分析清楚可能发生的所有反应, 其次要注意从所给的图像中获取信息 (纵坐标和横坐标的含义、每个曲线拐点的化学变化等) 并在此基础上进行有关的计算。

## 强化 闯关

1. 碱金属与卤素所形成的化合物大都具有的性质是

①高沸点 ②能溶于水 ③水溶液能导电 ④低熔点 ⑤熔融状态不导电

A. ①②③

B. ③④⑤

C. ①④⑤

D. ②③

2. 有由  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaCl}$  中的几种物质组成的混合物。向混合物中加入足量的盐酸, 有气体放出。将放出的气体通过过量的 NaOH 溶液后, 气体体积有所减少。若将上述混合物在空气中充分加热, 也有气体放出, 且加热后残留固体物质的质量比加热前有所增加。下列推断正确的是

A. 混合物中一定含有  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$  和  $\text{NaHCO}_3$

B. 混合物中一定不含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaCl}$

C. 无法确定混合物中是否有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaCl}$

D. 混合物中一定不含有  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和  $\text{NaCl}$

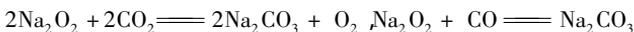
3. 在 10 mL  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  纯碱溶液中, 不断搅拌并逐滴加入  $1.2 \text{ mL } 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

区别羊毛和棉花织品的最简单方法是点燃, 其中有臭味的是羊毛, 没有臭味的是棉花。

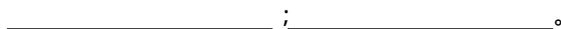
盐酸完全反应后,在标准状况下生成二氧化碳的体积为

- A. 1.344 mL                      B. 2.240 mL                      C. 0.672 mL                      D. 0
4. 下列各组中的两种金属混合物 3 g,投入到水中,收集到标准状况下氢气 1.12 L ( $\rho = 0.0893 \text{ g/L}$ ) 则该混合物不可能是
- A. Li 和 Na                      B. Na 和 Cu                      C. K 和 Na                      D. Ca 和 Na
5. 在甲、乙、丙、丁四个烧杯中各加入 100 mL 水,然后分别放入含有 3.9 g 钾元素的金属钾、过氧化钾、超氧化钾( $\text{KO}_2$ )和氢氧化钾,待固体完全溶解。则甲、乙、丙、丁溶液的溶质的质量分数大小顺序是
- A. 甲 < 乙 < 丙 < 丁                      B. 丁 < 乙 = 丙 < 甲  
C. 甲 = 丁 < 乙 = 丙                      D. 丁 < 甲 < 乙 < 丙

6. 过氧化钠几乎能与所有的常见气态非金属氧化物反应,如:



(1) 试分别写出  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$  反应的化学方程式:



(2) 通过比较可知,当非金属元素处于 \_\_\_\_\_ 价时,其氧化物与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应有  $\text{O}_2$  生成。

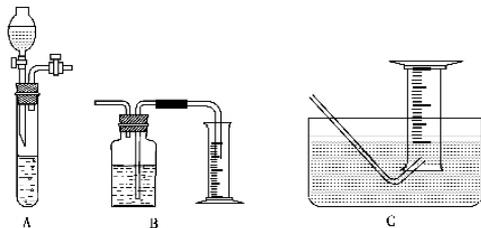
7. 某溶液中可能含有  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  等离子中的全部或其中的几种。现进行以下连续操作:①用洁净的铂丝蘸取溶液在无色火焰上灼烧,火焰呈黄色,透过蓝色钴玻璃观察到紫色火焰;②溶液中加入盐酸有无色气体产生;③再向溶液中加入过量的稀硫酸后,现再加入  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液,产生白色沉淀。则

(1) 原混合溶液中一定存在的离子是 \_\_\_\_\_。

(2) 上述①—③的操作中, \_\_\_\_\_ 是错误的,应改为加 \_\_\_\_\_ 以便确定 \_\_\_\_\_ 是否存在。

(3) 为确定 \_\_\_\_\_ 是否存在,应补充的操作是 \_\_\_\_\_。

8. 某样品为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  的固体混合物。现将一定质量的样品与稀硫酸反应,通过测出生成的  $\text{CO}_2$  体积来计算出样品中各组分的质量分数。为较准确的测出生成的  $\text{CO}_2$  体积,在反应结束后加热混合液,使溶于溶液的  $\text{CO}_2$  逸出,待冷却后再测  $\text{CO}_2$  的体积(加热时蒸发掉的水的体积不计)。下图是实验装置,其中 B 和 C 可供选择(B、C 中所盛的液体为饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液)。



(1) 用托盘天平称取样品  $W$  (g), 若所用天平游码的最大刻度为 5 g, 则与此天平配套的砝码中最小的质量是\_\_\_\_\_。

- A. 1 g      B. 2 g      C. 3 g      D. 5 g      E. 10 g

(2) 对 A 进行气体气密性检查的最简单方法是\_\_\_\_\_。

(3) 已知所用硫酸的浓度为 0.5 mol/L, A 中试管的规格是 20 mm(内径) × 200 mm(高度) 则在称此样品时,  $W$  的值应不大于\_\_\_\_\_g, 测定气体的体积所用量筒的规格, 合适的是\_\_\_\_\_。

- A. 100 mL      B. 200 mL      C. 500 mL

(4) 测量  $\text{CO}_2$  气体的体积时, 可选用 B、C 中的一种与 A 连接, 你将选择\_\_\_\_\_ (填“B”或“C”), 不选另一种的理由是\_\_\_\_\_。

9. 将由  $a$  mol  $\text{NaHCO}_3$  和  $b$  mol  $\text{NaOH}$  组成的固体混合物放在密闭容器中加热至  $250^\circ\text{C}$ , 经充分反应后, 排出气体, 冷却后, 称量残留固体的质量为  $W$ 。试写出  $a$ 、 $b$  表示的  $W$  的表达式(不写计算过程)。

(1) 当  $a \leq b$  时,  $W =$  \_\_\_\_\_ (2) 当  $a > b$  时,  $W =$  \_\_\_\_\_。

### 【参考答案】

- A 碱金属与卤素分别为活泼的金属和非金属元素, 它们形成的化合物为离子化合物, 选项中①②③符合离子晶体的通性。
- AC 与盐酸反应产生气体的物质可能为  $\text{Na}_2\text{O}_2$ (生成  $\text{O}_2$ )、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$ (生成  $\text{CO}_2$ ), 气体通过  $\text{NaOH}$  溶液后体积缩小(而不是气体完全消失), 说明生成气体是由  $\text{O}_2$  及  $\text{CO}_2$  两种气体组成, 则原粉末中一定含有  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  及  $\text{NaHCO}_3$  至少有一种一定存在, 将原混合粉末加热, 有气体放出, 说明混合物中一定有  $\text{NaHCO}_3$ , 但  $\text{NaHCO}_3$  受热分解会使混合粉末的质量减少, 而实际情况是剩余固体的质量增加了, 因此, 只能是发生了反应  $2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{O}_2$ 。综合分析, 混合物中一定有  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{NaHCO}_3$ , 无法确定混合物中是否有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  及  $\text{NaCl}$ 。
- D 盐酸的物质的量小于纯碱的物质的量, 只能生成碳酸氢钠, 无气体放出。
- AD 产生 1 mol 氢气需要金属 60 g, 即两种金属分别产生 1 mol 氢气时消耗的质量都小于 60 g 或都大于 60 g 是不可能的。
- B 四种溶液中的溶质相同、溶质的物质的量相等, 只需要比较四种溶液的质量, 溶液质量大的则溶质的质量分数就小。而氢氧化钾不与水反应, 溶液的质量最大, 钾与水反应生成氢气, 溶液的质量最小, 过氧化钾和超氧化钾与水反应生成氧气, 溶液的质量变化一样。
- (1)  $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{SO}_2 = \text{Na}_2\text{SO}_4$      $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{SO}_3 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2$   
(2) 最高

解析 过氧化钠有强氧化性, 与还原性的物质反应时, 会将其氧化成最高价态的物质。

制造轮船时, 常在吃水部位铆上许多锌块, 这是应用了电化学腐蚀原理, 从而防止船体腐蚀。



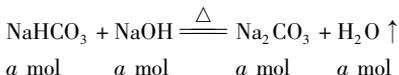
7. (1)  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  (2) ③ 硝酸  $\text{SO}_4^{2-}$

(3)  $\text{CO}_3^{2-}$  将生成的无色气体通入澄清石灰水中,看石灰水是否变浑浊

8. (1) D (2) 夹紧弹簧夹,在分液漏斗中加水,打开活塞,若水流下一部分后不再流下,则气密性好 (3) 1.1 C (4) B C 易引起倒吸(准确度也没有 B 好)

9. (1)  $(66a + 40b)$  g (2)  $53(a + b)$  g

解析 (1) 当  $a \leq b$  时,  $\text{NaHCO}_3$  的量不足,只发生下列反应:



最后残留固体的质量 = 原混合物质量 - 生成  $\text{H}_2\text{O}$  的质量

$$W = 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times a \text{ mol} + 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times b \text{ mol} - 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times a \text{ mol} = (66a + 40b) \text{ g}.$$

(2) 当  $a > b$  时,  $\text{NaOH}$  的量不足,此时发生两种反应



残留的固体只有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 根据 Na 元素的物质的量守恒,可确定

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{a+b}{2} \text{ mol} \text{ 故 } W = 53(a+b) \text{ g}.$$

## 重点 7 其他金属元素及其化合物

### 考点 解读

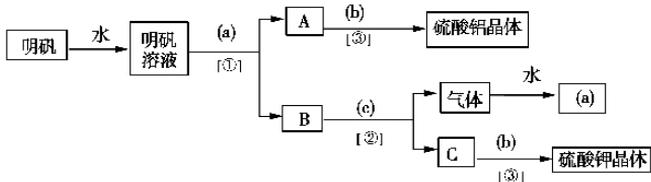
《  
试  
题  
调  
研  
》  
(  
第  
二  
辑  
)

镁、铝、铁、铜也是重要的金属元素,在高考中占有重要地位。此部分知识与化学基本理论、基本概念、实验有广泛联系,实际应用也较广,题型呈多样化。命题主要考查学生对镁、铝性质的相似性、铝及其化合物的特殊性质(特别是氧化铝以及氢氧化铝两性问题)、铁与氧化性物质反应时化合价的变化情况(当铁与氧化剂的物质的量的关系不同时产物不同,以及铁离子被还原的过程中化合价的变化)。在复习中要注意以金属活动性顺序为依据理解金属性质的变化规律,同时要重点突破铝元素[ $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{AlO}_2^-$ ]和铁元素( $\text{Fe}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ )的三角转化关系。

### 典例 调研

题型一 对铝及其化合物知识的考查

【调研 1】 下图是用明矾[ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ]制取硫酸铝和硫酸钾的操作步骤流程图(图中略去了沉淀物的洗涤操作),请在图中圆括号内填入适当的试剂名称,在方括号内填入适当的分离方法,并回答有关问题。



(1) 试剂 a 是 \_\_\_\_\_ b 是 \_\_\_\_\_ c 是 \_\_\_\_\_ ; 分离方法 ① 是 \_\_\_\_\_ ,  
② 是 \_\_\_\_\_ ③ 是 \_\_\_\_\_ 。

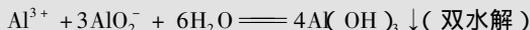
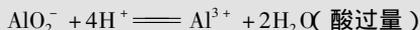
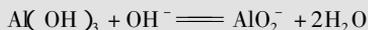
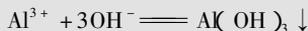
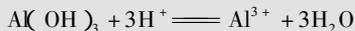
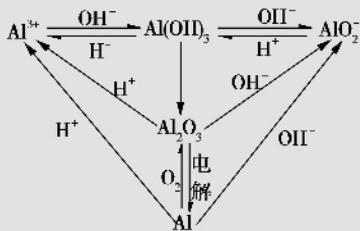
(2) 按上述操作, 不考虑损耗, 在理论上 158 g 明矾(相对分子质量 474) 最多可以制得  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  (相对分子质量 666) \_\_\_\_\_ g, 至少可以制得  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (相对分子质量 174) \_\_\_\_\_ g。

**解题思路** (1) 首先将明矾中的铝离子加碱生成沉淀分离, 因为氢氧化铝溶于强碱而不溶于弱碱, 所加的碱就是氨水, 现根据 ②③ 生成产物可推出 a 与 b。(2) 由铝元素守恒得  $2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \sim \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  可计算得出  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  的质量; 由硫元素守恒得  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \sim 2\text{K}_2\text{SO}_4$  可计算出  $\text{K}_2\text{SO}_4$  的质量。

**参考答案** (1) 氨水 硫酸 氢氧化钾 过滤 加热 蒸发、结晶

(2) 111 116

**【知识链接】**  $\text{Al}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{AlO}_2^-$  相互转化的关系及重要的离子反应如下:

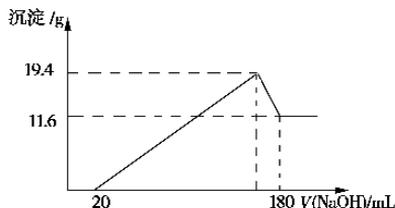


**【要点探究】**  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{AlO}_2^-$  之间的相互关系是试题中经常涉及的知识,  $\text{Al}^{3+}$  存在于强酸条件下,  $\text{AlO}_2^-$  存在于强碱条件下,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  存在于中性或弱酸弱碱条件下, 也就是说, 改变酸碱性就可改变铝元素的存在状态。

在寒冷的冬天, 汽车司机常在水箱中加入一些乙醇或乙二醇, 其作用是降低水的凝固点, 防止水箱结冰, 保证安全行车。

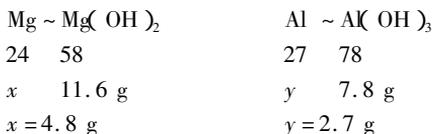
【调研2】将一定质量的镁铝合金投入 100 mL 一定物质的量浓度的盐酸中,合金全部溶解,向所得溶液中滴加  $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液至过量,生成沉淀的质量与加入 NaOH 溶液体积的关系如图所示,求:

- (1)原合金中 Mg、Al 质量各多少克?  
 (2)HCl 的物质的量浓度。

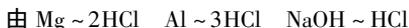


解题思路 镁铝合金与盐酸反应生成  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ , 当加入过量氢氧化钠溶液时,  $\text{Mg}^{2+}$  只生成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 而  $\text{Al}^{3+}$  先生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 再溶解生成  $\text{AlO}_2^-$ , 根据图中的曲线与数据不难分析出  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的质量是 11.6 g,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  的质量是  $19.4 \text{ g} - 11.6 \text{ g} = 7.8 \text{ g}$ , 根据这两个数据即求得结果。

参考答案 (1)由图可知  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的质量是 11.6 g,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  的质量是  $19.4 \text{ g} - 11.6 \text{ g} = 7.8 \text{ g}$ 。设 Mg、Al 质量分别为  $x$ 、 $y$ , 则:



(2)由图可知  $V(\text{NaOH})$  由 0 ~ 20 mL 是中和过量盐酸(因无沉淀生成)



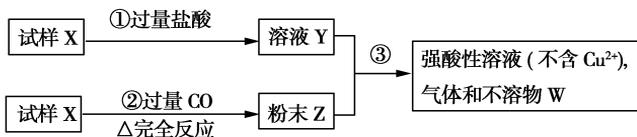
$$\text{可知 } n(\text{HCl}) = 2 \times \frac{4.8 \text{ g}}{24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + 3 \times \frac{2.7 \text{ g}}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + 0.02 \text{ L} \times 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} =$$

$$0.8 \text{ mol, 所以 } c(\text{HCl}) = \frac{0.8 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

【方法探究】本题以镁与铝及其化合物的性质为载体,考查利用图像获取信息解答问题的能力。根据镁、铝及其化合物的性质,分析清楚图像中曲线的特点,获取数据信息是解答这类题的关键点。

题型二 对铁及其化合物知识的考查

【调研3】试样 X 由氧化铁和氧化铜组成。取质量相等的两份试样按下图所示进行实验:

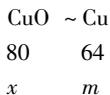


(1) 请写出步骤③中发生的全部反应的离子方程式。

(2) 若全部的溶液 Y 和全部的粉末 Z 充分反应后, 生成的不溶物 W 的质量是  $m$ , 则每份试样 X 中氧化铜的质量为 \_\_\_\_\_ (用  $m$  表示)。

**解题思路** (1) 溶液 Y 中有  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{Cu}^{2+}$ , 粉末 Z 中有 Fe 与 Cu 的单质。由于盐酸过量, 当 Y 与 Z 反应时, 有 Fe 与  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{H}^+$  三个反应。

(2) 由于盐酸过量, 不溶物 W 一定为 Cu, 设两份试样 X 中氧化铜的质量为  $x$ , 则



$$x = 1.25m$$

因为 W 是由两份试样中的氧化铜共同形成的, 每份试样中的氧化铜质量是  $1.25m$  的一半, 即  $0.625m$  或  $\frac{5}{8}m$ 。

**参考答案** (1)  $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$   $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+$   $\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$  (2)  $0.625m$  或  $\frac{5}{8}m$

**【知识链接】** Fe 只有还原性, 可以被氧化成  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$ , 也可由  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  还原而得到 Fe,  $\text{Fe}^{2+}$  既具有氧化性又具有还原性, 但主要表现为还原性, 当遇到强氧化剂时, 被氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ; 当遇到较强的还原剂时, 被还原为 Fe。它们之间能相互转化, 其关系常称为铁三角关系。铁的不同价态之间的三角关系, 反映出了铁单质及其化合物的化学性质, 在解题过程中起着重要作用。

**【误区警示】** 本题涉及  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$  的氧化性从强到弱的变化规律, 当铜剩余时, 溶液中一定不含  $\text{Fe}^{3+}$ , 当铁剩余时, 溶液中一定不含  $\text{Cu}^{2+}$ 。这是解决有关铁、铜及其离子之间反应问题的要点, 要特别注意。

**【调研4】** 向  $0.8 \text{ mol}$  的稀硝酸溶液中慢慢加入  $22.4 \text{ g}$  的铁粉。假设反应分为两个阶段。第一阶段:



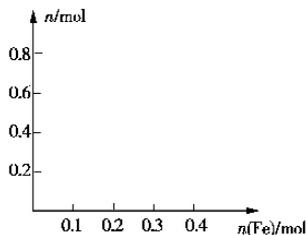
(1) 写出这两个阶段反应的离子方程式。

(2) 求这两个阶段反应中, 加入铁粉的物质的量和溶液中铁元素存在的形式。

(3) 在图中画出溶液中  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^-$  的物质的量随加入铁粉的物质的量变化的关系图(横坐标为加入铁粉的物质的量, 纵坐标是溶液中离子的物质的量)。

**解题思路** 铁与稀硝酸反应时生成硝酸铁, 当铁过量后, 铁会与三价铁离子反应生成二价铁离子。根据反应中的物质的量关系, 分析在加入铁粉后, 加入铁的物质的量和溶液中铁离子存在形式的关系, 并在此基础上画出关系图。

**参考答案** (1)  $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$   $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

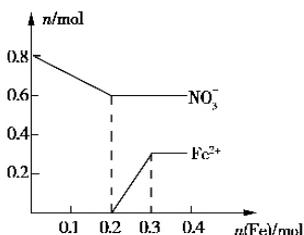


(2) ①加入铁粉为  $0 \sim 0.2 \text{ mol}$ , 溶液中铁元素存在形式为  $\text{Fe}^{3+}$ ;

②加入铁粉为  $0.2 \sim 0.3 \text{ mol}$ , 溶液中铁元素存在形式为  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$ ;

③加铁粉  $n(\text{Fe}) \geq 0.3 \text{ mol}$ , 溶液中铁元素存在形式为  $\text{Fe}^{2+}$ 。

(3) 如右图所示。



【知识链接】由于铁在发生氧化反应时可能有两种价态, 铁与氧化剂反应时的产物就会有多种情况。铁与稀硝酸反应的规律可归纳如下:



当  $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HNO}_3)} \leq \frac{1}{4}$  时, 按反应①进行;

当  $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HNO}_3)} \geq \frac{3}{8}$  时, 按反应②进行;

当  $\frac{1}{4} < \frac{n(\text{Fe})}{n(\text{HNO}_3)} < \frac{3}{8}$  时, 则反应①②都发生。

### 题型三 对金属化合物知识的综合考查

【调研5】粉状试样 A 是  $\text{MgO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{CuO}$  组成的混合物。进行如下实验:

(1) 取  $32 \text{ g}$  A 与铝粉混合物进行铝热反应, 在高温下得到的熔融物 B 的质量为  $17.6 \text{ g}$ 。

(2) 另取  $32 \text{ g}$  A 全部溶于  $0.15 \text{ L } 8.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸中, 得溶液 C;

(3) 将(1)中得到的熔融物 B 冷却后与溶液 C 混合, 得到溶液 D 中不含  $\text{Cu}^{2+}$ , 反应过程中无气体产生, 剩余固体物质的质量为  $12.8 \text{ g}$ , 并且加盐酸时固体不再溶解。

试求:

(1) 试样 A 中  $\text{MgO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{CuO}$  的物质的量之比。

(2) 溶液 D 的体积仍视为  $0.15 \text{ L}$ , 则该溶液所含阳离子是什么, 其浓度为多少?

解题思路 (1) 镁比铝活泼, 氧化镁不能与铝发生铝热反应。氧化铁和氧化铜与铝粉反应生成单质铁和单质铜。本题涉及的反应有:



根据题意, 熔融物 B 冷却后与溶液 C 反应后, 剩余的固体物质为铜单质, 且为两份  $32 \text{ g}$  A 中所含的铜, 共为  $0.2 \text{ mol}$ , 即  $32 \text{ g}$  A 中所含的氧化铜与铝热反应中生成的铜单质均为  $0.1 \text{ mol}$ 。根据得到的单质铁和单质铜的质量为  $17.6 \text{ g}$  和样品的质量可建立关系求得结果。

(2) D 溶液中含的阳离子为 C 溶液中原有的  $Mg^{2+}$  和生成的  $Fe^{2+}$ , 且  $Mg^{2+}$  的物质的量为 32 g A 样品中所含镁元素的物质的量,  $Fe^{2+}$  的物质的量为两份 32 g A 样品中所含铁元素的物质的量, 根据 (1) 中所求的结果可计算离子的物质的量浓度。

参考答案 (1) 根据题意分析可得, 32 g A 样品中含 CuO 为 0.1 mol。

设 32 g A 中含  $MgO$ 、 $Fe_2O_3$  的物质的量为  $x$  mol、 $y$  mol

$$\begin{cases} 40 \cdot x + 160 \cdot y + 80 \times 0.1 = 32 \\ 56 \cdot 2y + 64 \times 0.1 = 17.6 \end{cases}$$

解之  $x=0.2$ ,  $y=0.1$

$MgO$ 、 $Fe_2O_3$  和 CuO 的物质的量之比为  $0.2:0.1:0.1=2:1:1$

(2) D 溶液中含的  $Mg^{2+}$  的物质的量为 0.2 mol,  $Fe^{2+}$  的物质的量为 0.4 mol

$c(Mg^{2+})=1.33 \text{ mol} \cdot L^{-1}$   $c(Fe^{2+})=2.67 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

【发散类比】 本题涉及了镁、铝、铁、铜四种金属的性质, 综合性较强。解答这类题目关键要根据金属的性质正确分析所发生的所有反应, 即哪些物质反应, 哪些物质不反应, 并在此基础上找到所给数据与所求量之间的关系。

## 强化 闯关

1. 下列关于金属元素特征的叙述正确的是

- A. 金属元素的原子只有还原性, 离子只有氧化性
- B. 金属元素在化合物中一定显正价
- C. 金属元素在不同化合物中的化合价均不同
- D. 金属单质在常温下均是固体

2. 把  $Ba(OH)_2$  溶液滴入明矾溶液中, 使  $SO_4^{2-}$  全部转化成  $BaSO_4$  沉淀, 此时铝元素的主要存在形式是

- A.  $Al^{3+}$
- B.  $Al(OH)_3$
- C.  $AlO_2^-$
- D.  $Al^{3+}$  和  $Al(OH)_3$

3. 把  $m$  g 铁铝合金粉末溶于足量盐酸中, 加入过量 NaOH 溶液, 过滤出沉淀, 经洗涤、干燥、灼烧, 得到红棕色粉末的质量仍为  $m$  g, 则原合金中铁的质量分数为

- A. 70%
- B. 52.4%
- C. 47.6%
- D. 30%

4. 等体积、等物质的量浓度的稀硫酸、氢氧化钠溶液分别放在甲、乙两烧杯中, 各加等质量的铝, 生成氢气的体积比为 5:6, 则甲、乙两烧杯中的反应情况可能是

- A. 甲、乙中都是铝过量
- B. 甲中铝过量, 乙中碱过量
- C. 甲中酸过量, 乙中铝过量
- D. 甲中酸过量, 乙中碱过量

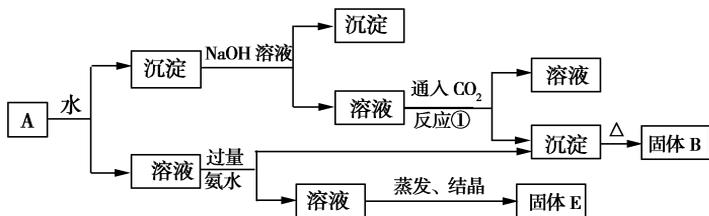
5. 下图表示某种盐的制备步骤:



已知水合盐 B 含有 45.3% 的水, 无水盐 C 灼烧分解, 放出两种无色有刺激性气味的气体 E 和 F, 并生成红棕色固体 D, 请写出物质的化学式或名称:

A \_\_\_\_\_, B \_\_\_\_\_, C \_\_\_\_\_, D \_\_\_\_\_, E \_\_\_\_\_  
F \_\_\_\_\_。

6. 某混合物 A 含有  $KAl(SO_4)_2$ 、 $Al_2O_3$  和  $Fe_2O_3$ ，在一定条件下可实现下图所示的物质之间的变化：



据此判断：

- (1) 固体 B 所含物质的化学式为\_\_\_\_\_。  
 (2) 固体 E 所含物质的化学式为\_\_\_\_\_。  
 (3) 反应①的离子方程式为\_\_\_\_\_。
7. 向 100 mL 蒸馏水中加入钠和铝的混合物 15 g，充分反应后发现金属剩余 5 g，求放出的  $H_2$  在标准状态下的体积为多少升。
8. 在  $m$  mL  $b$  mol  $\cdot$  L $^{-1}$   $AlCl_3$  溶液中加入等体积  $a$  mol  $\cdot$  L $^{-1}$  的 NaOH 溶液。  
 (1) 当  $a \leq 3b$  时，生成  $Al(OH)_3$  沉淀的物质的量是\_\_\_\_\_mol。  
 (2) 当  $a, b$  满足\_\_\_\_\_条件时，无沉淀生成。  
 (3) 当  $a, b$  分别满足\_\_\_\_\_条件时，有沉淀生成且溶液中无  $Al^{3+}$  存在，生成  $Al(OH)_3$  沉淀的物质的量是\_\_\_\_\_。
9. 超细氮化铝粉末被广泛应用于大规模集成电路生产等领域。其制取原理为： $Al_2O_3 + N_2 + 3C \xrightarrow{\quad} 2AlN + 3CO$ ，由于反应不完全，氮化铝产品中往往含有碳和氧化铝杂质。为测定该产品中有关成分的含量，进行以下两个实验：  
 (1) 称取 10.00 g 样品，将其加入过量的 NaOH 浓溶液中共热并蒸干，AlN 跟 NaOH 溶液反应生成  $NaAlO_2$ ，并放出氨气 3.36 L (标况)。  
 ① 上述反应的化学方程式为\_\_\_\_\_；  
 ② 该样品中的 AlN 的质量分数为\_\_\_\_\_。  
 (2) 分别取 10.00 g 样品置于反应器中，通入 2.016 L (标况)  $O_2$ ，在高温下充分反应后测得气体的密度为 1.34 g  $\cdot$  L $^{-1}$  (已折算成标况)。AlN 不跟  $O_2$  反应，该样品中含杂质碳\_\_\_\_\_g。

【参考答案】

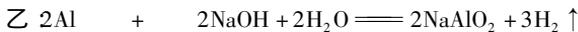
1. B 金属元素的化合价一定是正价，因而其原子只有还原性，但其离子不一定只有氧化性，如  $Fe^{2+}$  就有还原性，汞在常温下为液态。  
 2. C  $SO_4^{2-}$  恰好全部转化成  $BaSO_4$  沉淀时， $n[Ba(OH)_2] : n[KAl(SO_4)_2] = 2 : 1$ ，则  $n(OH^-) : n(Al^{3+}) = 4 : 1$ ，此时  $Al^{3+}$  恰好转化为  $AlO_2^-$ 。



3. A 铁铝合金中铁的质量分数等于最后得到的红棕色粉末  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  中铁的质量分数。



$$\frac{10}{3} \text{ mol} \quad 5 \text{ mol} \quad 5 \text{ mol}$$



$$4 \text{ mol} \quad 4 \text{ mol} \quad 6 \text{ mol}$$

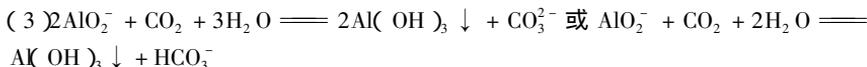
由此可知甲中铝过量  $4 \text{ mol} - \frac{10}{3} \text{ mol} = \frac{2}{3} \text{ mol}$  ,乙中氢氧化钠过量  $5 \text{ mol} - 4 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$

5. Fe  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$   $\text{FeSO}_4$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$   $\text{SO}_2$   $\text{SO}_3$ (或 E  $\text{SO}_3$  F  $\text{SO}_2$ )

解析 从题给信息可判断无水盐 C 是硫酸盐,根据最终产物 D 是红棕色固体,可推知 D 是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,C 是  $\text{FeSO}_4$ ,从水合盐 B 含有 45.3% 的水可得 B 是  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,

有关反应的化学方程式为  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{灼烧}} \text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$   $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\text{灼烧}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + \text{SO}_3$ 。

6. (1)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (2)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{K}_2\text{SO}_4$



解析 A 加水后的沉淀是  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,它们与  $\text{NaOH}$  溶液作用后得到的是  $\text{NaAlO}_2$  溶液,该溶液通入  $\text{CO}_2$  时生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀,加热得到的固体 B 是  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。A 加水后得到的是  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  溶液,加入过量氨水后,得到的溶液是  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,经蒸发、结晶,得到的固体 E 含有  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{K}_2\text{SO}_4$ 。

7. 8.96 L

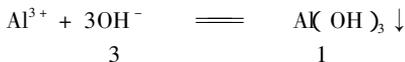
解析 钠能与水反应生成  $\text{NaOH}$  和  $\text{H}_2$ ,Al 也能与  $\text{NaOH}$  溶液反应产生  $\text{H}_2$ ,产生  $\text{H}_2$  的总量为两者之和。反应后剩余的 5 g 金属为 Al,由  $\text{Na} \sim \text{NaOH}$  和  $\text{Al} \sim \text{NaOH}$  可知参加反应的 Na 和 Al 的物质的量相等,且参加反应的 Na 和 Al 总质量为  $15 \text{ g} - 5 \text{ g} = 10 \text{ g}$ 。

设 Na 的物质的量为  $x$ ,则有  $23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot x + 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot x = 10 \text{ g}$ ,得  $x = 0.2 \text{ mol}$ 。

设产生  $\text{H}_2$  的物质的量为  $y$ ,根据得失电子守恒有  $1 \times 0.2 \text{ mol} + 3 \times 0.2 \text{ mol} = y \times 2$   
 $y = 0.4 \text{ mol}$ , $V(\text{H}_2) = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.4 \text{ mol} = 8.96 \text{ L}$ 。

8. (1)  $\frac{ma}{3} \times 10^{-3}$  (2)  $a \geq 4b$  (3)  $3b < a < 4b$   $(4mb - ma) \times 10^{-3} \text{ mol}$

解析 (1) 当  $a \leq 3b$  时,  $\text{AlCl}_3$  足量,生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  的量由  $\text{NaOH}$  溶液确定。

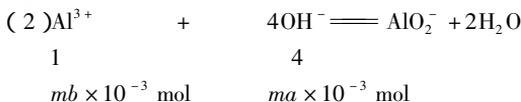


$$3 \quad 1$$

$$m \times 10^{-3} \times a \text{ mol} \quad x \quad x = \frac{ma}{3000} \text{ mol}$$

铅笔芯是由石墨和黏土制成的。彩色铅笔芯是由颜料、石蜡和黏合剂制成的。

Http://www.tesoon.com



所以  $4mb \leq ma$ , 即  $a \geq 4b$

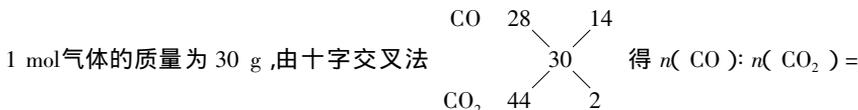
(3) 当  $3b < a < 4b$  时,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀达到最大值后, 又溶解, 溶液中无  $\text{Al}^{3+}$  存在。

$$n[\text{Al}(\text{OH})_3] = [mb - (ma - 3mb)] \times 10^{-3} \text{ mol} = (4mb - ma) \times 10^{-3} \text{ mol}$$



(2) 1.92

解析 (1) 略 (2) 10.00 g 样品中只有 C 能与 2.016 L  $\text{O}_2$  在高温下充分反应, 产物可能是 CO 或  $\text{CO}_2$ , 也可能为 CO 和  $\text{CO}_2$  的混合物, 根据密度为  $1.34 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  得



7:1, 可以写出:  $16\text{C} + 9\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 14\text{CO} + 2\text{CO}_2$ , 则消耗 2.016 L  $\text{O}_2$  的同时消耗 0.16 mol C 即为 1.92 g。

## 重点 8 卤素、碳、硅及其化合物

### 考点 解读

卤素是一类典型的非金属元素, 碳、硅及其化合物是重要的无机非金属材料, 这部分知识是高考中的重要考点。氯气的性质和制取实验, 氯水的成分与性质, 氯化氢的性质, 卤族元素性质的变化规律是卤素部分的重要知识, 其中卤素知识与工农业生产、科学技术相结合是近年来命题的一个热点。碳、硅部分主要考查的是碳及碳的氧化物的性质及用途, 硅和二氧化硅的结构、性质和用途, 以及碳、硅单质及其化合物在新材料、新技术方面的实际应用。

### 典例 调研

题型一 对氯气知识的考查

【调研 1】在密闭容器中盛有  $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{Cl}_2$  的混合气体, 通过电火花点燃, 三种气体正好完全反应, 冷却至室温后, 所得溶液溶质的质量分数为 25.26%, 则容器中原有  $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{Cl}_2$  的分子个数比是

A. 6:3:1

B. 9:6:1

C. 13:6:1

D. 10:6:1

解题思路 设  $\text{O}_2$ 、 $\text{Cl}_2$  的物质的量分别为  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ , 根据反应  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$ ,  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$  可知,  $\text{H}_2$  的物质的量为  $(2x + y) \text{ mol}$ , 溶液的质量分数为  $\frac{2y \times 36.5}{2y \times 36.5 + 2x \times 18} \times 100\% = 25.26\%$ , 解之得,  $x:y = 6:1$ 。



参考答案 C

【技巧点拨】 本题可以根据反应的关系得出  $H_2$ 、 $O_2$ 、 $Cl_2$  的分子个数比是  $2x + y : x : y$ , 再结合选项得出答案。利用选择题的选项进行巧解巧算, 是简化计算过程的有效方法。

【调研 2】 实验室可用氯气与金属铁反应制备无水三氯化铁, 该化合物呈棕红色、易潮解,  $100\text{ }^\circ\text{C}$  左右时升华。下图是两个学生设计的实验装置, 左边的反应装置相同, 而右边的产品收集装置则不同, 分别如图( I )、( II )所示。试回答:

(1) B 中反应的化学方程式为: \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_。

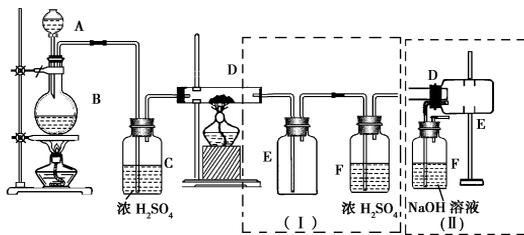
(2) D 中的反应在开始前, 需排除装置中的空气, 应采取的方法是: \_\_\_\_\_

(3) D 中反应的化学方程式为: \_\_\_\_\_。

(4) 装置( I )的主要缺点是: \_\_\_\_\_

(5) 装置( II )的主要缺点是: \_\_\_\_\_

如果选用此装置来完成实验, 则必须采取的改进措施是: \_\_\_\_\_



解题思路 在装置 B 中制取氯气, 在装置 C 中干燥氯气, 氯气和铁在装置 D 中反应生成气态氯化铁(升华)。若用( I )中装置 E 收集氯化铁, 气态氯化铁被冷却并在导管内壁凝固而堵塞导管, 未反应的氯气经装置 F 后进入空气中而污染环境。若用( II )中装置 E 收集氯化铁, 能避免( I )的弱点, 但有水蒸气进入装置 E 中使氯化铁发生潮解, 因此, 要在装置 E 和 F 之间连接装有干燥剂的装置。

参考答案 (1)  $4HCl(\text{浓}) + MnO_2 \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2 \uparrow$

$16HCl(\text{浓}) + 2KMnO_4 \xrightarrow{\Delta} 2KCl + 2MnCl_2 + 8H_2O + 5Cl_2 \uparrow$

(2) B 中的反应进行一段时间后, 看到黄绿色气体充满装置, 再开始加热 D

(3)  $2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{\Delta} 2FeCl_3$

(4) 导管易被产品堵塞, 尾气排入空气中污染环境

(5) 产品易发生潮解 在装置 E 和 F 之间连接装有干燥剂的装置



卤族元素及其化合物性质的递变规律：

氟 氯 溴 碘

单质氧化性  $\longrightarrow$  减弱

卤离子( $X^-$ )还原性  $\longrightarrow$  增强

气态氢化物稳定性( $HX$ )  $\longrightarrow$  减弱

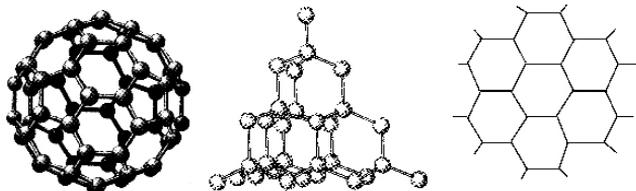
气态氢化物还原性( $HX$ )  $\longrightarrow$  增强

氢卤酸( $HX$ )的酸性  $\longrightarrow$  增强

最高价氧化物对应水化物的酸性( $HXO_4$ )  $\longrightarrow$  减弱

### 题型三 对碳元素知识的考查

【调研 4】 $C_{60}$ 、金刚石和石墨的结构模型如下图所示(石墨仅表示其中的一层结构),试回答下列问题:



(1)  $C_{60}$ 、金刚石和石墨三者的关系互为\_\_\_\_\_。

(2)  $C_{60}$ 、金刚石和石墨在固态时,分别属于\_\_\_\_\_晶体、\_\_\_\_\_晶体、\_\_\_\_\_晶体。

(3)  $C_{60}$ 分子中含的双键数目是\_\_\_\_\_个,金刚石中的每个碳原子与相邻的碳原子在空间呈\_\_\_\_\_结构,石墨中平均每个正六边形占有的碳原子数是\_\_\_\_\_个。

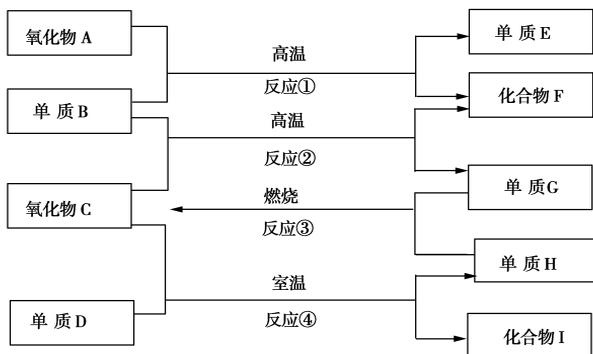
**解题思路** (1)  $C_{60}$ 、金刚石和石墨都是由碳元素组成的单质,故互为同素异形体。(2)  $C_{60}$ 为有限原子组成的分子,分子之间不存在化学键,故属于分子晶体;金刚石晶体中的碳原子之间均为共价键,属于原子晶体;石墨每层原子之间以共价键相连,但层与层之间是分子间的作用力,故属于混合晶体。(3)  $C_{60}$ 分子中每个碳原子与相邻的三个碳原子相连,其中有一个是双键,平均每个碳原子有半个双键;金刚石与四个碳原子形成四个等同的共价键,在空间呈正四面体结构;石墨每个碳原子可形成三个正六边形结构,即平均每个正六边形占有的碳原子数是 2 个。

**参考答案** (1)同素异形体 (2)分子 原子 混合 (3)30 正四面体 2

**【要点探究】** 本题通过对碳单质结构知识的分析,得出物质的结构决定物质的性质。 $C_{60}$ 、金刚石和石墨由于结构不同,在性质上也就存在差异。在复习物质的性质时,要注意从物质结构上去分析和理解,从而掌握知识的本质。例如,硅与金刚石的结构相似,都是原子晶体,单质硅与金刚石都具有熔点高、硬度大的性质;二氧化碳是分子晶体,二氧化硅是原子晶体,二氧化碳的熔点就比二氧化硅小的多。

## 题型四 对硅元素知识的考查

【调研5】 在下图的物质转化关系中,已知 ①单质 E 可作为半导体材料,②化合物 F 是不能生成盐的氧化物,③化合物 I 能溶于水呈酸性,它能够跟氧化物 A 起反应。



请填写:

(1) 化合物 F 是\_\_\_\_\_。(2) 化合物 I 是\_\_\_\_\_。

(3) 反应①的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(4) 反应④的化学方程式是\_\_\_\_\_。

解题思路 根据 E 作半导体材料, F 是不能生成盐的氧化物,可考虑 E 为 Si, F 为 CO, 则 A 为  $\text{SiO}_2$ , B 为 C, 而  $\text{SiO}_2$  只与 HF 反应不与其他任何酸反应, 则 I 为 HF。

反应②为  $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$ , 反应③为  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ , 反应④为  $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$

参考答案 (1) CO (2) HF (3)  $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$

(4)  $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$

【方法探究】 推断题的关键点是找到突破口, 如果对硅元素化合物的性质和用途不熟悉, 就不能从题目信息中的一些物质的特殊性质和用途确定该物质(如 E 为半导体材料可推知其为硅), 以便找到突破口。

### 强化 闯关

- 向  $\text{NaBr}$ 、 $\text{NaI}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$  混合液中, 通入一定量氯气后, 将溶液蒸干并充分灼烧, 得到固体剩余物质的组成可能是
  - $\text{NaCl}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$
  - $\text{NaCl}$   $\text{NaBr}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$
  - $\text{NaCl}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$   $\text{I}_2$
  - $\text{NaCl}$   $\text{NaI}$   $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- ①浓硝酸 ②水 ③王水 ④氢氟酸 ⑤氢氧化钾溶液中, 能与二氧化硅发生化学反应的是
  - ①②
  - ②④
  - ④⑤
  - ③④⑤
- 某混合气体中可能含有  $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{NH}_3$  和水蒸气中的两种或多种, 当混合气体依次通过 ①澄清石灰水(无浑浊现象); ②氢氧化钡溶液(有浑浊现象); ③浓



$H_2SO_4$  (无现象); ④灼热氧化铜(变红); ⑤无水硫酸铜(变蓝)。(假设每一次吸收均完全)。对该混合气体成分判断正确的是

- A. 一定没有  $CO_2$ , 肯定有  $H_2$                       B. 一定有  $CO$ 、 $CO_2$  和水蒸气  
C. 一定有  $H_2$ 、 $CO_2$  和  $HCl$                       D. 可能有  $CO_2$ 、 $NH_3$  和水蒸气
4. 科学家研究发现,用“汽水”(一种能释放  $CO_2$  的弱酸性溶液)浇灌植物,能促进植物的生长。原因是它能

- ① 加强呼吸作用                      ② 加强光合作用  
③ 改良碱性土壤、调节适宜 pH                      ④ 加强植物蒸腾作用  
A. ①②                      B. ②③                      C. ③④                      D. ②③④

5. 现有甲、乙、丙三瓶等体积的新制氯水,浓度均为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。如果在甲瓶中加入少量的  $NaHCO_3$  晶体( $m \text{ mol}$ ),乙瓶加入少量  $NaHSO_3$  晶体( $m \text{ mol}$ ),丙瓶不变。片刻后,甲、乙、丙三瓶溶液中  $HClO$  的物质的量浓度的大小关系是 \_\_\_\_\_ (溶液体积变化忽略不计)。

- A. 甲 = 乙 > 丙                      B. 甲 > 丙 > 乙  
C. 丙 > 甲 = 乙                      D. 乙 > 丙 > 甲

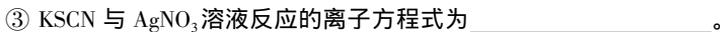
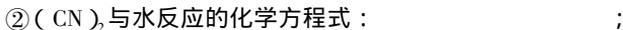
简述选择的理由: \_\_\_\_\_。

6. 多原子分子氰( $CN$ )<sub>2</sub>、硫氰( $SCN$ )<sub>2</sub>和( $OCN$ )<sub>2</sub>的性质相似,故称它们为拟卤素。它们可以生成酸和盐(见下表,表中 X 代表 F、Cl、Br 或 I)。

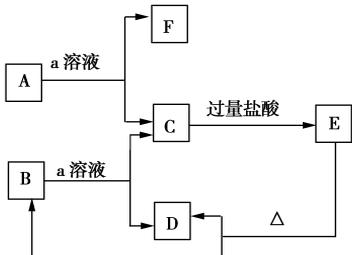
	卤素	氰	硫氰	①
单质	$X_2$	$(CN)_2$	$(SCN)_2$	$(OCN)_2$
酸	HX	HCN	②	HO-CN
盐	KX	KCN	KSCN	③

(1) 在表中①②③空格处应分别填写 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(2) 完成下列反应的化学方程式或离子方程式:



7. 如下图所示物质的转化关系中, A 是一种固体单质, E 是一种白色沉淀。依图填空:



Http://www.tesoon.com

(1) B 的化学式是 \_\_\_\_\_, 目前 B 已被用作 \_\_\_\_\_ 的主要原料。

(2) B 和 a 溶液反应的离子方程式是 \_\_\_\_\_。

(3) A 和 a 溶液反应的离子方程式是 \_\_\_\_\_。

8. 已知 ①A、B、C、D 四种物质均含元素 X, 有的还可能含有元素 Y、Z。元素 Y、X、Z 的原子序数依次递增。

②X 在 A、B、C、D 中都不呈现它的最高化合价。

③室温下单质 A 与某种常见一元强碱溶液反应, 可得到 B 和 C。

④化合物 D 受热催化分解, 可制得元素 Y 的单质。

(1) 元素 X 是 \_\_\_\_\_ Z 是 \_\_\_\_\_。

(2) 写出③中反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(3) 写出④中反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

9. 已知高温下能发生如下反应  $\text{Si} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{SiC}$ 。现有石英砂和碳粉的混合物  $a \text{ mol}$ , 在高温电炉中隔绝空气充分反应, 反应完全后, 冷却得到残留固体。

(1) 写出可能发生的反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(2) 若石英砂与混合物的物质的量的比值为  $x$  ( $0 < x < 1$ ), 试讨论  $x$  的取值范围、残留固体的成分和物质的量, 将结果填入下表。

编号	①	②	③	④	⑤
$x$ 值					
残留固体及物质的量					

### 【参考答案】

1. AB 碘离子的还原性最强, 氯气一定先将碘离子氧化成碘单质, 碘单质加热会升华变成气体。

2. C  $\text{SiO}_2$  为酸性氧化物, 且不溶于水, 不与水反应, 也不与  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{HCl}$  等酸发生反应, 但能与  $\text{HF}$  和碱发生反应。

3. C 根据①和②的现象可推知必有  $\text{CO}_2$  和  $\text{HCl}$ , 而存在  $\text{HCl}$  就一定不存在  $\text{NH}_3$ ; 根据④和⑤的现象可推知必有  $\text{H}_2$ 。

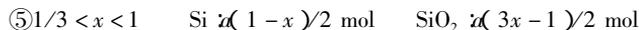
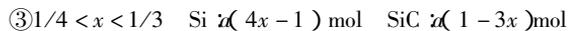
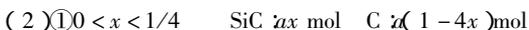
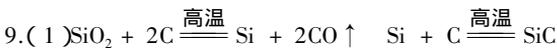
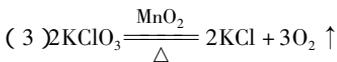
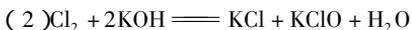
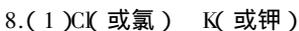
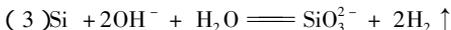
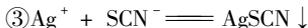
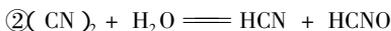
4. B 由二氧化碳性质分析知,  $\text{CO}_2$  的弱酸溶液可改良碱性土壤、调节 pH。

5. B 氯水中存在平衡  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$  酸性  $\text{HCl} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO}$  加入  $\text{NaHCO}_3$  后,  $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{HCl}$  反应而不与  $\text{HClO}$  反应, 平衡向右移动,  $\text{HClO}$  浓度增大, 因  $\text{HClO}$  具有强氧化性, 可将  $\text{NaHSO}_3$  氧化, 从而使  $\text{HClO}$  浓度下降。

6. (1) 氧氟 HSCN KOCN

(2)  $①4\text{H}^+ + 2\text{SCN}^- + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + (\text{SCN})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$





## 重点9 硫、氮及其化合物

### 考点解读

氮和硫分别是VA族和VIA族的重要元素,是高考中的重要考点之一。硫部分的重要知识点是 $\text{SO}_2$ 的性质,硫酸特别是浓硫酸的化学性质。氮部分的重要知识点是NO与 $\text{NO}_2$ 的性质,氨气性质及实验室制法,硝酸的性质。硫和氮的知识与环保问题联系密切,氮元素是生命体中不可缺少的元素,以环保、化工等知识为背景综合考查物质的性质及与此相关的理论、实验和计算是这部分试题的热点。硫、氮元素是变价元素,每种价态参与一种或多种物质的组成,在复习中要注意从氧化还原反应的角度弄清它们的转化关系。

### 典例调研

题型一 对硫及其化合物知识的考查

【调研1】 研究性学习小组进行 $\text{SO}_2$ 的制备及性质探究实验。

(1) 根据反应  $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{固}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  制备 $\text{SO}_2$ 气体。

① 用下列简图,画出制备并收集 $\text{SO}_2$ 的实验装置(含试剂)示意图。



重点突破

事业成于坚韧 毁于急躁。在沙漠中,匆忙的旅人往往落在从容者的后边;疾驰的骏马在后头,缓步的骆驼继续向前。



Http://www.tesoon.com

②实验过程中,使用分液漏斗滴加浓硫酸的具体操作是\_\_\_\_\_

(2)将  $\text{SO}_2$  气体分别通入下列溶液中:

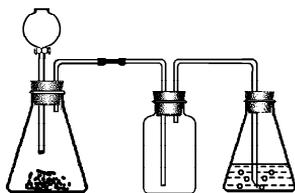
- ①品红溶液 现象是\_\_\_\_\_ 表现了  $\text{SO}_2$  的\_\_\_\_\_ 性;  
 ②溴水溶液 现象是\_\_\_\_\_ 表现了  $\text{SO}_2$  的\_\_\_\_\_ 性;  
 ③硫化钠溶液 现象是\_\_\_\_\_ 表现了  $\text{SO}_2$  的\_\_\_\_\_ 性。

(3)有一小组在实验中发现,  $\text{SO}_2$  气体产生缓慢,以致后续实验现象很不明显,但又不存在气密性问题。请你推测可能的原因并说明相应的验证方法(可以不填满)。

- ①原因\_\_\_\_\_ 验证方法\_\_\_\_\_。  
 ②原因\_\_\_\_\_ 验证方法\_\_\_\_\_。  
 ③原因\_\_\_\_\_ 验证方法\_\_\_\_\_。

**解题思路** (1)反应物是液体与固体,不需加热,二氧化硫的密度大于空气,故与二氧化碳制取装置相似。浓硫酸遇水会放热,要缓慢滴。(2)  $\text{SO}_2$  具有漂白性,还原性和氧化性。(3)装置没有问题,只能从试剂方面去考虑。

**参考答案** (1)①如图配置 ②打开分液漏斗上口的活塞,旋开分液漏斗的旋塞,缓慢滴加



(2)①溶液褪色 漂白 ②溶液褪色 还原

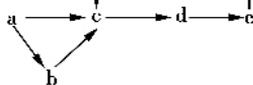
③有浅黄色沉淀(或溶液变浑浊) 氧化

(3)①  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  变质 取待测试样于试管中,加适量蒸馏水配成溶液,先滴入足量稀盐酸,再滴入  $\text{BaCl}_2$  溶液,有白色沉淀生成,则证明该  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  固体变质 ②不是浓硫酸 用洁净玻璃棒蘸取待测试样,涂白纸,但纸不变黑,则证明该溶液不是浓硫酸

**【知识链接】**  $\text{SO}_2$  的化学性质是很重要的知识点,它具有的化学性质是:①具有酸性氧化物的通性(与  $\text{CO}_2$  相似),  $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_3$  ( $\text{SO}_2$  过量);②还原性(能被  $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{Cl}_2$  等氧化);③弱氧化性:  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ;④漂白性(能和某些有色物质结合形成不稳定的无色物质(二氧化硫的漂白性是暂时的,与  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{HClO}$  的漂白原理不同),二氧化硫不能漂白酸碱指示剂。

**【调研2】** a、b、c、d、e 是含有一种相同元素的五种物质,可发生如下转化:

其中:a是单质;b是气体;e是含氧酸。如果a是—



种淡黄色粉末固体,试推断这五种物质(用名称表示):

a \_\_\_\_\_ b \_\_\_\_\_ c \_\_\_\_\_ d \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_。

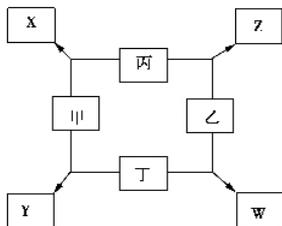
**解题思路** 从五种物质的转化关系及其他信息,可以推断 a 应该是一种非金属单质, c、d 应该是不同价态的氧化物。由 a 是一种淡黄色粉末固体,很容易确定 a 是硫单质。

**参考答案** S H<sub>2</sub>S SO<sub>2</sub> SO<sub>3</sub> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**【方法探究】** 硫元素具有多种化合价,要注意从氧化还原反应的角度来掌握各种价态的硫的性质,如二氧化硫中的硫元素为+4价,它既可以升高到+6价表现还原性,又可降低到0价表现氧化性,而硫化氢中的硫元素为-2价,它具有较强的还原性,硫酸中的硫为+6价,浓硫酸具有较强的氧化性,所以,硫化氢气体不能用浓硫酸来干燥。

### 题型二 对氮及其化合物知识的考查

**【调研3】** 如图所示,已知:



①甲、乙、丙、丁均为前三周期元素的单质。

②在一定条件下,甲与丙、丁都按物质的量之比1:3反应,分别生成X和Y,在产物中元素甲呈负价。

③在一定条件下,乙与丙、丁都按物质的量之比1:2反应,分别生成Z和W,在产物中元素乙呈负价。

请填写:

(1)甲是 \_\_\_\_\_,乙是 \_\_\_\_\_。

(2)甲与丙反应生成X的化学方程式是 \_\_\_\_\_。

(3)乙与丁反应生成W的化学方程式是 \_\_\_\_\_。

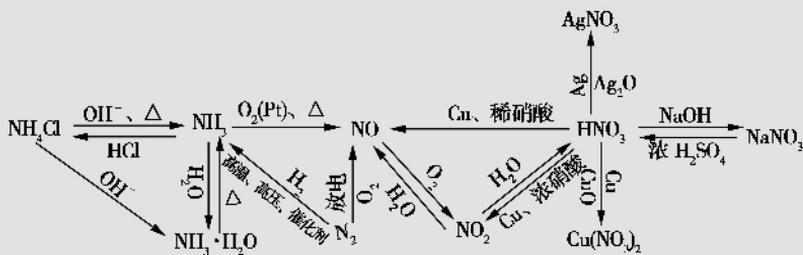
**解题思路** 金属元素的化合价只有正价,从化合价呈负价可以判断甲与乙都是非金属元素,从甲、乙与同种物质反应的物质的量之比,可以推断它们的负价之比为3:2,即只能为-3、-2价,故分别位于VA族和VIA族,即为氮、氧元素。再根据反应的物质的量之比,可推断出丙和丁为氢气和镁。

**参考答案** (1)氮气 氧气 (2) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ (或 $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$ )

(3) $\text{O}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$ (或 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ )

前程是天上的云彩,人生是海里的浪花,让我们趁着这金子般的时代,发出耀眼的光芒。

【方法探究】在复习氮及其化合物性质时,一是要从分析  $N_2$ 、 $NH_3$  的分子结构入手,掌握  $N_2$  的稳定性、 $NH_3$  在水溶液中的溶解性;二是要从分析 N、P 在周期表的位置入手,掌握  $NH_3$ 、 $PH_3$  的性质差异、 $HNO_3$  和  $H_3PO_4$  的酸性、氧化性差异;三是要从分析  $NH_3$ 、 $N_2$ 、 $NO$ 、 $NO_2$ 、 $HNO_3$  中氮元素的不同价态和有关反应入手,总结氧化还原反应的基本规律。解题时,首先要从元素的价态变化与氧化性、还原性的规律入手,然后再由得失电子守恒来列式求解。氮及其化合物的相互转化关系可表示如下:



【调研 4】 $V$  mL  $NO$  和  $NO_2$  的混合气体通过水吸收后,得到  $a$  mL 无色气体 A。将此无色气体 A 与等体积的  $O_2$  混合,再通过水充分吸收后,收集到 5 mL 无色气体 B。试回答 (1) 气体 A 和气体 B 的成分;(2) A 气体的体积;(3)  $V$  的取值范围。

解题思路 (1) 由于  $NO_2$  与水反应生成  $NO$ , 即所得无色气体 A 是  $NO$ 。将  $NO$  与  $O_2$  混合通过水后, 剩余的气体有可能是  $NO$ , 也有可能是  $O_2$ , 但等体积  $NO$  与  $O_2$  混合通过水后剩余气体为  $O_2$ 。

(2)  $NO$  和  $O_2$  与水所发生的反应如下:



当  $NO$  和  $O_2$  与水所发生的反应无气体存在时, 反应方程式可由  $3 \times ① + 2 \times ②$  得出。即:



$a$  mL  $3/4a$  mL

根据题意, 剩余  $O_2$  的体积为  $a$  mL -  $3/4a$  mL = 5 mL

解之  $a = 20$

(3) 由于只有  $NO_2$  与水反应时气体的体积减小, 所以当混合气体中全为  $NO_2$  时, 是原体积的最大极限, 当全为  $NO$  是最小极限。

参考答案 (1) A 是  $NO$  B 是  $O_2$

(2) A 气体的体积为 20 mL

(3) 假设气体全是  $NO$ , 与水混合后体积不变, 即为 20 mL; 假设气体全是  $NO_2$ , 根据反应  $3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ , 可知  $NO_2$  体积为 60 mL。

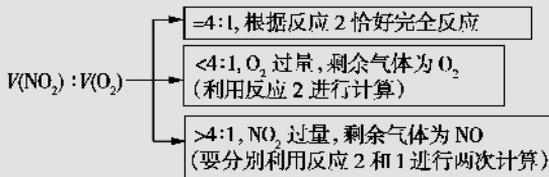
故  $V$  的取值范围为  $20 < V < 60$



【发散类比】有关  $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{O}_2$  跟  $\text{H}_2\text{O}$  反应的计算是一类综合性较强的题目,解答这类题目时,首先是要分析清楚反应中气体之间的物质的量的关系,其关系有三种类型:

1. 二氧化氮跟水反应  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
2. 二氧化氮、氧气同时跟水反应  $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$
3. 一氧化氮、氧气同时跟水反应  $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$

其次弄清所涉及的反应原理是哪种情况,再进行计算。如二氧化氮跟氧气的混合气体溶于水时,可能有以下三种情况:



### 强化 闯关

1. 向 50 mL  $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中加入足量的铜片, 加热使之反应。则充分反应后, 被还原的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的物质的量
  - A. 小于 0.45 mol
  - B. 等于 0.45 mol
  - C. 在 0.45 mol 和 0.90 mol 之间
  - D. 大于 0.90 mol

2. 下列说法错误的是

- A.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  与  $\text{BaCl}_2$  溶液反生反应, 有白色沉淀生成, 加稀硝酸后沉淀消失
- B. 将  $\text{SO}_2$  气体通入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液中, 有白色沉淀生成
- C. 将  $\text{SO}_2$  气体通入  $\text{BaCl}_2$  溶液中, 有白色沉淀生成
- D. 将  $\text{SO}_2$  气体通入用硝酸酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液中, 有白色沉淀生成

3. 同温同压下, 在 3 支相同体积的试管中分别充有等体积混合的 2 种气体, 它们是①  $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$ , ②  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$ , ③  $\text{NH}_3$  和  $\text{N}_2$ 。现将 3 支试管均倒置于水槽中, 充分反应后, 试管中剩余气体的体积分别为  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ , 则下列关系正确的是

- A.  $V_1 > V_2 > V_3$
- B.  $V_1 > V_3 > V_2$
- C.  $V_2 > V_3 > V_1$
- D.  $V_3 > V_1 > V_2$

4. 向浅绿色的  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  溶液中逐渐滴加少量稀盐酸时, 溶液的颜色变化应该是

- A. 颜色变浅
- B. 变为红色
- C. 没有改变
- D. 变为黄色

5. 汽车尾气(含有烃类、 $\text{CO}$  与  $\text{NO}$  等物质)是城市的污染源。治理的方法之一是在汽车的排气管上装一个“催化转化器”(用铂、钯合金作催化剂)。它的特点是使  $\text{CO}$  和  $\text{NO}$  反应, 生成可参与大气生态环境循环的无毒气体, 并促使烃类充分燃烧及  $\text{SO}_2$  的转化。

(1) 写出一氧化碳和一氧化氮反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

(2)“催化转化器”的缺点是在一定程度上提高了空气的酸度,其原因是\_\_\_\_\_。

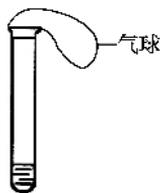
(3)控制城市空气污染源的方法可以有\_\_\_\_\_。

- A. 开发氢能源  
B. 使用电动车  
C. 植树造林  
D. 戴上呼吸面具

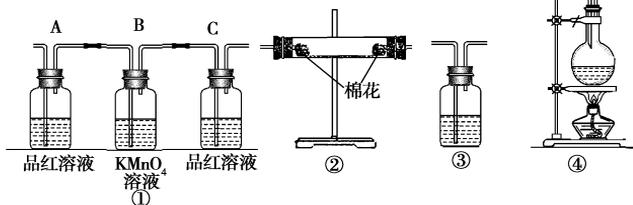
6. 某学生课外活动小组利用右图所示装置,分别做如下实验:

(1)在试管中加入某红色溶液,加热试管,溶液颜色逐渐变浅,冷却后恢复红色,则原溶液可能是\_\_\_\_\_。加热时溶液由红色逐渐变浅的原因是\_\_\_\_\_。

(2)在试管中加入某无色溶液,加热试管,溶液变成红色,冷却后恢复无色,则原溶液可能是\_\_\_\_\_。加热时溶液由无色逐渐变红色的原因是\_\_\_\_\_。



7. 某同学为了验证浓硫酸和木炭反应后的产物,特设计了如下实验。已知二氧化硫可使  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色,反应的化学方程式为:



(1)浓硫酸与木炭在加热条件下反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(2)为了验证浓硫酸与木炭在加热条件下反应所产生的各种产物,实验室有上图所示的实验装置。请将这些装置正确地连接起来,其顺序(按产生气体从左到右的方向)是

\_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_。(填装置的编号)

(3)实验时,可观察到装置①中A瓶的溶液褪色,C瓶的溶液不褪色。A瓶溶液的作用是\_\_\_\_\_,B瓶溶液的作用是\_\_\_\_\_,C瓶溶液的作用是\_\_\_\_\_。

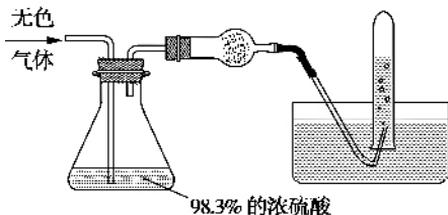
(4)装置②所加的固体药品是\_\_\_\_\_,可验证的产物是\_\_\_\_\_,确立此装置在整套装置中位置的理由是\_\_\_\_\_。

(5)装置③中所盛溶液是\_\_\_\_\_,可验证的产物是\_\_\_\_\_。

8. 有一无色气体(可能由  $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  中的一种或几种组成),体积为 100 mL。如图所示,通过盛有浓硫酸的洗气瓶,发现气体体积减少到一半;通过球形干燥管后气体呈红棕色,再将该气体完全通入盛满水且倒立于水槽的试管内,发现倒立于水槽的试管内的水位下降后又慢慢上升,最后试管内全部充满液



体。由此判断：



(1) 球形干燥管内的固体是 \_\_\_\_\_, 反应方程式为 \_\_\_\_\_ ;

(2) 原气体中一定有 \_\_\_\_\_, 其体积分别是 \_\_\_\_\_ ;

(3) 原气体中一定没有 \_\_\_\_\_, 判断的理由是 \_\_\_\_\_。

9. 将一定量的  $\text{PH}_3$  (磷化氢) 和氢气的混合气体依次通过两支加热的硬质玻璃管。第一支玻璃管中装有铜屑, 第二支玻璃管中装有  $\text{CuO}$ 。第一支玻璃管中由于发生如下反应

$2\text{PH}_3 + 3\text{Cu} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_3\text{P}_2(\text{固}) + 3\text{H}_2$ , 玻璃管质量增加 4.96 g, 第二支玻璃管质量在反应后减少 5.12 g。求：

(1) 计算原混合气体中  $\text{PH}_3$  与  $\text{H}_2$  的体积比；

(2) 求标准状况下 原混合气体的密度。

### 【参考答案】

1. A 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  随反应的进行浓度逐渐变稀, 当变为稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  后, 则不再与  $\text{Cu}$  发生反应。

2. AC 对于 A,  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ ,  $\text{BaSO}_3$  与稀  $\text{HNO}_3$  反应, 被氧化为  $\text{BaSO}_4$  白色沉淀。对于 B,  $\text{SO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。对于 C, 因为  $\text{SO}_2$  溶于水生成的酸是弱酸, 不能与强酸盐  $\text{BaCl}_2$  反应。对于 D,  $\text{SO}_2$  被  $\text{HNO}_3$  氧化成  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与  $\text{BaCl}_2$  反应, 生成白色沉淀  $\text{BaSO}_4$ 。

3. B ①  $\text{NO}_2$  体积减少  $2/3$  ; ②  $\text{NO}_2$  和  $\text{O}_2$  只剩余  $3/4$  的  $\text{O}_2$  ; ③ 剩余  $\text{N}_2$ 。

4. D 硝酸根在酸性条件下具有强氧化性,  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ , 溶液呈现  $\text{Fe}^{3+}$  的颜色。

5. (1)  $2\text{CO} + 2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$  (2)  $\text{SO}_2$  转化为  $\text{SO}_3$ , 产生硫酸酸雾

(3) AB

6. (1) 滴有酚酞溶液的稀氨水 稀氨水中的  $\text{NH}_3$  逸出, 溶液颜色变浅

(2) 溶有  $\text{SO}_2$  的品红溶液  $\text{SO}_2$  逸出, 品红溶液恢复红色

解析 分析时首先注意溶液颜色的变化, 溶液在红色和无色之间变化的最常见物质是酚酞和品红。使酚酞溶液在无色和红色之间变化的常见气体是  $\text{NH}_3$ , 而使品红溶液在无色和红色之间变化的气体是  $\text{SO}_2$ ; 其次, 该实验装置是密闭体系, 受热时, 气体从溶液中逸出进入气球, 导致溶液颜色变化, 冷却后, 气体又溶于溶液中, 使溶液又发生颜色变化。

孤独是最意味深长的赠品, 受此赠礼的人, 应该学会爱自己, 学会去理解别人孤独的灵魂和深藏于他们心中的爱。

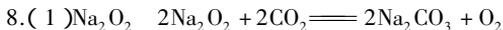


(2) ④ ② ① ③

(3) 检验产物中的  $SO_2$  除去产物中的  $SO_2$  检验  $SO_2$  是否被全部除去

(4) 无水硫酸铜 (或  $CuSO_4$ )  $H_2O$  由于在后面的装置中都会带来水蒸气, 所以必须先检验水

(5) 澄清石灰水  $CO_2$

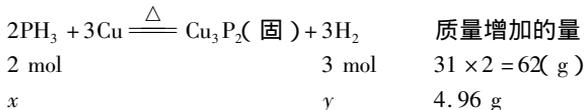


(2)  $NH_3$ 、 $CO_2$ 、 $NO$  50 mL、30 mL、20 mL

(3)  $O_2$ 、 $HCl$ 、 $NO_2$ 、 $H_2$ 、 $N_2$  由于是无色气体, 则无  $NO_2$  有  $NO$  通过干燥管后气体呈红棕色, 故原气体中无  $O_2$  因为  $NH_3$  会与  $HCl$  反应, 则无  $HCl$ ; 又因为试管内全部充满液体, 无气体剩余, 故无  $H_2$ 、 $N_2$

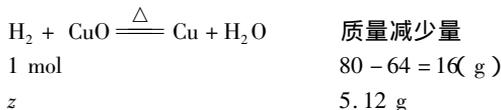
9.(1) 2:1 (2) 1.04 g/L

解析 (1) 根据第一支试管质量增加的量, 可求出反应的  $PH_3$  和生成的  $H_2$  的物质的量。



$$x = 0.16 \text{ mol} \quad y = 0.24 \text{ mol}$$

根据第二支试管质量增加的量, 可求出反应的  $H_2$  的物质的量



$$z = 0.32 \text{ mol}$$

原混合气体中  $PH_3$  与  $H_2$  的体积比为  $0.16 \text{ mol} : (0.32 - 0.24) \text{ mol} = 2:1$

(2) 3 mol 混合气体体积为 67.2 L, 质量为  $(2 \times 34 + 1 \times 2) \text{ g} = 70 \text{ g}$ , 密度为  $70 \text{ g} \div 67.2 \text{ L} = 1.04 \text{ g/L}$ 。



难点阐释



难点 1 无机化合物的推断

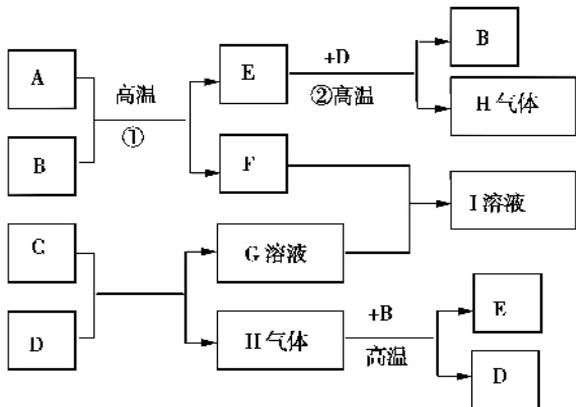
难点  
点拨

无机推断题既能考查元素及其化合物知识的综合应用,又能对信息的加工处理、分析推理、判断等方面的能力加以考查,是一种很好的考查学生对知识掌握程度,以及综合应用能力的题型,这类题型既是高考的热点问题,又是考生的难点问题。无机推断题的形式是:推物质、判性质、写用语。题目中给出的条件一般是物质的物理性质和化学性质,物质类别以及无机物间的相互关系,也可能有结构、周期表位置,以及计算、实验等条件,但以前者为主。

典例  
调研

题型一 利用物质的性质知识推断物质

【调研 1】 A、C、E、H 是常见单质, B、F 是常见氧化物, D 是无色液体, I 的焰色反应呈黄色。它们之间的转化关系如下图所示。请回答:



(1) 写出化学式

B \_\_\_\_\_, C \_\_\_\_\_。

(2) 写出反应式①②的化学方程式:

① \_\_\_\_\_, ② \_\_\_\_\_。

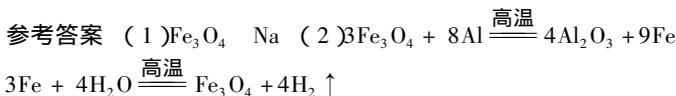
**解题思路** 由本题中单质 A 与氧化物 B 在高温下生成单质 E 和氧化物 F, 可以确定反应①为铝热反应, 单质 A 为铝, 氧化物 F 为氧化铝。再从单质 E 与无色液体 D 在高温下又生成氧化物 B 和气体 H, 可推断 E 为铁, D 为水, H 则为氢气。I 的焰色反

难点  
阐释

如果林子里有两条岔路:一条芳草萋萋,不曾被践踏;一条足迹斑斑,有许多人走过。朋友,你将选择哪一条?我相信你会选择踩出一条新路来。



应呈黄色,则 G 溶液中含有钠离子,且 G 溶液能溶解  $Al_2O_3$ ,由此可推出 G 为 NaOH,再通过  $H + B \rightarrow E + D$  进一步验证了以上推测的正确性。



【方法探究】无机框图题的解题程序为:审题→找突破口→顺藤摸瓜→全面验证。

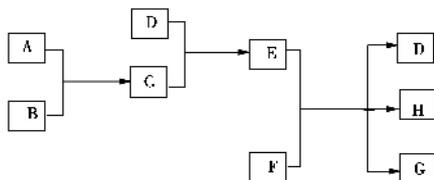
审题:其目的是了解题目大意,寻找关键词、句,获取表象信息。切忌匆匆答题,轻易下结论,防止落入试题中所设的陷阱。

找突破口:对审题所获信息进行提炼、加工,寻找明显的或潜在的突破口,注意挖掘隐含信息中包含的特殊的结构、状态、颜色、反应、反应现象、反应条件、用途等。

顺藤摸瓜:从突破口入手,选择合适的解题方法(顺推法、逆推法、综合推理法、假设法、计算法、实验法等),然后通过试探,验证猜想,试探受阻,重新调整思路,作出新的假设,进行验证。一般来说,先考虑常见的规律性的知识,再考虑不常见的特殊性的知识,二者缺一不可。

全面验证:把推出的结论代入验证,保证与题设完全吻合,并注意按题目要求规范书写答案。

【调研 2】已知 A、B、C、D 为气体, E、F 为固体, G 是氯化钙,它们之间的转换关系如右图所示:



(1) D 的化学式(分子式)是 \_\_\_\_\_  
 E 的化学式(分子式)是 \_\_\_\_\_。

(2) A 和 B 反应生成 C 的化学方程式是 \_\_\_\_\_。

(3) E 和 F 反应生成 D、H 和 G 的化学方程式是 \_\_\_\_\_。

解题思路:从状态分析“A、B、C、D 为气体, E、F 为固体, G 是氯化钙”则可推断 H 为液体,则 H 一般情况下为  $H_2O$ 。从组成上看 E 中应该含有氯元素或钙元素,再借助  $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$ ,  $C(g) + D(g) \rightarrow E(s)$ ,联想教材中所学过的知识,可能为“ $H_2 + Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2HCl$ ,  $NH_3 + HCl = NH_4Cl$ ”。最后根据 E 为  $NH_4Cl$ 、H 为  $H_2O$ 、G 为  $CaCl_2$ ,确定此反应为实验室制备  $NH_3$  的反应。

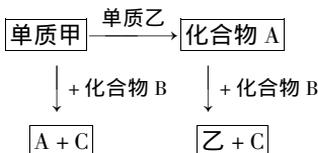


【技巧点拨】此题只知物质的状态及 G 的名称,试题信息量较少。在解决信息量较少的题目时,要善于联系教材中的化学反应方程式进行大胆猜测。但也要注意防止被“陷阱”引导走入“思考的误区”,在推不下去时要及时回头,切忌一头撞死。

**【误点警示】** 解框图推断题时存在的主要问题是 (1) 心理素质差, 不自信, 面对陌生情境胆怯, 没有足够的耐心去研读试题。原因在于对元素及其化合物的性质、联系、特例等掌握不牢固。(2) 审题能力差, 阅读理解题意不清, 对重点提示不敏感, 难以发现突破口, 如几种物质的工业制备、反应类型、特征反应、特征现象等。

**题型二 利用化学理论知识推断物质**

**【调研 3】** A、B、C 是中学化学常见的三种化合物, 它们各由两种元素组成, 甲、乙是两种单质, 这些化合物和单质之间存在如下关系:



据此判断:

- (1) 在 A、B、C 三种化合物中必定含有乙元素的是\_\_\_\_\_。
- (2) 单质乙必定是\_\_\_\_\_ (填“金属”或“非金属”) 其理由是\_\_\_\_\_。
- (3) 单质乙的化学式可能是\_\_\_\_\_, 化合物 B 的化学式是\_\_\_\_\_。

**解题思路** 由于化学反应前后的原子种类不变, 从甲 + 乙 → A 和甲 + B → A + C 的反应可以看出, A、B 中必含乙元素。由于 A (化合物) + B (化合物) → 乙 (单质) + C (化合物), 此反应必为氧化还原反应, 而且 A 和 B 中, 乙元素的化合价分别为升高和降低, 即 A、B 化合物中乙元素的化合价必定分别为正价和负价 (或负价和正价)。由于乙元素有负价, 故乙元素必定为非金属元素。综合考虑: A + B → 乙 + C、甲 + 乙 → A、甲 + B → A + C 三个反应, 可推知乙为 S, 甲为 O<sub>2</sub>, A 为 SO<sub>2</sub>, B 为 H<sub>2</sub>S, C 为 H<sub>2</sub>O。或者乙为 N<sub>2</sub>, 甲为 O<sub>2</sub>, A 为 NO, B 为 NH<sub>3</sub>, C 为 H<sub>2</sub>O。

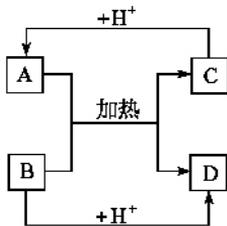
**参考答案** (1) A、B (2) 非金属 因为乙元素有负化合价 (3) S (或 N<sub>2</sub>) H<sub>2</sub>S (或 NH<sub>3</sub>)

**【方法探究】** 本题是利用氧化还原反应的规律来推断物质。对于没有涉及物质性质的推断题, 要注意运用化学基本概念、基础理论的知识, 并结合具体的元素化合物知识, 去寻找题眼, 并善于运用使抽象问题具体化与使具体问题抽象化的思维方式。

**【调研 4】** X、Y、Z、W 四种元素都位于周期表中的短周期, 且原子序数 X < Y < Z < W。X 与 Y 原子的最外层电子数之和与 Z 原子的最外层电子数相等; X 的原子半径是自然界中原子半径最小的; W 与 Y 原子的最外层电子数之和为 Z 原子最外层电子数的 2 倍, W 原子最外层电子数为其电子层数的 3 倍。

(1) 推断这四种元素的名称: X \_\_\_\_\_、Y \_\_\_\_\_、Z \_\_\_\_\_、W \_\_\_\_\_;

(2) 写出由上述四种元素组成的既能与盐酸又能与 NaOH 反应的常见物质的化



难点阐释

沉着、坚韧, 是骆驼的精神。让我们也像这大漠中的跋涉者, 一步一个脚印, 一步一个脚印地, 永远昂首阔步, 永远满怀信心!



学式(各写一种):

无机物 \_\_\_\_\_, 有机物 \_\_\_\_\_;

(3) A、B、C、D 分别为由 X、Z、W 中的两种原子组成的常见的含有相同电子数的分子或离子, 其中 A 由 5 个原子组成, 它们之间有如图所示的转化关系, 写出 A、B、C、D 的化学式:

A \_\_\_\_\_、B \_\_\_\_\_、C \_\_\_\_\_、D \_\_\_\_\_

**解题思路** (1) 由 X 的原子半径最小可推断出 X 是氢元素, 由 W 原子最外层电子数为其电子层数的 3 倍可推断出 W 是氧元素, 再结合题干中两个最外层电子数之间的关系得到 Y 为碳元素 Z 为氮元素。(2) 既能与酸又能与碱反应的物质具有两性, 如铝的化合物、氨基酸、酯等, 其中不能忽略像碳酸铵、碳酸氢铵这样的盐。(3) 联系中学化学中常见的等电子微粒, 通常是  $\text{OH}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$  等这样的 10 电子微粒, 然后再结合该微粒的有关性质, 不难推出 A 为  $\text{NH}_4^+$ , B 为  $\text{OH}^-$ , C 为  $\text{NH}_3$ , D 为  $\text{H}_2\text{O}$ 。

**参考答案** (1) 氢 碳 氮 氧 (2)  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  或  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$   $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  (酯、氨基酸都可) (3)  $\text{NH}_4^+$   $\text{OH}^-$   $\text{NH}_3$   $\text{H}_2\text{O}$

**【要点探究】** 本题是利用元素周期表和物质结构的知识进行物质推断, 并将有机化合物与无机化合物的知识结合在一起进行考查, 具有一定的综合性。在解决这类问题时, 要善于把不同的知识点综合起来考虑。

### 题型三 利用化学计算推断物质

**【调研 5】** 某结晶水合物含有两种阳离子和一种阴离子。称取两份质量均为 1.96 g 的该结晶水合物, 分别制成溶液。一份加入足量  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液, 生成白色沉淀, 随即沉淀变为灰绿色, 最后带有红褐色, 加热该混合物, 逸出的气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝; 用稀盐酸处理沉淀物, 经洗涤和干燥, 得到白色固体 2.33 g。另一份加入含 0.001 mol  $\text{KMnO}_4$  的酸性溶液,  $\text{MnO}_4^-$  恰好被完全还原为  $\text{Mn}^{2+}$ 。

请回答以下问题:

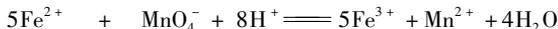
(1) 该结晶水合物中含有的两种阳离子是 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_, 阴离子是 \_\_\_\_\_。

(2) 试通过计算确定该结晶水合物的化学式。

**解题思路** 从加入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  后, 沉淀颜色的变化推断出有  $\text{Fe}^{2+}$ ; 从生成的气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝, 推断出有  $\text{NH}_4^+$ ; 从用盐酸处理后仍有白色沉淀可以推断出有  $\text{SO}_4^{2-}$ 。根据题中的数据, 可求出各种离子的物质的量, 利用各种离子的物质的量之比, 可得出该结晶水合物的化学式。

**参考答案** (1)  $\text{NH}_4^+$   $\text{Fe}^{2+}$   $\text{SO}_4^{2-}$

(2) 据题意  $n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{2.33 \text{ g}}{233 \text{ g/mol}} = 0.01 \text{ mol}$



5 1

$n(\text{Fe}^{2+}) = 0.001 \text{ mol}$

$n(\text{Fe}^{2+}) = 0.001 \text{ mol} \times 5 = 0.005 \text{ mol}$



根据离子化合物中阴、阳离子电荷平衡的原理,有  $n(\text{NH}_4^+) + 2r(\text{Fe}^{2+}) = 2r(\text{SO}_4^{2-})$ ,  
 则  $n(\text{NH}_4^+) = 0.01 \text{ mol}$

$$r(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1.96 \text{ g} - 0.01 \text{ mol} \times 96 \text{ g/mol} - 0.005 \text{ mol} \times 56 \text{ g/mol} - 0.01 \text{ mol} \times 18 \text{ g/mol}}{18 \text{ g/mol}}$$

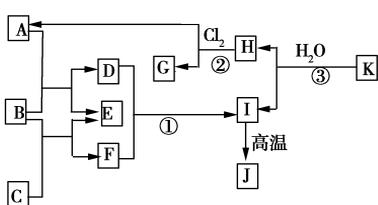
$$= 0.03 \text{ mol}$$

该结晶水合物的化学式为  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  [或  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ]

**【技巧点拨】** 利用化学计算来推断物质的组成是一类综合性较强的试题,一般要先利用物质的性质进行定性推断,即先推出物质的组成元素或离子,再根据有关数据求出元素或离子的物质的量之比。在定性推断时,要注意抓住题中所给的特征反应与特殊现象,在定性计算时,要以物质的量为核心。

**强化  
闯关**

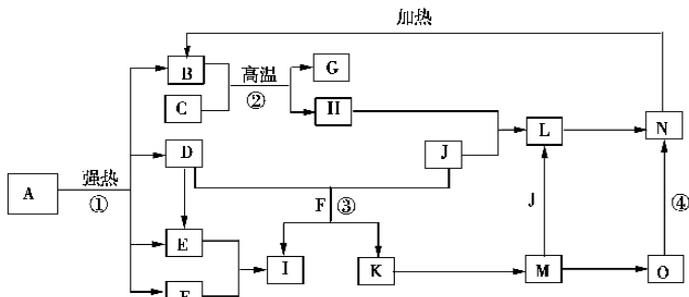
1. 右图中,A、C是工业上用途很广的两种重要化工原料,B为日常生活中常见的金属,H、G是正四面体结构的非极性分子,H是一种重要的能源,J是一种耐高温材料,K是由两种常见元素组成的化合物(图中部分反应物或生成物没有列出)。



请按要求回答:

- (1) 写出 B 的化学式 \_\_\_\_\_, G 的电子式 \_\_\_\_\_。
- (2) 反应①的离子方程式为 \_\_\_\_\_。
- (3) 反应②进行的条件是 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- (4) 反应③的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

2. 下图中,B、D、E、F、G是氧化物,F、K是氢化物,C、H是日常生活中最常见的金属单质,J是气态非金属单质,O是白色沉淀且B、H、L、M、N、O中含有同种元素,I是基础化学工业的重要产品,其消费量常被视为一个国家工业发达水平的一种标志(图中部分反应物或生成物没有列出)。



请按要求回答:

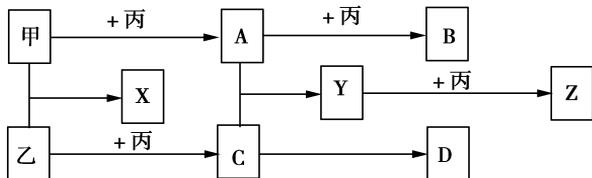
难点  
阐释

如果你面对的是汹涌的波涛,不必惊怕,更不用自认渺小。一旦你拥有博大的胸怀,你的人生将会像大海一般壮阔。

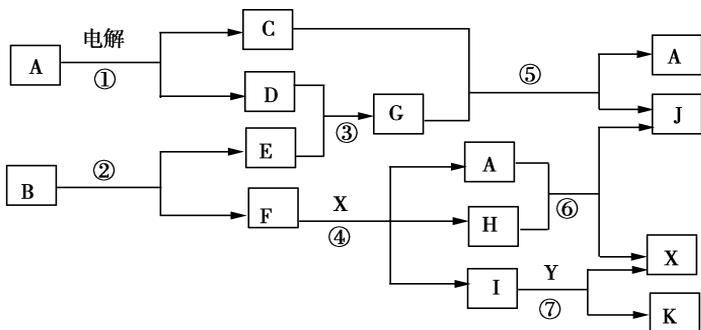


- (1) 写出 L 的化学式 \_\_\_\_\_ ;
- (2) 写出 : 反应③的离子方程式 \_\_\_\_\_ ;  
反应④的化学方程式 \_\_\_\_\_ ;
- (3) 反应②在工业生产上的用途是 \_\_\_\_\_ ;
- (4) 反应①是分解反应 , 反应中生成的 B、D、E、F 的物质的量之比为 1:1:1:14 , 则反应①的化学方程式为 \_\_\_\_\_ 。

3. 如下图 : 甲、乙、丙为常见的单质 , 其余为化合物 , Y 的摩尔质量比 Z 小 16 , 乙、丙的摩尔质量相同 , B 的摩尔质量比 D 小 2 , B、X 的摩尔质量相同。据图回答 :

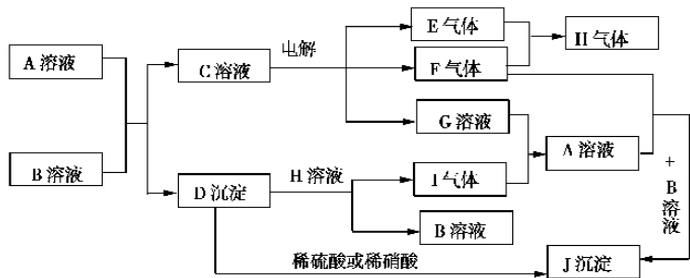


- (1) 分子式 : 丙 \_\_\_\_\_ , B \_\_\_\_\_ 。
- (2) Y 转化为 Z 的化学方程式 \_\_\_\_\_ 。
4. 下图中 A 是一种无色液体 , G 是极易溶于水的碱性气体 , Y 是胃酸的主要成分 , K 是不溶于稀硝酸的白色沉淀 , 反应⑤是工业制 X 的主要反应之一。



请按要求填空 :

- (1) 写出下列物质的化学式 : A \_\_\_\_\_ , E \_\_\_\_\_ , F \_\_\_\_\_ , Y \_\_\_\_\_ 。
- (2) 反应⑤的化学方程式为 : \_\_\_\_\_ 。
- (3) 1 mol B 通过反应②得到 1 mol F , B 中 F 的质量分数为 72% , 则 B 的化学式为 : \_\_\_\_\_ 。
5. 下图为中学常见的物质间化学反应关系示意图 , 其中 A 的焰色反应呈黄色 , F、I 为有刺激性气味的气体 , H 的水溶液呈强酸性 , D、J 均为白色固体。



(1) 写出化学式：A \_\_\_\_\_、B \_\_\_\_\_

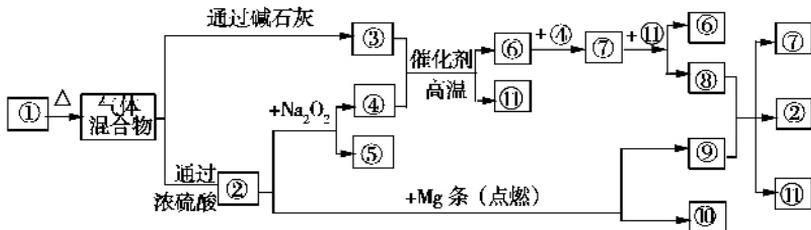
(2) 写出下列反应的离子方程式：

① 电解 C 溶液：\_\_\_\_\_

②  $D + \text{稀硫酸} \rightarrow J$  \_\_\_\_\_

③  $F + A + B \rightarrow J$  \_\_\_\_\_

6. 下图①~⑪分别代表有关反应中的一种物质，请填写以下空白。



(1) ①、③、④的化学式分别是 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

(2) ⑧与⑨反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

7. X、Y、Z 为三个不同短周期非金属元素的单质。在一定条件下，有如下反应： $Y + X \rightarrow A(\text{气})$ ， $Y + Z \rightarrow B(\text{气})$ 。

请针对以下两种不同情况回答：

(1) 若常温下 X、Y、Z 均为气体，且 A 和 B 化合生成固体 C 时有白烟产生，则：

① Y 的化学式是\_\_\_\_\_；

② 生成固体 C 的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(2) 若常温下 Y 为固体，X、Z 为气体，A 在空气中充分燃烧可生成 B，则：

① B 的化学式是\_\_\_\_\_；

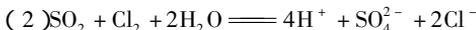
② 向苛性钠溶液中通入过量的 A，所发生反应的离子方程式是\_\_\_\_\_；

③ 将 Y 与 (1) 中某单质的水溶液充分反应可生成两种强酸，该反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

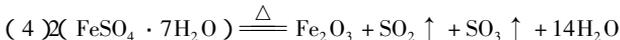
8. 水合物  $K_xFe(C_2O_4)_y \cdot zH_2O$  是一种重要的光化学试剂，其中铁为 +3 价。分别称取该样品 0.491 g 两份，其中一份在  $110^\circ\text{C}$  下干燥脱水，至质量恒定为 0.437 g。另一份置于锥形瓶中，加入足量的  $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$  和适量的蒸馏水，加热至  $75^\circ\text{C}$ ，



2. (1) FeCl<sub>3</sub>



(3) 焊接钢轨(或冶炼钒、铬、锰等金属)



解析 根据“C、H是日常生活中最常见的金属单质”以及  $\text{B} + \text{C} \rightarrow \text{H} + \text{G}$  可推断此反应为铝热反应;由“F是氧化物又是氢化物”判定 F 为  $\text{H}_2\text{O}$ ;再由“O是白色沉淀,  $\text{O} \rightarrow \text{N} \rightarrow \text{B}$ ”确定 O 为  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 。最后根据整体相互关系进行验证、推理得出正确答案。要注意防止由“I是基础化学工业的重要产品,其消费量常被视为一个国家工业发达水平的一种标志”而误认为 I 是乙烯而不是  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,从而无法推断后面的相互关系。

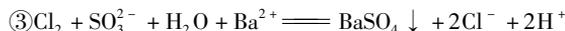
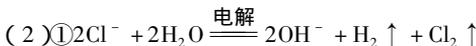
3. (1)  $\text{O}_2$   $\text{Na}_2\text{O}_2$  (2)  $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{SO}_4$

解析 从 Y 的摩尔质量比 Z 小 16,  $\text{Y} + \text{丙} \rightarrow \text{Z}$ , 可猜丙为氧气,而氧气既能与金属单质反应,又能与非金属单质反应,从关系图可推断甲、乙分别为金属与非金属单质,再根据乙、丙的摩尔质量相同可推出乙为硫单质,则甲为金属钠,钠与氧气反应可生成氧化钠、过氧化钠,硫与氧气反应可生成二氧化硫、三氧化硫,从而推出全部物质。

4. (1)  $\text{H}_2\text{O}$   $\text{N}_2$   $\text{Ag}$   $\text{HCl}$  (2)  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$  (3)  $\text{AgN}_3$

解析 从“极易溶于水的碱性气体”可推出 G 是  $\text{NH}_3$ ;从“胃酸的主要成分”可推出 Y 是  $\text{HCl}$ ;从“不溶于稀硝酸的白色沉淀”和 Y 可推出 K 是  $\text{AgCl}$ 。再根据 G 是氨气可逆向推得 A 是  $\text{H}_2\text{O}$ 、D 是  $\text{H}_2$ 、C 是  $\text{O}_2$ 、E 是  $\text{N}_2$ ,正向推出 J 是  $\text{NO}$ 。由 K 是氯化银、Y 是盐酸可推出 I 是硝酸银,进而可得出 X 是硝酸,所以 H 是二氧化氮, F 是单质银。综合以上信息可得 B 物质中含有银、氮两种元素,利用题给数据可计算出 B 的化学式为  $\text{AgN}_3$ 。

5. (1)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$   $\text{BaCl}_2$



解析 从 C 溶液电解生成 E、F、G,  $\text{E} + \text{F} \rightarrow \text{H}$  (其水溶液呈强酸性), F 为有刺激性气味的气体可推出 H 是盐酸、E 为氢气、F 为氯气。再从 D 沉淀溶于盐酸,不溶于硫酸和硝酸,推出 D 为亚硫酸钡,依次可推出 I 为二氧化硫, A 为亚硫酸钠, B 为氯化钡。

6. (1)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  (或  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ )  $\text{NH}_3$   $\text{O}_2$



解析  $\text{Na}_2\text{O}_2$  是突破口之一,由此推测②可能是  $\text{CO}_2$ ,④可能是  $\text{O}_2$ ;再由①加热得气体混合物,通过浓硫酸后得到气体②,可认为①为碳酸铵或碳酸氢铵,由此可推知通过碱石灰时,  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  均被除去,③应为  $\text{NH}_3$ ,则⑥为  $\text{NO}$ ,⑦为  $\text{NO}_2$ ,⑩为

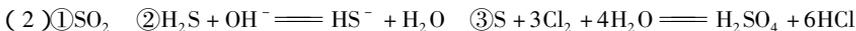
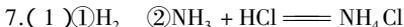
难点  
阐释

抓住今天吧!紧紧地把它抓住吧!今天的分分秒秒内,我们都要有所作为,有所进步,有所登攀!



Http://www.tesoon.com

H<sub>2</sub>O ⑧为 HNO<sub>3</sub> 再从⑧与⑨反应生成⑦、②和①推出 ⑨是碳。



解析 三个不同的短周期必分别为第一、二、三周期,即必然有氢元素,由 X、Y、Z 均为气体,且 A 和 B 化合生成固体 C 时有白烟产生可推知,是氨气与氯化氢的反应,由 Y 为固体 X、Z 为气体,且 A 在空气中充分燃烧可生成 B 推知, Y 为单质硫, X、Z 分别为氢气和氧气。

8. (1)  $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.491 \text{ g} - 0.437 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.003 \text{ 00 mol}$

(2)  $n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 0.050 \text{ 0 mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.024 \text{ L} \times \frac{5}{2} = 0.003 \text{ 00 mol}$

$m(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 0.003 \text{ mol} \times 88 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.264 \text{ g}$

$w(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{0.264 \text{ g}}{0.491 \text{ g}} \times 100\% = 53.8\%$

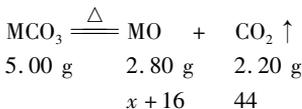
(3) 因为  $n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{Fe}^{2+}) = 0.050 \text{ 0 mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.004 \text{ L} \times 5 = 0.001 \text{ 00 mol}$   
 $1 : y : z = 0.001 \text{ 00 mol} : 0.003 \text{ 00 mol} : 0.003 \text{ 00 mol} = 1 : 3 : 3$

所以  $y = 3, z = 3$

根据电荷平衡有  $x + 3 = 2y$ , 得  $x = 3$

所以,化合物的化学式为  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

9. (1) CO<sub>2</sub> (2) 设 E 中金属元素为 M, 其原子量为  $x$ , 则由反应方程式



得  $\frac{2.80}{x+16} = \frac{2.2}{44}$ , 解得  $x = 40$ , 该金属元素是 Ca, 氧化物 E 的化学式是 CaO。

(3)  $\text{D} \xrightarrow{\Delta} \text{G} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \uparrow$ , 设 G 的分子量为  $y$ , 则  $y \times \frac{1}{3} + 18 \times \frac{2}{3} = \frac{40}{3} \times 2, y = 44$ ,

若 G 分子中含有 1 个 O 原子, 则  $44 - 16 = 28$ , 28 是 N 原子量的 2 倍, 则 G 是 N<sub>2</sub>O;

若 G 分子中含 2 个 O 原子, 则  $44 - 32 = 12$ , 则 G 是 CO<sub>2</sub>, 不符合题意, 所以 G 为 N<sub>2</sub>O。(4) Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

## 难点 2 有关混合物的计算

### 难点 点拨

由于混合物的计算中可以涉及多种物质的性质和多个化学反应方程式, 而且还可将计算与基本概念、基本理论、元素化合物、有机化学等知识联系在一起, 因此, 有关混合物的计算具有较强的综合性, 它是高考化学综合计算题的主体。在选择题中, 会出现判断混合物的杂质及杂质成分

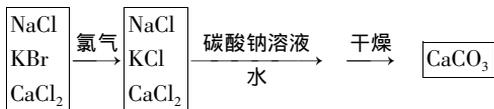
的计算,在综合题中,可能设置关于混合物中各组成成分含量的计算这种题型,也可能设置不确定因素,通过讨论,再加以推断和计算,以确定混合物的组成的多种题型。

典例  
调研

题型一 一般型的混合物问题

【调研 1】将 10.000 g 氯化钠、溴化钾和氯化钙的混合物溶于水,通入氯气充分反应,然后把溶液蒸干并灼烧(高温加热),灼烧后残留物的质量为 9.813 g。若将此残留物再溶于水,并加入足量的碳酸钠溶液,所得的沉淀经干燥后质量为 0.721 g。求原混合物中各化合物质量。

解题思路 混合物在反应过程中物质的变化及质量,可用下图表示:



$$10.000 \text{ g} \qquad 9.813 \text{ g} \qquad 0.721 \text{ g}$$

结合化学反应方程式和上面所分析的数量关系,可以建立关系式,并求得结果。

设混合物中各物质的质量:NaCl 为  $x$ ,KBr 为  $y$ ,CaCl<sub>2</sub> 为  $z$ 。

$$x + y + z = 10.000 \text{ g} \quad \text{①}$$



混合物中 KBr 转化为 KCl,灼烧后溴全部挥发,因此

$$x + \frac{74.5 \text{ g/mol}}{119.0 \text{ g/mol}} \cdot y + z = 9.813 \text{ g} \quad \text{②}$$

①式 - ②式得:

$$\left(1 - \frac{74.5 \text{ g/mol}}{119.0 \text{ g/mol}}\right)y = 10.000 \text{ g} - 9.813 \text{ g}$$

解得  $y = 0.500 \text{ g}$

残留物溶于水后加入足量碳酸钠溶液,发生如下反应:



从所得 CaCO<sub>3</sub> 的质量可以算出 CaCl<sub>2</sub> 的质量:

$$z = 0.721 \text{ g} \times \frac{111 \text{ g/mol}}{100 \text{ g/mol}} = 0.800 \text{ g}$$

氯化钠的质量为:  $x = 10.000 \text{ g} - 0.500 \text{ g} - 0.800 \text{ g} = 8.700 \text{ g}$

参考答案 NaCl 为 8.700 g, KBr 为 0.500 g, CaCl<sub>2</sub> 为 0.800 g

【方法探究】解答混合物计算问题的关键是要理清各物质之间的数量关系,在分析混合物各物质之间的数量关系时,可画出图示帮助理解题目条件,促进思维过程。利用图示法可以系统地整理、记录题目的信息,整体地、动态地反映变化过程,使解答问题所必须的条件同时呈现出来,以便有效地帮助考生理清各物质在反应过程中的变化情况及数量关系。

【调研 2】Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CuO 的混合固体粉末  $a \text{ g}$ ,在加热条件下用足量 CO 还原,得到金属混合物 2.41 g,将生成的 CO<sub>2</sub> 气体用足量的澄清石灰水吸收后,产生

难点  
阐释

假如你曾虚度过时光,请不要以叹息作为补偿,明天的路毕竟长于逝去的岁月。快迈步,前面相迎的将是幸福的曙光!





**【误点警示】** 这是一道能力要求较高,技巧性较强的混合物的计算题,在第(1)问中,如果不能利用质量守恒的原理,找到“ $m(\text{金属氧化物的混合物}) = m(\text{金属混合物}) + m(\text{金属氧化物的混合物失氧})$ ”的关系来确定金属氧化物混合物的质量,就会造成整体无法求解。

**【技巧点拨】** 在解决混合物的计算时,一要全面分析所发生的化学反应;二要利用反应过程中物质的量的关系,去建立已知量与未知量之间的关系;三是在设未知量时,应设物质的量而不要设质量,如果设质量为未知量,所建立的关系式将比较复杂,难以求解。

### 题型二 讨论型的混合物问题

**【调研 3】** 对一定量的  $\text{KClO}_3$  加热使其部分分解  $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$ , 然后向反应后的混合物中加入足量浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  并加热发生如下反应:

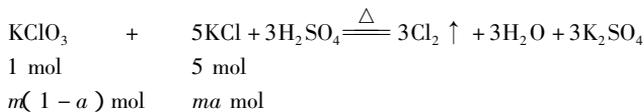
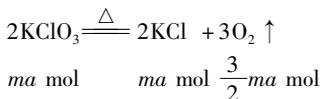


假设原  $\text{KClO}_3$  为  $m \text{ mol}$ , 第一步反应  $\text{KClO}_3$  分解率为  $a$ , 两步反应生成的  $\text{O}_2$  与  $\text{Cl}_2$  总物质的量为  $n \text{ mol}$ 。

(1) 计算当氯元素全部转化为  $\text{Cl}_2$  时  $a$  值及  $n$  与  $m$  的函数关系式。

(2) 讨论在  $a$  不同值时  $n$  与  $a, m$  的函数关系式及  $n$  的最大值。

**解题思路** 本题所涉及的化学反应及反应物与生成物之间的物质的量关系如下:



(1) 若使氯元素全部转化为  $\text{Cl}_2$ , 则:  $m(1-a) : ma = 1 : 5$  即  $a = \frac{5}{6}$

同时产生  $\text{Cl}_2$   $3m(1-a) \text{ mol}$  或  $\frac{3}{5}ma \text{ mol}$

$n = \frac{3}{2}ma + 3m(1-a) = \frac{3}{2}m \times \frac{5}{6} + 3m(1 - \frac{5}{6}) = 1.75m$  即  $n = 1.75m$

(2)  $a = \frac{5}{6}$  时, 是一个特殊点,  $a$  有小于或大于这个值的两种情况。

当  $0 < a < \frac{5}{6}$  时,  $\text{KClO}_3$  剩余,  $\text{KCl}$  完全反应, 生成的  $\text{Cl}_2$  按  $\text{KCl}$  的量计算,

$n = \frac{3}{2}ma + \frac{3}{5}ma = 2.1ma < 1.75m$ ;

当  $\frac{5}{6} < a < 1$  时,  $\text{KCl}$  剩余,  $\text{KClO}_3$  完全反应, 生成的  $\text{Cl}_2$  按  $\text{KClO}_3$  的量计算,

五彩缤纷的大自然中充满着美,多姿多态的事物中闪现着美,时间和空间里跳跃着美。这所有的美等待着美丽的双眼去捕捉,去寻觅!

Http://www.tesoon.com

$$n = \frac{3}{2}ma + 3m(1-a) = \frac{3}{2}m(2-a) < 1.75m$$

参考答案 (1)  $a = \frac{5}{6}$   $n = 1.75m$

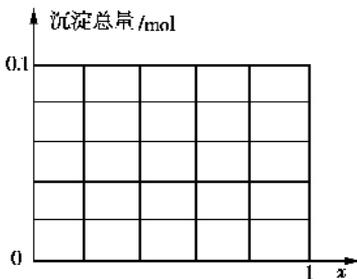
(2) 当  $0 < a < \frac{5}{6}$   $n = 2.1m$  当  $\frac{5}{6} < a < 1$   $n = 3m/2(2-a)$ ;

当  $a = \frac{5}{6}$   $n = 1.75m$  为最大值。

**【要点探究】** 对讨论型的混合物计算,要抓好两个过程:一是正确分析所发生的化学反应方程式,并分析出由反应物相对量不同而可能发生的化学方程式,分别计算出二者恰好完全反应时的特殊点;二是以恰好完全反应的特殊点为基准,讨论大于、小于或等于的情况,从而划出相应的区间,确定不同的范围,然后在不同范围内推测判断过量,并找出计算依据,确定计算关系,得到题目答案。

### 题型三 图像型的混合物问题

**【调研4】** 现有  $\text{AlCl}_3$  和  $\text{FeCl}_3$  的混合溶液,其中  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的物质的量之和为  $0.1 \text{ mol}$ 。在此溶液中加入  $90 \text{ mL } 4 \text{ mol/L}$  的  $\text{NaOH}$  溶液,使其充分反应,设  $\text{Al}^{3+}$  的物质的量与  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  总物质的量的比值为  $x$ 。

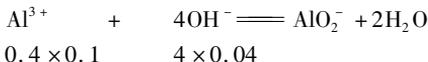
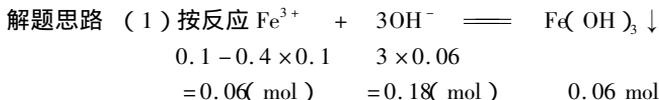


(1) 根据反应的化学方程式计算  $x = 0.4$  时,溶液中产生的沉淀是什么? 物质的量是多少?

《  
试  
题  
调  
研  
》  
(  
第  
二  
辑  
)

(2) 计算沉淀中只有  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  时的  $x$  的取值范围。请在图中画出沉淀总量(mol)随  $x(0 \rightarrow 1)$  变化的曲线。

(3) 若  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的物质的量之和为  $A \text{ mol}$  ( $A$  为合理数值),其他条件不变时,求沉淀中同时有  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  时的  $x$  取值范围和各沉淀的物质的量(用含有  $A$ 、 $x$  的式子表示)



谜语  
之家

以下谜语均打一化学名词

丰衣足食 完璧归赵 引火烧身

剩余  $n(\text{OH}^-) = 0.09 \times 4 - 0.06 \times 3 - 0.04 \times 4 = 0.02(\text{mol}) > 0$

(2) 要使沉淀中无  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 至少需  $n(\text{OH}^-) = (4 \times 0.1x) \text{ mol}$

$x$  的最大取值为  $0.1(1-x) \times 3 + 0.4x = 0.09 \times 4$   $x = 0.6$

在  $0 \leq x \leq 0.6$  内, 沉淀只有  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

$x = 0$  时,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀量为  $0.1 \text{ mol}$ ;

$x = 0.4$  时,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀量为  $0.06 \text{ mol}$ ;

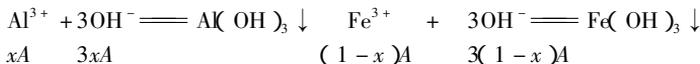
$x = 0.6$  时,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀量为  $0.04 \text{ mol}$ 。

在  $0.6 < x \leq 1$  内, 总沉淀量:

$n(\text{总}) = 0.1(1-x) + 0.1x - [0.09 \times 4 - 0.3(1-x) - 0.3x] = 0.04 \text{ mol}$

(3) 当  $3A(1-x) + 4Ax = 0.36$  时,  $\text{Al}^{3+}$  恰好完全转化为  $\text{AlO}_2^-$ ,  $x = \frac{0.36}{A} - 3$

当  $\frac{0.36}{A} - 3 < x < 1$ , 沉淀为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$



过量的  $\text{OH}^-$  为  $(0.36 - 3A) \text{ mol}$ , 根据  $\text{Al}(\text{OH})_3 +$



溶解的  $\text{Al}(\text{OH})_3$  为  $(0.36 - 3A) \text{ mol}$ , 剩余的为

$[xA - (0.36 - 3A)] \text{ mol} = [A(x+3) - 0.36] \text{ mol}$

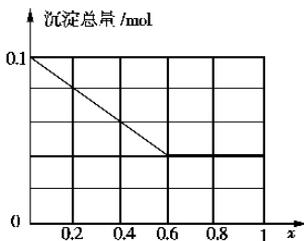
参考答案 (1) 有  $0.06 \text{ mol Fe}(\text{OH})_3$  沉淀

(2) 在  $0 \leq x \leq 0.6$  时, 沉淀只有  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  如图

(3)  $\frac{0.36}{A} - 3 < x < 1$

$n[\text{Fe}(\text{OH})_3]$  为  $A(1-x) \text{ mol}$

$n[\text{Al}(\text{OH})_3]$  为  $[A(x+3) - 0.36] \text{ mol}$

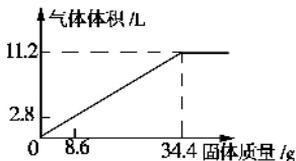


**【方法探究】** 图像型的混合物计算, 能充分体现数学中的函数与方程思想和数形结合思想, 这类题不但可以考查化学基础知识, 而且还可以考查观察、想象、分析和综合解题的能力。解这类试题一般的思路是: 先根据题设条件写出各步反应的化学方程式, 并通过计算求出各转折点时反应物的用量和生成物的生成量, 以确定函数的取值范围。再根据取值范围, 在图像上依次作起点、转折点、终点, 并连接各点形成图像。或者利用图像的直观性, 找出其中的函数关系, 快速解题。

强化闯关

1. 在  $100 \text{ mL NaOH}$  溶液中加入  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  和  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  的固体混合物, 加热使之充分反应, 右图表示加入固体的质量与产生气体的体积(标准状况)的关系。试计算:

(1)  $\text{NaOH}$  溶液的物质的量浓度是 \_\_\_\_\_



难点阐释

Http://www.tesoon.com

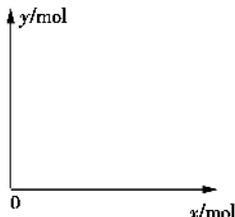
\_\_\_\_\_ mol · L<sup>-1</sup>。

(2) 当 NaOH 溶液为 140 mL, 固体为 51.6 g 时, 充分反应产生的气体为 \_\_\_\_\_ L (标准状况)。

(3) 当 NaOH 溶液为 180 mL, 固体仍为 51.6 g 时, 充分反应产生的气体为 \_\_\_\_\_ L (标准状况)。

2. 将总物质的量为 4 mol 的 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 混合物投入足量水中, 充分反应后生成 y mol 沉淀 (y > 0), 若以 x 表示原混合物中 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的物质的量, 试建立 y = f(x) 的函数关系式, 将 x 的取值 y = f(x) 关系式填写在表内(可填满, 也可不填满或补充)并作图。

x 值	y = f(x)



3. 将 Cu 与 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的混合粉末 a g 与 1 mol/L 硫酸进行反应。

(1) 若固体恰好完全溶解, 消耗硫酸的体积为 0.3 L, 且所得溶液中无 Fe<sup>3+</sup>, 则 a = \_\_\_\_\_, 混合粉末中铜的质量为 \_\_\_\_\_。

(2) 若将固体完全溶解于 1.00 L 上述硫酸中, 测得 c(Fe<sup>3+</sup>) = 0.1 mol/L (假设反应前后溶液的体积不变), 则混合粉末中铜的质量的最大值为 \_\_\_\_\_ g。

(3) 若固体恰好完全溶解, 消耗硫酸的体积为 0.3 L, 且所得溶液中既有 Fe<sup>3+</sup>, 也有 Fe<sup>2+</sup>, 则 a 的取值范围是 \_\_\_\_\_。

4. 为了防止环境污染并对尾气进行综合利用, 硫酸厂常用氨水吸收尾气 SO<sub>2</sub>、SO<sub>3</sub> 等气体, 再向吸收液中加入浓硫酸, 以制取高浓度的 SO<sub>2</sub> 及 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 NH<sub>4</sub>HSO<sub>4</sub> 固体。

为了测定上述 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 NH<sub>4</sub>HSO<sub>4</sub> 固体混合物的组成, 现称取该样品四份, 分别加入相同浓度的 NaOH 溶液 50.00 mL, 加热至 120 °C 左右, 使氨气全部逸出 [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 NH<sub>4</sub>HSO<sub>4</sub> 的分解温度均高于 200 °C], 测得有关实验数据如下(标准状况):

实验序号	样品的质量/g	NaOH 溶液的体积/mL	氨气的体积/L
1	3.62	50.00	0.896
2	7.24	50.00	1.792
3	10.86	50.00	2.016
4	14.48	50.00	1.568

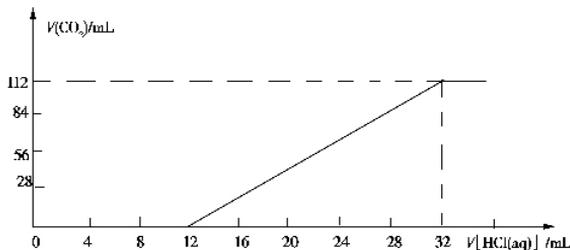
(1) 由实验 1 的数据直接推测: 1.81 g 样品进行同样实验时, 生成氨气的体积(标准状况)为 \_\_\_\_\_ L。

(2) 试计算该混合物中 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 NH<sub>4</sub>HSO<sub>4</sub> 的物质的量之比为 \_\_\_\_\_。

(3) 求所用 NaOH 溶液的物质的量浓度。



5. 某碱金属元素的两种碳酸盐组成的混合物样品 6.14 g, 加水溶解后, 取所得溶液的十分之一, 向其中缓缓加入一定浓度的稀盐酸, 并同时记录放出  $\text{CO}_2$  的体积(标准状况下)和消耗稀盐酸的体积, 得到下图所示的曲线。



试计算：

- (1) 混合物中碳元素的质量分数。
  - (2) 确定这两种碳酸盐的化学式。
  - (3) 所滴加盐酸的物质的量浓度。
6. 为测定一置于空气中的某硫酸酸化的  $\text{FeSO}_4$  溶液中  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化的百分率, 某同学准确量取  $\text{pH}=1$  (忽略  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  的水解) 的  $\text{FeSO}_4$  溶液 200 mL, 加入过量  $\text{BaCl}_2$  溶液, 充分反应后过滤、洗涤、干燥, 得到沉淀 28.0 g; 再另取同样的  $\text{FeSO}_4$  溶液 200 mL, 向其中加入过量  $\text{NaOH}$  溶液, 搅拌使其充分反应, 待沉淀全部变为红褐色后, 过滤、洗涤并灼烧所得固体, 最终得固体 8.0 g。

(1) 通过计算, 填写下表：

$c(\text{H}^+)$	$c(\text{SO}_4^{2-})$	$c(\text{Fe}^{2+}、\text{Fe}^{3+})$

注  $c(\text{Fe}^{2+}、\text{Fe}^{3+})$  表示  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的总的物质的量的浓度

- (2) 计算原溶液中  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化的百分率。
  - (3) 当  $\text{Fe}^{2+}$  部分被氧化时, 试推导  $c(\text{Fe}^{2+}、\text{Fe}^{3+})$  与  $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{SO}_4^{2-})$  的关系。
7. 已知在酸性条件下有以下反应关系：

- ①  $\text{KBrO}_3$  能将  $\text{KI}$  氧化成  $\text{I}_2$  或  $\text{KIO}_3$ , 其本身被还原为  $\text{Br}_2$ ;
- ②  $\text{Br}_2$  能将  $\text{I}^-$  氧化为  $\text{I}_2$ ;
- ③  $\text{KIO}_3$  能将  $\text{I}^-$  氧化为  $\text{I}_2$ , 也能将  $\text{Br}^-$  氧化成  $\text{Br}_2$ , 其本身被还原为  $\text{I}_2$ 。

现向含有 1 mol  $\text{KI}$  的硫酸溶液中加入含  $a$  mol  $\text{KBrO}_3$  的溶液,  $a$  的取值不同, 所得产物也不同。

(1) 试将讨论的结果填入表中：

编号	$a$ 的取值范围	产物的化学式(或离子符号)
①		$\text{I}_2、\text{Br}^-$
②	$1/6 < a < 1/5$	

以下谜语各打一化学物质  
似雪没有雪花, 叫冰没有冰碴, 无冰可以制冷, 细菌休想安家。

③		$I_2、IO_3^-、Br_2$
④	$a \geq 6/5$	

(2) 对表中第③组, 当  $n(I_2) = n(IO_3^-)$  时, 求  $a$  的值。

8. 取一定质量的 Fe、Cu 混合物的粉末平均分成四等份, 分别加入不同体积但同浓度的稀硝酸, 实验中收集到的 NO 气体的体积及剩余固体的质量均记录在下表中(气体体积均在标准状况下测定)。

实验序号	①	②		④
稀硝酸体积	100 mL	200 mL		400 mL
剩余固体质量	17.2 g	8.00 g	固体恰好全部溶解	0
气体体积	2.24 L	4.48 L		

求(1)计算稀硝酸的物质的量浓度;

(2)填写上表中的空格。

### 【参考答案】

1. (1) 5 (2) 15.68 (3) 16.8

解析 (1) 由图分析知, 当生成 11.2 L 氨气时, NaOH 溶液完全反应, 即 100 mL NaOH 溶液中含 NaOH 为 0.5 mol。

(2) 设 34.4 g 固体混合物中  $NH_4NO_3$  和  $(NH_4)_2SO_4$  的物质的量分别为  $x$  mol、 $y$  mol, 则可得  $x + 2y = 0.5$   $80x + 132y = 34.4$ , 解得  $x = 0.1$   $y = 0.2$ 。

当固体为 51.6 g 时,  $NH_4NO_3$  和  $(NH_4)_2SO_4$  的物质的量分别为 0.15 mol、0.3 mol, 当 NaOH 溶液为 140 mL 时, NaOH 溶液完全反应, 生成的气体为  $5 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 0.14 \text{ L} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 15.68 \text{ L}$ 。

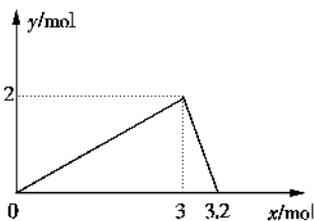
(3) 当 NaOH 溶液为 180 mL 时, NaOH 的物质的量为 0.9 mol, NaOH 溶液过量, 铵盐全部转化成气体, 生成的气体为  $0.15 \text{ mol} + 2 \times 0.3 \text{ mol} = 0.75 \text{ mol}$ , 体积为 16.8 L。

2.  $0 < x \leq 3 \text{ mol}$   $y = 2x/3$

$3 \text{ mol} < x < 3.2 \text{ mol}$   $y = 32 - 10x$

解析 从  $Al^{3+}$  和  $OH^-$  反应时反应物物质的量之比与生成的物质之间的关系可知, 当  $Na_2O_2$  和  $Al_2(SO_4)_3$  的物质的量之比为 3:1 时(即  $x = 3 \text{ mol}$ ), 生成的氢氧化铝沉淀的量最大; 当  $Na_2O_2$  和  $Al_2(SO_4)_3$  的物质的量之比为 4:1 时(即  $x = 3.2 \text{ mol}$ ), 生成的氢氧化铝的量为零。

当  $0 < x \leq 3 \text{ mol}$ , 反应为  $Al^{3+} + 3OH^- = Al(OH)_3 \downarrow$ ,  $OH^-$  的物质的量为  $2x$ , 故  $y = 2x/3$ ; 当  $3 \text{ mol} < x < 3.2 \text{ mol}$ , 反应为  $Al^{3+} + 3OH^- = Al(OH)_3 \downarrow$ ,  $Al(OH)_3 +$



$\text{OH}^- \text{ —— } \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  的物质的量为  $2(4-x)$ ,  $\text{OH}^-$  的物质的量为  $2x$ , 与  $\text{Al}(\text{OH})_3$  反应的  $\text{OH}^-$  的物质的量为  $2x - 3 \cdot 2(4-x) = 8x - 24$ , 故  $y = 2(4-x) - (8x - 24) = 32 - 10x$ 。

3. (1) 22.4 6.4 g

(2) 18.1

(3)  $16 < a < 22.4$

解析 发生的化学反应为:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ —— } \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cu} \text{ —— } 2\text{FeSO}_4 + \text{CuSO}_4$ 。从反应的关系可看出, 当 Cu 的物质的量与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的物质的量相等时, 固体完全溶解, 溶液中无  $\text{Fe}^{3+}$ ; 当 Cu 的物质的量小于  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的物质的量时, 固体完全溶解, 溶液中有  $\text{Fe}^{3+}$ ; 当 Cu 的物质的量大于  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的物质的量时, 固体不能完全溶解。设 Cu、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的物质的量分别为  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ ,  $64x + 160y = a$ 。

(1)  $x = y$ , 根据  $\text{SO}_4^{2-}$  守恒, 可得  $x + 2y = 1 \times 0.3$ , 故  $x = y = 0.1$ 。

(2)  $y - x = 0.1/2$ , 根据阴阳离子电荷守恒可得  $2x + 2(2y - 0.1) + 0.1 \times 3 = 1 \times 2$ ,  $x = 0.283$ , 即铜的物质的量最多为 0.283 mol, 也就是 18.1 g。

(3)  $x = y$  时, 得  $a$  的最大值;  $x = 0$  时, 得  $a$  的最小值。

4. (1) 0.448 (2) 1:2 (3) 3 mol/L

解析 氢氧化钠首先与  $\text{HSO}_4^-$  离子反应, 当  $\text{HSO}_4^-$  反应完全后, 才与  $\text{NH}_4^+$  反应生成氨气。

(1) 从表中的数据可知, 3.62 g 样品与 NaOH 溶液反应时, NaOH 有剩余, 即 1.81 g 样品与 NaOH 溶液完全反应时, 生成气体的体积为 3.62 g 样品产生气体体积的二分之一。

(2) 根据实验 1 的数据, 设  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  的物质的量分别为  $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ , 则  $2x + y = 0.896/22.4$ ,  $132x + 115y = 3.62$ ,  $x = 0.01$ ,  $y = 0.02$ 。

(3) 在实验 3 中 NaOH 溶液已完全反应, 消耗 NaOH 的物质的量等于生成氨气的物质的量与  $\text{HSO}_4^-$  的物质的量之和,  $\text{NH}_3$  的物质的量为  $2.016/22.4 = 0.09 \text{ (mol)}$ ,  $\text{HSO}_4^-$  的物质的量为  $0.02 \text{ mol} \times 3 = 0.06 \text{ mol}$ , NaOH 的物质的量为 0.15 mol, 故浓度为 3 mol/L。

5. (1)  $w(\text{C}) = 9.77\%$  (2)  $\text{K}_2\text{CO}_3$   $\text{KHCO}_3$  (3)  $w(\text{HCl}) = 0.25 \text{ mol/L}$

解析 (1) 生成  $\text{CO}_2$  的物质的量等于碳酸盐中 C 的物质的量,  $\text{CO}_2$  为 0.005 mol,  $w(\text{C}) = (10 \times 0.005 \times 12/6.14) \times 100\% = 9.77\%$ 。

(2) 加入盐酸的反应为  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \text{ —— } \text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \text{ —— } \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 由图可知,  $\text{CO}_3^{2-}$  与  $\text{HCO}_3^-$  的物质的量之比为 12:(32-24) = 3:2。

即 6.14 g 样品中含碳酸盐  $\text{M}_2\text{CO}_3$  为 0.03 mol, 碳酸氢盐  $\text{MHCO}_3$  为 0.02 mol, 设 M 的原子量为  $x$ , 则  $(2x + 60) \times 0.03 + (x + 61) \times 0.02 = 6.14$ ,  $x = 39$ 。

(3) 12 mL 的盐酸刚好与 0.003 mol  $\text{CO}_3^{2-}$  反应, 故浓度为 0.25 mol/L。

6. (1) 0.1 mol/L 0.6 mol/L 0.5 mol/L

(2) 20%



$$(3) c(\text{SO}_4^{2-}) - \frac{1}{2}c(\text{H}^+) > c(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}) > \frac{2}{3}c(\text{SO}_4^{2-}) - \frac{1}{3}c(\text{H}^+)$$

解析 (1)由 pH 求氢离子浓度,由硫酸钡求硫酸根离子浓度,由氧化铁求铁离子总浓度。求得:  $c(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol/L}$ ,  $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.6 \text{ mol/L}$ ,  $c(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}) = 0.5 \text{ mol/L}$ 。

(2)根据电荷守恒有:

$$2 \cdot c(\text{Fe}^{2+}) + 3 \cdot c(\text{Fe}^{3+}) + c(\text{H}^+) = 2 \cdot c(\text{SO}_4^{2-})$$

代入(1)中所求数据:

$$2 \cdot c(\text{Fe}^{2+}) + 3 \cdot c(\text{Fe}^{3+}) = 1.1 \text{ mol/L}$$

$$\text{由 } c(\text{Fe}^{2+}) + c(\text{Fe}^{3+}) = 0.5 \text{ mol/L}$$

$$\text{解得 } c(\text{Fe}^{2+}) = 0.4 \text{ mol/L}, c(\text{Fe}^{3+}) = 0.1 \text{ mol/L}$$

$$\text{Fe}^{2+} \text{ 被氧化的百分率为: } \frac{0.1 \text{ mol/L}}{0.1 \text{ mol/L} + 0.4 \text{ mol/L}} \times 100\% = 20\%。$$

(3)若  $\text{Fe}^{2+}$  没有被氧化,根据电荷守恒有  $c(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}) = c(\text{SO}_4^{2-}) - \frac{1}{2}c(\text{H}^+)$ ;

若  $\text{Fe}^{2+}$  全部被氧化,根据电荷守恒有  $c(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}) = \frac{2}{3}c(\text{SO}_4^{2-}) - \frac{1}{3}c(\text{H}^+)$ ;

故当  $\text{Fe}^{2+}$  部分被氧化时,  $c(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+})$  与  $c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{SO}_4^{2-})$  的关系为:

$$c(\text{SO}_4^{2-}) - \frac{1}{2}c(\text{H}^+) > c(\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}) > \frac{2}{3}c(\text{SO}_4^{2-}) - \frac{1}{3}c(\text{H}^+)。$$

7.(1)

编号	a 的取值范围	产物的化学式(或离子符号)
①	$0 < a \leq 1/6$	$\text{I}_2, \text{Br}^-$
②	$1/6 < a < 1/5$	$\text{I}_2, \text{Br}_2, \text{Br}^-$
③	$1/5 \leq a < 6/5$	$\text{I}_2, \text{IO}_3^-, \text{Br}_2$
④	$a \geq 6/5$	$\text{IO}_3^-, \text{Br}_2$

(2)  $a = 8/15$

解析 (1)从题中所给的反应可以推得,物质氧化性由强到弱的顺序为:

$\text{KBrO}_3 > \text{KIO}_3 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ ,也就是说  $\text{KBrO}_3$  做氧化剂时,当把  $\text{I}^-$  氧化成  $\text{I}_2$ ,本身被还原成  $\text{Br}^-$ ,但如果将  $\text{I}^-$  氧化成  $\text{IO}_3^-$ ,本身只能被还原成  $\text{Br}_2$ 。从化合价升降总数相等的原理可以得出,当把 1 mol KI(化合价升高 1 价)氧化成  $\text{I}_2$ ,需要  $\text{KBrO}_3$ (化合价降低 6 价)  $1/6 \text{ mol}$ ;当把 1 mol KI(化合价升高 6 价)氧化成  $\text{IO}_3^-$ ,需要  $\text{KBrO}_3$ (化合价降低 5 价)  $6/5 \text{ mol}$ 。

(2)当  $n(\text{I}_2) = n(\text{IO}_3^-)$ ,  $\text{KBrO}_3$  本身只能被还原成  $\text{Br}_2$ , 1 mol KI 中  $1/3$  的  $\text{I}^-$  被氧化为  $\text{IO}_3^-$ ,  $2/3$  的  $\text{I}^-$  被氧化为  $\text{I}_2$ ,根据得失电子总数相等的原理可得:  $1/3 \times 6 + 2/3 = 5 a \mu = 8/15$ 。



$$8. (1) c(\text{HNO}_3) = \frac{0.400 \text{ mol}}{0.100 \text{ L}} = 4.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(2) ③稀硝酸的体积为 283 mL, 共产生气体为 6.35 L ④产生气体为 1.49 L

解析 (1) 当有金属剩余时, 铁只能被氧化成二价铁离子, 如果铜被氧化, 也是生成二价铜离子, 由反应  $3\text{M} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{M}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$  ①, 可知生成 1 mol NO 消耗 4 mol 硝酸, 故 100 mL 硝酸溶液中含硝酸 0.4 mol。

(2) 由实验②与实验①的数据分析得, 平均每失 1 mol 电子溶解的金属的质量为:

$$\frac{17.2 \text{ g} - 8.00 \text{ g}}{4.48 \text{ L} - 2.24 \text{ L}} = 30.7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 3$$

因该值小于 Cu 的  $32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 大于 Fe 的  $28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 所以溶解的金属是铁与铜的混合物。8.00 g 金属是铜。当溶解 8.00 g 铜时(固体恰好全部溶解), 据方程式①得:

$$\text{消耗 } n(\text{HNO}_3) = \frac{8}{3} n(\text{Cu}) = \frac{8}{3} \times \frac{8.00 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{1}{3} \text{ mol}$$

$$V[\text{HNO}_3(\text{aq})] = \frac{\frac{1}{3} \text{ mol}}{4.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.083 \text{ L}$$

$$\text{产生 } V(\text{NO}) = \frac{1}{3} \text{ mol} \times \frac{1}{4} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.87 \text{ L}$$

所以, 实验③共用稀硝酸  $200 \text{ mL} + 83 \text{ mL} = 283 \text{ mL}$ , 共产生气体  $4.48 \text{ L} + 1.87 \text{ L} = 6.35 \text{ L}$ 。

据题意, 实验②比实验①多溶解的金属中有如下关系:

$$\begin{cases} 56n(\text{Fe}) + 64n(\text{Cu}) = 9.2 \text{ g} \\ 2[n(\text{Fe}) + n(\text{Cu})] = 0.1 \text{ mol} \times 3 \end{cases} \text{ 解得: 在溶解的 } 9.2 \text{ g 金属中有铁 } 0.05 \text{ mol, 铜}$$

0.10 mol。由此可看出, 实验①中 Cu 没有被氧化, 稀硝酸氧化的全部为 Fe。

当加入 400 mL 稀硝酸时, 金属完全被氧化, 在实验③的基础上, 金属元素再失电子:

$$\frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{3}{2} \times 1 + 0.05 \text{ mol} = 0.20 \text{ mol}$$

$$\text{稀硝酸再被还原产生 NO: } V(\text{NO}) = 0.20 \text{ mol} \times \frac{1}{3} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.49 \text{ L}。$$



## 视野开拓



## 视点 1 方法技巧

技巧  
点拨

守恒法主要包括质量守恒(元素质量守恒、原子个数守恒)、电荷守恒、得失电子守恒、溶质的质量守恒等内容,守恒法的实质就是把复杂的化学问题归结成一个整体的两个侧面:初态与终态、得与失、正与负等,利用这两个侧面的等量关系进行整体分析。守恒法的灵活运用能够简化解题过程,达到快速准确地解答题目。如 2006 年高考理综全国卷 I 第 9 题(电子转移守恒)第 13 题(离子的电荷守恒)第 29 题(质量守恒)理综全国卷 II 第 9 题(电荷守恒)理综天津卷第 29 题(电子转移守恒)理综四川卷第 12 题(电荷守恒)上海单科卷第 30 题(电荷守恒)江苏单科卷第 25 题(电子转移守恒)广东单科卷第 27 题(原子个数守恒)等。

典例  
调研

【调研 1】有一种在空气中暴露过一段时间的 KOH 固体,经分析知其内含水 7.62%, $K_2CO_3$  2.88%,KOH 90%,若将此样品 1 g 加入到 46.00 mL 的  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸中,过量的酸再用  $1.07 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  KOH 溶液中和,蒸发中和后的溶液可得固体物质多少克?

解题思路 此题中涉及的化学反应先后有三个,但仔细分析反应的过程可以发现:生成的固体物质只有氯化钾,而且生成的氯化钾中的  $\text{Cl}^-$  全部来自于盐酸中的  $\text{Cl}^-$ ,也就是说在整个过程中  $\text{Cl}^-$  守恒,即  $n(\text{KCl}) = n(\text{HCl})$ 。因此,蒸发溶液后所得固体氯化钾的质量为  $n(\text{KCl}) = 0.046 \text{ L} \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.427 \text{ g}$ 。

参考答案 3.427

《  
试  
题  
调  
研  
》  
(  
第  
二  
辑  
)

【误点警示】在本题的解答过程中,如果不能通过氯离子的守恒来进行分析,而是对每个反应进行逐一分析,就会使问题复杂化,不但计算过程繁琐,还可能得出错误的答案。而巧妙地运用守恒法,可以避免反应的中间过程,把问题分成始态和终态,而不需考虑化学反应方程式的书写问题,从而有效地简化计算过程。

【调研 2】由  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{MgSO}_4$  组成的混合物共 192 g,溶于水中制成 10 L 溶液,测得此溶液中  $c(\text{SO}_4^{2-})$  为  $0.15 \text{ mol/L}$ ,则此溶液中  $\text{NH}_4^+$  的物质的量浓度为多少?

解题思路 方法一 设混合物中  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{MgSO}_4$  的物质的量分别为  $x$ 、 $y$ ,根据物质的质量和硫酸根离子的总物质的量可建立以下关系:

$$x + y = 0.15 \text{ mol/L} \times 10 \text{ L} \quad (\text{硫酸根的物质的量})$$

$$132 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot x + 120 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot y = 192 \text{ g} \quad (\text{混合物的总质量})$$



解之  $x=1 \text{ mol}$  , 则  $\text{NH}_4^+$  的物质的量浓度为  $(1 \text{ mol} \times 2) \div 10 \text{ L} = 0.2 \text{ mol/L}$

方法二 设混合溶液中  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{Mg}^{2+}$  的物质的量分别为  $x, y$  , 根据物质的质量和电荷守恒可建立以下关系 :

$x + 2y = 0.15 \text{ mol/L} \times 10 \text{ L} \times 2$  ( 阳离子的正电荷总数与阴离子的负电荷总数相等 )

$x/2 \times 132 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 120 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot y = 192 \text{ g}$  ( 总质量守恒 )

解之  $x=2 \text{ mol}$  , 则  $\text{NH}_4^+$  的物质的量浓度为  $2 \text{ mol} \div 10 \text{ L} = 0.2 \text{ mol/L}$

参考答案  $0.2 \text{ mol/L}$

**【方法探究】** 电荷守恒的含义是 , 对任何一种电中性的体系 , 如化合物、混合物、溶液等 , 电荷的代数和为零 , 即 : 阳离子物质的量(或浓度)与其所带电荷数乘积的代数和等于阴离子物质的量(或浓度)与其所带电荷数乘积的代数和。电荷守恒是分析电解质溶液浓度数量关系的有效方法。

在运用守恒法时 , 要注意考虑离子的带电荷数不同时 , 所建立的关系不同。例如 , 在  $\text{NaHCO}_3$  溶液中的阳离子是  $\text{Na}^+$  和  $\text{H}^+$  , 阴离子为  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{OH}^-$  。根据电荷守恒可得  $\nu(\text{Na}^+) + \alpha(\text{H}^+) = \alpha(\text{HCO}_3^-) + 2\alpha(\text{CO}_3^{2-}) + \alpha(\text{OH}^-)$  。在建立电荷守恒关系式时 , 要注意碳酸根离子带有 2 个电荷 , 防止根据电荷守恒得出下列错误结论 :  $\alpha(\text{Na}^+) + \alpha(\text{H}^+) = \alpha(\text{HCO}_3^-) + \alpha(\text{CO}_3^{2-}) + \alpha(\text{OH}^-)$  。

**【调研 3】**  $\text{Cu}$ 、 $\text{Cu}_2\text{O}$  和  $\text{CuO}$  组成的混合物 , 加入  $100 \text{ mL}$   $0.6 \text{ mol/L}$   $\text{HNO}_3$  溶液恰好使混合物溶解 , 同时收集到  $224 \text{ mL}$   $\text{NO}$  气体(标准状况)。求 :

(1) 产物中硝酸铜的物质的量。

(2) 若混合物中含  $0.01 \text{ mol}$   $\text{Cu}$  , 则其中  $\text{Cu}_2\text{O}$ 、 $\text{CuO}$  的物质的量分别为多少 ?

解题思路 (1)  $\text{Cu}$ 、 $\text{Cu}_2\text{O}$  和  $\text{CuO}$  组成的混合物加入  $\text{HNO}_3$  虽然有三个不同反应 , 但生成物都是硝酸铜 , 另外就是  $\text{NO}$  和水 , 利用反应前后氮元素守恒可知 , 硝酸中的氮元素与生成硝酸铜中的氮元素和一氧化氮中的氮元素的物质的量相等 , 即 :  $n(\text{HNO}_3) = n(\text{NO}) + 2n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2]$  , 解得  $n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = (0.06 - 0.01) / 2 = 0.025(\text{mol})$  。

(2)  $\text{Cu}$ 、 $\text{Cu}_2\text{O}$  和  $\text{CuO}$  与硝酸反应时 , 参加氧化还原反应的只有  $\text{Cu}$ 、 $\text{Cu}_2\text{O}$  ,  $\text{Cu}$  和  $\text{Cu}_2\text{O}$  中的铜失去电子 ,  $\text{HNO}_3$  中的氮得到电子 , 根据氧化还原反应得失电子守恒的规律 , 可得 :

得电子的电子总数为  $n(e^-) = n(\text{NO}) \times 3 = 0.03 \text{ mol}$

$\text{Cu}$  失去的电子数  $0.01 \times 2 = 0.02(\text{mol})$

$\text{Cu}_2\text{O}$  失去的电子数  $0.03 - 0.02 = 0.01(\text{mol})$

$n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0.01 / 2 = 0.005(\text{mol})$

$n(\text{CuO}) = 0.025 - 0.01 - 0.005 \times 2 = 0.005(\text{mol})$

参考答案 (1)  $0.025 \text{ mol}$  (2)  $n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0.005 \text{ mol}$   $n(\text{CuO}) = 0.005 \text{ mol}$

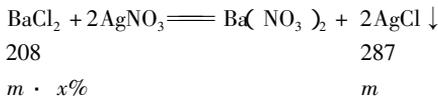


【发散类比】元素的原子个数守恒是所有反应都具有的规律,在分析混合物的反应时,要特别注意抓住重要元素的原子总数相等这个关系,利用原子个数的守恒分析反应过程中的数量关系,常常可以在解题中独辟蹊径,获得事半功倍的效果。

对于氧化还原反应来说,得失电子守恒(或化合价升降的守恒)是很重要的规律,是进行氧化还原反应的配平、化合价的确定以及综合计算问题的一大法宝。

【调研4】向一定量的未知浓度的氯化钡溶液中加入硝酸银溶液使  $\text{Cl}^-$  完全沉淀,其结果是生成溶液的质量与所加入的硝酸银溶液的质量相等,试求氯化钡溶液的质量分数是多少?

解题思路 根据质量守恒定律可知,  $m(\text{BaCl}_2) + m(\text{AgNO}_3) = m[\text{Ba}(\text{NO}_3)_2] + m(\text{AgCl})$ 。由“所生成溶液的质量与加入的硝酸银溶液质量相等”推知,氯化钡溶液的质量与生成氯化银沉淀的质量相等。设氯化钡溶液的质量为  $m \text{ g}$ , 其质量分数浓度为  $x\%$ , 则:



$$\text{解得 } x\% = \frac{208}{287} \times 100\% = 72.5\%$$

参考答案 72.5%

【方法探究】本题是一个无数据的计算题,分析这类计算题的关键是找到物质之间的数量关系,而质量守恒定律是反应物与生成物之间的重要数量关系。质量守恒包含两项内容:一是反应前后总的质量守恒;二是化学反应前后某原子(或原子团)的质量不变。遇到以下情形,可尝试用质量守恒法解题:①已知混合物反应前后的质量,求混合物所含成分质量分数时;②已知反应前后混合气体的体积,求混合气体所含成分体积分数时;③求反应前后气体的压强比、物质的量比或体积比时。

## 视点 集训

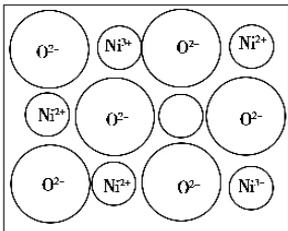
《试题调研》  
(第二辑)

- 将  $\text{CaCl}_2$  和  $\text{CaBr}_2$  的混合物 13.400 g 溶于水配成 500.00 mL 溶液,再通入过量的  $\text{Cl}_2$  完全反应后将溶液蒸干,得到干燥固体 11.175 g。则原配制的溶液中  $c(\text{Ca}^{2+}) : c(\text{Cl}^-) : c(\text{Br}^-)$  为  
A. 3:2:1      B. 1:2:3      C. 1:3:2      D. 2:3:1
- 已知  $\text{NO}_2$  与  $\text{NaOH}$  溶液反应为  $3\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  一起与  $\text{NaOH}$  溶液反应  $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。在盛  $a \text{ mol NO}$ 、 $b \text{ mol NO}_2$  和  $c \text{ mol O}_2$  的密闭容器中,加入  $V \text{ L}$  某浓度的烧碱溶液后,密闭容器中压强几乎为零。则  $\text{NaOH}$  溶液的物质的量浓度( $\text{mol/L}$ )为  
A.  $\frac{a+b+c}{V}$       B.  $\frac{2(a+b)}{V}$       C.  $\frac{a+b+c}{2V}$       D.  $\frac{a+b}{V}$
- 已知某  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  混合溶液 100 mL,其中阳离子浓度相等,  $\text{SO}_4^{2-}$  浓度为  $6 \text{ mol/L}$ ,此溶液中还可溶解铁粉的质量为  
A. 11.2 g      B. 16.8 g      C. 33.6 g      D. 5.6 g



- 将 3.48 g  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  完全溶解在 100 mL 1.00 mol/L 的  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$  中, 然后加入  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$  25.00 mL, 恰好使  $\text{Fe}^{2+}$  全部转化为  $\text{Fe}^{3+}$ , 且  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  全部转化为  $\text{Cr}^{3+}$ 。则  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的物质的量浓度为多少?
- 向一定物质的量的  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  和 Fe 的混合物中加入 50 mL 2 mol/L  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液, 在一定条件下恰好使混合物完全溶解, 放出 448 mL(标准状况)气体。在所得溶液中加入 KSCN 溶液, 无红色出现, 那么, 用足量的 CO 在高温下与相同质量的此混合物充分反应, 能得到铁多少克?
- 在含  $a$  mol  $\text{AlCl}_3$  的溶液中加入  $b$  mol NaOH 的溶液后有沉淀生成, 再继续加入 NaOH 溶液直到  $2b$  mol 时, 沉淀与加  $b$  mol NaOH 时一样多。试确定  $a$  与  $b$  的数量关系。
- 镁带在空气中燃烧生成氧化镁和氮化镁( $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ), 将燃烧后的产物全部溶解在 50 mL 1.8 mol·L<sup>-1</sup> 盐酸溶液中, 并用 20 mL 0.9 mol·L<sup>-1</sup> 的氢氧化钠溶液中和多余的酸, 然后在此溶液中加入过量碱把氨全部释放出来, 用足量盐酸吸收, 经测定, 氨为 0.006 mol, 求镁带的质量。

- (1) 中学教材上图示了 NaCl 晶体结构, 它向三维空间延伸得到完美晶体。NiO(氧化镍)晶体的结构与 NaCl 相同,  $\text{Ni}^{2+}$  与最近  $\text{O}^{2-}$  的核间距离为  $a \times 10^{-8}$  cm, 计算 NiO 晶体的密度(已知 NiO 摩尔质量为 74.7 g·mol<sup>-1</sup>)。



- (2) 天然的和绝大部分人工制备的晶体, 都存在各种缺陷, 例如在某种 NiO 晶体中就存在如图所示的缺陷: 一个  $\text{Ni}^{2+}$  空缺, 另有两个  $\text{Ni}^{2+}$  被两个  $\text{Ni}^{3+}$  所取代。其结果是晶体仍呈电中性, 但化合物中 Ni 和 O 的比值却发生了变化。某氧化镍样品组成为  $\text{Ni}_{0.97}\text{O}$ , 试计算该晶体中  $\text{Ni}^{3+}$  与  $\text{Ni}^{2+}$  的离子数之比。

【参考答案】

- D 根据溶液中阳离子所带正电荷总数等于阴离子所带负电荷总数知, 原溶液中:  $2n(\text{Ca}^{2+}) = n(\text{Cl}^-) + n(\text{Br}^-)$ 。将各选项数值代入上式进行检验可知答案。
- D 据题意可得如下方程式:  $a\text{NO} + b\text{NO}_2 + c\text{O}_2 + (a+b)\text{NaOH} = \text{NaNO}_2 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , 不管右边物质的化学计量数如何, 根据氮原子数守恒, 可得出 NaOH 的系数为  $(a+b)$ , 即为  $(a+b)$  mol, 从而找出正确答案为 D。
- A 根据电中性原理, 可得:  $x(\text{H}^+) + 2c(\text{Fe}^{2+}) + 3c(\text{Fe}^{3+}) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$ 。又由于  $c(\text{H}^+) = c(\text{Fe}^{2+}) = c(\text{Fe}^{3+})$ , 可得阳离子的浓度均为 2 mol/L。而加入铁粉后, 最终溶液中全部为  $\text{FeSO}_4$ , 即铁的总物质的量与硫酸根相等, 故继续溶解的铁的物质的量为  $6 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} - 2 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} \times 2 = 0.2 \text{ mol}$ , 其质量为  $0.2 \text{ mol} \times 56 \text{ g/mol} = 11.2 \text{ g}$ 。故应选 A。
- 由  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  中 +2 价铁所失电子的物质的量与  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  中 +6 价铬所得电子的物质的

视野开拓

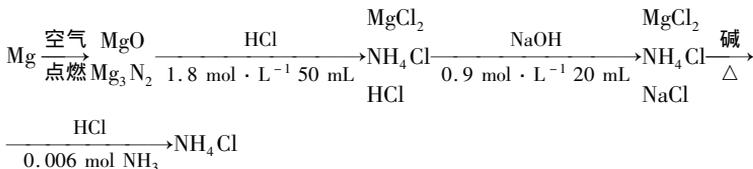


量相等得  $\frac{3.48 \text{ g}}{232 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times (3 - 2) = 0.025 \text{ 00 L} \times c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) \times (6 - 3) \times 2$ , 即  $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

5. 相关反应为  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{FeSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ ,  $\text{Fe} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightleftharpoons 3\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$ 。反应最后得到的溶液是  $\text{FeSO}_4$  溶液, 故有  $n(\text{Fe 元素}) = n(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ mol} / \text{L} \times 0.05 \text{ L} = 0.1 \text{ mol}$ , 用足量  $\text{CO}$  在高温下还原混合物能得到铁  $5.6 \text{ g}$ 。

6. 加入  $b \text{ mol NaOH}$ , 使  $\text{Al}^{3+}$  转化为  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀  $\frac{b}{3} \text{ mol}$ , 另有  $b \text{ mol NaOH}$ , 使  $\text{Al}^{3+}$  转化为  $\frac{b}{4} \text{ mol AlO}_2^-$ , 利用铝元素质量守恒可得  $a = \frac{b}{3} \text{ mol} + \frac{b}{4} \text{ mol} = \frac{7b}{12} \text{ mol}$ 。

7. 运用图示法审题如下:



根据阴、阳离子电荷浓度(或物质的量)相等即电荷守恒, 对  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、 $\text{NaCl}$  溶液分析, 可得:

$$n(\text{Mg}^{2+}) \times 2 + n(\text{NH}_4^+) \times 1 + n(\text{Na}^+) \times 1 = n(\text{Cl}^-) \times 1$$

$$\text{式中: } n(\text{Mg}) = n(\text{Mg}^{2+}) \quad n(\text{NH}_4^+) = n(\text{NH}_3)$$

$$n(\text{Na}^+) = 0.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20 \times 10^{-3} \text{ L} = 0.018 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 1.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 50 \times 10^{-3} \text{ L} = 0.09 \text{ mol}$$

$$\text{解得 } n(\text{Mg}) = 0.033 \text{ mol, 即 } m(\text{Mg}) = 0.033 \text{ mol} \times 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.792 \text{ g}$$

8. (1) 根据它的结构与  $\text{NaCl}$  相同, 可知每个晶胞中含有 4 个  $\text{Ni}^{2+}$ 、4 个  $\text{O}^{2-}$ 。

$\text{NiO}$  的物质的量为  $\frac{4}{6.02 \times 10^{23}} \text{ mol}$ , 质量为  $\frac{4}{6.02 \times 10^{23}} \text{ mol} \times 74.7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 该晶胞所占的体积为  $(2 \times a \times 10^{-8} \text{ cm})^3$ ,

$$\text{所以密度} = \frac{\frac{4}{6.02 \times 10^{23}} \text{ mol} \times 74.7 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{(2a \times 10^{-8} \text{ cm})^3} = \frac{62.0}{a^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}。$$

(2) 守恒法(电中性)

设  $1 \text{ mol Ni}_{0.97}\text{O}$  晶体中含  $x \text{ mol Ni}^{3+}$ , 则含  $\text{Ni}^{2+}$  为  $(0.97 - x) \text{ mol}$ , 根据晶体呈电中性, 则晶体中阳离子所带正电荷总和 = 阴离子所带负电荷总和, 即

$$3x \text{ mol} + 2 \times (0.97 - x) \text{ mol} = 2 \times 1 \text{ mol} \quad x = 0.06$$

$$\text{所以离子数之比为 } \text{Ni}^{3+} : \text{Ni}^{2+} = \frac{0.06 \text{ mol}}{(0.97 - 0.06) \text{ mol}} = \frac{6}{91}。$$



## 视点 2 前沿热点

热点  
信息

2005年10月17日凌晨4时33分,“神舟”六号在经历了115小时32分钟的太空飞行后成功返回,完成了我国真正意义上有人参与的空间科学实验,标志着我国在发展载人航天技术领域又取得了一个具有里程碑意义的重大胜利。

新华网报道,据农业部统计,2005年以来,我国共发生35起高致病性禽流感疫情,共有19.4万只禽发病,死亡18.6万只,扑杀2284.9万只。目前,所有疫情都已扑灭。

2006年5月15日,国家食品药品监督管理局通报,齐齐哈尔第二制药有限公司违反有关规定,将“二甘醇”辅料用于“亮菌甲素注射液”生产,导致多人肾功能急性衰竭,截至通报时已有4人死亡。

自2006年5月24日起,全国汽油、柴油零售基准价格每吨提高五百元,不少地方曾出现过短期“油荒”现象。

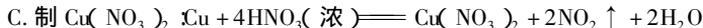
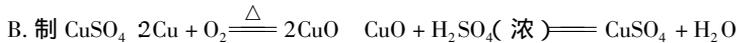
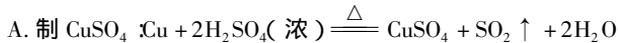
链接  
高考

新课标十分重视化学与科学、技术、社会、环保(即STSE)方面的联系,在高考试题中与STSE相关的高考题的再现率是100%,主要涉及日常生活、社会热点问题、食品、医药、能源、环保、化工生产、高新产品等方面的问题。在2006年各地的高考试题中,理综北京卷第5题,理综天津卷第8题,江苏单科卷第1题,理综四川卷第6题,广东单科卷第1、23、25题都涉及环保方面的知识,理综全国卷I第29题、理综全国卷II第29题,江苏单科卷第23题都涉及消毒方面的知识。上海单科卷第1题,江苏单科卷第21、25题都涉及能源方面的知识。

这类题往往是起点高,落点低,解答时不要被较长篇幅的题干的表面现象所迷惑。有时可改变阅读的习惯,先看问题再看题目,找关键词,吃透信息后,运用教材知识,就能“柳暗花明”“水到渠成”。

【调研1】“绿色化学”是人们最近提出的一个新概念,主要内容之一是指从技术、经济上设计一种可行的化学反应,尽可能减少对环境的负面作用。

(1)下列化学反应符合绿色化学概念的是\_\_\_\_\_。



(2)对废弃物即垃圾的分类处理属于绿色化学的范畴。请你根据日常生活中所见到的垃圾设计几种处理的方法:\_\_\_\_\_。废旧电池的处理尤为重要,



Http://www.tesoon.com

如果随意丢弃,主要会造成\_\_\_\_\_。

- A. 水体污染      B. 大气污染      C. 土壤污染      D. 食品污染

废旧电池的处理方法是\_\_\_\_\_。

(3)硝酸工业及汽车尾气中主要含有  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 。下列关于它们的危害的叙述中,正确的是\_\_\_\_\_。

- A. 形成酸雨      B. 破坏臭氧层  
C.  $\text{NO}$  能刺激呼吸道      D.  $\text{NO}_2$  能跟血红蛋白作用引起中毒  
E.  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$  在空气中可形成褐色或黄色的毒性很大的烟雾

**解题思路** (1)AC 反应都生成有毒气体,不符合“绿色化学”的要求。(2)处理废弃物的方法从环保和资源的综合利用等方面考虑,有多种答案可选择,电池中含有重金属,主要是对水体和土壤造成污染。(3)从  $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$  的物质性质和化学性质进行分析。

**参考答案** (1)BD (2)集中堆放、填埋、工业化高温焚烧并回收利用尾气;分类装袋,再回收利用,堆积发酵制肥料、沼气等 AC 回收再利用或用水泥包装后填埋 (3)ABE

**【热点探究】** 环境问题是当前世界面临的五大严峻问题之一。引起环境污染的原因很多,如化学污染、生物污染、热污染、噪音污染、核污染等。环境污染可分为大气污染、水污染、土壤污染和食品污染等几方面。有关环境方面的试题所设计的题型逐渐向着填空、选择、计算及综合方向发展,难度有所提高,范围更加广泛。在解答这类试题时,要通过相关的化学反应特点或物质性质去分析具体问题。

**【调研 2】** 氢气是一种高效而无污染的理想能源,近二十年来,对以氢气作为未来的动力燃料氢能源的研究获得了迅速地发展。下列(1)~(6)是某化学兴趣小组的学生查阅资料归纳的工作上制取氢气的方法,其中包括正在研究的方案。

(1)电解法  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$  (2)甲烷转化法:  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{CO} + 3\text{H}_2$  (3)水煤气法:  $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{CO} + \text{H}_2$  (4)碳氢化合物热裂法:  $\text{CH}_4 \xrightarrow{\quad} \text{C} + 2\text{H}_2$  (5)设法将太阳光聚集产生高温使水分解  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$  (6)寻找高效催化剂使水分解产生  $\text{H}_2$

试  
题  
调  
研  
第  
二  
辑

如果将来人类广泛使用氢气作为能源,那么上述 6 种方法中你认为可行的且很有发展前途的方法是哪几种?并逐条说明理由。

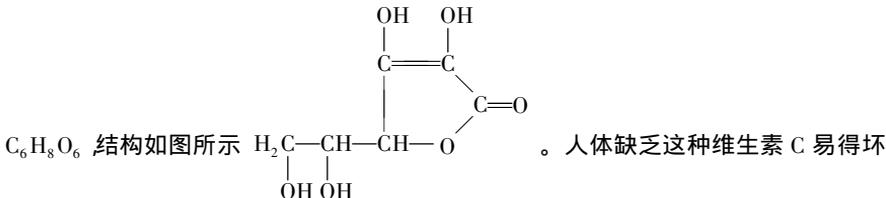
**解题思路** 甲烷、煤都是不可再生的能源,用这些不可再生的能源来制新能源显然是行不通的,所以方法(2)、(3)、(4)不可行。(1)、(5)、(6)的原料都是水,地球上拥有丰富的水资源,而且氢气作为能源反应后又生成水,所以是可行的,关键是如何解决好用水制取氢气的问题。

**参考答案** 方法(1):有朝一日大力发展水电站、太阳能发电站和核电站等,电力供应十分充足时是可行的;方法(5):太阳能是取之不尽的廉价能源;方法(6):催化剂能大大加快水的分解速度。



【热点探究】能源是人类社会发展进步的物质基础,化学能是人类利用能源的主要来源。人类早期开发使用的能源(如石油、煤、天然气等),后来使用的电能,新能源中的氢能都与化学知识有关。关于能源的主要考点有:化石燃料的综合利用,化学反应与能量的有关计算,原电池原理,燃烧产物与环境污染等问题。

【调研 3】维生素 C 是一种水溶性维生素(其水溶液呈酸性),其化学式为



血症,所以维生素 C 又称抗坏血酸。维生素 C 易被空气中的氧气氧化。在新鲜的水果、蔬菜、乳制品中都含维生素 C,如新鲜的橙汁中维生素 C 的含量在 500 mg/L 左右。

(1) 下列关于维生素 C 的叙述错误的是

- A. 维生素 C 能使溴水褪色      B. 维生素 C 可作食品添加剂  
C. 维生素 C 可发生水解反应      D. 维生素 C 不能发生氧化反应

(2) 校课外活动小组测定了某品牌的软包装橙汁中维生素 C 的含量。下面是测定实验分析报告。(请填写有关空白)

I. 测定目的 测定 ×× 牌软包装橙汁中维生素 C 的含量。

II. 测定原理  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 + \text{I}_2 \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^-$ 。

III. 实验用品及试剂: ① 仪器和用品(自选,略) ② 试剂: 指示剂 \_\_\_\_\_ (填名称), 浓度为  $7.50 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  标准碘溶液、蒸馏水等。

IV. 实验过程:

① 洗涤仪器 检查滴定管是否漏水, 润洗后装好标准碘溶液待用。

② 打开橙汁包装, 目测: 颜色——橙黄色, 澄清晰度——好。用 \_\_\_\_\_ (填仪器名称) 向锥形瓶中移入 20.00 mL 待测橙汁, 滴入 2 滴指示剂。

③ 用左手控制滴定管的 \_\_\_\_\_ (填部位), 右手振动锥形瓶, 眼睛注视 \_\_\_\_\_, 直到滴定终点。滴定至终点的现象是 \_\_\_\_\_。

V. 数据记录与处理 若经数据处理, 滴定中消耗标准碘溶液的体积是 15.00 mL, 则此橙汁中维生素 C 的含量是 \_\_\_\_\_ mg/L。

VI. 问题讨论:

① 滴定时能否剧烈振动锥形瓶? 为什么?

② 从分析数据看, 此软包装橙汁是否属纯天然的橙汁? \_\_\_\_\_ (填序号)。

A. 是      B. 可能是      C. 不是

制造商可能采取的做法是 \_\_\_\_\_。

A. 加水稀释天然橙汁      B. 橙汁已被浓缩      C. 将维生素 C 作添加剂

解题思路 (1) 维生素 C 的结构中含有碳碳双键、酯键, 所以能使溴水褪色, 能

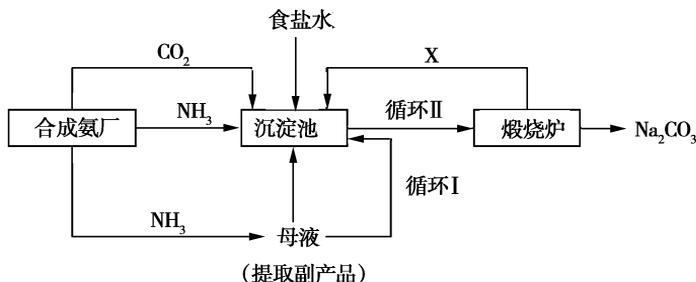


被氧化,能发生水解反应,根据题意也可推断出可作食品添加剂。(2)分析维生素 C 与单质碘的反应特点,并利用中和滴定的原理来解决新情境下的定量分析问题。

参考答案 (1)D (2)淀粉溶液 酸式滴定管或移液管 活塞 锥形瓶 溶液蓝色不褪色 990 不能,因为维生素 C 易被空气中的氧气氧化,剧烈振动锥形瓶增大了维生素 C 与空气的接触面积,使之氧化 B BC

【热点探究】生活中与化学有关的知识主要包括:医药、人体所需元素、食品、水、保健品、饮品等。题目的情境贴近生活,考查的知识点着眼于双基,这是素质教育之必需,也是今后高考命题的方向,应引起重视。

【调研 4】我国化学家侯德榜改革国外的纯碱生产工艺,发明了联合制碱法,这种方法又称为侯氏制碱法,其生产流程可简要表示如下:



(1)上述生产除了生产纯碱外,还得到一种副产品氯化铵,写出该副产品的一种用途\_\_\_\_\_。

(2)写出上述流程中 X 的分子式\_\_\_\_\_,沉淀池中发生的化学反应方程式是\_\_\_\_\_。

(3)使原料氯化钠的利用率从 70% 提高到 90% 以上,主要是设计了\_\_\_\_\_(填上述流程中的编号)的循环。从沉淀池中取出沉淀的操作是\_\_\_\_\_。

(4)为检验产品碳酸钠中是否含有氯化钠,可取少量试样溶于水后,再滴加\_\_\_\_\_。

(5)向母液中通氨气,加入细小食盐颗粒,冷却析出副产品,通氨气的作用有\_\_\_\_\_(填下列序号)。

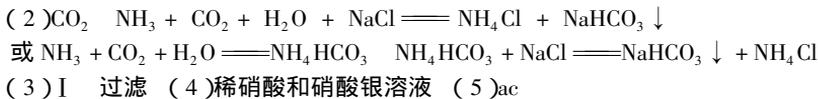
- 增大  $\text{NH}_4^+$  的浓度,使  $\text{NH}_4\text{Cl}$  更多地析出
- 使  $\text{NaHCO}_3$  更多地析出
- 使  $\text{NaHCO}_3$  转化为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 提高析出的  $\text{NH}_4\text{Cl}$  纯度

解题思路 (1)为识记性题目。(2)煅烧炉中为碳酸氢钠,煅烧时生成碳酸钠和二氧化碳。(3)要注意是提高氯化钠的利用率,过滤是中学就要求掌握的基本操作。

(4)  $\text{Cl}^-$  的检验是中学常见离子的检验。(5)用化学平衡理论分析具体问题。

参考答案 (1)化肥或电解液或焊药等(任选其一即可)

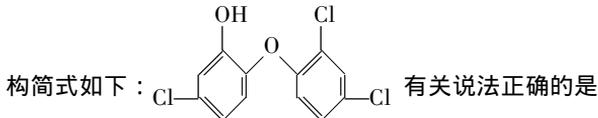




【热点探究】 本题以侯德榜制碱为切入点,要求学生能读懂化学工艺流程图,考查学生分析问题、解决问题的能力。这类题材的试题,不但可以考查化学知识和运用化学知识分析研究问题的能力,还有利于对学生进行爱国主义教育,增强学生的民族自豪感。

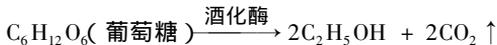
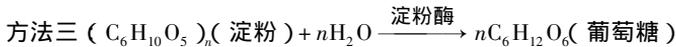
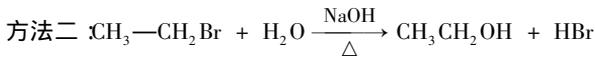
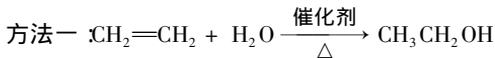
视点  
集训

1. 2006年4月22日是第37个“世界地球日”,我国确定的主题是“生态安全与环境友好型社会”。下列行为中不符合这一主题的是
- A. 采用“绿色化学”工艺,使原料尽可能转化为所需要的物质  
 B. 大量开采地下水,以满足社会对水的需求  
 C. 减少直至不使用对大气臭氧层起破坏作用的氟氯烃  
 D. 节约能源,提高能源利用率
2. 英国媒体2005年4月15日报道,高露洁牙膏中含有的消毒剂三氯生,遇含氯自来水能生成哥罗芳(三氯甲烷),哥罗芳能导致肝病甚至导致癌症。已知三氯生的结



- A. 三氯生的分子式为  $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{Cl}_3\text{O}_2$                       B. 哥罗芳不存在同分异构体  
 C. 三氯生能与氢氧化钠溶液反应                      D. 三氯生易溶于水
3. 由于燃油价格不断上升,开辟新能源,利用新能源,节约能源已成为人们普遍关注的话题,不少地方已经推广使用“酒精汽油”,其原因是\_\_\_\_\_。

已知制酒精的方法有三种:



对于这三种制酒精的方法,下列说法正确的是\_\_\_\_\_ (填代号)。

- A. 从绿色化学的角度看,方法一最好  
 B. 从原料的可再生性来说,方法三最好  
 C. 方法一发生了加成反应,方法二发生了取代反应  
 D. 以上四个反应中至少有两个是氧化还原反应

视野  
开拓

饭前饭后半小时内,不要从事紧张的脑力劳动或进行剧烈运动,也不宜边吃饭边看书。

温馨  
贴士



4. 某些结晶水合物,在温度不太高时就有熔化现象,既溶于自身的结晶水中,又同时吸收热量。它们在塑料袋中经日晒能熔化,在日落后又可缓慢凝结而释放热量,用以调节室温,称为潜热材料。现有几种盐的水合晶体的有关数据如下:

	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
熔点(℃)	40~50	29.92	32.38	35.1
熔化热 (千焦/摩)	49.3	37.3	77	100.1

(1)上述潜热材料中最适宜应用的两种盐是\_\_\_\_\_ ,其理由是:\_\_\_\_\_

(2)利用太阳能的方法之一,是将装有  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  的密闭聚乙烯管安装在房屋的外墙内,当太阳照射时,它能将太阳能转化为化学能,达到蓄热作用,使室内保持较低温度,晚上它可将化学能转化为热能放出,使室内保持一定温度。这种作用是利用了什么反应?(用化学方程式表示)

5. 2004年5月9日,央视《每周质量报告》曝光了四川成都新繁镇、彭州九尺镇和蒙阳镇的个别泡菜厂用工业盐腌制泡菜,用敌敌畏除虫,苯甲酸钠超标6倍。已知工业用盐中含亚硝酸钠。2004年4月27日汕头市工商局查获400克袋装中老年补钙营养奶粉1401包。这种奶粉被鉴定为所含亚硝酸盐残留量高出正常值7.8倍,长期食用可能致癌。因为  $\text{NaNO}_2$  既有像食盐一样的咸味,又能引起中毒,已知  $\text{NaNO}_2$  能发生如下反应  $2\text{NaNO}_2 + 4\text{HI} \rightarrow 2\text{NO} + \text{I}_2 + 2\text{NaI} + 2\text{H}_2\text{O}$

(1)上述反应中氧化剂是\_\_\_\_\_ ,若有 0.75 mol 的还原剂被氧化,则被还原的氧化剂是\_\_\_\_\_ mol。

(2)根据上述反应,可以用试纸和生活中常见的物质进行实验,以鉴别  $\text{NaNO}_2$  和  $\text{NaCl}$ ,可选用的物质有

①自来水 ②碘化钾淀粉试纸 ③淀粉 ④白糖 ⑤食醋 ⑥白酒。进行实验时,必须选用的物质有\_\_\_\_\_。

(3)某厂废切削液中,含 2%~5% 的  $\text{NaNO}_2$ ,直接排放会造成污染,下列试剂能使  $\text{NaNO}_2$  转化为不引起二次污染的  $\text{N}_2$  的是\_\_\_\_\_

①  $\text{NaCl}$  ②  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ③  $\text{H}_2\text{O}_2$  ④ 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$   
反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

6. 我国“神舟”六号载人飞船飞行取得圆满成功,标志着我国载人航天技术又取得了一个重大胜利。

(1)飞船发射时可用液态肼( $\text{N}_2\text{H}_4$ )作为燃料,液态肼在氧气中燃烧生成氮气和液态水,写出此反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

(2)已知每人每天要消耗 0.9 kg  $\text{O}_2$ ,呼出 1.0 kg  $\text{CO}_2$ 。为使载人飞船座舱内空气成分稳定,宇航科学家进行了大量的科学探索。有人提出在飞船上供氧的两个方案:



①通过太阳能电池产生的电流来电解水。

②通过“用金属过氧化物(如  $\text{Na}_2\text{O}_2$ )处理系统”,即不断使座舱内的空气通过盛有过氧化物的容器,并将处理后的气体通入座舱,这个过程涉及的化学反应方程式为:\_\_\_\_\_。

7. 吗啡和海洛因都是严格查禁的毒品。吗啡分子中 C、N、H 的质量分数依次为: 71.58%、4.91%、6.67% 其余是氧。

(1)通过计算得出吗啡的相对分子质量(不超过 300)\_\_\_\_\_ ;吗啡的分子式是\_\_\_\_\_。

(2)已知海洛因是吗啡的二乙酸酯。则海洛因的相对分子质量是\_\_\_\_\_ ;分子式是\_\_\_\_\_。

8. 煤是世界上应用最广泛的能源之一,我国有着丰富的煤资源,煤炭在我国能源构成中占有重要地位。煤在工业上经过干馏,生成焦炭,焦炭在冶金工业上有重要应用。

(1)写出高炉中铁矿石(主要成分  $\text{Fe}_x\text{O}_y$ )被还原成铁的化学方程式:\_\_\_\_\_。

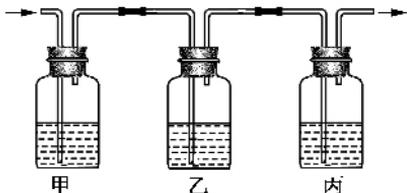
(2)在高炉尾气中还含有比较多的 CO,既浪费资源,又污染了大气。你认为可行的解决措施有(答案可能不止一项,但多选题扣分)\_\_\_\_\_。

①尽量增加高炉的高度,延长反应时间,以增加 CO 的转化

②尽量增大高炉内的气体压强,以增加 CO 的转化

③及时导出高炉气作气体燃料或化工原料

(3)下面的实验可以粗略测定生铁样品的含碳量。把生铁高温灼烧,生铁中的碳和硫转化成  $\text{CO}_2$  和  $\text{SO}_2$ ( $\text{SO}_2$  可以被  $\text{KMnO}_4$  溶液吸收)气体,将气体通入如图所示的装置:



装置中盛放的溶液可从下列 4 种试剂中选择(每种试剂只能用一次)

①澄清石灰水 ② $\text{KMnO}_4$  ③品红 ④浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$

那么,根据实验的需要,甲、乙、丙三个瓶盛的试剂依次最好是(填编号)\_\_\_\_\_。

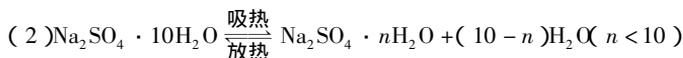
若取生铁样品 2.0 g,实验最后得到沉淀(已干燥)0.3 g,那么这种生铁的含碳量是\_\_\_\_\_。

### 【参考答案】

1. B 大量开采地下水会对地质环境造成严重的破坏。



2. BC 三氯生属于卤代烃,能与碱反应,不溶于水。
3. 酒精燃烧主要生成  $\text{CO}_2$  和水,不会对环境造成大的影响,酒精属于可再生能源,可由植物合成的淀粉发酵而来,燃烧生成的  $\text{CO}_2$  和水又可通过植物的光合作用转化成葡萄糖及淀粉 ABC
4. (1)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  这两种盐的熔点较低,且熔化时放出的热量高



解析 作为潜热材料的条件:一是要有较大的熔化热;二是熔点不宜过高。

5. (1)  $\text{NaNO}_2$  0.75 (2) ②⑤  
(3) ②  $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

解析 本题主要是运用氧化还原反应的知识解决具体问题,从化合价的变化可以看到  $\text{NaNO}_2$  具有氧化性,且 1 mol  $\text{NaNO}_2$  氧化 1 mol HI,鉴别和除去  $\text{NaNO}_2$  也是利用其氧化性,用还原性的物质与其反应。

6. (1)  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
(2)  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$
7. (1) 285  $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_3$  (2) 369  $\text{C}_{21}\text{H}_{23}\text{NO}_5$

解析 (1) 根据已知数据,可计算吗啡中 C、H、N、O 原子数最简整数比为 C:H:N:O = 17:19:1:3,则最简式为  $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_3$ ,式量为  $12 \times 17 + 1 \times 19 + 14 \times 1 + 16 \times 3 = 285$ 。因吗啡的相对分子质量不超过 300,故吗啡的相对分子质量为最简式式量即 285,其分子式就是最简式  $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_3$ 。(2) 因为海洛因是吗啡的二乙酸酯,根据酯化反应的过程:  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{R}-\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOR} + \text{H}_2\text{O}$ ,则每分子  $\text{CH}_3\text{COOH}$  参加酯化反应所生成的酯比原来的醇的相对分子质量增加  $60 - 18 = 42$ 。由于海洛因是吗啡的二乙酸酯,则海洛因的相对分子质量比吗啡增加  $42 \times 2 = 84$ ,所以海洛因的相对分子质量为  $285 + 84 = 369$ 。海洛因的分子组成比吗啡增加  $2(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 - \text{H}_2\text{O}) = \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_2$ 。故海洛因的分子式为  $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_3 + \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_2 = \text{C}_{21}\text{H}_{23}\text{NO}_5$ 。

8. (1)  $\text{Fe}_x\text{O}_y + y\text{CO} = x\text{Fe} + y\text{CO}_2$  (2) ③ (3) ②③① 1.8%

解析 (1) 是基础知识。(2) 从平衡原理进行分析。(3) 用  $\text{KMnO}_4$  除  $\text{SO}_2$ ,用品红溶液检验  $\text{SO}_2$  是否除净,用石灰水与  $\text{CO}_2$  反应,根据碳酸钙的量可求其含碳的质量。





## 原创题探讨

原创  
调研

【调研1】 在 50 mL  $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaOH 溶液中,通入一定量的  $\text{H}_2\text{S}$  反应完全后,在常温和减压条件下,用氮气把溶液吹干,得到白色固体 7.92 g。通过计算确定白色固体的组成成分及各组成成分的质量。

解题思路  $\text{H}_2\text{S}$  通入 NaOH 溶液,可能发生的反应有:  
 $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{NaHS} + \text{H}_2\text{O}$   $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。  
 NaOH 与  $\text{H}_2\text{S}$  相对量的大小对白色固体的组成是有影响的。设  $\frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{H}_2\text{S})} = x$ , 若  $x \leq 1$ , 则白色固体为 NaHS; 若  $x \geq 2$ , 则白色固体为 NaOH(过量)和  $\text{Na}_2\text{S}$ ; 若  $1 < x < 2$ , 白色固体为  $\text{Na}_2\text{S}$  和 NaHS。由于题目给出的  $\text{H}_2\text{S}$  是“一定量”,因此,确定白色固体的成分必须由给出的 NaOH 的物质的量和白色固体的质量来决定,并按反应进行计算分析。

解法一(守恒法)若 NaOH 过量,设参加反应的  $\text{H}_2\text{S}$  的物质的量为  $x$ ,根据质量守恒,可列下式:

$$7.92 \text{ g} = 0.05 \text{ L} \times 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot x - 2x \cdot 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{解得 } x = 0.04 \text{ mol}$$

故白色固体中  $n(\text{Na}_2\text{S}) = 0.04 \text{ mol} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.12 \text{ g}$   $m(\text{NaOH}) = 7.92 \text{ g} - 3.12 \text{ g} = 4.80 \text{ g}$ ;

若  $\text{H}_2\text{S}$  过量,再根据质量守恒,可列下式:

$$7.92 \text{ g} = 0.05 \text{ L} \times 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot x - 0.05 \text{ L} \times 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{解得 } x = 0.1035 \text{ mol}$$

故白色固体中  $m(\text{NaHS}) = (0.1035 \text{ mol} - 0.10 \text{ mol}) \times 2 \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.40 \text{ g}$ ,  
 $m(\text{Na}_2\text{S}) = 7.92 \text{ g} - 0.40 \text{ g} = 7.52 \text{ g}$ 。

解法二(差量法)  $n(\text{NaOH}) = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 50 \text{ mL} \times 10^{-3} = 0.20 \text{ mol}$

$$m(\text{NaOH}) = 0.2 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.0 \text{ g}$$

若 0.20 mol NaOH 跟  $\text{H}_2\text{S}$  反应全部生成  $\text{Na}_2\text{S}$ ,其质量为:  $\frac{1}{2} \times 0.20 \text{ mol} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 7.8 \text{ g}$

若 0.20 mol NaOH 跟  $\text{H}_2\text{S}$  反应全部生成 NaHS,其质量为  $0.20 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 11.2 \text{ g}$

由于 7.92 g 介于 7.8 g ~ 11.2 g 和 7.8 g ~ 8.0 g 之间,故得到的白色固体的成分有下面两种可能:

进餐时要细嚼慢咽,品尝味道。这样不仅有利于食物的营养吸收,还可避免摄取过多的食物从而引起肥胖。

温馨  
贴士



Http://www.tesoon.com

(1) 白色固体是  $\text{Na}_2\text{S}$  和  $\text{NaOH}$  的混合物, 实际差量 =  $8.0 \text{ g} - 7.92 \text{ g} = 0.08 \text{ g}$

根据反应  $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \quad \Delta m = 2 \text{ g}$

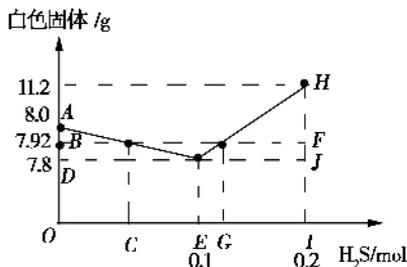
有  $n(\text{Na}_2\text{S}) = 78 \text{ g} \times \frac{0.08 \text{ g}}{2 \text{ g}} = 3.12 \text{ g}$   $n(\text{NaOH}) = 7.92 \text{ g} - 3.12 \text{ g} = 4.80 \text{ g}$

(2) 白色固体是  $\text{Na}_2\text{S}$  和  $\text{NaHS}$  的混合物, 实际差量 =  $7.92 \text{ g} - 7.8 \text{ g} = 0.12 \text{ g}$

根据反应  $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{S} = 2\text{NaHS} \quad \Delta m = 34 \text{ g}$

有  $n(\text{NaHS}) = 2 \times 56 \text{ g} \times \frac{0.12 \text{ g}}{34 \text{ g}} = 0.40 \text{ g}$ ,  $n(\text{Na}_2\text{S}) = 7.92 \text{ g} - 0.40 \text{ g} = 7.52 \text{ g}$

解法三(数形结合): 设横坐标表示通入  $\text{H}_2\text{S}$  的物质的量, 纵坐标表示白色固体的质量, 可作图像如下:



第 1 种情况:

$$\frac{OC}{OE} = \frac{AB}{AD} \quad \text{即} \quad \frac{OC}{0.1 \text{ mol}} = \frac{8.0 \text{ g} - 7.92 \text{ g}}{8.0 \text{ g} - 7.8 \text{ g}} \quad OC = 0.04 \text{ mol}$$

故通入的  $\text{H}_2\text{S}$  为  $0.04 \text{ mol}$ , 生成的  $\text{Na}_2\text{S}$  为  $0.04 \text{ mol} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.12 \text{ g}$ , 未反应的  $\text{NaOH}$  为  $7.92 \text{ g} - 3.12 \text{ g} = 4.80 \text{ g}$ 。

第 2 种情况:

$$\frac{EG}{EI} = \frac{FJ}{HJ} \quad \text{即} \quad \frac{EG}{0.1 \text{ mol}} = \frac{7.92 \text{ g} - 7.8 \text{ g}}{11.2 \text{ g} - 7.8 \text{ g}} \quad EG = 0.0035 \text{ mol}$$

故通入的  $\text{H}_2\text{S}$  为  $0.10 \text{ mol} + 0.0035 \text{ mol} = 0.1035 \text{ mol}$ , 生成的  $\text{NaHS}$  为  $0.0035 \text{ mol} \times 2 \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.40 \text{ g}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$  为  $7.92 \text{ g} - 0.40 \text{ g} = 7.52 \text{ g}$ 。

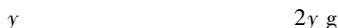
**【方法探究】** 对于同一个化学问题, 从不同的角度进行分析处理往往会导出许多不同的解法, 引导学生用多种思路解题, 既能使学生灵活地运用知识, 形成立体的思维网络; 又能通过比较, 选择最合理、最简捷的思路, 培养思维的灵活性。

对于反应物的量不同、发生的反应不同的计算问题, 一般都要先分析反应物的量与生成物种类之间的关系, 根据发生的反应不同而进行分析计算。在建立关系式时, 守恒法是比较常用的分析方法, 利用差量法可以简化计算过程, 而图像法则直观形象。在解题时可根据具体的问题, 选择不同的分析方法, 也可将这几种方法结合起来对问题进行分析。



【调研2】 200 ℃时 11.6 g CO<sub>2</sub>和 H<sub>2</sub>O 的混合气体与足量的 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>充分反应后,固体质量增加了 3.6 g,则原混合气体中 CO<sub>2</sub>和 H<sub>2</sub>O 的物质的量之比为多少?

解题思路 设原混合气体中 CO<sub>2</sub>的物质的量为  $x$ , H<sub>2</sub>O 的物质的量为  $y$ , 则



依题意则有:

$$\begin{cases} 28x \text{ g} + 2y \text{ g} = 3.6 \text{ g} \\ 44x \text{ g} + 18y \text{ g} = 11.6 \text{ g} \end{cases} \text{ 所以 } x = 0.1 \text{ mol} \quad y = 0.4 \text{ mol}$$

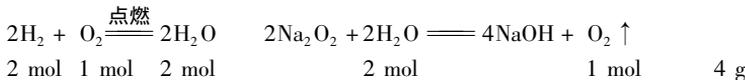
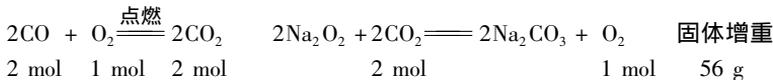
参考答案 CO<sub>2</sub>和 H<sub>2</sub>O 的物质的量之比为 1:4。

【原创探究】 本题以 CO<sub>2</sub>和 H<sub>2</sub>O 与 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>反应的知识为载体,考查利用质量变化的关系求解混合物中各组分之间的数量关系问题,是一道元素化合物知识与化学计算问题的综合试题。原创题的主要设计方法就是将化学知识重新组合或者将设问方式进行变化。

【变式1】 将 2.1 g 由 CO 和 H<sub>2</sub>组成的混合气体,在足量的氧气中充分燃烧后,通入足量的 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>固体中,固体的质量增重为

- A. 2.1 g                      B. 1.6 g                      C. 3.2 g                      D. 无法计算

解题思路 分析所发生的化学反应方程式



由上面的分析知:每 2 mol CO<sub>2</sub>参与反应,固体增重 56 g,相当于 2 mol CO 的质量;每 2 mol H<sub>2</sub>O 参与反应,固体增重为 4 g,相当于 2 mol H<sub>2</sub>的质量,即 CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O(g) 分别与足量 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>反应,固体增重分别相当于等物质的量的 CO、H<sub>2</sub>的质量。进而我们不难发现,2.1 g CO 和 H<sub>2</sub>的混合气体在足量的氧气中充分燃烧后,通入足量的 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>固体中,反应后固体的质量必然也增加 2.1 g。

参考答案 A

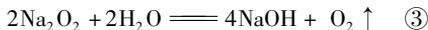
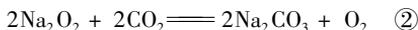
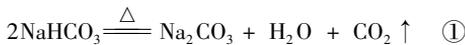
【误点警示】 本题是对调研2从知识点角度的一种巧妙变形,它们都是有关混合气体与 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>反应的计算问题,只是设问不同。如果只从表面上与调研2做对比,很容易误认为由于缺少混合气体的物质的量之比,而无法求解结果。在分析常见的相似习题时,一定要防止因表面的相似性而进行错误的推断,要注意它们之间的本质差异,避免思维的浮浅化。

原创题探讨

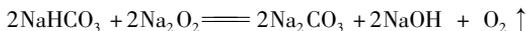


【变式2】取 18.4 g  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  固体混合物,在密闭容器中加热到  $250\text{ }^\circ\text{C}$ ,若经充分反应后排出气体为一纯净物,计算原混合物中  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的质量范围。

解题思路 在  $250\text{ }^\circ\text{C}$  条件下,此题可能发生的反应为:



依题意,反应后排出气体为纯净物,则该气体一定是  $\text{O}_2$ ,同样可说明反应前无  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ ,反应后也无  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ ,同样也可将以上 3 个化学方程式叠加处理(① $\times$ 2+②+③),消去  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  得:



若  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  恰好完全反应,均无剩余,则

$$m(\text{Na}_2\text{O}_2) = 18.4\text{ g} \times \frac{156\text{ g}}{156\text{ g} + 168\text{ g}} = 8.86\text{ g}$$

由于反应后无  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ ,则  $\text{NaHCO}_3$  一定无剩余,但  $\text{Na}_2\text{O}_2$  可能有剩余,故  $\text{Na}_2\text{O}_2$  可能大于等于 8.86 g。

参考答案 原混合物中  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的质量范围为  $m(\text{Na}_2\text{O}_2) \geq 8.86\text{ g}$

【方法探究】本题是在调研 2 的基础上行变而成的,增加的知识为碳酸氢钠的分解反应,它属于混合物的计算问题,难度比原题大。分析这类试题时,先要正确分析出全部的化学反应方程式,然后再结合题目所给的信息分析所发生的反应之间的数量关系,在此基础上建立关系式并求得结果。

## 强化 闯关

### 《试题调研》 (第二辑)

1. 设  $N_A$  表示阿伏加德罗常数的值,下列说法不正确的是
  - A. 1 mol  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  含有  $(2n+1)N_A$  个共价键
  - B. 1 mol 石墨中含有  $N_A/2$  个六碳环
  - C. 常温常压下 31 g 白磷与红磷的混合物,含有  $N_A$  个磷原子
  - D. 将 1 mol  $\text{NO}_2$  气体进行加压,加压后气体的分子数将少于  $N_A$  个
2. 锌和铝都是活泼金属,其氢氧化物既能溶于强酸,又能溶于强碱。但是氢氧化铝不溶于氨水,而氢氧化锌能溶于氨水,生成  $\text{Zr}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 。

回答下列问题:

- (1) 单质铝溶于氢氧化钠溶液后,溶液中铝元素的存在形式为 \_\_\_\_\_ (用化学式表示)。
- (2) 写出锌和氢氧化钠溶液反应的化学方程式 \_\_\_\_\_。
- (3) 下列各组中的两种溶液,用相互滴加的实验方法即可鉴别的是 \_\_\_\_\_。

① 硫酸铝和氢氧化钠 ② 硫酸铝和氨水 ③ 硫酸锌和氢氧化钠 ④ 硫酸锌和氨水



温馨  
贴士

适量饮用碳酸饮料,过多会造成胃胀气,引起胃痛、食欲减退。

(4) 写出可溶性铝盐与氨水反应的离子方程式\_\_\_\_\_。  
 试解释在实验室不适宜用可溶性锌盐与氨水反应制备氢氧化锌的原因\_\_\_\_\_。

3. (1) 在反应  $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HBr} = 5\text{Br}_2 + 2\text{MnBr}_2 + 2\text{KBr} + 8\text{H}_2\text{O}$  中, 还原剂是\_\_\_\_\_。

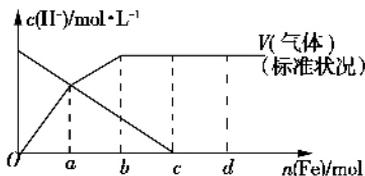
(2) 已知  $\text{BrF}_x$  与  $\text{H}_2\text{O}$  按物质的量之比 3:5 反应后的产物是  $\text{HF}$ 、 $\text{HBrO}_3$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{BrF}_x$  中的  $x =$  \_\_\_\_\_, 该反应中的氧化剂是 \_\_\_\_\_, 还原剂是 \_\_\_\_\_。

(3) 浓盐酸在反应  $\text{KClO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{ClO}_2 + \text{Cl}_2 + \square$  中显示出来的性质是\_\_\_\_\_。

(4) 常温下, 下列反应均能自发地向右进行  $2\text{D}^- + \text{A}_2 = \text{D}_2 + 2\text{A}^-$ 、 $2\text{B}^- + \text{D}_2 = \text{B}_2 + 2\text{D}^-$ 、 $2\text{A}^- + \text{C}_2 = \text{A}_2 + 2\text{C}^-$ 。由此得出的正确结论是

- A.  $\text{A}^-$ 、 $\text{B}^-$ 、 $\text{C}^-$ 、 $\text{D}^-$  中, 还原性最强的是  $\text{C}^-$
- B.  $\text{A}_2$ 、 $\text{B}_2$ 、 $\text{C}_2$ 、 $\text{D}_2$  单质中, 氧化性最强的是  $\text{C}_2$
- C. 反应  $2\text{C}^- + \text{B}_2 = \text{C}_2 + 2\text{B}^-$  不能自发向右进行
- D. 反应  $2\text{C}^- + \text{B}_2 = \text{C}_2 + 2\text{B}^-$  能够自发向右进行

4. 铁在热的稀  $\text{HNO}_3$  中反应, 其主要还原产物为  $\text{N}_2\text{O}$ , 而在冷的稀  $\text{HNO}_3$  中反应, 其主要还原产物为  $\text{NO}$ , 当溶液更稀时, 其主要还原产物是  $\text{NH}_4^+$ 。请分析下图, 回答有关问题。



(1) 假设在任一气体产生的曲线段内只有一种还原产物, 试配平由  $b$  点到  $c$  点时反应的化学方程式:



(2) 判断从  $O$  点到  $a$  点时的还原产物, 应为\_\_\_\_\_。

(3)  $a$  点到  $b$  点时产生还原产物为 \_\_\_\_\_, 其原因是\_\_\_\_\_。

(4) 已知到达  $d$  点时反应完全结束, 此时溶液中的主要阳离子为\_\_\_\_\_。

投入金属铁的物质的量之比  $\frac{n_c(\text{Fe})}{n_d(\text{Fe})} =$  \_\_\_\_\_。

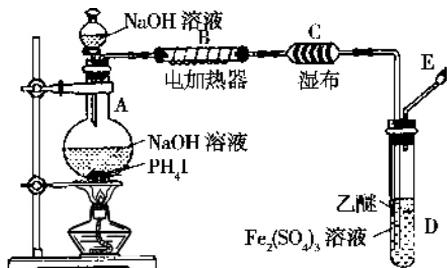
5. 磷化氢( $\text{PH}_3$ )是一种无色剧毒的气体(沸点为  $-89.7^\circ\text{C}$ )。夏夜, 坟场附近游荡着的蓝莹莹“鬼火”就是  $\text{PH}_3$  的自然现象,  $\text{PH}_3$  可以由碘化磷( $\text{PH}_4\text{I}$ )与强碱反应来制取, 其原理类似于实验室制取氨气, 现用如图所示装置进行  $\text{PH}_3$  的制取和性质实验。

原创题探讨

多吃蔬菜和水果可以供给必需的维生素和矿物质, 其中还含有大量的膳食纤维, 既可以产生饱腹感, 又易于其他养分的消化吸收, 帮助体内清理垃圾。

温馨贴士





- (1) 实验室用  $\text{PH}_4\text{I}$  和烧碱反应制取  $\text{PH}_3$  的化学方程式: \_\_\_\_\_。
- (2) 实验开始时, 先从分液漏斗往盛有碘化磷的烧瓶 A 中加入适量乙醚(乙醚为无色液体, 沸点是  $34.5^\circ\text{C}$ , 微溶于水, 与  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  不发生反应) 微热数分钟后, 再从分液漏斗往烧瓶中加入一定量烧碱溶液, 继续加热。在 B 处用电加热器控制硬质玻璃管的温度在  $360^\circ\text{C}$  左右。实验中可观察到: ①在用湿布裹着的 C 管处有白色蜡状固体生成; ②D 试管中  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液由棕黄色变成淡绿色, 同时也有白色蜡状固体生成; ③E 处点燃气体, 火焰呈蓝色。
- I. C 管处白色蜡状固体是 \_\_\_\_\_, 这一事实说明  $\text{PH}_3$  受热 \_\_\_\_\_。
- II. D 试管中发生反应的化学方程式为: \_\_\_\_\_。此反应说明  $\text{PH}_3$  具有 \_\_\_\_\_ 性。
- III. E 处导出的气体必须点燃的原因是 \_\_\_\_\_。
- IV. 实验开始时, 先往烧瓶 A 中加入适量乙醚并微热, 其目的是 \_\_\_\_\_。

6. 加热硫酸铜晶体时, 随温度不断升高到  $1000^\circ\text{C}$ , 晶体会逐渐“释放”水蒸气、三氧化硫(并会分解)、氧气, 同时生成氧化铜, 而最后氧化铜转化为氧化亚铜。现将  $25.0\text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  均匀加热, 缓慢升温到  $1000^\circ\text{C}$ , 并恒温一段时间。

试通过计算, 回答下列问题:

《试题调研》  
(第二辑)

- (1) 反应过程中, 固体产物的质量是否可能为  $10\text{ g}$ ? \_\_\_\_\_ (填“可能”或“不可能”)。其理由是 \_\_\_\_\_。
- (2) 若实验没有误差, 反应完全后, 气体产物除去水后, 其物质的量  $n$  (气体) 的取值范围为 \_\_\_\_\_。
- (3) 某同学在实验中最后获得固体的质量为  $7.6\text{ g}$ , 试计算该同学获得固体物质的组成成分和它们的质量。
7. 将  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和  $\text{NaHCO}_3$  的混合物等质量分成两份, 其中一份加  $100\text{ mL}$  稀盐酸, 使其充分反应, 溶液呈中性, 放出气体  $2.24\text{ L}$ 。将气体通入另一份混合物中充分反应后, 气体体积变为  $2.016\text{ L}$ 。请计算:
- (1) 原混合物中  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和  $\text{NaHCO}_3$  的物质的量之比。
- (2) 盐酸溶液的物质的量浓度(气体体积在标准状况下测定)。



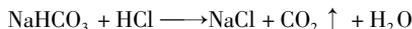
温馨  
贴士

饮食保健“三、五、七”即“三高、五低、七分饱”的原则。三高: 高新鲜度、高纤维、高蛋白。五低: 低糖、低盐、低胆固醇、低脂肪、低刺激性食物。

8. 某天然碱(纯净物)可看作由  $\text{CO}_2$  和  $\text{NaOH}$  反应后的产物所组成。称取天然碱样品四份,溶于水后,分别逐滴加入相同浓度的盐酸溶液 30 mL,产生  $\text{CO}_2$  的体积(标准状况)如下表:

	I	II	III	IV
盐酸液的体积( mL )	30	30	30	30
样品( g )	3.32	4.15	5.81	7.47
二氧化碳的体积( mL )	672	840	896	672

- (1) 由第 I 组数据中的  $\text{CO}_2$  体积与样品质量之比,可以推测用 2.49 g 样品进行同样的实验时,产生  $\text{CO}_2$  \_\_\_\_\_ mL(标准状况)。  
 (2) 另取 3.32 g 天然碱样品于  $300\text{ }^\circ\text{C}$  加热分解至完全( $300\text{ }^\circ\text{C}$  时  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  不分解),产生  $\text{CO}_2$  112 mL(标准状况)和水 0.45 g,计算并确定该天然碱的化学式。  
 (3) 已知  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{HCl}$ (aq) 的反应分下列两步进行:

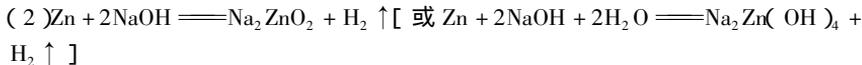


依据上表所列数据以及天然碱的化学式,讨论并确定上述实验中  $\text{CO}_2$  体积  $V$  (mL)(标准状况)与样品质量  $W$  (g) 之间的关系式。

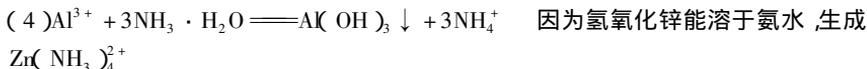
【参考答案】

1. A 每两个碳原子间形成 1 个共价键  $n$  个碳原子可形成  $n-1$  个共价键,每个氢原子只能形成 1 个共价键,故 1 mol  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  共形成  $(n-1+2n+2)N_A = (3n+1)N_A$  个共价键, A 选项不正确;石墨中每个碳原子分属于三个碳环,对其中一个环的贡献为  $\frac{1}{3}$  个,故每个六碳环中相当于含碳原子  $\frac{1}{3} \times 6 = 2$  个, B 选项正确;物质所含原子个数的多少只与相对原子质量、质量有关, 31 g 磷所含磷原子数为  $\frac{31\text{ g}}{31\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1\text{ mol}$ , C 选项正确;由于  $\text{NO}_2$  与  $\text{N}_2\text{O}_4$  间存在反应  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ , 故加压后,平衡向右移动,气体分子数减少, D 选项正确。

2. (1)  $\text{AlO}_2^-$  [ 或  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$  ]



- (3) ①③④



解析 解答本题时,一是要抓住题中所给的信息,即锌的性质,二是要运用类比的

肉类应选择易消化、脂肪含量较低鱼、虾、鸡肉等。尽量减少含胆固醇高的动物内脏、鱼子等食物的摄入量。



方法进行分析,即根据铝的两性所表现出来的性质,来分析锌的性质。

3. (1) HBr (2)  $\text{Br}_2$   $\text{BrF}_3$   $\text{BrF}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  (3)  $\text{H}_2\text{O}$  酸性和还原性 (4) BC

解析 这是一道将近几年高考题进行组合、改编而成的试题,它主要考查氧化剂、还原剂、盐酸在反应中所扮演的角色,以及物质的氧化性、还原性强弱顺序等基础知识。

(1) HBr 被氧化成  $\text{Br}_2$ , HBr 是还原剂。

(2) 依题意写出化学方程式:



可确定  $x=3$ , 氧化剂是  $\text{BrF}_3$ , 还原剂是  $\text{BrF}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 酸性(生成  $\text{KCl}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ )和还原性(被氧化成  $\text{Cl}_2$ )。

(4) 由题意可得出氧化性:  $\text{C}_2 > \text{A}_2 > \text{D}_2 > \text{B}_2$ , 还原性:  $\text{C}^- < \text{A}^- < \text{D}^- < \text{B}^-$ , 所以反应  $2\text{C}^- + \text{B}_2 \longrightarrow \text{C}_2 + 2\text{B}^-$  不能自发进行。

4. (1)  $8\text{Fe} + 30\text{HNO}_3 \longrightarrow 8\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$

(2) NO(开始为冷的稀  $\text{HNO}_3$ )

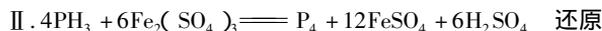
(3)  $\text{N}_2\text{O}$  反应为放热反应,当温度升高后,则生成  $\text{N}_2\text{O}$

(4)  $\text{Fe}^{2+}$  2:3

解析 题中给出的图像可分为两部分,其一为  $n(\text{H}^+)$  随  $n(\text{Fe})$  的改变情况;其二为产生气体的体积随  $n(\text{Fe})$  的改变情况。从题给条件知,铁在冷的稀  $\text{HNO}_3$  中生成 NO, 在热的稀  $\text{HNO}_3$  中生成  $\text{N}_2\text{O}$ , 则 Fe 与  $\text{HNO}_3$  反应为放热反应,故图像中,  $oa$  段产物为 NO;  $ab$  段产物为  $\text{N}_2\text{O}$ ;  $bc$  段产物为  $\text{NH}_4^+$ ;  $cd$  段  $\text{H}^+$  耗尽,无气体产生,气体总体积为一定值,是 Fe 与  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  的反应,且反应为:  $2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 。

5. (1)  $\text{PH}_4\text{I} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{PH}_3 \uparrow + \text{NaI} + \text{H}_2\text{O}$

(2) I. 白磷 分解生成磷



《  
试  
题  
调  
研  
》

III. 导出的气体除  $\text{H}_2$  外,还有未反应完的剧毒气体  $\text{PH}_3$  及少量乙醚蒸气,为减少对空气的污染,必须将气体燃烧掉

(  
第  
二  
辑  
)

IV. 利用乙醚蒸气密度大,先将装置中的空气排尽,以防止  $\text{PH}_3$  在装置中自燃,影响实验效果

解析 (1) 利用氯化铵与氢氧化钠反应进行类比。

(2) 解题时,要抓住题中的信息点,如磷化氢易燃烧,还要注意利用所学的知识,如白磷是白色蜡状固体,它的分子式是  $\text{P}_4$ 。

6. (1) 可能 因为若固体产物全为  $\text{CuSO}_4$ , 其质量为 16 g, 若产物全为  $\text{CuO}$ , 其质量为 8.0 g (2)  $0.125 \text{ mol} < n < 0.175 \text{ mol}$

(3)  $m(\text{CuO}) = 4.0 \text{ g}$ ,  $m(\text{Cu}_2\text{O}) = 3.6 \text{ g}$

解析  $25.0 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  的物质的量为 0.100 mol



温馨  
贴士

荤素搭配。荤食中蛋白质、钙、磷、脂溶性维生素优于素食,而素食中不饱和脂肪酸、维生素和粗纤维又优于荤食。两者相互调剂,才有益于健康。

(1)胆矾受热时,可先后发生下列反应而失重:



在某中间温度时,若产物全是  $\text{CuSO}_4$ ,其质量为  $0.1 \times 160 = 16(\text{g})$ ,若产物全是  $\text{CuO}$  其质量为  $0.1 \times 80 = 8.0(\text{g})$ 。因此,当剩余固体质量为  $10 \text{ g}$ ,其组分既有  $\text{CuSO}_4$ (设其质量为  $x$ ),又有  $\text{CuO}$ ,根据  $\text{Cu}$  原子守恒可得  $x/160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + (10 \text{ g} - x)/80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.1 \text{ mol}$ ,解得  $x = 4 \text{ g}$ 。

(2)由题意得  $\text{CuSO}_4$  完全分解,固体产物为氧化亚铜,气体除水后,生成的气体有三氧化硫、氧气及存在一个平衡  $2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$ ,若全为三氧化硫和氧气,则气体物质的量为  $0.125 \text{ mol}$ ,若三氧化硫完全分解,则气体物质的量为  $0.175 \text{ mol}$ ,所以  $0.125 \text{ mol} < n(\text{气体}) < 0.175 \text{ mol}$ 。

(3)若全是氧化铜,则最后固体质量为  $8.0 \text{ g}$ ,若全是氧化亚铜,则质量为  $7.2 \text{ g}$ 。现固体质量为  $7.6 \text{ g}$ ,说明剩余固体中既有  $\text{CuO}$ (设其质量为  $x$ ),又有  $\text{Cu}_2\text{O}$ (设其质量为  $y$ )。由已知条件可列关系式:

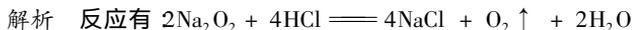
$$x + y = 7.6 \text{ g}$$

$$\frac{x}{80 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 + \frac{y}{144 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.100 \text{ mol}$$

$$\text{解得 } x = 4.0 \text{ g}, y = 3.6 \text{ g}。$$

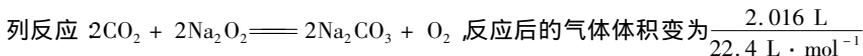
7.(1) 8:1或2:9

(2) 3.40 mol · L<sup>-1</sup>或1.30 mol · L<sup>-1</sup>



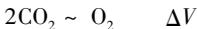
$$\text{产生 } \text{CO}_2 \text{ 和 } \text{O}_2 \text{ 的物质的量} = \frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.100 \text{ mol}。$$

生成的  $\text{CO}_2$  和  $\text{O}_2$  的混合气体通入另一份  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和  $\text{NaHCO}_3$  的混合物中,只能发生下



$$= 0.0900 \text{ mol}$$

(1)若  $\text{Na}_2\text{O}_2$  过量,最后产生的气体全部是  $\text{O}_2$  时:



$$x \quad (0.100 - 0.0900) \text{ mol}$$

$$x = 0.0200 \text{ mol}$$

所以  $\text{NaHCO}_3$  为  $0.0200 \text{ mol}$ ,  $\text{O}_2$  为  $0.100 \text{ mol} - 0.0200 \text{ mol} = 0.0800 \text{ mol}$

$$\text{Na}_2\text{O}_2 \text{ 为 } 0.0800 \text{ mol} \times 2 = 0.160 \text{ mol}$$

节假日期间,应多去户外活动。若室内活动多,会因室温较高,空气干燥,而引起呼吸系统疾病。这时应补充维生素,特别是维生素C。



Http://www.tesoon.com

$$n(\text{Na}_2\text{O}_2) : n(\text{NaHCO}_3) = 0.160 \text{ mol} : 0.020 \text{ mol} = 8 : 1$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0.160 \text{ mol} \times 2 + 0.020 \text{ mol}}{0.100 \text{ L}} = 3.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(2) 若  $\text{Na}_2\text{O}_2$  不足量, 产生气体为  $\text{CO}_2$  和  $\text{O}_2$  的混合物:



$$2 \qquad \qquad \qquad 1$$

$$y \qquad \qquad (0.100 - 0.090) \text{ mol} \quad y = 0.020 \text{ mol}$$

所以  $\text{Na}_2\text{O}_2$  为  $0.020 \text{ mol}$ , 生成  $\text{O}_2$  为  $0.010 \text{ mol}$ , 生成  $\text{CO}_2$  为  $0.100 \text{ mol} - 0.010 \text{ mol} = 0.090 \text{ mol}$ ,  $\text{NaHCO}_3$  为  $0.090 \text{ mol}$

$$n(\text{Na}_2\text{O}_2) : n(\text{NaHCO}_3) = 0.020 \text{ mol} : 0.090 \text{ mol} = 2 : 9$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0.020 \text{ mol} \times 2 + 0.090 \text{ mol} \times 1}{0.100 \text{ L}} = 1.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

8. (1) 504



(3)  $0 < W \leq 4.98 \text{ g} \quad V(\text{CO}_2) = 202.4W \text{ mL}$

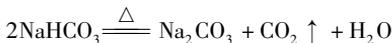
$4.98 \text{ g} < W \leq 12.45 \text{ g} \quad V(\text{CO}_2) = (1680 - 134.9W) \text{ mL}$

$W \geq 12.45 \text{ g} \quad V(\text{CO}_2) = 0$

解析 (1) 由 I 组和 II 组数据分析知, I 组中盐酸过量, 天然碱完全反应, 当  $2.49 \text{ g}$  样品与之反应时同样反应完全, 可列式求解:

$$3.32 : 672 = 2.49 : V(\text{CO}_2) \quad \text{解得 } V(\text{CO}_2) = 504(\text{ mL})$$

(2) 由题意可知, 天然碱中含  $\text{NaHCO}_3$



$$2 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 22.4 \text{ L} \quad 1 \text{ mol}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) \qquad \qquad \qquad 0.112 \text{ L} \quad n(\text{H}_2\text{O})$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = 0.01 \text{ mol} \quad n(\text{H}_2\text{O}) = 0.005 \text{ mol}$$

由  $n(\text{CO}_2) = \frac{0.672 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$  可知, 天然碱中还含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 且

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.03 \text{ mol} - 0.01 \text{ mol} = 0.02 \text{ mol}$$

天然碱中还含有  $\text{H}_2\text{O}$ , 且  $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.45 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} - 0.005 \text{ mol} = 0.02 \text{ mol}$

所以天然碱组成为  $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 由 IV 组数据可看出酸不足量, 其中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  可先与酸反应生成  $\text{NaHCO}_3$ ,  $1 \text{ mol}$  天然碱中含  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   $2 \text{ mol}$ ,  $1 \text{ mol}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  变成  $\text{NaHCO}_3$  需  $\text{HCl}$   $1 \text{ mol}$  则有:

$$\frac{7.47}{332} \times 2 \times 1 + \frac{0.672}{22.4} \times 1 = 0.075(\text{ mol})$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0.075 \text{ mol}}{0.030 \text{ L}} = 2.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



30 mL 盐酸中含 HCl 0.075 mol ,与 0.075 mol HCl 完全反应的天然碱质量为 :



$$0.075 \text{ mol} \times \frac{1}{5} \times 332 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.98 \text{ g}$$

$$\text{当 } W \leq 4.98 \text{ g 时, 则 } V(\text{CO}_2) = \frac{W}{332} \times 3 \times 22.4 \times 1000 = 202.4W (\text{mL})$$

若酸不足量 ,天然碱中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  正好完全转化为  $\text{NaHCO}_3$  ,此时没有  $\text{CO}_2$  气体放出 ,样品质量为 :

$$0.075 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 332 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 12.45 \text{ g}$$

当  $4.98 \text{ g} < W < 12.45 \text{ g}$  时 ,盐酸先和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  反应生成  $\text{NaHCO}_3$  ,多余的 HCl 再与  $\text{NaHCO}_3$  反应生成  $\text{CO}_2$  气体。

$$V(\text{CO}_2) = \left(0.075 - \frac{W}{332} \times 2\right) \times 22400 = (1680 - 134.9W) \text{ mL}$$

当  $W \geq 12.45 \text{ g}$  时 , $V(\text{CO}_2) = 0$ 。

常吃奶类 ,豆类或其制品。奶类除含有丰富的优质蛋白质和维生素外 ,含钙量也较高 ,且利用率很高 ,是天然钙质的极好来源。





## 高考大预测

### 命题 导读

本套试题以新课标的要求为依据,重点考查了无机化学的基本概念和重要的无机化合物的主干知识,试题中一是突出了高考的热点内容(如第9题的离子方程式的正误判断、第11题的阿伏加德罗常数问题、第16题的离子共存问题等);二是注意与社会、生活问题相联系(如第1题的媒体出现的说法、第2题的环保问题、第5题的新能源问题等);三是注意考查分析问题的能力(如第18题的图像分析问题、第24题的发散思维能力的考查);四是注重实验能力的考查(如第20题的一定浓度溶液的配制、中和滴定的知识迁移、第21题对实验观察能力与表达能力的考查、第22题定量实验问题等)。本套试题的难度在0.65左右,符合化学教学改革的总体要求,也适合学生第一轮复习检测。

本试卷分第I卷(选择题)和第II卷(非选择题)两部分,满分150分。考试时间120分钟。

可能用到的相对原子质量 H—1 C—12 N—14 O—16 Na—23 Mg—24 Al—27 S—32 Cu—64

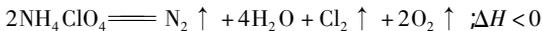
### 第I卷(选择题 共68分)

一、选择题(本题共有8个小题,每小题3分,共24分。每小题只有一个选项符合题意。)

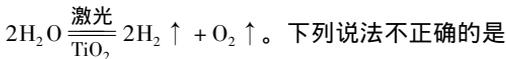
- 下列一些媒体中出现的说法,你认为科学的是
  - 本饮料纯属天然,绝对不含化学物质
  - 新粉刷过石灰浆的房间会释放出  $\text{CO}_2$ , 严禁入内
  - 水是取之不尽用之不竭的
  - 易燃易爆的车间内严禁穿化纤类衣服
- 环境污染问题越来越受到人们的关注,造成环境污染的主要原因大多数是由于人类生产活动中过度排放有关物质引起的。下列问题与对应的物质不相关的是
  - 酸雨——二氧化硫
  - 光化学污染——二氧化氮
  - 温室效应——二氧化硫
  - 臭氧层破坏——氟氯烃
- 继科学家发现  $\text{C}_3\text{O}_2$  是金星大气层的成分之后,2004年,美国科学家通过“勇气”号太空车探测出火星大气中含有一种称为硫化羰(化学式为  $\text{COS}$ ) 的物质。已知硫化羰与二氧化碳的结构相似,但在氧气中会燃烧,下列关于  $\text{C}_3\text{O}_2$  与硫化羰的说法不正确的是
  - 硫化羰在氧气中完全燃烧后的产物为  $\text{CO}_2$  和  $\text{SO}_2$
  - $\text{C}_3\text{O}_2$  与  $\text{CO}$  一样可以在空气中燃烧生成  $\text{CO}_2$



- C.  $\text{CO}_2$ 、 $\text{C}_3\text{O}_2$ 、 $\text{CO}$  都是碳的氧化物,它们互为同素异形体  
 D. 硫化碳是由极性键构成的极性分子,分子中所有原子都满足 8 电子稳定结构
4. 2005 年 10 月 12 日,我国“神舟”六号载人飞船发射成功。航天飞机是用铝粉与高氯酸铵的混合物为固体燃料,点燃时铝粉氧化放热引发高氯酸铵反应:



- 下列对该反应的叙述不正确的是
- A. 反应从能量变化上看,主要是化学能转变为热能  
 B. 该反应中反应物的总能量大于生成物的总能量  
 C. 该反应属于分解反应、氧化还原反应、放热反应  
 D. 高氯酸铵的水溶液呈中性
5. 氢气是一种绿色能源,科学家们最新研制出利用太阳能产生激光,再用激光使海水分解得到氢气的高新技术,其中海水分解可以用化学方程式表示为:



- A.  $\text{TiO}_2$  在反应中作氧化剂  
 B. 水分解不产生污染物  
 C.  $\text{TiO}_2$  在反应中作催化剂  
 D. 该技术可以将太阳能转化为氢能
6. 下列物质久置于空气中均会发生颜色变化,由于被氧气氧化而引起的是
- A. 过氧化钠    B. 硫酸亚铁    C. 氯水    D. 浓硝酸

7. 下列说法中正确的是
- A. 酸性氧化物都是非金属氧化物  
 B. 所有物质中都存在化学键  
 C. 含有极性键的分子一定是极性分子  
 D. 含有离子键的化合物一定是离子化合物

8. 下列做法有错误且危险的是
- A. 用钢瓶储运干燥的液氯  
 B. 用质量分数为 30% 的过氧化氢溶液消除面部色斑  
 C. 碳酸钠饱和溶液保存在带玻璃塞的试剂瓶中  
 D. 当不慎在皮肤上沾上浓硫酸时,应立即用大量水冲洗

二、选择题(本题共有 11 个小题,每小题 4 分,共 44 分。每小题只有一个选项或两个选项符合题意。)

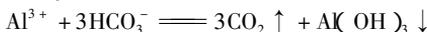
9. 下列反应的离子方程式书写正确的是
- A. 向次氯酸钙溶液中通入少量二氧化硫  

$$\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{CaSO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$$
- B. 向氨水中通入少量二氧化碳  

$$2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$$
- C. 氯化铝溶液中加入过量氨水  

$$\text{Al}^{3+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{AlO}_2^- + 4\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$$
- D. 向硫酸铝溶液中加入小苏打

Http://www.tesoon.com



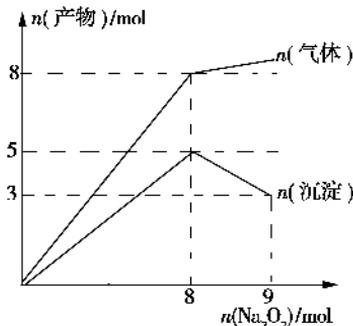
10. 下列现象或新技术中,不涉及胶体性质的是
- A. 在饱和氯化铁溶液中逐滴加入氢氧化钠溶液,产生红褐色沉淀  
 B. 使用微波手术刀进行外科手术,可使开刀处的血液迅速凝固而减少失血  
 C. 清晨在茂密的树林中,常常可以看到枝叶间透过的一道道光柱  
 D. 肾功能衰竭等疾病引起的血液中毒,可利用血液透析进行治疗
11. 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值,下列有关叙述不正确的是
- A. 常温常压下,  $N_A$  个  $\text{CH}_4$  分子的体积大于 22.4 L  
 B. 1 mol · L<sup>-1</sup> 的醋酸钠溶液中含  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$  共  $N_A$  个  
 C. 标准状态下,足量  $\text{Na}_2\text{O}_2$  和 11.2 L  $\text{CO}_2$  反应,转移电子数目为  $N_A$   
 D. 含 1 mol 碳原子的金刚石中, C—C 共价键数为  $2N_A$
12. 下列各离子的检验方法及结论一定正确的是
- A. 加入稀盐酸产生无色气体,将气体通入澄清石灰水中,溶液变浑浊,原溶液中一定有  $\text{CO}_3^{2-}$   
 B. 加入氯化钡溶液有白色沉淀产生,再加盐酸,沉淀不消失,原溶液中一定有  $\text{SO}_4^{2-}$   
 C. 加入氢氧化钠溶液并加热,产生的气体能使湿润红色石蕊试纸变蓝,原溶液中一定有  $\text{NH}_4^+$   
 D. 加入碳酸钠溶液产生白色沉淀,再加盐酸沉淀消失,原溶液中一定有  $\text{Ba}^{2+}$
13. 在一定条件下,分别以高锰酸钾、氯酸钾、过氧化氢为原料制取氧气,当 3 个反应中转移的电子数相同时,制得的氧气在同温、同压下体积之比为
- A. 1:1:1      B. 2:3:1      C. 2:2:1      D. 1:1:2
14. 某无色气体可能含 HCl、HBr、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$  中的一种或几种。将该气体通入适量氯水中,恰好完全反应,不再剩余气体。将所得到的无色溶液分装在两支试管中,分别加入酸化的  $\text{AgNO}_3$  溶液、 $\text{BaCl}_2$  溶液,均产生白色沉淀。则下列判断正确的是
- A. 原气体中一定有  $\text{SO}_2$ ,一定没有 HBr  
 B. 原气体中可能有  $\text{SO}_2$   
 C. 原气体中一定有 HCl  
 D. 不能确定有无 HCl,但一定没有  $\text{CO}_2$
15. 下列各组中,两种气体的分子数目一定相等的是
- A. 温度相同、体积相同的  $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$   
 B. 压强相同、体积相同的  $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$   
 C. 体积相等、密度相等的  $\text{CO}$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$   
 D. 质量相等、密度不等的  $\text{C}_2\text{H}_4$  和  $\text{N}_2$
16. 在水电离出的  $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13}$  mol/L 的溶液中,可能大量共存的离子组是
- A.  $\text{Fe}^{2+}$     $\text{Na}^+$     $\text{NO}_3^-$     $\text{Cl}^-$       B.  $\text{Ba}^{2+}$     $\text{Na}^+$     $\text{NO}_3^-$     $\text{Cl}^-$   
 C.  $\text{SO}_4^{2-}$     $\text{SO}_3^{2-}$     $\text{NH}_4^+$     $\text{Na}^+$       D.  $\text{Na}^+$     $\text{Br}^-$     $\text{SO}_4^{2-}$     $\text{AlO}_2^-$



17. 下列各组物质,只用水就能加以区分的是

- A. 溴蒸气、二氧化氮两种气体
- B. 己烯、甲苯、四氯化碳三种液体
- C. 生石灰、石灰石、无水硫酸铜三种固体
- D. 氯化钠、过氧化钠、氯化钾三种固体

18. 将固体粉末  $\text{Na}_2\text{O}_2$  逐渐加入到含有  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$  的混合溶液中并微热,产生沉淀和气体的物质的量与加入  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的物质的量的关系如下图所示,则原混合溶液中各离子的物质的量分别是



- A. 2 mol, 3 mol, 4 mol
- B. 2 mol, 3 mol, 8 mol
- C. 3 mol, 2 mol, 8 mol
- D. 3 mol, 2 mol, 4 mol

19. 硫酸镁、硫酸铝两种物质组成的混合溶液 100 mL 中,  $\text{SO}_4^{2-}$  物质的量浓度为 0.10 mol/L, 加入 0.30 mol/L NaOH 溶液到生成的白色沉淀恰好不再溶解为止, 消耗 NaOH 溶液的体积为 100 mL, 过滤, 在所得滤液中  $\text{AlO}_2^-$  物质的量浓度为

- A. 0.025 mol/L
- B. 0.050 mol/L
- C. 0.10 mol/L
- D. 0.25 mol/L

## 第 II 卷(非选择题 共 82 分)

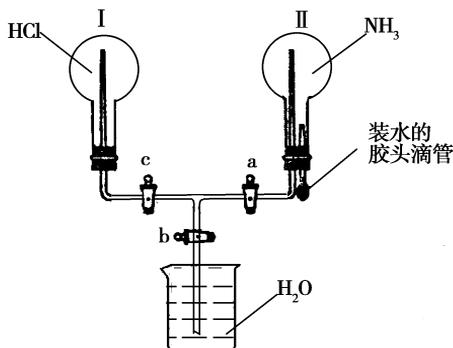
三、(本题包括 3 个小题,共 27 分)

20. (7 分)为测定实验室长期存放的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  固体的纯度,某化学活动小组设计了某种实验方案。准确称取  $W$  g 固体样品,配成 250 mL 溶液。量取 25.00 mL 上述溶液,用  $a$  mol/L 酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液进行滴定,消耗  $\text{KMnO}_4$  溶液的体积为  $b$  mL。已知  $\text{KMnO}_4$  与  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  反应的离子方程式为  $5\text{SO}_3^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

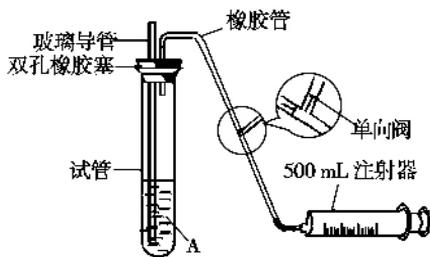
- (1) 配制 250 mL  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液时,必须用到的玻璃仪器有烧杯、容量瓶、滴管和\_\_\_\_\_。
- (2) 如何检验容量瓶是否漏水:\_\_\_\_\_。
- (3) 在实验中滴定时是否需要选择指示剂\_\_\_\_\_(填“需要”或“不需要”)。
- (4) 用以上实验数据,计算  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  固体的纯度:\_\_\_\_\_。

最难液化的气体是氨。氨是一种无色、无味的气体,其化学性质极其稳定,一般情况下不与任何元素化合。它具有很低的临界温度,是自然界中最难液化的气体。

21. (8分) 利用如图所示的装置, 可以验证  $\text{NH}_3$  和  $\text{HCl}$  的有关性质。实验前 a、b、c 活  
塞均关闭。



- (1) 若要在烧瓶 II 中产生“喷泉”现象, 烧瓶 I 中不产生“喷泉”现象, 其操作方法是\_\_\_\_\_。
- (2) 若先打开 a、c 活塞, 再挤压胶头滴管, 在烧瓶中可观察到的现象是\_\_\_\_\_。
- (3) 通过挤压胶头滴管和控制活塞的开关, 在烧瓶 I 中产生“喷泉”现象, 烧瓶 II 中不产生“喷泉”现象, 其操作方法是\_\_\_\_\_。
22. (12分)  $\text{SO}_2$  是大气污染物之一, 为粗略地测定周围环境中  $\text{SO}_2$  的含量, 某学生课外活动小组设计了如图所示实验装置。



- (1) 检查该装置的气密性时, 先在试管中装入适量的水(保证玻璃导管的下端浸没在水中)然后\_\_\_\_\_ (填写操作方法) 时, 将会看到\_\_\_\_\_ (填写实验现象) 则证明该装置的气密性良好。
- (2) 向试管中加入  $0.0005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  碘水  $1.0 \text{ mL}$ , 用适量的蒸馏水稀释后再加入  $2 \sim 3$  滴淀粉溶液, 配制成溶液 A。测定指定地点的空气中  $\text{SO}_2$  的含量时, 推拉注射器的活塞反复抽气, A 溶液由\_\_\_\_\_ 色变为\_\_\_\_\_ 色时反应恰好完全进行, 此时停止抽气, 该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (3) 我国环境空气质量标准对每次空气质量测定中  $\text{SO}_2$  的最高浓度限值, 如表 1



所示。

表1 空气质量标准

浓度限值/(mg · m <sup>-3</sup> )		
一级标准	二级标准	三级标准
0.15	0.50	0.70

该学生课外活动小组分成第一小组和第二小组,使用相同的实验装置和溶液A,在同一地点、相同时间内先后测量空气中SO<sub>2</sub>的含量。当反应恰好完全进行,记录抽气次数如下(假设每次抽气500 mL)。请将表2填写完整(计算时保留2位有效数字)。

表2 不同组别测量值

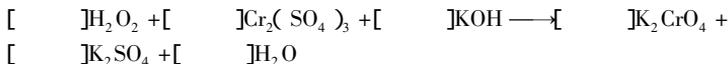
分组	第一小组	第二小组
抽气次数	120	140
SO <sub>2</sub> 含量/(mg · m <sup>-3</sup> )		

判断该地点的空气中SO<sub>2</sub>的含量属于\_\_\_\_\_(填数字)级标准。若\_\_\_\_\_(“第一”或“第二”)小组的测定结果正确,另一小组实验结果产生较大偏差的原因是(两个小组所用装置和药品均无问题)\_\_\_\_\_。

四、(本题包括4小题,共36分)

23.(8分)H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>是一种重要的氧化剂,也具有还原性。下列①~④为涉及H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的反应(未配平、条件略)。  
 ①Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + HCl → NaCl + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>    ②H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub> ↑  
 ③Ag<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → Ag + O<sub>2</sub> ↑ + H<sub>2</sub>O    ④H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + KOH → K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O。据此填写下列空白:

(1)配平上述反应④

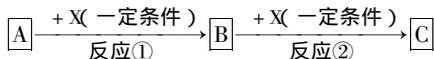


当0.1 mol氧化剂参加反应时,转移电子\_\_\_\_\_个。

(2)H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>仅体现还原性的反应是\_\_\_\_\_(填代号),此反应中的氧化产物为\_\_\_\_\_。

(3)H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>体现弱酸性的反应是\_\_\_\_\_(填代号),其理由为\_\_\_\_\_。

24.(8分)以下物质A、B、C、X均属于中学常见的物质,已知它们之间有如下转化关系(其中副产物已被略去,例如H<sub>2</sub>O等):



请根据上述转化关系回答下列问题:

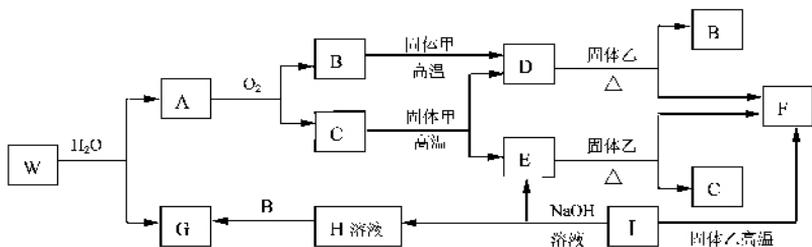
(1)若X是具有强氧化性的气体单质,且B的分子式是CH<sub>2</sub>O,则X的化学式是\_\_\_\_\_。

- \_\_\_\_\_。
- (2)若 X 是非氧化性强酸,且 C 是一种酸性氧化物,则 C 的化学式是 \_\_\_\_\_  
\_(只要求写一例)。
- (3)若 X 是金属单质,请写出反应②的离子方程式:\_\_\_\_\_。
- (4)若 X 是强碱,且 A、B、C 都含有同一种金属元素,请写出反应②的离子方程式:\_\_\_\_\_。

25. (10分) A、B、C、D 是四种短周期元素,其原子序数依次增大,离子半径依次减小, A 与 C 可形成原子个数比分别为 1:1 和 1:2 的两种离子化合物, A 与 D 的原子序数之和等于 B 与 C 的原子序数之和,请回答下列问题:

- (1)写出元素符号 B \_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_。
- (2)A、C 形成的离子化合物与  $\text{CO}_2$  发生氧化还原反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。
- (3)1 mol C 的氢氧化物与 1 mol B 单质在一定条件下恰好完全反应,生成一种盐、水及一种气体,写出该反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。
- (4)B、C 形成的化合物溶于水时,溶液中所有离子的物质的量浓度由大到小的顺序为\_\_\_\_\_。

26. (10分) 已知固体甲、E、I、F 均为常见的单质,其中 E 在常温下为气态。G 为白色胶状沉淀,既能溶解于盐酸,又能溶解于氢氧化钠溶液。A 在常温下为气态,与氧气完全反应时的体积比是 1:2。W 是由三种处在不同短周期的元素组成的化合物,与水反应生成 A 和 G 时的化学计量数之比为 1:3:3:1。各物质有如下图所示的转化关系(部分反应的产物未全部标出)。试回答下列问题:



- (1) B 的电子式为 \_\_\_\_\_, 固体乙的化学式可能是 \_\_\_\_\_;
- (2) 上述转化关系中 ①  $\text{C} \rightarrow \text{E}$  ②  $\text{D} \rightarrow \text{F}$  ③  $\text{E} \rightarrow \text{F}$  ④  $\text{I} \rightarrow \text{F}$  ⑤  $\text{I} \rightarrow \text{E}$  ⑥  $\text{A} \rightarrow \text{B}$   
其中属于置换反应的是(填序号) \_\_\_\_\_;
- (3) 写出 W 和水反应的化学方程式 \_\_\_\_\_, I 和 NaOH 溶液反应的离子方程式 \_\_\_\_\_。

五、(本题包括 2 小题,共 19 分)

27. (7分) 在化工分析中常用到滴定度这个概念。滴定度是指每毫升滴定剂标准溶液相当于被测组分的质量,其单位为  $\text{g/mL}$ 。现有一不溶于水的氧化亚铜样品,该



样品能溶于用硫酸酸化了的硫酸铁溶液,所发生的反应可用化学方程式表示为:  

$$\text{Cu}_2\text{O} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{CuSO}_4 + 2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
 反应生成的硫酸亚铁可用含硫酸的高锰酸钾溶液进行滴定,其滴定反应可用化学方程式表示为:



若每升滴定剂溶液中含有  $\text{KMnO}_4$  0.400 mol,求该  $\text{KMnO}_4$  溶液对  $\text{Cu}_2\text{O}$  的滴定量。

28. (12分) 将 57.6 g 铜与 200 mL 一定浓度的硝酸反应,铜完全溶解,产生的  $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$  混合气体在标准状况下的体积为 22.4 L。

请回答:

(1)  $\text{NO}$  的体积为 \_\_\_\_\_ L,  $\text{NO}_2$  的体积为 \_\_\_\_\_ L。

(2) 待产生的气体全部释放后,向溶液中加入  $V$  mL  $a$  mol  $\cdot$  L<sup>-1</sup> 的  $\text{NaOH}$  溶液,恰好使溶液中的  $\text{Cu}^{2+}$  全部转化为沉淀,则原硝酸溶液的浓度为 \_\_\_\_\_ mol  $\cdot$  L<sup>-1</sup> (列出计算式即可)。

(3) 欲使铜与硝酸反应生成的气体在  $\text{NaOH}$  溶液中全部转化为  $\text{NaNO}_3$  至少需要 30% 的双氧水 \_\_\_\_\_ g。

【参考答案】

1. D 饮料本身就是一种化学物质;石灰浆的成分是氢氧化钙,它能吸收二氧化碳,而不是释放二氧化碳;水资源(特别是淡水资源)是有限的;化纤类衣服容易产生火星而引爆易燃易爆物质。

【解题回顾】 媒体中或生活中的一些说法并不一定是科学的,要学会利用化学知识去分析我们面对的各种信息,增强辨别是非的能力。

2. C 温室效应是由于二氧化碳含量多而造成的。

【解题回顾】 环境污染是人类所面临的一个重大问题,要熟悉常见的污染物质以及它们对环境的影响。

3. C 同素异形体是指由同种元素组成的不同单质,化合物之间不互为同素异形体。硫化羰的结构相当于二氧化碳中的一个氧被硫取代。

【解题回顾】 物质的燃烧是氧化反应,一般是产生更高价且性质稳定的物质,要根据物质的组成分析其燃烧产物。

4. D 高氯酸铵是强酸(高氯酸)和弱碱(氨水)组成的盐,其水溶液呈酸性。

【解题回顾】 本题涉及化学反应与能量、化学反应类型、盐类水解等知识中的基本概念。通过一个反应考查多个知识点是一类常见的题型,在解题时,要善于运用不同的知识点分析问题。

5. A  $\text{TiO}_2$  没有参与反应,不可能作氧化剂。

【解题回顾】 氢能是一种理想的能源,但目前在氢能的制备和储存等方面都还有不少问题需要研究,解答这方面的问题一般都是高起点低落点,只要抓住基础知识就可迎刃而解。

6. B 过氧化钠与空气中二氧化碳反应变成碳酸钠,氯水在光照下最终生成盐酸,浓硝酸分解成二氧化氮和氧气,在反应中都是化合价既升高又降低,只有硫酸亚铁会

在金属活动性顺序中,最活泼的金属是钾,最不活泼的金属是金;熔点最低的金属是水银——汞。



由于被氧气氧化成三价铁而变成黄色。

【解题回顾】 本题主要考查常见物质的化学性质,在掌握这些物质的性质时,既要掌握现象的变化,又要掌握本质的变化。特别是对于氧化还原反应,要从化合价的变化上掌握其特点。

7. D 酸性氧化物并不都是非金属氧化物,如高锰酸对应的氧化物( $Mn_2O_7$ )是酸性氧化物,稀有气体中不存在化学键,含有极性键的分子也可能是非极性分子,如二氧化碳,而含有离子键的化合物一定是离子化合物。

【解题回顾】 本题主要考查对物质规律性的认识,对于化学规律要注意一般性与特殊性之间的关系,不要只掌握物质的一般规律,而忽视物质的特殊规律。

8. B 30%的过氧化氢溶液浓度过大且有很强的腐蚀性,不能用于消除面部的色斑。

【解题回顾】 实验安全是化学实验中必须重视的问题,要注意从药品的性质、装置的顺序、操作的步骤等方面来掌握正确的方法,并理解正确方法中所包含的安全方面的原理。

9. BD 次氯酸有强氧化性,会将亚硫酸根氧化成硫酸根,氨水是弱碱,不能使氢氧化铝变成偏铝酸根,所以 A、C 的反应产物不正确。

【解题回顾】 书写离子反应方程式必须要符合客观事实,即要正确地判断反应的产物,而判断反应的产物涉及到反应物所具有的化学性质。除此之外,还要注意原子个数、电荷数、电子转移数是否守恒,以及沉淀、气体的符号等问题。

10. A  $FeCl_3$ 溶液中加入氢氧化钠溶液发生的是复分解反应,生成氢氧化铁沉淀,与胶体的性质无关。血液是一种胶体,在微波作用下会发生凝聚,透析血液也是利用胶体的性质,茂密树林中产生的光柱是丁达尔效应。

【解题回顾】 胶体是一类十分重要的分散系,主要要掌握胶体的本质特征是分散质微粒的直径在  $1\text{ nm} \sim 100\text{ nm}$  之间,具有丁达尔效应,了解其制备方法及应用。在高考中有关胶体知识的试题一般会与社会、生活相联系,但难度都不大。

11. BC 常温常压时的温度比标准状态时要高,温度越高气体的体积越大,即 A 项正确,溶液中溶质的物质的量不但与溶液的浓度有关,还与溶液的体积有关,即 B 项错误,标准状态下,足量  $Na_2O_2$  和  $11.2\text{ L CO}_2$  反应时转移电子为  $0.5\text{ mol}$ ,故 C 项错误,金刚石中平均每个碳原子有两个共价键,所以 D 项正确。

【解题回顾】 关于阿伏加德罗常数的问题,应该注意以下几点(1)涉及物质的体积时,要注意物质的状态、温度和压强等条件(2)涉及电子转移数目时,要注意反应中电子得失的数量关系(3)涉及微粒的个数时,要注意物质的组成及所给物质的量(4)涉及化学键时,要注意该物质的空间结构。

12. C A 项检验中也可能存在  $SO_3^{2-}$ ,B 项检验中也可能存在  $Ag^+$ ,D 项检验中也可能存在  $Ca^{2+}$ 。

【解题回顾】 确定离子是否存在时,一定要保证检验的方法与现象是否具有惟一性,也就是说,如果有其他离子与这种离子具有类似的性质,就不能确定一定有这种离子存在。

13. D 高锰酸钾与氯酸钾中的氧元素均为  $-2$  价,过氧化氢中的氧元素为  $-1$  价,当

生成氧气时,氧元素的化合价均变成0价。高锰酸钾、氯酸钾、过氧化氢转移电子数目之比为2:2:1,当电子转移数相同时,生成氧气的物质的量之比为1:1:2。

**【解题回顾】** 氧化还原反应的本质是电子的转移,而特征是化合价的升降。正确判断元素化合价的变化及升降数目,是分析电子转移数目的关键。

14. AD 如果HBr存在,气体通入氯水中得到的溶液不可能为无色,如果存在CO<sub>2</sub>,一定会剩余气体,故CO<sub>2</sub>一定不存在,而使加入的AgNO<sub>3</sub>溶液产生白色沉淀的氯离子可以来源于氯水,所以不能确定HCl是否存在。

**【解题回顾】** 在判断物质或离子是否存在时:一方面要利用所掌握的物质性质和题目中所给的反应现象与特征来加以判断;另一方面也要注意在检验过程中是否有其他物质或离子产生干扰,以避免陷入题目所设的“陷阱”之中。

15. CD A项中缺少压强相同的条件,B项中缺少温度相同的条件。

**【解题回顾】** 两种气体的分子数相同就是其物质的量相同,一种情况是同温同压下相同体积的气体;另一种情况就是相对分子质量相同时,同质量的气体。

16. B 由水电离出的c(H<sup>+</sup>)=1×10<sup>-13</sup> mol/L时,有两种情况:一种是由水电离出的氢离子就是溶液中全部的氢离子,此时溶液呈碱性;另一种情况是溶液中的氢离子除了由水电离的氢离子外,主要是酸溶液中电离的氢离子,此时溶液呈酸性。而A项中Fe<sup>2+</sup>与NO<sub>3</sub><sup>-</sup>;D项中的AlO<sub>2</sub><sup>-</sup>在酸性条件下不能共存;C项中的NH<sub>4</sub><sup>+</sup>在碱性条件下不能共存。

**【解题回顾】** 在解答离子共存问题时,除了要注意正确判断各组的离子之间是否会生成沉淀、气体、弱电解质、络合物以及相互发生氧化还原反应以外,还要注意题目中所给出的限制条件。

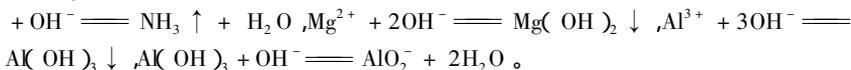
17. AC 二氧化氮与水反应生成无色气体和无色溶液,溴蒸气溶于水形成有色溶液,故A项可用水鉴别;生石灰溶于水并放热,石灰石不溶于水,无水硫酸铜溶于水形成蓝色溶液,故C项也可用水鉴别,而B项中己烯、甲苯、四氯化碳都不溶于水,前两个都比水轻,无法区别;D项中的氯化钠和氯化钾都溶于水,无法区别。

**【解题回顾】** 水是一种最常用的试剂,水与其他物质混合时:一种情况是发生反应,而反应主要有两类,一类是发生氧化还原反应,如与金属钠、氟单质、过氧化钠等的反应;另一类是非氧化还原反应,如与碱性氧化物、酸性氧化物的反应。第二种情况是溶解或不溶解,而不溶解的物质又有密度比水小和密度比水大的两种情况。

18. A 从所发生的反应、产生沉淀和气体的物质的量与加入Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>的物质的量的关系图可得,沉淀溶解的物质的量等于原溶液中Al<sup>3+</sup>的物质的量,即为5 mol-3 mol=2 mol;最终生成的沉淀的物质的量等于原溶液中Mg<sup>2+</sup>的物质的量,即为3 mol;生成氨气的物质的量等于原溶液中NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的物质的量,但反应所产生的气体有O<sub>2</sub>和NH<sub>3</sub>,即2Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O=4NaOH+O<sub>2</sub>↑,NH<sub>4</sub><sup>+</sup>+OH<sup>-</sup>=NH<sub>3</sub>↑+H<sub>2</sub>O,可推断出氨气的物质的量为4 mol,即原溶液中NH<sub>4</sub><sup>+</sup>的物质的量为4 mol。

**【解题回顾】** 本题所涉及的反应有2Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O=4NaOH+O<sub>2</sub>↑,NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Http://www.tesoon.com



在分析有关图像问题的试题时:一要从分析清楚所发生的全部化学反应;二要从图像中的曲线上找到各个反应的现象与数据。

19. B 生成的白色沉淀恰好不再溶解为止时,溶液中存在的离子只有:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  (水中的氢离子与氢氧根离子可忽略),根据电荷守恒可得:  $c(\text{Na}^+) = c(\text{AlO}_2^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$ ,即  $c(\text{AlO}_2^-) = 0.30 \text{ mol/L} \times 0.10 \text{ L} / 0.20 \text{ L} - 0.10 \text{ mol/L} \times 2 \times 0.10 \text{ L} / 0.20 \text{ L} = 0.050 \text{ mol/L}$

**【解题回顾】** 利用溶液中电荷守恒是快速解答本题的关键点。对比较复杂的化学反应,要注意分析从起始状态到终点状态时离子间的变化情况,并利用守恒的规律建立关系式。在应用时,要注意是阴离子带的负电荷总数与阳离子所带的正电荷总数相等,而不是阴离子的总数与阳离子的总数相等。

20. (1)玻璃棒(1分) (2)向容量瓶中加入水,塞上瓶塞倒置看是否漏水,然后再将瓶正立并将瓶塞旋转  $180^\circ$  重复操作(2分) (3)不需要(1分)  
(4)  $3.15ab/W$ (3分)

**解析** 前两问都是化学实验的基础知识(3)由于高锰酸钾溶液有色,而生成的锰离子无色,可根据溶液颜色的变化判断反应是否完全进行,所以不需要指示剂;(4)根据离子方程式先计算出  $25.00 \text{ mL}$  溶液中亚硫酸钠的质量为  $0.315ab \text{ g}$ ,再求样品纯度为  $3.15ab/W$ 。

**【解题回顾】** 本题所涉及的实验知识点有两个:一定物质的量浓度溶液的配制方法和中和滴定的原理。目的在于考查学生利用这两个基本实验分析新问题的能力。

21. (1)先打开 a、b 活塞,再挤压胶头滴管(或先挤压胶头滴管,再打开 a、b 活塞)(3分) (2)导管口处产生白烟(2分) (3)先打开 a、c 活塞,再挤压胶头滴管(或先打开 a 活塞,挤压胶头滴管,再打开 c 活塞)。片刻后,关闭 a 活塞,然后打开 b 活塞(3分)

**解析** (1)通过挤压胶头滴管使烧瓶 II 中  $\text{NH}_3$  溶于水,体系压强降低(2)  $\text{NH}_3$  与  $\text{HCl}$  反应生成  $\text{NH}_4\text{Cl}$  固体产生白烟(3)可通过挤压胶头滴管和控制活塞的开关使烧瓶 I 体系压强降低。

**【解题回顾】** 本题主要考查利用已有知识分析和解决新情境问题的能力,要抓住如何改变体系压强这个关键点,并具有良好的文字表达能力。

22. (1)向外轻轻地拉动注射器(1分) 浸没在水中的玻璃导管口有气泡冒出(1分)  
(2)蓝 无  $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ (4分)  
(3) 0.53 0.46 三 第一 注射器抽动太快,使  $\text{SO}_2$  无法与之充分反应,从而消耗量较大(6分)

**解析** (1)利用拉动注射器使体系的压强降低,由于压强降低气体会进入试管中;(2)利用  $\text{SO}_2$  的还原性和  $\text{I}_2$  的氧化性分析反应产物并配平(3)  $\text{SO}_2$  的质量为:



$0.0005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.0 \text{ mL} \times 10^{-3} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.2 \times 10^{-5} \text{ g} = 3.2 \times 10^{-2} \text{ mg}$ ,  
 第一小组的体积 :  $120 \times 500 \text{ mL} \times 10^{-6} = 6 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ , 第二小组的体积 :  $140 \times$   
 $500 \text{ mL} \times 10^{-6} = 7 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ , 故第一小组测得  $\text{SO}_2$  含量为 :  $3.2 \times 10^{-2} \text{ mg} / 6 \times$   
 $10^{-2} \text{ m}^3 = 0.53 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 第二小组测得  $\text{SO}_2$  含量为 :  $3.2 \times 10^{-2} \text{ mg} / 7 \times 10^{-2} \text{ m}^3$   
 $= 0.46 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。而数据偏高者容易产生误差。

**【解题回顾】** 本题是一道综合性的实验题,答题时,一是需要掌握检验装置气密性、分析物质间氧化还原反应的产物及化学计算等方面的基础知识;二是要具备在新的情境下进行知识迁移的能力。

23. (1) B 1 10 2 3 8 (3分)  $1.204 \times 10^{23}$  (1分)

(2) ③  $\text{O}_2$  (各1分,共2分)

(3) ① 反应由强酸(盐酸)来制取弱酸性物质  $\text{H}_2\text{O}_2$  (各1分,共2分)

解析 (1)  $\text{H}_2\text{O}_2$  中的 O 化合价由 -1 价降到 -2 价,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  中的 Cr 化合价由 +3 价升高到 +6 价, 氧化剂与还原剂的系数比为 3:1, 以此为基础配平其他物质。

(2) 化合价升高的物质作还原剂, 表现还原性。(3) 反应由强酸(盐酸)来制取弱酸性物质  $\text{H}_2\text{O}_2$ 。

**【解题回顾】** 氧化还原反应的特征是化合价的变化, 化合价升高, 被氧化, 作还原剂, 生成氧化产物, 化合价降低, 被还原, 作氧化剂, 生成还原产物, 并且化合价升高的总数一定等于化合价降低的总数。

24. (每空 2 分) (1)  $\text{O}_2$  (2)  $\text{CO}_2$  (或  $\text{SO}_2$ ) (3)  $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$

(4)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

解析 (1)  $\text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{HCHO} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{HCOOH}$

(2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{H}^+} \text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CO}_2$

(3)  $\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{Fe}} \text{FeCl}_3 \xrightarrow{\text{Fe}} \text{FeCl}_2$

(4)  $\text{Al}^{3+} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{AlO}_2^-$

**【解题回顾】** 本题属于发散性思维的问题, 涉及的既无机物又有有机物, 知识点比较多, 在解题时要根据题目的要求对所学的知识进行提取和组合。

25. (每空 2 分) (1) F Mg (2)  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$

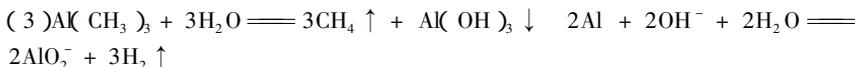
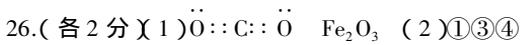
(3)  $2\text{F}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaF} + \text{H}_2\text{O} + \text{OF}_2$  (4)  $c(\text{Na}^+) > c(\text{F}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

解析 (1) 从 A 的原子序数小于 C, 离子半径大于 C, 可推出 A 形成阴离子, C 形成阳离子, 即 A 是第二周期的非金属元素, C 是第三周期的金属元素, 再从 A 与 C 可形成原子个数比分别为 1:1 和 1:2 的两种离子化合物, 可得出 A 为 O 元素, C 为 Na 元素。再根据原子序数的关系, 可推出 B 为 F 元素, D 为 Mg 元素。(2) 属于识记知识。(3) F 元素在化合物中一定为 -1 价, 盐只能是氟化钠, 根据单质氟与氢氧化钠按 1:1 反应, 可推出气体的组成为  $\text{OF}_2$ 。(4) HF 为弱酸, 即氟化钠为强碱弱

熔点最高的金属元素: 钨(W), 熔点  $3417^\circ\text{C}$ , 1783 年为 F. d'Elhuyar(西班牙)所发现。

酸盐,水解呈碱性。

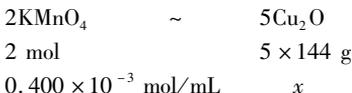
**【解题回顾】**短周期元素是元素推断问题的重要考点,对元素的推断问题必须要熟悉元素周期表和元素周期律,对化学方程式的书写问题要利用好原子个数、得失电子数守恒的规律。



**解析** 从  $\text{A} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{B} + \text{C}$  可推知 B、C 为氧化物,再从  $\text{B} + \text{甲} \rightarrow \text{D}$ ,  $\text{D} + \text{乙} \rightarrow \text{B}$  的转化,可推断 B 为  $\text{CO}_2$ , D 为 CO,乙应该是金属氧化物。再从 E 的性质与 CO 相似,且为单质,可推出 E 为  $\text{H}_2$ ,以这些点为突破口,结合其他信息,可推出 A 为  $\text{CH}_4$ , I 为 Al, G 为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,推出各种物质后,问题就迎刃而解了。

**【解题回顾】**解答推断题时,关键要找到突破口,寻找突破口时要抓住题目中所给出的物质的特殊性质、反应的特殊现象,并以突破口为桥梁,分析与其相联系的其他物质。

27. 设每毫升  $\text{KMnO}_4$  溶液中所反应的  $\text{Cu}_2\text{O}$  质量为  $x$ 。根据反应可得出关系式



$$x = (0.400 \times 10^{-3} \text{ mol/mL} \times 5 \times 144 \text{ g}) / 2 \text{ mol} = 0.144 \text{ g/mL}$$

**【解题回顾】**对两步以上反应的计算问题,要先分析所发生的反应中已知量物质与未知量物质之间的关系,通过建立关系式一步完成计算过程,而不需要按所发生的所有反应一步一步进行计算。

28. (每空3分) (1) 8.96 13.44

$$(2) (aV \times 10^{-3} + 1) \div 0.2$$

(3) 102

**解析** (1) 设 NO 和  $\text{NO}_2$  的物质的量分别为  $x, y$ , 则

$$x + y = 1 \text{ mol (气体的物质的量关系)}$$

$$3x + y = (57.6 \text{ g} \div 64 \text{ g/mol}) \times 2 \text{ (得失电子守恒的关系)}$$

$$x = 0.4 \text{ mol} \quad y = 0.6 \text{ mol}$$

标准状况下 NO 和  $\text{NO}_2$  的体积分别为 8.96 L、13.44 L。

(2) 原硝酸的物质的量等于硝酸钠的物质的量与生成氮的氧化物的物质的量之和。

(3) 利用化合价升降总数(或得失电子总数)相等建立关系。

$$0.4 \times 3 + 0.6 \times 1 = n(\text{H}_2\text{O}_2) \times 2 \quad n(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.9 \text{ mol}$$

$$30\% \text{ 的双氧水质量为 } (0.9 \text{ mol} \times 34 \text{ g/mol}) \div 30\% = 102 \text{ g}。$$

**【解题回顾】**在解决综合性的化学计算问题时,利用质量守恒、原子个数守恒、得失电子守恒(或化合价升降守恒)等规律,是分析问题的有效武器。

