

## 命题调研



## 命题研究与备考策略

2006 年高考化学考试自主命题的省市进一步增加,使用的试卷有全国或地区的理综能力测试卷,也有部分省市采用文理大综合测试卷,还有一些省市使用化学单科试卷(例如江苏、上海、广东等省市)。总之,全国一张试卷一个要求的局面已经被彻底打破。在新的高考形势面前,不同的省市应该怎样依照《课程标准》和《考试大纲》,从各省市、各学校的具体实际出发,组织高三第一轮总复习呢?下面我们将对 2006 年全国 7 套理综化学试题、3 套单科试卷各自命题特点和命题趋势进行全面的分析,寻找这些命题趋势的共同点。

## 一、2006 年高考考查形式与特点

## 1. 重视基础 注重理解应用

对基础知识、基本技能、基本实验操作的考查是高考永恒的主题,全国 10 套试卷命题的最大特点是:绝大多数题目从知识应用的角度,大面积地考查考生对化学基本概念、基本理论和基本技能的理解和把握程度,在考查要求上难度适中。这种命题趋势有利于引导考生关注课堂,注重基础,避开偏题、怪题、难题,跳出题海。

【例 1】(06 江苏卷第 2 题)氢元素与其他元素形成的二元化合物称为氢化物,下面关于氢化物的叙述正确的是

- A. 一个  $D_2O$  分子所含的中子数为 8      B.  $NH_3$  的结构式为  $\begin{array}{c} H-N-H \\ | \\ H \end{array}$
- C.  $HCl$  的电子式为  $H : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} :$       D. 热稳定性  $H_2S > HF$

【答案】 B

【命题意图与预测】 物质结构式、电子式、原子组成和气态氢化物的热稳定性属于化学基本概念,掌握这些基础知识是化学学科的基本能力要求。 $NH_3$  的结构式,  $HCl$  的电子式,  $D_2O$  以及  $H_2S$  和  $HF$  的热稳定性的比较均可从课本上找到原始答案。这些基础经典考点预测在 2007 年高考命题中会以选择题、填空题的形式出现。

同样 06 全国卷 I 第 26 题,用 3 个小题从应用的角度考查有关元素周期表方面的知识,如果平时不注重课本则不可能得满分。

【例 2】(06 全国卷 I 第 26 题)X、Y、Z 和 W 代表原子序数依次增大的四种短周期元素,它们满足以下条件:

- ①元素周期表中 Z 与 Y 相邻, Z 与 W 也相邻;
- ②Y、Z 和 W 三种元素的原子最外层电子数之和为 17。

请填写:



(1) Y、Z 和 W 三种元素是否位于同一周期(填“是”或“否”)：\_\_\_\_\_，理由是\_\_\_\_\_。

(2) Y 是\_\_\_\_\_，Z 是\_\_\_\_\_，W 是\_\_\_\_\_。

(3) X、Y、Z 和 W 可组成一化合物，其原子个数之比为 8:2:4:1。写出该化合物的名称及化学式\_\_\_\_\_。

【答案】(1)否 若三者处于同一周期，则最外层电子数之和不可能为 17

(2)N O S (3)硫酸铵  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

【命题意图与预测】在元素周期表中从横的方面讲，一至四周期元素名称和元素符号要求考生背诵，从纵的方面来讲 7 个主族，7 个副族，1 个Ⅷ族，1 个 0 族，要求考生记忆。上题中命题者设计的第(1)问，其目的是考查考生在记忆中对知识的理解与应用，如果记不住周期数等于电子层数，最外层电子数等于 A 族族序数，就不能很好地理解和应用，也就回答不出第(1)问的理由。预测这种题型在 2007 年化学试题中还会以非选择题的形式出现。

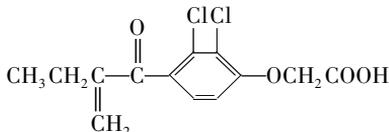
化学基础知识和基本技能，是形成化学基本观念、分析问题和解决问题能力的基础与载体。无论是化学的学习还是对化学学习结果、化学学习与应用能力的测试，都离不开双基知识的考查。但是，双基知识要在真实的化学情境中理解、感悟和获得，双基知识的价值又在于运用。学生能力的高低、化学观念的正确与否、对化学科学价值的认识程度，只有在分析、处理问题中才能表现出来。因此，双基知识的学习和应用、化学观念的形成、能力的提高三者是相辅相成的。双基知识的学习不能脱离鲜活的物质及其变化的情境，不能离开知识的实际运用。

#### 2. 重视情境创设 贴近生产、生活实际

10 套试卷中有许多试题紧密联系生产、生活实际、社会热点问题和现代科技发展成就，让考生在新的情境中应用所学知识解决实际问题。试卷具有较鲜明的时代性和实践性，充分体现了化学知识的应用价值。

10 套试卷中，联系食品、健康、环保、能源、材料等社会、科技发展热点问题或重大事件的题目占 30%~40%。例如奥运会禁用药品、氯化铝陶瓷、齐齐哈尔假药案中的二甘醇含量问题、利尿酸、高能电池与燃料电池的研制、新型高效无机高分子絮凝剂的制备、工业上稀薄燃烧技术、无磷洗衣粉的使用、垃圾分类等环境保护问题都被引用。试题以这些社会和自然界中有关化学的重大事件为素材创设问题情境，以便更真实地考查学生的实际应用水平和能力。

【例 3】(06 重庆理综卷第 12 题)利尿酸在奥运会上被禁用，其结构简式如下图所示。下列叙述正确的是



A. 利尿酸衍生物利尿酸甲酯的分子式是  $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{Cl}_2\text{O}_4$

- B. 尿酸分子内处于同一平面的原子不超过 10 个  
 C. 1 mol 尿酸能与 7 mol  $H_2$  发生加成反应  
 D. 尿酸能与  $FeCl_3$  溶液发生显色反应

【答案】 A

【命题意图与预测】 本题通过 2008 年奥运会在中国召开这一鲜明主题,将化学与奥运紧密联系起来,在此情境下考查考生对有机化学基础知识的掌握程度。预测这种命题思想在 2007 年高考命题中会得到进一步体现。

【例 4】 (06 江苏卷第 25 题)利用太阳光分解水制取氢是未来解决能源危机的理想方法之一。某研究小组设计了如右图所示的循环系统实现光分解水制氢。反应过程中所需的电能由太阳能光电池提供,反应体系中  $I_2$  和  $Fe^{2+}$  等可循环使用。

(1) 写出电解池 A、电解池 B 和光催化反应池中反应的离子方程式。

(2) 若电解池 A 中生成 3.36 L  $H_2$  (标准状况),试计算电解池 B 中生成  $Fe^{2+}$  的物质的量。

(3) 若循环系统处于稳定工作状态时,电解池 A 中流入和流出的 HI 浓度分别为  $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,光催化反应生成  $Fe^{3+}$  的速率为  $c \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$ ,循环系统中溶液的流量为  $Q$  (流量为单位时间内流过的溶液体积)。试用含所给字母的代数式表示溶液的流量  $Q$ 。

【解析】 (1) 电解池 A  $2H^+ + 2I^- \xrightarrow{\text{通电}} H_2 \uparrow + I_2$

电解池 B  $4Fe^{3+} + 2H_2O \xrightarrow{\text{通电}} O_2 \uparrow + 4H^+ + 4Fe^{2+}$

光催化反应池  $2Fe^{2+} + I_2 \xrightarrow{\text{光照}} 2Fe^{3+} + 2I^-$

(2)  $n(H_2) = \frac{3.36 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.150 \text{ mol}$

转移电子的物质的量为  $n(e^-) = 2n(H_2) = 0.150 \text{ mol} \times 2 = 0.300 \text{ mol}$

因为电解池 A、B 是串联电解池,电路中转移的电子数目相等。

所以  $n(Fe^{2+}) = n(e^-) = 0.300 \text{ mol}$

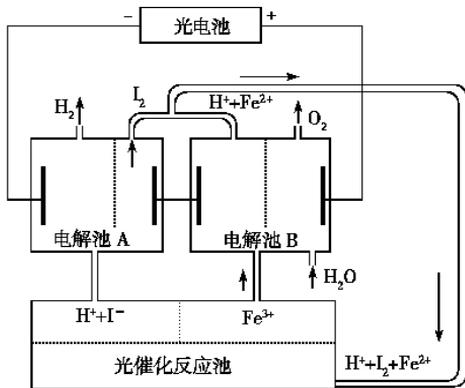
答: 电解池 B 中生成  $Fe^{2+}$  的物质的量为 0.300 mol。

(3) 根据化学反应  $2Fe^{2+} + I_2 \xrightarrow{\text{光照}} 2Fe^{3+} + 2I^-$

光催化反应生成  $I^-$  的速率  $v(I^-) = v(Fe^{3+}) = c \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$

电解池 A 中消耗  $I^-$  的速率应等于光催化反应池中生成  $I^-$  的速率

$a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times Q - b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times Q = c \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$



$$Q = \frac{c}{a-b} L \cdot \text{min}^{-1}$$

答 溶液的流量  $Q$  为  $\frac{c}{a-b} L \cdot \text{min}^{-1}$ 。

【命题意图与预测】 将化学计算置于新能源科技、新情境中进行考查,目的是让考生了解到化学计算是将来走向社会所必备的基本素质之一,解答本题的关键是要读懂题给示意图,从示意图中获得解题信息。预测 2007 年高考对化学基本计算的考查会将其置于工农业生产实际的情境中进行,单一的纯计算题出现的可能性不大。

### 3. 紧扣基础考查能力 扼制题海战术

构思精巧,设计新颖,测试角度和设问方式灵活是全国 10 套试卷的又一特色。10 套试卷中都有一些考查内容、方式看似经典的题目,但这些题目在设问方式、考查内容、答题信息的获取和利用等方面都做了精心设计,无法靠套题、利用事先训练的答题模式来作答。

【例 5】(06 北京理综卷第 8 题)已知:

- ①向  $\text{KMnO}_4$  晶体滴加浓盐酸,产生黄绿色气体
- ②向  $\text{FeCl}_2$  溶液中通入少量实验①产生的气体,溶液变黄色
- ③取实验②生成的溶液在淀粉 KI 试纸上,试纸变蓝色

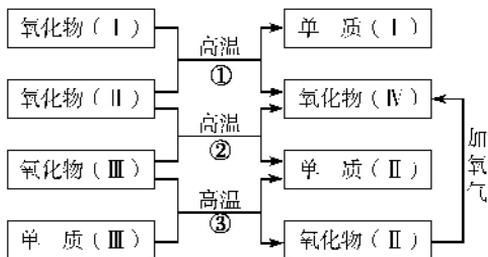
下列判断正确的是

- A. 上述实验证明氧化性  $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
- B. 上述实验中,共有两个氧化还原反应
- C. 实验①生成的气体不能使湿润的淀粉 KI 试纸变蓝
- D. 实验②证明  $\text{Fe}^{2+}$  既有氧化性又有还原性

【答案】 A

【命题意图与预测】  $\text{KMnO}_4$  和浓  $\text{HCl}$  制  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$  氧化  $\text{KI}$ 、 $\text{Cl}_2$  氧化  $\text{Fe}^{2+}$ , 这都是考生非常熟悉的课本知识,但命题者独具匠心地运用这些经典考点通过变换设问的方式和考查角度来考查考生对知识的灵活运用,若靠背题、套题则无法作答。预测有关氧化还原反应这一经典考点在 2007 年高考命题中会以选择题、填空题的形式出现。

【例 6】(06 全国卷 II 第 28 题)以下一些氧化物和单质之间可发生如下图所示的反应:



其中,氧化物( I )是红棕色固体、氧化物( II )( III )( IV )在反应条件下都是气体。

( 1 )氧化物( I )的化学式(分子式)是\_\_\_\_\_。

氧化物( II )的化学式(分子式)是\_\_\_\_\_。

( 2 )反应①的化学方程式是\_\_\_\_\_。

反应②的化学方程式是\_\_\_\_\_。

反应③的化学方程式是\_\_\_\_\_。

【答案】( 1 ) $\text{Fe}_2\text{O}_3$   $\text{CO}$  ( 2 )① $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$  ② $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2 + \text{H}_2$  ③ $\text{H}_2\text{O} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{H}_2 + \text{CO}$  (如写可逆号,同样给分)

【命题意图与预测】无机框图推断题一直是近年来高考用于考查考生学科综合能力的主流题型。这道框图题的框图形式在许多资料上都出现过,但命题者采用的是“老形式、新考点”,借用经典的框图形式考查不同的知识点,这就是命题形式上所谓的“同中有异”,预测2007年“同中有异”这种命题风格在高考命题中还会有所体现。

从总体上看,10套试卷考试内容、范围都符合《考试大纲》的要求,试卷结构基本一致,题型分数比例大体相同。特别是10套试卷在编制上都注重测试考生对化学基础知识、基本技能的掌握程度,以及对化学科学的研究方法和价值与应用是否有基本的了解。这充分体现了素质教育对高中化学教学的要求,与化学新课程在知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三方面的学习目标是相吻合的,发挥了高考对化学教学的良好指挥和导向作用。

## 二、2007年高考命题预测与备考建议

新课程标准改变了以往以物质结构为基础、以元素周期律为主线的化学学科体系,改变了教学内容、教学方式过于统一的状况,构建了选修加必修的课程模式,为学生的个性发展提供了自主选择的空间,因此,高考《考试大纲》力求考查考生学习和探究化学问题的能力。从近几年考试内容上看,化学试题命题由知识立意转变为能力立意,强化能力考查,为此,我们在高考第一轮总复习时为广大考生提出如下复习建议及应试对策:

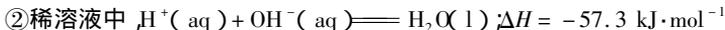
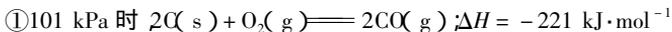
### 1. 重视基础知识、基本技能和基本方法

试题再新颖、能力要求再高也离不开基础知识和基本技能的载体作用,从实施理科综合科目考试以来,从高考试题的演变过程可以看出,高考命题充分考虑到目前中学实行分科教学的实际,依据《考试大纲》确定的考试范围,坚持以考查学科内综合为主的原则,重点考查学科重点和学科主干知识。例如2006年《考试大纲》新增“正确书写热化学方程式”这一考点,2006年天津理综卷第13题便应征了《考试大纲》的这一变化,考查了考生对 $\Delta H$ 的理解与运用。

【例7】(06天津理综卷第13题)已知反应:



Http://www.tesoon.com



下列结论正确的是

- A. 碳的燃烧热大于  $110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 B. ①的反应热为  $221 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 C. 稀硫酸与稀 NaOH 溶液反应的中和热为  $-57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 D. 稀醋酸与稀 NaOH 溶液反应生成  $1 \text{ mol}$  水, 放出  $57.3 \text{ kJ}$  热量

【解题思路】 碳的燃烧热是指在  $101 \text{ kPa}$  时,  $1 \text{ mol}$  碳完全燃烧生成  $\text{CO}_2$  所放出的热量, 而不是生成  $\text{CO}$  所放出的热量, 故 A 对; 反应热分吸热和放热, ①的反应热为放热  $221 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 故 B 错; 中和热、燃烧热均为放热, 故用文字叙述时不标“+”或“-”, 故 C 错;  $\text{CH}_3\text{COOH}$  是弱酸, 电离吸热, 故稀醋酸和稀 NaOH 溶液的中和热小于  $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , D 错。

【答案】 A

【高考预测】 本题着重辨析中和热、燃烧热以及反应热的概念, 注重考查考生对基础知识、基本技能的掌握, 预测这一命题趋势将成为高考命题的主流趋势。

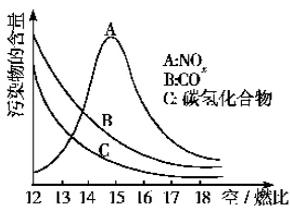
### 2. 强化能力——特别是自学能力

高考理综化学所考查的能力和能力的品质包括观察能力、实验能力、思维能力和自学能力, 其中“观察能力”和“实验能力”是基础, “思维能力”是关键, “自学能力”才是目的。考生应加强自主学习能力的培养, 在高三第一轮复习中多进行自测自评, 注重在现实生活背景中学习化学知识, 在解决实际问题的过程中深入理解知识, 强调经验事实对科学理论的检验, 强调科学、技术与社会的相互联系。

信息给予题因为信息新颖、构思巧妙、综合性强、思维容量大, 能更好地考查学生的阅读、理解、分析、提炼、综合、创新等能力, 故备受命题者的青睐。但在今年高考中据有关方面统计, 凡创设新情境试题, 考生的得分率都不高。所以, 应该加强方法指导, 全面提高考生科学素养。例如 2006 年江苏卷第 21 题就具有上述特点和考查功能。

### 《试题调研》(第二辑)

【例 8】(06 江苏卷第 21 题)稀薄燃烧是指汽油在较大空/燃比(空气与燃油气的体积比)条件下的燃烧。随着全球能源危机的加剧, 稀薄燃烧技术的研究受到了人们的重视, 但稀薄燃烧时, 常用的汽车尾气净化装置不能有效地将  $\text{NO}_x$  转化为  $\text{N}_2$ 。不同空/燃比时汽车尾气中主要污染物的含量变化如右图所示。



(1) 稀薄燃烧技术除能节约能源外, 还具有的优点是 \_\_\_\_\_ (填一项)。排放到大气中的  $\text{NO}_x$  会导致酸雨、\_\_\_\_\_ 等环境问题 (填一项)。

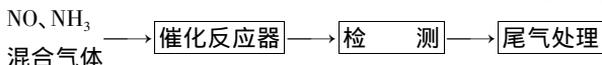
(2) 某校化学研究性学习小组的同学在技术人员的指导下, 按下列流程探究不同催化剂对  $\text{NH}_3$  还原  $\text{NO}$  反应的催化性能。



名言  
警句

把活着的每一天看作生命的最后一天。

——海伦·凯勒



若控制其他实验条件均相同,在催化反应器中装载不同的催化剂,将经催化反应后的混合气体通入滴有酚酞的稀硫酸溶液(溶液的体积、浓度均相同)。为比较不同催化剂的催化性能,需要测量并记录的数据是\_\_\_\_\_。

(3)若某一催化剂能同时催化  $\text{NH}_3$  等还原性气体与  $\text{NO}_x$  的反应。将该催化剂分别用于催化还原含等物质的量  $\text{NO}_x$  的两种气体:①纯  $\text{NO}$  气体,②汽车尾气。消耗  $\text{NH}_3$  的物质的量较多的可能是\_\_\_\_\_ (填字母),原因是\_\_\_\_\_。

- A. ①                      B. ②                      C. 都有可能

**【解题思路】** 稀薄燃烧技术就是燃油气在不同数值比的过量空气中充分燃烧以获得较多的能量和较少的大气污染物的一种技术手段,据此读懂题给图像即可解题。

**【答案】** (1)减少  $\text{CO}$  和碳氢化合物的污染 光化学烟雾或破坏臭氧层  
(2)溶液显色所需要的时间 (3)A 汽车尾气中含有一定量的  $\text{CO}$  和碳氢化合物,少消耗  $\text{NH}_3$  或 B 汽车尾气中含有一定量的  $\text{NO}_2$ ,多消耗  $\text{NH}_3$  或 C 汽车尾气中同时含有  $\text{CO}$ 、碳氢化合物等还原性气体和  $\text{NO}_2$  等氧化性气体,二者相对含量的不同可导致消耗  $\text{NH}_3$  的增多或减少

**【高考预测】** 新情境试题以其情境新、再配以图像数据来考查考生在短时间内的阅读能力、归纳分析数据和提取解题信息的能力。例如本题如果阅读能力不过关,则无法理解稀薄燃烧技术这一专业术语,看不懂图像就无法了解大气污染的变化规律,这道题是典型的能力立意题,预测 2007 年测试这一能力的比重会加大。

### 3. 重视化学实验的复习

近几年来高考实验的一个共同特点就是回归基础,在教材中学生实验和演示实验的基础上进行改进,创设新情境,提出新问题,考查学生的创新能力。

复习化学实验时,要尽可能多地做实验,尤其要重视化学实验基本操作,认真领会教材中学生实验和演示实验的原理及方法,养成从多角度思考问题的习惯,进行“发散”和“求异”思维的训练。把动手操作与动脑思考结合起来,把化学实验原理与实验设计、安全操作结合起来,从本质上掌握化学实验的规律性。既要掌握一种装置的多种用途,又要掌握一种仪器的多种用法;既要掌握一种实验装置制备多种气体,又要掌握多种不同实验装置制备同一种气体,形成设计和评价实验能力。在理解和复习过程中,要不断发现旧知识的局限性和片面性,以便不断更新和提高。此外还要关注新教材增加的学生实验和演示实验。

通过上述分析我们认为第一轮高三总复习,要立足课本、回归基础、重视课堂,只有这样,才能最后夺取 2007 年高考的胜利。





## 重点突破

### 重点 1 物质的组成、性质和分类

#### 考点 解读

自高考科目改革以来，“物质的组成、性质和分类”在每年的《考试大纲》中一直排列在化学基本概念和基本理论的第一条，这是因为化学是研究物质的组成、结构、性质以及变化的科学。按照《考试大纲》的要求，物质的组成和分类主要涵盖以下几项基本要求：(1)了解物质的分子、原子、离子、元素等概念的含义，初步了解原子团的定义。(2)理解物理变化与化学变化的区别与联系。(3)理解混合物和纯净物、单质和化合物、金属和非金属的概念。(4)了解同素异形体的概念。(5)理解酸、碱、盐、氧化物的概念及其相互联系。对于以上内容大部分在初中就已学过，虽简单但易被忽略，主要原因是在概念的准确性上把握不准，因此准确全面地理解概念是高考夺得高分的基础。

#### 典例 调研

题型一 对酸、碱、盐、氧化物的化学式识记的考查

【调研 1】下列各组物质的主要成分皆为同一种酸所对应的盐的是

- A. 大理石、重晶石、光卤石      B. 小苏打、苏打、大苏打  
C. 绿矾、胆矾、明矾              D. 铝土矿、硫铁矿、磁铁矿

解题思路 大理石、重晶石、光卤石的主要成分分别是  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{BaSO}_4$  和  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，A 错；小苏打、苏打、大苏打的主要成分分别是  $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，B 错；绿矾、胆矾、明矾的主要成分分别是  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ，C 对；铝土矿、硫铁矿、磁铁矿的主要成分分别为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeS}_2$  和  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 。

参考答案 C

【方法探究】熟记常见物质的俗名与主要化学成分是掌握化学基本概念和基本理论的一项基本技能。在高考试题中经常出现常见物质的俗名。例如：石灰石、磷矿石、蓝矾、马口铁、白铁、硝石等。熟记这类常见物质的俗名有利于提高解题速度。

【知识链接】中学课本中常见有机物俗名及其主要化学成分(括号中为化学成分)归纳如下：蚁酸( $\text{HCOOH}$ )、蚁醛( $\text{HCHO}$ )、氯仿( $\text{CHCl}_3$ )、石灰酸( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )、福尔马林(35%~40%的  $\text{HCHO}$  水溶液)、安息香酸( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ )等。

题型二 对物质的组成和分类概念的考查

【调研 2】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** 本题主要考查对如下两组概念的辨析: 1. 纯净物和混合物 2. 单质和化合物。例如 红磷和白磷是由同种元素构成的两种不同单质, 故含同种元素的红磷和白磷不是纯净物而是混合物, 而由同种元素构成的白磷则是纯净物, 故 A 对。

**参考答案** A

**【知识链接】** 由同种分子构成的物质属纯净物, 由不同种分子构成的物质属混合物, 由同种元素构成的物质属单质, 由不同种元素构成的物质属化合物。由上述定义可知纯净物和混合物的概念是建立在分子论的理论基础上, 而单质和化合物是基于“元素”这一概念。

**【误区警示】** 在辨析了纯净物和混合物, 单质和化合物这两组概念后, 对于像重水 ( $D_2O$ ) 和普通水 ( $H_2O$ )、氯化氢 ( $HCl$ ) 和氯化重氢 ( $DCl$ )、 $H_2$  和  $H-D$  等这类物质组成的成分, 就可以给出一个准确的答案:  $D_2O$  和  $H_2O$ 、 $HCl$  和  $DCl$ 、 $H_2$  和  $H-D$  均属纯净物, 而不会误入混合物的误区。

**题型三 对物理变化、化学变化深层次的考查**

**【调研 3】** 下列各组物质中不易用物理性质区分的是

- A. 苯和四氯化碳                          B. 酒精和汽油  
C. 氯化铵和硝酸铵晶体                  D. 碘和高锰酸钾固体

**解题思路** 苯和  $CCl_4$  可利用两者在水中的溶解性或密度这一物理性质来区分, 苯比水轻, 而  $CCl_4$  比水重, A 错; 酒精和汽油的气味不同, 利用这一物理性质可加以区分, 故 B 错;  $NH_4Cl$  和  $NH_4NO_3$  均是白色晶体且都易溶于水, 故不易用物理性质区分, C 对; 碘和  $KMnO_4$  固体均为紫色固体, 但可利用受热时极易升华这一物理性质来区分, 故 D 错。

**参考答案** C

**【知识链接】** 通过物质发生物理变化时所表现出的性质称之为物理性质, 例如颜色、状态、气味、熔沸点、密度等。物质通过化学变化所表现出的性质称之为化学性质, 例如物质的热稳定性、氧化性、还原性、酸碱性等。通常容易忽视的物理变化是电泳, 容易忽视的化学变化是金刚石与石墨、红磷与白磷的相互转化。

**题型四 对酸、碱、盐、氧化物相互转化的考查**

**【调研 4】** 将  $SO_2$  通入  $BaCl_2$  溶液中至饱和未见沉淀, 继续通入另一气体即产生沉淀, 通入的气体可能是

- A.  $CO_2$                                   B.  $NH_3$                                   C.  $Cl_2$                                   D.  $HCl$

**解题思路**  $SO_2$  通入  $BaCl_2$  溶液中因无沉淀、气体和难电离的物质生成, 故不符合复分解反应发生的条件。而当通入  $NH_3$  后, 发生复分解反应:  $SO_2 + 2NH_3 + H_2O = (NH_4)_2SO_3$ ,  $(NH_4)_2SO_3 + BaCl_2 = BaSO_3 \downarrow + 2NH_4Cl$ ; 当通入  $Cl_2$  后, 发生反应:  $Cl_2 + 2H_2O + SO_2 = 2HCl + H_2SO_4$ , 生成的  $H_2SO_4$  和  $BaCl_2$  反应:  $H_2SO_4 + BaCl_2$



$\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$  当通入  $\text{HCl}$  时 因无沉淀、气体和难电离的物质生成 没有现象。故正确选项为 B、C。

参考答案 BC

**【误区警示】**《考试大纲》之所以将“酸、碱、盐、氧化物的概念及其相互联系”列入“理解”层次是因为上述考点是高中学习元素及其化合物的基础。但至今还有些同学误认为在  $\text{CaCl}_2$  溶液中通入  $\text{CO}_2$  在  $\text{FeSO}_4$  溶液中通入  $\text{H}_2\text{S}$  反应会发生 这就是没有搞清楚上述考点的内在联系 我们可以这样来理解上述两问题 假设  $\text{CO}_2$  通入  $\text{CaCl}_2$  溶液中能发生如下反应： $\text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + 2\text{HCl}$  那岂不是  $\text{CaCO}_3$  又要溶于盐酸 故反应不发生。同理 因  $\text{FeS}$  溶于酸 故反应不发生。

### 题型五 对构成物质的三种微粒的考查

**【调研 5】** 在二氧化硅、单质碘、氧气、氯化钾、氯化铵、白磷、金刚石 7 种物质中 属于离子构成的物质是：\_\_\_\_\_ 属于分子构成的物质是：\_\_\_\_\_ 属于原子构成的物质是：\_\_\_\_\_。

**解题思路** 凡是属于原子晶体的物质必定由原子构成 凡是属离子晶体的物质必定由离子构成 凡在固态时属分子晶体的物质必定由分子构成。

参考答案 氯化钾、氯化铵 氧气、单质碘、白磷 二氧化硅、金刚石

**【要点探究】**《考试大纲》之所以将构成物质的 3 种微粒列为了了解层次是因为虽然这些知识点出现在初中 但这些知识点在高中延续至分子晶体、离子晶体和原子晶体。

### 题型六 对物质的组成、分类、性质的综合性考查

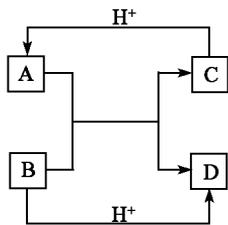
**【调研 6】** 已知 A、B、C、D 是中学化学中常见的四种不同粒子。一定条件下 它们之间存在如下转化关系：

(1) 如果 A、B、C、D 均是 10 电子粒子 请写出含 A、B 两种粒子的溶液反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

(2) 如果 A 和 C 是 18 电子的粒子 B 和 D 是 10 电子的粒子 请写出 A 与 B 在溶液中反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

(3) 已知肼 ( $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$ ) 和甲胺 ( $\text{CH}_3-\text{NH}_2$ ) 都是含 18 个电子的粒子。分析肼和甲胺的结构特点 写出其他具有相同电子数的同种类型化合物的结构简式 (至少两个)\_\_\_\_\_。

**解题思路** (1) 常见的 10 电子粒子有： $\text{N}^{3-}$ 、 $\text{O}^{2-}$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{NH}_2^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{H}_3\text{O}^+$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{CH}_4$ 。因为  $\text{H}^+$  就是一个“裸露”的质子 所以  $\text{H}^+$  数目的增加或减少不会导致电子数目的改变 仔细分析题给关系不难发现  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$  是一个典型的“质子传递”反应。因此 符合题意的离子方程式有多种： $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$  (氟离子的水解)、 $\text{HF} + \text{H}_2\text{O}$



$\rightleftharpoons \text{F}^- + \text{H}_3\text{O}^+$  (氢氟酸的电离)、 $\text{HF} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{F}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 常见的 18 电子粒子有  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{HS}^-$ 、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{PH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HCl}$ 。同理, 此时符合题意的离子方程式也有多种:  $\text{H}_2\text{S} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HS}^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ 、 $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$ 。

(3) 仔细分析肼 ( $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$ ) 和甲胺 ( $\text{CH}_3-\text{NH}_2$ ) 这两种 18 电子粒子的“来路”, 将 10 电子分子去掉一个氢原子后所剩余的“基团”均为 9 电子粒子, 将两个 9 电子粒子“组合”在一起得到的中性分子便是 18 电子的粒子。因此, 本题的结论同样有多种方式:  $\text{CH}_3\text{F}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{HFO}$ 、 $\text{F}_2$  等任意两种的组合均可。

**【技巧点拨】** 本题属于一道经典的开放性问题, 以 10 电子粒子和 18 电子粒子为背景, 以“质子传递”为“媒介”, 注重考查对同类问题进行联系对比、发散联想、迁移应用、挖掘探究的能力。这就要求我们在复习应考时注意相关概念之间的内在关联、织成知识网络并展开合理的联想, 从而全方位开发综合素质, 使思维能力得到迅速“升华”, 这是解答化学开放题的“捷径”。

## 强化 闯关

1. 下列物质由固定元素组成的是

- A. 重水      B. 硬水      C. 软水      D. 王水

2. 大理石可以用作墙面、地面和厨房桌面, 其主要成分是碳酸钙。食醋

(含 3% 的醋酸, 醋酸的酸性比  $\text{H}_2\text{CO}_3$  强) 不慎滴在大理石桌面上, 会使其失去光泽, 变得粗糙。下列能正确解释此现象的是

- A. 食醋中的水使碳酸钙溶解  
B. 食醋中的醋酸将碳酸钙氧化  
C. 食醋中的醋酸与碳酸钙反应并放出大量的二氧化碳气体  
D. 食醋中的醋酸与碳酸钙发生了复分解反应

3. 据报道, 最近日本科学家确认世界上存在着一种与  $\text{C}_{60}$  的结构非常相似的具有空心类似足球结构的分子  $\text{N}_{60}$ , 它在高温或机械撞击后, 其中积蓄的巨大能量会在一瞬间释放出来,  $\text{N}_{60}$  的发现开辟了世界能源的新领域, 它有可能成为一种最好的火箭燃料。  $\text{N}_{60}$  属于

- A. 化合物      B. 混合物      C. 单质      D. 无机物

4. 下列叙述中正确的是

- A. 酸酐不一定是酸性氧化物  
B. 化学反应前后, 各物质的物质的量之和不变  
C. 由同一种元素组成的物质是单质  
D. 二氧化碳由一个碳原子和二氧原子组成

5. 化学变化中不能实现的变化是

- A. 一种分子变成另外一种分子      B. 一种离子变成另外一种离子  
C. 一种原子变成另外一种原子      D. 一种单质变成另外一种单质



6. 下列化学式既能表示物质的组成又能表示物质分子式的是  
 A. NaCl                      B. Al<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>                      C. SiO<sub>2</sub>                      D. C<sub>60</sub>
7. 长期以来化学界一直认为氟的含氧酸不存在,自1971年美国科学家用 F<sub>2</sub> 通过细冰未获得 HFO(次氟酸)以来,对 HFO 的研究引起了充分重视。

- (1) HFO 的电子式为 \_\_\_\_\_, 在分子式 HFO 中氧元素显 \_\_\_\_\_ 价。  
 (2) 次氟酸能与水反应得到溶液 A, A 中含有 B、C 两种溶质, B 常用于雕刻玻璃, C 在二氧化锰催化剂作用下能迅速分解成一种能使带火星的木条重新燃烧的气体, 次氟酸与水反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。  
 (3) 将 A 溶液滴入紫红色酸性高锰酸钾溶液中, 溶液紫红色逐渐褪色, 完成并配平下列有关反应的离子方程式:



8. 金属单质 A 和非金属单质 B 可化合生成化合物 AB, 学生甲、乙、丙 3 人分别在实验室做 A、B 化合生成化合物 AB 的实验, 充分反应时各人所用金属单质 A 和非金属单质 B 的质量各不相同, 但总质量都是 9 g, 有关实验数据记录如右表:

	A 的用量	B 的用量	生成质量
甲	7 g	2 g	6 g
乙	4 g	5 g	6 g
丙	a g	b g	4.44 g

试求:

- (1) 反应方程式: A + B = AB 中反应物 A、B 和生成物 AB 的质量比。  
 (2) 求丙实验中金属 A 和非金属单质 B 可能的用量 a 和 b 的值。

### 【参考答案】

1. A 王水是浓硝酸和浓盐酸按物质的量 1:3 组成的混合物, 硬水和软水是以水中含钙、镁的多少来划分的, 故只有 A 选项符合题意。  
 2. D 因醋酸是弱酸且洒落在桌面上为少量, 故不可能产生大量 CO<sub>2</sub>, 只能和 CaCO<sub>3</sub> 发生复分解反应, 故 D 正确。

《试题调研》

(第二辑)

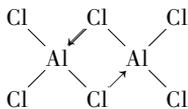
3. CD 单质属于无机物, 故 N<sub>60</sub> 既属于单质又属于无机物。  
 4. A 无机含氧酸的酸酐是酸性氧化物, 而有机酸(如羧酸)则不然, 化学反应前后各种元素原子的种类和数目不变, 而不是各物质的物质的量之和不变; 同种元素可以组成不同单质, 由同种元素组成的纯净物才是单质; 二氧化碳是宏观名词, 它由碳、氧两种元素组成, 二氧化碳分子是微观名词, 它由一个碳原子和二个氧原子组成。

5. C  $2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{O}_2$  显然 A、D 正确,  $\text{Fe}^{2+} \xrightarrow[\text{还原剂}]{\text{氧化剂}} \text{Fe}^{3+}$  故 B 正确。

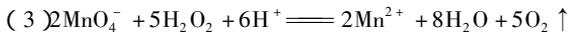
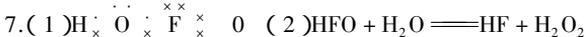
6. BD NaCl 是由离子构成的物质, SiO<sub>2</sub> 是由原子构成的物质, 故 NaCl、SiO<sub>2</sub> 仅表示



其最简单的微粒个数比,不表示其分子组成; $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  结构式为



为氯化铝的二聚分子, $\text{C}_{60}$ 为足球烯的分子式。

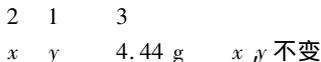


8. 发生反应  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{AB}$

(1) 对于甲:由质量守恒知:有  $7+2-6=3$  g 的物质(A 或 B)未参加反应,而  $2\text{ g} < 3\text{ g}$ ,所以 A 过量 3 g,则反应物与生成物质量之比为:  $u(\text{A}) : u(\text{B}) : u(\text{AB}) = 4 : 2 : 6 = 2 : 1 : 3$

对于乙:由甲知,生成 6 g AB,一定有 4 g A 和 2 g B 完全反应,故 B 过量 3 g,所以 A、B 和 AB 的质量比为 2:1:3

(2) 对于丙:  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{AB}$



$$2:1:3 = x:y:4.44 \text{ g} \quad x=2.96 \text{ g} \quad y=1.48 \text{ g}$$

多余物质的质量为  $9 \text{ g} - 2.96 \text{ g} - 1.48 \text{ g} = 4.56 \text{ g}$

若多余物质为 A,则  $a=7.52 \quad b=1.48$

若多余物质为 B,则  $a=2.96 \quad b=6.04$

## 重点2 化学用语

### 考点解读

最新《考试大纲》对化学用语具体要求如下 (1) 熟记并正确书写常见元素的名称、符号、离子符号 (2) 熟悉常见元素的化合价。能根据化合价正确书写化学式(分子式),并能根据化学式判断化合价 (3) 掌握电子式、原子结构示意图、分子式、结构式和结构简式的表示方法 (4) 理解质量守恒定律的含义。理解热化学方程式的含义。能正确书写化学方程式、热化学方程式、电离方程式、离子方程式、电极反应式。在近几年的高考试卷中上述考点出现的频率较高,预测在 2007 年的高考试题中这些考点会以选择题、填空题的形式出现,难度系数约在 0.60~0.62 之间,要熟练地掌握上述知识点,必须准确理解基本概念的内涵和外延。

重点突破

### 典例调研

题型一 对经典化合价规则高层次的考查

【调研 1】 由于工业的发展,水资源污染日趋严重,水的净化处理一直是受到高度重视的研究课题。某些含  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  的化学试剂可用于净



水,如聚合硫酸铁,其化学式为 $[\text{Fe}_2(\text{OH})_m(\text{SO}_4)_{3-\frac{m}{2}}]_n$ ,式中 $m$ 不可能为

- A. 6                      B. 4                      C. 3                      D. 2

解题思路 在 $[\text{Fe}_2(\text{OH})_m(\text{SO}_4)_{3-\frac{m}{2}}]_n$ 中, $\text{SO}_4^{2-}$ 个数只能为大于1的数,故有 $3 - \frac{m}{2} \geq 1$ ,解之 $m \leq 4$ ,对照4个选项,故 $m$ 不可能为6。

参考答案 A

**【技巧点拨】** 在解答有关元素化合价问题时除遵循氢+1价,氧-2价,正负相加等于零的规则外,还应具体问题具体分析。例如本题中求化学式 $[\text{Fe}_2(\text{OH})_m(\text{SO}_4)_{3-\frac{m}{2}}]_n$ 中的 $m$ 的值则必须紧紧抓住上述化学式中 $\text{SO}_4^{2-}$ 的个数只可能为大于或等于1的数,问题才能迎刃而解。

题型二 对原子结构示意图的综合性考查

**【调研2】** 某粒子结构示意图为 $(+n) \left. \begin{array}{c} \\ \\ \end{array} \right\} 28$ ,若该粒子为离子,则它所带的电荷数可能为

- A.  $8-n$                       B.  $n-8$                       C.  $10-n$                       D.  $n-10$

解题思路 由粒子结构示意图 $(+n) \left. \begin{array}{c} \\ \\ \end{array} \right\} 28$ 知,该结构示意图既可表示阴离子,也可表示阳离子。若该粒子表示正电荷数为 $n$ 的阳离子,则它所带的电荷数为 $(n-10)$ ;若该粒子结构示意图表示阴离子,则该粒子所带电荷数为 $(10-n)$ 。

参考答案 CD

**【知识链接】** 在离子化合物中,阳离子所带的电荷数等于其相应的中性原子失去的电子数,阴离子所带的电荷数等于其相应的中性原子所得到的电子数。

题型三 对10电子微粒、18电子微粒的考查

**【调研3】** A、B、C、D、E分别代表5种微粒,每种微粒中都含有18个电子。其中A和C都是由单原子形成的阴离子;B、D和E都是分子;又知在水溶液中A跟B反应可生成C和D,E具有强氧化性。请回答:

(1)用化学符号表示上述5种微粒:

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

(2)在水溶液中A跟B反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。

解题思路 常见的18电子微粒有:

①分子或原子  $\text{SiH}_4$ 、 $\text{PH}_3$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{F}_2$

②离子  $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{HS}^-$

对照题目给出的信息可知,A为 $\text{S}^{2-}$ ,B为 $\text{HCl}$ ,C为 $\text{Cl}^-$ ,D为 $\text{H}_2\text{S}$ ,E为 $\text{F}_2$ 。在水溶液中A和B反应的离子方程式为 $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{S} \uparrow$ 。

参考答案 (1) $\text{S}^{2-}$   $\text{HCl}$   $\text{Cl}^-$   $\text{H}_2\text{S}$   $\text{F}_2$  (2) $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{S} \uparrow$



【知识链接】常见的 10 电子单核离子有  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{C}^{2-}$ 、 $\text{F}^-$  等,常见的 10 电子多核离子有  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{H}_3\text{O}^+$ 、 $\text{NH}_2^-$  等,常见的 10 电子多原子分子有  $\text{NH}_3$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  等。

#### 题型四 对化学用语——等电子体的考查

【调研 4】甲、乙、丙、丁为前三周期元素形成的微粒,它们的电子总数相等。已知甲、乙、丙为双原子分子或负二价双原子阴离子,丁为原子。

(1)丙与钙离子组成的离子化合物跟水反应产生一种可燃性气体,反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(2)乙在高温时是一种还原剂,请用化学方程式表示它在工业上的一种重要用途:\_\_\_\_\_。

(3)在一定条件下,甲与  $\text{O}_2$  反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(4)丁的元素符号是\_\_\_\_\_,它的原子结构示意图为\_\_\_\_\_。

(5)丁的氧化物的晶体结构与\_\_\_\_\_的晶体结构相似。

**解题思路** 由丙与钙离子组成的离子化合物跟水反应产生一种可燃性气体可知,该化合物为碳化钙,  $\text{CaC}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应的化学方程式为  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$ ,丙微粒的电子式为  $[\text{C} \cdots \cdots \text{C}]^{2-}$ ,进而可知甲、乙、丙、丁四种微粒所含有的电子总数为 14 个。因  $\text{CO}$ 、 $\text{N}_2$  所含电子数均为 14,乙在高温下为还原剂,所以乙为  $\text{CO}$ ,甲为  $\text{N}_2$ ,甲、乙是含 14 个电子的双原子分子,且乙在工业上的一种重要用途可用化学反应方程式表示为  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ,在一定条件下,  $\text{N}_2$  能与  $\text{O}_2$  反应,化学方程式为  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$ ,核外电子总数为 14 的原子是  $\text{Si}$ ,所以丁是硅原子,  $\text{SiO}_2$  是具有和金刚石结构类似的原子晶体。

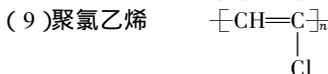
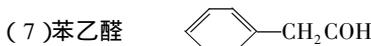
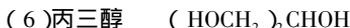
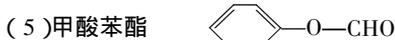
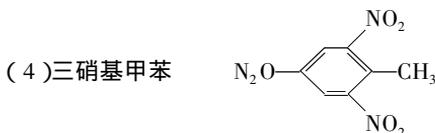
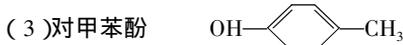
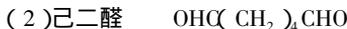
**参考答案** (1)  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$  (2)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$  (3)  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$  (4)  $\text{Si}$   $\left( \begin{array}{c} +14 \\ \text{2} \\ \text{8} \\ \text{4} \end{array} \right)$  (5) 金刚石

【要点探究】在中学阶段涉及到类似于  $\text{CaC}_2$  结构的物质还有  $\text{FeS}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Al}_4\text{C}_3$ 、 $\text{ZnC}_2$ 、 $\text{Li}_2\text{C}_2$  等,它们都属于离子化合物,其中  $\text{FeS}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$  的电子式为:  $\text{Fe}^{2+} [ \text{S} \cdots \text{S} ]^{2-}$ 、 $\text{Na}^+ [ \text{O} \cdots \text{O} ]^{2-} \text{Na}^+$ ,因硫和氧为同一主族,故均能形成结构相似的过氧根离子 ( $\text{O}_2^{2-}$ ) 和过硫根离子 ( $\text{S}_2^{2-}$ ),而  $\text{O}_2^{2-}$  和  $\text{S}_2^{2-}$  是高考中经常出现的化学用语之一。金属碳化物如  $\text{ZnC}_2$ 、 $\text{Al}_4\text{C}_3$  等考点也经常在高考试题中出现,成为经常考查的化学用语之一。例如  $\text{Al}_4\text{C}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$  反应放出  $\text{CH}_4$  的化学方程式:  $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CH}_4 \uparrow$  就值得我们在第一轮复习备考中认真探究。

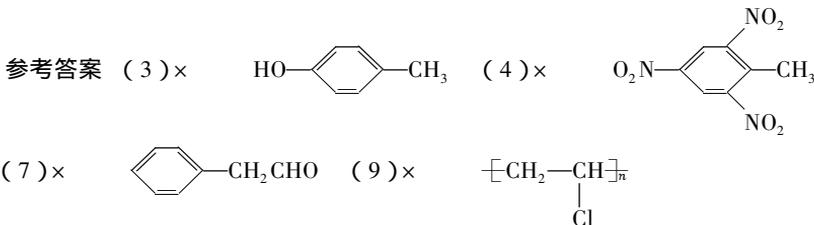


## 题型五 对科学素养的考查

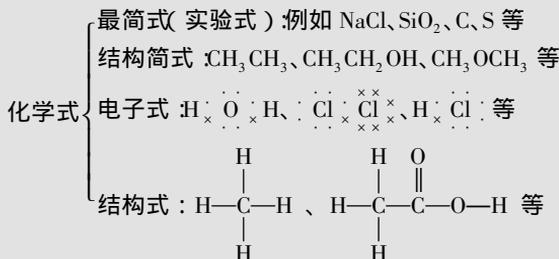
【调研5】 以下有些结构简式,书写得不规范、不正确。请在它们后面打一个×,并把你认为正确的写法写在后面。



解题思路 书写有机物的结构式、结构简式是复习有机化学必须掌握的一项基本技能,而掌握这一基本技能的技巧则是掌握在有机物结构式中碳显-4价这一基本原理,碳四价是判断有机物结构式、结构简式书写正确与否的标准。



【知识链接】 化学式、分子式、结构式、结构简式、实验式、电子式等都是重要的化学用语,这些化学用语之间存在的关系如下:



### 强化 闯关

1. 在下图所表示的微粒中,氧化性最强的是



2. 下列电子式书写错误的是



3. 下列各项中表达正确的是



4. 下列各分子中所有原子都满足最外层为 8 电子结构的是



5. 下列分子含有的电子数目与 HF 相同,且只有两个极性共价键的是



6. 叠氮酸( $\text{HN}_3$ )的酸性和醋酸酸性相似,有关叠氮酸的叙述中正确的是

- A. 叠氮酸在水溶液中电离方程式为  $:\text{HN}_3 \rightleftharpoons \text{H}^{+} + \text{N}_3^{-}$   
 B. 叠氮酸和  $\text{NH}_3$  反应的化学方程式为  $:\text{HN}_3 + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{N}_3$   
 C. 叠氮酸铵是共价化合物  
 D. 叠氮酸钠( $\text{NaN}_3$ )中  $\text{Na}^{+}$  和  $\text{N}_3^{-}$  具有不同的电子数

7. a、b、c、d、e、f、g 为七种由短周期元素构成的微粒,它们都有 10 个电子,其结构特点如下:

微粒代码	a	b	c	d	e	f	g
原子核数	单核	单核	双核	多核	单核	多核	多核
带电荷数 (单位电荷)	0	$1^{+}$	$1^{-}$	0	$2^{+}$	$1^{+}$	0

其中 b 的离子半径大于 e 的离子半径; d 是由极性键构成的四原子极性分子; c 与 f 可形成两个共价型 g 分子。试写出:

- (1) a 微粒的原子结构示意图\_\_\_\_\_。  
 (2) b 与 e 相应元素的最高价氧化物对应水化物的碱性强弱比较为 \_\_\_\_\_  
 > \_\_\_\_\_ (用化学式表示)。  
 (3) d 溶于水的电离方程式\_\_\_\_\_。  
 (4) g 微粒所构成的晶体类型属\_\_\_\_\_。

重点  
突破



(5) c 微粒是 \_\_\_\_\_ f 微粒是 \_\_\_\_\_ (用化学式表示)。

8. (1) 在化合物  $N_5AsF_6$  中存在阴、阳两种离子,其中 As 元素处在最高价 \_\_\_\_\_ 价,5 个 N 原子的最外层都达到了 8 电子结构,则  $N_5$  所带电荷为 \_\_\_\_\_ (+ 或 -),其电荷数为 \_\_\_\_\_,5 个 N 原子间存在 \_\_\_\_\_ 个  $N \equiv N$  键,5 个 N 原子呈 \_\_\_\_\_ 构造(直线型、V 型、五边形)。

(2) 固体物质  $NH_5$ , 所有原子的最外层都符合相应的稀有气体原子的最外层电子结构。该物质适当加热就分解成两种气体,则  $NH_5$  是 \_\_\_\_\_ 型化合物,溶于水后形成的溶液呈 \_\_\_\_\_ (选填酸性、碱性或中性),其电子式为 \_\_\_\_\_。

9. 对于  $H_2O_2$ , 回答下列问题:

(1) 写出其电子式和结构式: \_\_\_\_\_。

(2) 由  $H_2O_2$  的结构分析,为何易发生如下分解  $2H_2O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + O_2 \uparrow$ ? \_\_\_\_\_。

(3) 实验室中可将  $Na_2O_2$  加到冷冻水或冷的稀盐酸中来制取  $H_2O_2$ , 写出有关的化学方程式: \_\_\_\_\_。

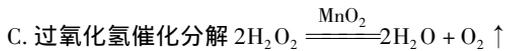
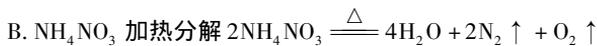
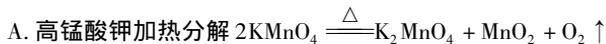
(4) 过氧化氢的沸点比水高,但受热易分解。某试剂厂先制得 7% ~ 8% 的  $H_2O_2$  溶液,再浓缩成 30% 的溶液时,适宜采用的方法是( )

- A. 常压蒸馏                                      B. 减压蒸馏  
C. 加生石灰常压蒸馏                          D. 加压蒸馏

(5) 为了使氯化亚铁和氯化铁酸性混合溶液的氯化亚铁全部变为氯化铁,可作用的试剂是( )

- A. 氧气                      B. 溴水                      C. 过氧化氢                      D. 过氧化钠

(6) 下列的反应适用于实验室制备  $O_2$  的是( )



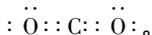
(7)  $H_2O_2$  有弱酸性,写出它与  $Ba(OH)_2$  反应的方程式。

(8) 由  $H_2O_2$  中氧的化合价分析,它在化学反应中是作氧化剂还是作还原剂?还是既可作氧化剂又可作还原剂?写出在酸性条件下分别与  $Fe^{2+}$ 、 $MnO_4^-$  反应的离子方程式: \_\_\_\_\_。

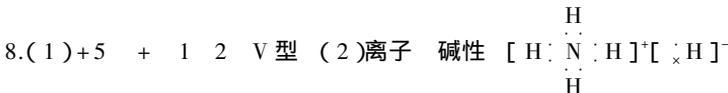
### 【参考答案】

1. B A 为 C 原子, B 为 F 原子, C 为  $Na^+$ , D 为  $Al^{3+}$ , 氟的氧化性最强。

2. A B、C、D 3 个选项中电子式书写均正确, A 选项  $CO_2$  电子式的正确写法应是:



3. A  $\text{CO}_2$  为直线型分子,分子中三个原子在一条直线上, B 选项提供的分子模型错误;  $\text{NaCl}$  是离子化合物,其电子式为  $:\text{Na}^+[\ddot{\text{Cl}}:]^-$ , 故 C 错;  $\text{N}_2$  的结构式为  $\text{N}\equiv\text{N}$ , D 错; 只有 A 正确。
4. BD A 中 Be 原子, C 中 P 原子, 均不满足 8 电子结构。
5. C HF 分子含有 10 个电子,  $\text{CO}_2$  分子含有 22 个电子,  $\text{N}_2\text{O}$  分子含有 22 个电子, A、B 不正确,  $\text{H}_2\text{O}$  分子含有 10 个电子,  $\text{CH}_4$  分子含有 10 个电子。其中只有  $\text{H}_2\text{O}$  分子含有两个 H—O 极性共价键, C 选项符合题意,  $\text{CH}_4$  分子含有四个 C—H 极性共价键, D 选项不正确。
6. BD  $\text{HN}_3$  在水溶液中电离方程式为  $\text{HN}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{N}_3^-$ , A 错;  $\text{NH}_4\text{N}_3$  是铵盐, 属离子化合物, C 错;  $\text{Na}^+$  核外有 10 个电子,  $\text{N}_3^-$  核外共有 22 个电子, B、D 正确。
7. (1)  $(\oplus 12)8$  (2)  $\text{NaOH} > \text{Mg}(\text{OH})_2$  (3)  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  (4) 分子晶体 (5)  $\text{OH}^- \quad \text{H}_3\text{O}^+$



解析: As 是氮族元素, 最高化合价是 +5 价。根据化合物  $\text{N}_5\text{AsF}_6$  中化合价代数和为 0 可算出  $\text{N}_5^+$ 。5 个 N 原子的最外层都达到了 8 电子结构, 可以画出其结构式, 呈 V 型。  $\text{NH}_5$  可变形为  $\text{NH}_4\text{H}$ 。

9. (1)  $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H} \quad \text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$  (2)  $\text{H}_2\text{O}_2$  分子结构中含不稳定的过氧键 “—O—O—”
- (3)  $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \quad \text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaCl}$
- (4) B (5) C (6) AC (7)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{BaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- (8)  $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

## 重点3 化学中常用计量

### 考点 解读

《考试大纲》中主要包括如下知识:

- (1) 了解相对原子质量、相对分子质量的定义。
- (2) 了解物质的量的单位——摩尔(mol), 摩尔质量( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), 气体摩尔体积( $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ )。理解物质的量浓度( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )、阿伏加德罗常数。

读一切好书就是和许多高尚的人谈话。

——笛卡尔

名言  
警句

重点  
突破



掌握物质的量与微粒(分子、原子、离子等)数目、气体体积(标准状况下)之间的相互关系。

上述考点在近几年高考试题中一直是命题的热点,预测在2007年高考命题的选择题中会出现。

### 典例 调研

题型一 对相对分子质量标准理解与运用的考查

【调研1】已知一个 $N_2O_3$ 分子的质量为 $a$  kg,一个 $N_2O_5$ 分子的质量为 $b$  kg,若以氧原子质量的 $\frac{1}{16}$ 作为相对原子质量的标准,则 $NO_2$ 的相对分子质量为多少?

$$\text{解题思路 } u(NO_2) = \frac{1}{4} [u(N_2O_3) + u(N_2O_5)] = \frac{1}{4}(a+b) \text{ kg}$$

$$u(^{16}O) = \frac{1}{2} [u(N_2O_5) - u(N_2O_3)] = \frac{1}{2}(b-a) \text{ kg}$$

$$\text{所以 } NO_2 \text{ 的相对分子质量: } \frac{\frac{1}{4}(a+b)}{\frac{1}{16} \times (b-a) \times \frac{1}{2}} = \frac{8(a+b)}{b-a}$$

$$\text{参考答案 } \frac{8(a+b)}{b-a}$$

【误区警示】相对原子质量、相对分子质量是比值,没有单位,而原子质量、分子质量是以kg为单位的。

题型二 对阿伏加德罗常数 $N_A$ 定义的考查

【调研2】 $a$  mol  $H_2SO_4$  中含有 $b$ 个氧原子,则阿伏加德罗常数可以表示为

A.  $4/4b \text{ mol}^{-1}$       B.  $b/4a \text{ mol}^{-1}$       C.  $a/b \text{ mol}^{-1}$       D.  $b/a \text{ mol}^{-1}$

解题思路 根据关系式  $n = \frac{N}{N_A}$ , 则阿伏加德罗常数  $N_A = \frac{N}{n}$ , 将题中  $N = b$ ,

$n = 4a$  mol 代入上式, 则有  $N_A = \frac{b}{4a} \text{ mol}^{-1}$ , 故选项 B 正确。

参考答案 B

【误区警示】阿伏加德罗常数 $N_A$ 的单位是 $\text{mol}^{-1}$ , 因此在使用 $N_A$ 时应注意 $N_A$ 不是纯数值, 例如只能这样表述: 106 g  $Na_2CO_3$  含有 $Na^+$ 的数目为 $2N_A$ , 而不能表述为: 106 g  $Na_2CO_3$  含有 $2N_A$ 个 $Na^+$ , 后者错在将 $N_A$ 当作纯数值且将 $N_A$ 的单位 $\text{mol}^{-1}$ 改变为“个”。

题型三 对阿伏加德罗常数的综合考查

【调研3】下列说法中不正确的是

A. 磷酸的摩尔质量与 $6.02 \times 10^{23}$ 个磷酸分子的质量在数值上相等

B.  $6.02 \times 10^{23}$  个氮分子和  $6.02 \times 10^{23}$  个氢分子的质量比等于 14:1

C. 32 g 氧气所含的原子数目为  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

D. 常温常压下  $0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$  个一氧化碳分子所占体积是 11.2 L

**解题思路** A 选项正确 磷酸的摩尔质量为  $98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 在数值上等于 1 mol 磷酸分子的质量, 即  $6.02 \times 10^{23}$  个磷酸分子的质量。B 选项正确,  $m(\text{N}_2):m(\text{H}_2) = \frac{6.02 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} : \frac{6.02 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \times 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14:1$ ; C 选项正确, 32 g 氧气含有氧原子数目为  $2N_A$ , 即  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ 。D 选项中, 若在标准状况下, 则符合题意, 因题设不是标准状况, 故 D 选项错误。

**参考答案** D

**【误区警示】** 摩尔质量的单位是  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 它在数值上和相应的相对原子质量或相对分子质量相等, 而相对原子质量和相对分子质量是一比值, 无单位。

**题型四 对阿伏加德罗定律的考查**

**【调研 4】** 下列两种气体的分子数一定相等的是

A. 质量相等、密度不等的  $\text{N}_2$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$

B. 等体积等密度的  $\text{CO}$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$

C. 等温等体积的  $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$

D. 等压等体积的  $\text{N}_2$  和  $\text{CO}_2$

**解题思路**  $\text{N}_2$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$  因摩尔质量相同, 当质量相等时, 不论其密度是否相等, 所含分子个数一定相等, 故 A 选项正确; 分子量相等的  $\text{CO}$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$ , 体积相等、密度相同时, 则标志两者所处压强、温度相同, 故分子个数相等, 所以 B 选项正确; 等温等体积的  $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$ , 由于没有说明压强是否相等, 故其分子个数不一定相等, C 选项错误; 等压等体积的  $\text{N}_2$  和  $\text{CO}_2$ , 温度不一定相等, 因而分子个数不一定相等, 所以 D 选项错误。

**参考答案** AB

**【技巧点拨】** 在解答有关气体质量、体积与物质的量相互换算的简单计算时, 应紧紧抓住质量与温度、压强无关, 只要质量相同、相对分子质量相同的气体, 不论其密度是否相等, 其物质的量即分子个数一定相等。

**题型五 对质量、摩尔质量、物质的量相互换算的考查**

**【调研 5】** 甲、乙两种化合物都含有 X、Y 两种元素, 甲、乙中 X 元素的质量分数分别为 30.4% 和 25.9%, 若已知甲的化学式为  $\text{XY}_2$ , 则乙的化学式可能是

A.  $\text{XY}$

B.  $\text{X}_2\text{Y}$

C.  $\text{X}_2\text{Y}_3$

D.  $\text{X}_2\text{Y}_5$

**解题思路** 解法一: 甲化学式为  $\text{XY}_2$ , X 元素的含量为 30.4%, 则 Y 元素的含量为  $1 - 30.4\% = 69.6\%$

$$\text{由 } \frac{M(\text{X})}{2M(\text{Y})} = \frac{30.4\%}{69.6\%} \text{ 得 } \frac{M(\text{X})}{M(\text{Y})} = \frac{30.4}{34.8} \quad \textcircled{1}$$

设乙的化学式为  $\text{X}_m\text{Y}_n$ , 其中 X 元素的含量为 25.9%, 则 Y 元素的含量为  $1 - 25.9\% = 74.1\%$



Http://www.tesoon.com

$$\text{由 } \frac{mM(X)}{nM(Y)} = \frac{25.9\%}{74.1\%} \quad (2)$$

①式代入②式：

$$\frac{m}{n} = \frac{25.9\%}{74.1\%} \times \frac{M(Y)}{M(X)} = \frac{25.9\% \times 34.8}{74.1\% \times 30.4} = \frac{2}{5}$$

得：乙的化学式为  $X_2Y_5$ 。

解法二：由于甲分子中 X 元素的含量为 30.4%，且  $X:Y=1:2$ ；乙中 X 元素的含量为 25.9%，即 Y 的质量分数更大，则 X 和 Y 的原子个数比肯定小于 1:2，对照选项只有 D 中  $X:Y=2:5=1:2.5 < 1:2$ 。

参考答案 D

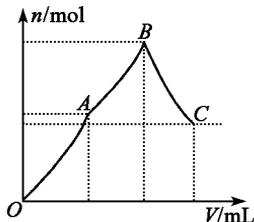
【技巧点拨】解法一属常规解法，适用于要求过程的计算题，通常化合物的化学式中原子个数为最简比，故得  $X_2Y_5$ 。解法二是通过仔细观察后得到的一种巧解方法，适用于选择题。它可达到事半功倍的效果。

题型六 考查能力立意的新题型——整合图像题

【调研 6】向 100 mL  $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硫酸铝铵  $[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2]$  溶液中逐滴加入  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液。

(1) 写出刚好出现沉淀的总物质的量为最大值时的离子方程式(用一个式子表示)\_\_\_\_\_。

(2) 随着  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液体积  $V$  的变化，沉淀物总物质的量  $n$  的变化如图所示。写出 B 点和 C 点对应的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液的体积 B \_\_\_\_\_，C \_\_\_\_\_。



解题思路 由  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 + 2\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

$$n[\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2] = 0.1 \text{ L} \times 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.3 \text{ mol}$$

$$c[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

知当  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  滴入  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2$  溶液中生成  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀量最大时有如下关系式：



$$0.3 \text{ mol} \quad 0.9 \text{ mol} \quad 0.3 \text{ mol}$$



$$0.3 \text{ mol} \quad 0.15 \text{ mol} \quad 0.15 \text{ mol}$$



$$0.45 \text{ mol} \quad 2 \times 0.3 - 0.15 = 0.45 \text{ mol} \quad 0.45 \text{ mol}$$

由以上计算知，当滴入  $n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0.45 \text{ mol}$  时产生  $\text{Al}(\text{OH})_3$  沉淀量最大，此时  $n[\text{Al}(\text{OH})_3] = 0.3 \text{ mol}$ ， $n[\text{BaSO}_4] = 0.45 \text{ mol}$ ， $n[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4] = 0.15 \text{ mol}$ 。要满足



生成沉淀的总物质的量的值最大,还需加入  $n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0.15 \text{ mol}$ ,因此共加入  
 $n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0.45 \text{ mol} + 0.15 \text{ mol} = 0.6 \text{ mol}$ ,其离子方程式为  $\text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + \text{NH}_4^+$   
 $+ 2\text{Ba}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

(2) A点:即生成  $0.3 \text{ mol Al}(\text{OH})_3$  和  $0.45 \text{ mol BaSO}_4$ ,消耗  $V[\text{Ba}(\text{OH})_2] =$   
 $\frac{0.45 \text{ mol}}{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 450 \text{ mL}$

B点:即生成  $0.3 \text{ mol Al}(\text{OH})_3$  和  $0.6 \text{ mol BaSO}_4$ ,此时生成沉淀的总物质的量的  
 值为最大,消耗

$$V[\text{Ba}(\text{OH})_2] = \frac{0.6 \text{ mol}}{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 600 \text{ mL}$$

C点:仅剩  $\text{BaSO}_4$  沉淀。溶解  $0.3 \text{ mol Al}(\text{OH})_3$  需  $n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0.15 \text{ mol}$



$$0.3 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 0.3 \text{ mol}$$

$$V[\text{Ba}(\text{OH})_2] = \frac{0.60 \text{ mol} + 0.15 \text{ mol}}{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 750 \text{ mL}$$

参考答案 (1)  $\text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + \text{NH}_4^+ + 2\text{Ba}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow +$   
 $2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (2) 600 mL 750 mL

**【技巧点拨】** 在解答有关数、形整合题时,首先必须读懂题目给出的图像,以本  
 题图像为例,A、B、C三点所描述的化学意义分别为:B:生成沉淀  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{BaSO}_4$  物  
 质的量达到最大值;A:溶液中  $\text{Al}^{3+}$  完全沉淀, $\text{Ba}^{2+}$  部分沉淀;C:仅为溶液中  $\text{Ba}^{2+}$  最大  
 沉淀量。读懂上述A、B、C三点所描述的化学变化,解题则水到渠成。

## 强化 闯关

1. 用  $N_A$  表示阿伏加德罗常数,下列叙述中正确的是

- A.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} 100 \text{ mL H}_2\text{SO}_4$  中含有  $\text{SO}_4^{2-}$  个数为  $0.1N_A$   
 B.  $1 \text{ mol CH}_3^+$  (碳正离子) 中含有电子数为  $10N_A$   
 C.  $2.4 \text{ g}$  金属镁与足量的盐酸反应,转移电子数为  $2N_A$   
 D.  $12.4 \text{ g}$  白磷中含有磷原子个数为  $0.4N_A$

2. 化合物  $\text{X}_2\text{Y}$  和  $\text{YZ}_2$  中 Y 的质量分数分别约为  $40\%$  和  $50\%$ ,则在化合物  $\text{X}_2\text{YZ}_3$  中 Y  
 的质量分数约为

- A.  $20\%$                       B.  $25\%$                       C.  $30\%$                       D.  $35\%$

3. 某固体仅由一种元素组成,其密度为  $5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。用 X 射线研究该固体的结果表  
 明,在棱长为  $1 \times 10^{-7} \text{ cm}$  的立方体中含有 20 个原子,则此元素的相对原子质量最  
 接近

- A. 32                          B. 65                          C. 120                        D. 150

4. 同温同压下用两个容量相等的贮气瓶,一个装有  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,另一个装有  $\text{C}_2\text{H}_2$  和  $\text{C}_2\text{H}_6$   
 的混合气体,两瓶内气体一定具有相同的

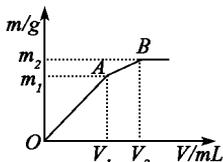


- A. 质量                      B. 原子总数                      C. 碳原子数                      D. 密度
5. 等体积  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{ZnSO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液分别与足量的  $\text{BaCl}_2$  溶液反应, 反应生成的  $\text{BaSO}_4$  的质量比为 1:2:3, 则 3 种硫酸盐溶液物质的量浓度之比为
- A. 1:2:3                      B. 1:6:9                      C. 1:3:3                      D. 1:3:6
6. 在标准状况下的  $a \text{ L HCl}$  (气)溶于 1 000 mL 水中, 得到盐酸的密度为  $b \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 则该盐酸的物质的量浓度是

- A.  $\frac{a}{224} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$                       B.  $\frac{ab}{22\ 400} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C.  $\frac{ab}{72\ 400 + 30.5a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$                       D.  $\frac{1\ 000ab}{22\ 400 + 36.5a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

7. 在含有  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{KCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  3 种物质的混合溶液中, 已知  $c(\text{Cl}^-) = 1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{K}^+) + c(\text{Na}^+) = 1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $c(\text{Mg}^{2+})$  应是
- A.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$                       B.  $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C.  $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$                       D.  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

8. 向含  $0.02 \text{ mol Al}^{3+}$  的明矾溶液中逐滴加入  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液时, 测得产生沉淀的质量  $m$  和逐滴加入的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液的体积  $V$  的关系如图所示。



(1) 写出两个阶段  $OA$ 、 $AB$  反应的离子方程式。

$OA$  段: \_\_\_\_\_;  $AB$  段: \_\_\_\_\_。

(2) 计算出  $A$  点、 $B$  点所对应的  $m$  和  $V$  填在下面横线上。

$V_1 =$  \_\_\_\_\_  $m_1 =$  \_\_\_\_\_;  $V_2 =$  \_\_\_\_\_  $m_2 =$  \_\_\_\_\_。

9. 常温常压下, 有  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  的混合气体 12 L, 将它再和 12 L  $\text{O}_2$  混合后, 使其完全燃烧, 恢复到起始温度和压强。请根据下列数据, 求混合气体中  $V(\text{CO}) : V(\text{H}_2)$  的值。
- (1) 若燃烧后气体体积为 12 L, 则原  $V(\text{CO}) : V(\text{H}_2)$  为多少?
- (2) 若燃烧后气体体积为  $a \text{ L}$ , 则原  $V(\text{CO}) : V(\text{H}_2)$  为多少?
- (3) 若燃烧后气体体积为  $a \text{ L}$ , 则  $a$  的取值范围上、下限各是多少?

【参考答案】

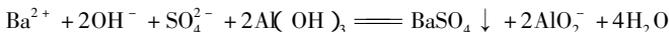
1. D  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  100 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中含  $N(\text{SO}_4^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.01N_A$ , A 选项错误; 1 mol  $\text{CH}_3^+$  含 8 mol  $e^-$  (甲基含 9 个电子, 甲基失去 1 个电子, 则成为  $\text{CH}_3^+$ , 故 1 mol  $\text{CH}_3^+$  含 8 mol  $e^-$ ) 即 1 mol  $\text{CH}_3^+$  所含电子个数为  $8N_A$ , 故 B 选项错误; 2.4 g Mg 即 0.1 mol Mg 与足量 HCl 反应转移电子数为  $0.2N_A$ , 所以 C 选项错误; 2.4 g  $\text{P}_4$ , 即 0.1 mol  $\text{P}_4$  含  $N(\text{P}) = 0.4N_A$ , 所以 D 选项正确。
2. B 设 Y 的原子量为  $0.4a$ , 则 X 的原子量为  $0.3a$ , Z 的原子量为  $0.2a$ , 故  $\text{X}_2\text{YZ}_3$  中 Y 的质量分数为  $\frac{0.4a}{2 \times 0.3a + 0.4a + 3 \times 0.2a} = 25\%$ 。

3. D 求该元素的相对原子质量即求 1 mol 该原子的质量(  $6.02 \times 10^{23}$  个该原子的质量 )依题意 20 个原子的质量  $m = 5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times (1 \times 10^{-7})^3 \text{ cm}^3 = 5 \times 10^{-21} \text{ g}$  , 故 1 mol 该原子的质量约为  $6.02 \times 10^{23} \times 5 \times 10^{-21} \text{ g} / 20 = 150 \text{ g}$ 。
4. C 同温同压下, 气体体积相同, 则物质的量相同, 其中混合气体中两种气体碳原子数均为 2, 无论以怎样的体积比混合, 碳原子数都不变, 一定为 2。
5. B 由题意反应生成的  $\text{BaSO}_4$  质量之比为 1:2:3 可知, 三种硫酸盐溶液中  $\text{SO}_4^{2-}$  物质的量之比为 1:2:3, 则有  $3c[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] \cdot V : c(\text{ZnSO}_4) \cdot V : c(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot V = 1:2:3$  所以  $c[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3] : c(\text{ZnSO}_4) : c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1:6:9$ 。
6. D 根据物质的量浓度的定义, 有:

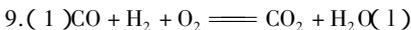
$$c(\text{HCl}) = \frac{\frac{a}{22.4}}{\left(\frac{a}{22.4} \times 36.5 + 1000\right) / (b \times 1000)} = \frac{1000ab}{22400 + 36.5a} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

故答案选 D。

7. D 根据电荷守恒得,  $c(\text{K}^+) + c(\text{Na}^+) + 2c(\text{Mg}^{2+}) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{Cl}^-)$  得  $c(\text{Mg}^{2+}) = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  故答案选 D。



(2) 150 mL 8.55 g 200 mL 9.32 g

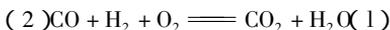


2 1 1 0

12 6 6 0

残余  $V(\text{O}_2) = 12 \text{ L} - 6 \text{ L} = 6 \text{ L}$

因生成 6 L  $\text{CO}_2$ , 故  $V(\text{CO}) = 6 \text{ L}$ ,  $V(\text{H}_2) = 6 \text{ L}$ , 故  $V(\text{CO}) : V(\text{H}_2) = 6:6 = 1:1$



$V(\text{残余气体}) = a = V(\text{CO}_2) + 6$ , 因  $V(\text{CO}) = V(\text{CO}_2) = a - 6$

$V(\text{H}_2) = 12 - V(\text{CO}) = 12 - (a - 6) = 18 - a$  所以  $V(\text{CO}) : V(\text{H}_2) = (a - 6) : (18 - a)$

(3) 因  $\text{O}_2$  耗尽, 故  $a$  的取值范围为  $6 < a < 18$ 。

## 重点4 化学反应与能量

### 考点解读

最新《考试大纲》对化学反应与能量要求如下 (1) 掌握化学反应的四种基本类型: 化合、分解、置换、复分解。(2) 理解氧化还原反应, 了解氧化剂和还原剂等概念。掌握重要氧化剂、还原剂之间的常见反应。能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目, 并能配平反应方程式。(3) 了

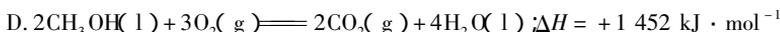
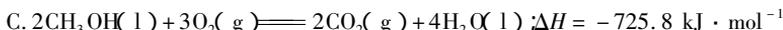
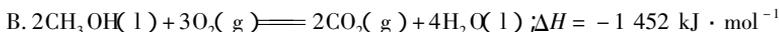
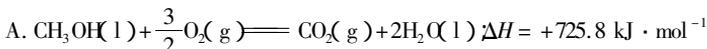


解化学反应中的能量变化,吸热反应、放热反应、反应热、燃烧热、中和热及新能源的开发等概念。有关热化学方程式的考点,新《考试大纲》将其由了解层次上升为理解层次,预测在新一轮高考中会有所体现。

### 典例 调研

#### 题型一 对热化学方程式书写的考查

【调研1】在25℃,101 kPa下,1 g 甲醇燃烧生成CO<sub>2</sub>和液态水时放热22.68 kJ,下列热化学方程式正确的是



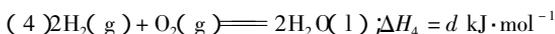
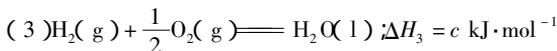
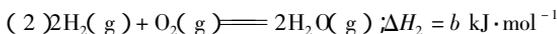
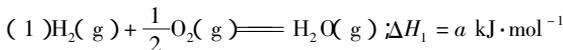
解题思路 为计算简便,选择1 mol CH<sub>3</sub>OH作为标准来书写热化学方程式。1 mol CH<sub>3</sub>OH完全燃烧放热为32 g × 22.68 kJ · g<sup>-1</sup> = 725.8 kJ,故CH<sub>3</sub>OH燃烧的热化学方程式为: $\text{CH}_3\text{OH}(l) + \frac{3}{2}\text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l); \Delta H = -725.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  2 mol CH<sub>3</sub>OH燃烧的热化学方程式为 $2\text{CH}_3\text{OH}(l) + 3\text{O}_2(g) = 2\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(l); \Delta H = -1452 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

参考答案 B

【技巧点拨】书写热化学方程式时,一定要注意:吸热反应ΔH为“+”,放热反应ΔH为“-”,标明反应物和生成物在25℃,101 kPa时的聚集状态;化学计量数与ΔH的值成正比。

#### 题型二 对ΔH大小比较的考查

【调研2】已知



下列关系式中正确的是

A.  $a < c < 0$

B.  $b > d > 0$

C.  $2a = b < 0$

D.  $2c = d > 0$

解题思路 因为四个热化学方程式均为放热反应,所以其ΔH均小于0,B、D选项不正确;(1)和(3)两个热化学方程式中各物质的化学计量数相同,(1)生成气态水而(3)生成液态水,所以 $a > c$ ,A选项不正确;由盖斯定律比较(1)和(2)知ΔH的数值与热化学方程式中各物质的化学计量数成正比,故有 $b = 2a < 0$ ,C正确。



参考答案 C

【技巧点拨】判断热化学方程式  $\Delta H$  的大小,一定要根据题给热化学方程式的具体情况而定,例如本题所给反应热  $\Delta H$  的值用字母  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  表示,故比较其大小时要考虑  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  的“+”与“-”。

题型三 对能力立意的考查——盖斯定律应用的新题型

【调研3】已知胆矾溶于水时溶液温度降低。胆矾受热分解的热化学方程式为  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) = \text{CuSO}_4(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ;  $\Delta H = +Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,室温下,若将 1 mol 无水  $\text{CuSO}_4$  溶于水时配成溶液放热  $Q_2 \text{ kJ}$ ,则

- A.  $Q_1 > Q_2$       B.  $Q_1 = Q_2$       C.  $Q_1 < Q_2$       D. 无法确定

解题思路 利用盖斯定律求解:



①式+②式得  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) = \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ;  $\Delta H = (Q_1 - Q_2) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,因胆矾溶于水,溶液温度降低,故胆矾溶于水的反应热  $\Delta H > 0$ ,所以  $Q_1 - Q_2 > 0$ ,故  $Q_1 > Q_2$ 。

参考答案 A

【技巧点拨】化学反应不管是一步完成还是分几步完成,其反应热是相同的,也就是说化学反应的反应热只与反应的始态(各反应物)和终态(各生成物)有关,而与具体反应进行的途径无关。

题型四 对中和热定量实验的考查

【调研4】把温度为  $13^\circ\text{C}$ 、浓度为  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸溶液和  $1.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的碱溶液各 50 mL 混合[溶液密度均为  $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,生成溶液的比热容  $c = 4.184 \text{ J} / (\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$ ] 轻轻搅动。测得酸碱混合液的温度变化数据如下:

反应物	起始温度 $t_1 / ^\circ\text{C}$	终了温度 $t_2 / ^\circ\text{C}$	中和热
HCl + NaOH	13	19.8	$\Delta H_1$
HCl + $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	13	19.3	$\Delta H_2$

(1) 试计算上述两组实验测出的中和热:  $\Delta H_1 =$  \_\_\_\_\_;  $\Delta H_2 =$  \_\_\_\_\_。

(2) 实验中碱液过量的目的是\_\_\_\_\_。

(3) 两组实验结果差异的原因是\_\_\_\_\_。

解题思路 (1) 根据给出的酸和碱的物质的量(酸为  $0.050 \text{ mol}$ , 碱为  $0.055 \text{ mol}$ ) 知, 碱过量, 应以酸为计算标准, 算出生成  $0.050 \text{ mol}$  水放出的热量, 进而算出生成  $1 \text{ mol}$  水放出的热量, 即可得出两组实验测出的中和热数值。

$$\Delta H_1 = - \frac{4.184 \text{ J} / (\text{g} \cdot ^\circ\text{C}) \times (50 \text{ g} + 50 \text{ g}) \times (19.8^\circ\text{C} - 13.0^\circ\text{C})}{1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.050 \text{ L}}$$

重点突破

成功 = 艰苦劳动 + 正确方法 + 少说空话。

——爱因斯坦

名言  
警句



Http://www.tesoon.com

$$= -5.69 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = -56.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_2 = -\frac{4.184 \text{ J} / (\text{g} \cdot ^\circ\text{C}) \times (50 \text{ g} + 50 \text{ g}) \times (19.3 ^\circ\text{C} - 13.0 ^\circ\text{C})}{1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.050 \text{ L}}$$

$$= -5.27 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = -52.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(2) 碱液过量是为了提高实验准确度。因 NaOH 溶液易吸收  $\text{CO}_2$  ,而使 NaOH 浓度下降 ; $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  易挥发 ,而使  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  浓度下降。

(3) NaOH 是强碱 ,在水溶液中完全电离 ,跟 HCl 中和时放热较多 ; $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  是弱碱 ,可逆电离 ,发生电离时要吸热 ,中和时放热较少。

参考答案 见解析

**【误区警示】** 在测定中和热时 ,实验中给出  $n(\text{NaOH}) = 0.055 \text{ mol}$  ,而  $n(\text{HCl}) = 0.050 \text{ mol}$  ,其目的是使 HCl 完全反应 ,那么能否让  $n(\text{HCl}) = 0.055 \text{ mol}$  ,而使  $n(\text{NaOH}) = 0.050 \text{ mol}$  呢 ? 答案是否定的 ,这是因为在实验过程中 ,NaOH 溶液露置在空气中易吸收  $\text{CO}_2$  而导致实验误差 ,故 NaOH 溶液浓度略大于 HCl ,这不会影响中和热的测定且  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  稀盐酸无挥发性。

### 强化 闯关

1. 沼气是一种能源 ,它的主要成分是  $\text{CH}_4$  。  $0.5 \text{ mol CH}_4$  完全燃烧生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  时 ,放出  $445 \text{ kJ}$  热量 ,则下列热化学方程式中正确的是
- A.  $2\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H = +890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H = +890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H = -890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D.  $\frac{1}{2}\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H = -890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
2. 已知葡萄糖的燃烧热是  $2804 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  ,当它被氧化生成  $1 \text{ g}$  水时放出的热量是
- A.  $26.0 \text{ kJ}$                       B.  $51.9 \text{ kJ}$                       C.  $155.8 \text{ kJ}$                       D.  $467.3 \text{ kJ}$
3. 已知  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) ; \Delta H = -282.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  ,某  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的混合气体完全燃烧时放出  $113.74 \text{ kJ}$  热量 ,同时生成  $3.6 \text{ g}$  液态水 ,则原混合气体中  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的物质的量之比为
- A. 2:1                                  B. 1:2                                  C. 1:1                                  D. 2:3
4. 在  $100 \text{ g}$  碳不完全燃烧所得气体中 ,CO 占  $1/3$  体积 , $\text{CO}_2$  占  $2/3$  体积 ,且
- $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) ; \Delta H = -110.35 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) ; \Delta H = -282.57 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 与这些碳完全燃烧相比 ,损失的热量是
- A.  $392.92 \text{ kJ}$                       B.  $2489.44 \text{ kJ}$                       C.  $784.92 \text{ kJ}$                       D.  $3274.3 \text{ kJ}$

5. 已知  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 计算下列中和反应中放出的热量。

(1) 用 20 g NaOH 配成稀溶液跟足量的稀盐酸反应, 能放出 \_\_\_\_\_ kJ 的热量。

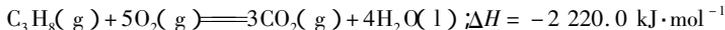
(2) 用 0.1 mol  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  配成稀溶液跟足量的稀硝酸反应, 能放出 \_\_\_\_\_ kJ 的热量。

(3) 用 1.00 L  $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  醋酸溶液与 2.00 L  $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液反应, 放出的热量 \_\_\_\_\_ (填“大于”、“小于”或“等于”)  $57.3 \text{ kJ}$ , 理由是 \_\_\_\_\_。

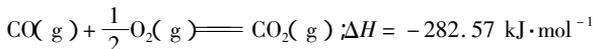
6. 城市使用的燃料, 现大多数为煤气、液化石油气。煤气的主要成分是一氧化碳和氢气的混合气, 它由煤炭与水蒸气反应制得, 故又称水煤气。

(1) 试写出制取水煤气的主要化学反应方程式: \_\_\_\_\_。

(2) 液化石油气的主要成分是丙烷, 丙烷燃烧的热化学方程式为:

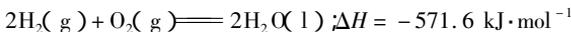


已知 CO 气体燃烧的热化学方程式为:



试比较同物质的量的  $\text{C}_3\text{H}_8$  和 CO 燃烧, 产生的热量比值约为 \_\_\_\_\_。

(3) 已知氢气燃烧的热化学方程式为:

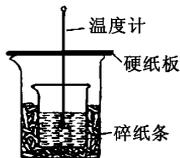


试比较同质量的氢气和丙烷燃烧, 产生的热量比值约为 \_\_\_\_\_。

(4) 氢气是未来的能源, 除产生的热量大之外, 还具有的优点是 \_\_\_\_\_。

7. 50 mL  $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸与 50 mL  $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液在下图所示的装置中进行中和反应。通过测定反应过程中所放出的热量可计算中和热。回答下列问题:

(1) 从实验装置上看, 图中尚缺少的一种玻璃仪器是 \_\_\_\_\_。



(2) 烧杯间填满碎纸条的作用是 \_\_\_\_\_。

(3) 大烧杯上如不盖硬纸板, 求得的中和热数值 \_\_\_\_\_ (填“偏大”、“偏小”或“无影响”)。

(4) 实验中改用 60 mL  $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸跟 50 mL  $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液进行反应, 与上述实验相比, 所放出的热量 \_\_\_\_\_ (填“相等”或“不相等”), 所求中和热 \_\_\_\_\_ (填“相等”或“不相等”), 简述理由: \_\_\_\_\_。

(5) 用相同浓度和体积的氨水代替 NaOH 溶液进行上述实验, 测得的中和热的数值 \_\_\_\_\_, 用 50 mL  $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液进行上述实验, 测得的中和热的数值 \_\_\_\_\_。(均填“偏大”、“偏小”或“无影响”)



## 【参考答案】

1. C  $\text{CH}_4$  完全燃烧为放热反应,其反应热  $\Delta H < 0$ ,排除 A、B 选项。0.5 mol  $\text{CH}_4$  完全燃烧放出 445 kJ 热量,则 1 mol  $\text{CH}_4$  完全燃烧生成  $\text{CO}_2$  和液态水,放出 890 kJ 热量,其  $\Delta H = -890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,所以 C 选项正确。
2. A 葡萄糖燃烧的热化学方程式为: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ;  $\Delta H = -2804 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $$6 \times 18 : 2804 = 1 : Q$$

解得  $Q = 26.0 \text{ kJ}$ 。

3. C 设原混合气体中  $\text{H}_2$  有  $x \text{ mol}$ ,  $\text{CO}$  有  $y \text{ mol}$ ,
- $$\text{则} \begin{cases} 285.8x + 282.9y = 113.74 \\ 18x = 3.6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0.2 \\ y = 0.2 \end{cases} \text{ 故选 C。}$$

4. C  $\text{CO}$  占  $\frac{1}{3}$  体积,  $n(\text{CO}) = (\frac{100}{12} \times \frac{1}{3}) \text{ mol}$ , 损失的热量即  $\text{CO}$  未转化成  $\text{CO}_2$  所释放的热量,其值为  $\frac{100}{12} \times \frac{1}{3} \text{ mol} \times 282.57 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 784.92 \text{ kJ}$ 。

5. (1) 28.65 (2) 11.46 (3) 小于 醋酸电离吸热,放热少

解析:(1) 20 g  $\text{NaOH}$  跟足量  $\text{HCl}$  反应,生成  $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{20 \text{ g}}{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$ , 反应放出的热量为  $0.5 \text{ mol} \times 57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 28.65 \text{ kJ}$ 。(2) 0.1 mol  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  与足量的稀硝酸反应,生成  $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.2 \text{ mol}$ , 反应放出的热量为  $0.2 \text{ mol} \times 57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 11.46 \text{ kJ}$ 。(3) 醋酸电离吸热,放热少,故小于 57.3 kJ。

6. (1)  $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO} + \text{H}_2$
- (2) 220 kJ; 282.57 kJ = 7.9:1
- (3)  $\frac{1}{4} \times 571.6 \text{ kJ}; \frac{2 \times 220}{44} \text{ kJ} = 2.8:1$
- (4) ①来源丰富;②燃烧产物对环境无污染

《  
试  
题  
调  
研  
》

7. (1) 环形玻璃搅拌棒 (2) 减少实验过程中的热量损失 (3) 偏小 (4) 不相等 相等 因为中和热是酸跟碱在稀溶液中发生中和反应生成 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  所放出的能量,与酸碱的用量无关 (5) 偏小 偏小

## 重点 5 溶液 胶体

考  
点  
解  
读

溶液是中学化学中的重要基础知识,这是因为绝大多数化学反应都是在溶液中进行的。它涉及物质的量浓度与溶液的质量分数、溶解度等之间的相互换算,而胶体则建立起分散系的概念,所以初高中内容中关于

名言  
警句

谦虚使人进步 骄傲使人落后。

——毛泽东

溶液、胶体的有关概念是一个逐步深化、逐步完善的有机整体。《考试大纲》对溶液、胶体这一重点有如下要求：

(1)了解分散系的概念,了解悬(乳)浊液、溶液、胶体的重要差异。(2)理解物质的量浓度的意义,能进行物质的量浓度、溶液质量分数、溶解度的基础计算。(3)了解胶体的重要性质。(4)初步学会配制一定物质的量浓度溶液的方法和技能。

预测这一重点内容的有关考点会在2007年高考试卷中以选择题、无机框图题的形式出现。

### 典例 调研

#### 题型一 溶质质量分数的技巧性解法——十字交叉法

【调研1】密度为  $0.91 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  的氨水,溶质质量分数为25%,该氨水用等体积的水稀释后,所得溶液的质量分数

- A. 等于12.5%                      B. 大于12.5%  
C. 小于12.5%                      D. 无法确定

解题思路 设氨水和水的体积各为  $V \text{ mL}$ , 则  $w(\text{NH}_3) = \frac{V \times 0.91 \times 25\%}{V \times 0.91 + V \times 1.0} \times 100\% = 11.9\% < 12.5\%$ 。

参考答案 C

【方法探究】利用十字交叉法可使该题解答清楚、计算简捷。设稀释溶液后溶质质量分数为  $x\%$ , 则

$$\begin{array}{c} \text{氨水 } 25\% \\ \quad \quad \quad \nearrow \quad \quad \quad x \\ \quad \quad \quad x \\ \quad \quad \quad \searrow \quad \quad \quad 25\% - x \\ \text{H}_2\text{O } 0 \end{array} = \frac{0.91V}{1V} < 1$$

即  $\frac{x}{25\% - x} < 1$ ,  $x < 25\% - x$ ,  $x < 12.5\%$  选 C。

#### 题型二 对胶体性质的考查

【调研2】下列关于胶体的叙述不正确的是

- A. 布朗运动是胶体微粒特有的运动方式,可以据此把胶体和溶液、悬浊液区别开来  
B. 光线透过胶体时,胶体发生丁达尔现象  
C. 用渗析的方法净化胶体时,使用的半透膜只能让较小的分子、离子通过  
D. 胶体微粒具有较大的表面积,能吸附阳离子或阴离子,故在电场作用下会产生电泳现象

解题思路 布朗运动不是胶体所独有的运动方式,悬浊液中分散质粒子在分散剂中也有布朗运动,故 A 是正确选项。

参考答案 A

老是把自已当珍珠,就时常有怕被埋没的痛苦。把自已当泥土吧!让众人把你踩成路。

——孔繁森



【知识链接】 胶体具有如下几项性质 (1) 胶体的光学性质——丁达尔现象 利用丁达尔现象可区别胶体和溶液。(2) 胶体的动力学性质——布朗运动。布朗运动是胶体较稳定的因素之一。(3) 胶体的电学性质——电泳。电泳现象说明胶体中的胶粒带有电荷, 同种电荷互相排斥, 这是胶体分散系较稳定的主要因素。

### 题型三 对溶解度、质量分数、物质的量浓度相互换算的考查

【调研 3】 20 °C 时, 饱和 KCl 溶液的密度为  $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 物质的量浓度为  $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则下列说法中不正确的是

A. 25 °C 时, 饱和 KCl 溶液的物质的量浓度大于  $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

B. 此溶液中 KCl 的质量分数为  $\frac{74.5 \times 4.0}{1.174 \times 1000} \times 100\%$

C. 20 °C 时, 密度小于  $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  的 KCl 溶液是不饱和溶液

D. 将此溶液蒸发部分水, 再恢复到 20 °C 时, 溶液密度一定大于  $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

解题思路 温度升高, KCl 的溶解度增大, 饱和溶液浓度增大, A 正确;  $w(\text{KCl}) = \frac{74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 1000} \times 100\% = \frac{74.5 \times 4.0}{1.174 \times 1000} \times 100\%$ , B 选项正确; 在一定温度下饱和 KCl 溶液的密度一定大于同温度下 KCl 的不饱和溶液, 所以 C 选项正确; 将此饱和溶液蒸发一部分溶剂, 再恢复至 20 °C, 一定析出晶体, 但母液还是饱和溶液, 其密度不变还是  $1.174 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 所以 D 选项符合题意。

参考答案 D

【要点探究】 对有关溶解度的考查在高考试题中常以选择题的形式出现, 在复习这一考点时要把握如下知识点 (1) 有关溶解度的概念 (2) 溶解度、溶质质量分数和物质的量浓度的相互换算。

### 题型四 对溶液综合计算能力的考查

【调研 4】 下面是四种盐在不同温度下的溶解度 ( $\text{g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$ )

	$\text{NaNO}_3$	$\text{KNO}_3$	$\text{NaCl}$	$\text{KCl}$
10 °C	80.5	20.9	35.7	31.0
100 °C	175	246	39.1	56.6

《  
试  
题  
调  
研  
》  
(  
第  
二  
辑  
)

(计算时假定: ①盐类共存时不影响各自的溶解度; ②过滤晶体时, 溶剂损耗忽略不计。)

(1) 取 23.4 g NaCl 和 40.4 g  $\text{KNO}_3$ , 加 70.0 g  $\text{H}_2\text{O}$ , 加热溶解。在 100 °C 时蒸发掉 50.0 g  $\text{H}_2\text{O}$ , 维持该温度, 过滤析出晶体, 计算所得晶体的质量 ( $m_{\text{高温}}$ )。

将滤液冷却至 10 °C, 待充分结晶后, 过滤, 计算所得晶体的质量 ( $m_{\text{低温}}$ )。

(2) 另取 34.0 g  $\text{NaNO}_3$  和 29.8 g KCl, 同样进行如上实验。10 °C 时析出的晶体是 \_\_\_\_\_ (写化学式)。100 °C 和 10 °C 得到的晶体质量 ( $m'_{\text{高温}}$  和  $m'_{\text{低温}}$ ) 分别是多少?

解题思路 (1) 100 °C 蒸发掉 50.0 g  $\text{H}_2\text{O}$  后, 溶液中 NaCl 质量为



$$39.1 \text{ g} \times \frac{70.0 \text{ g} - 50.0 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 7.82 \text{ g}$$

析出的 NaCl 晶体质量  $m_{\text{高温}} = 23.4 \text{ g} - 7.82 \text{ g} = 15.58 \text{ g}$

$\text{KNO}_3$  完全溶解, 没有晶体析出。

冷却到  $10^\circ\text{C}$ , 析出的 NaCl 晶体质量为

$$(39.1 \text{ g} - 35.7 \text{ g}) \times \frac{70.0 \text{ g} - 50.0 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0.68 \text{ g}$$

冷却到  $10^\circ\text{C}$ , 溶液中  $\text{KNO}_3$  的质量为

$$20.9 \text{ g} \times \frac{70.0 \text{ g} - 50.0 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 4.18 \text{ g}$$

析出的  $\text{KNO}_3$  晶体质量为  $40.4 \text{ g} - 4.18 \text{ g} = 36.22 \text{ g}$

$10^\circ\text{C}$  析出的晶体总质量  $m_{\text{低温}} = 0.68 \text{ g} + 36.22 \text{ g} = 36.9 \text{ g}$

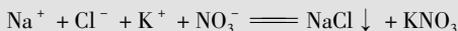
$$(2) \text{ 两种原始溶液中各种盐的物质的量都相等。} n(\text{NaCl}) = \frac{23.4 \text{ g}}{58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$$

$$n(\text{KNO}_3) = \frac{40.4 \text{ g}}{101 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = n(\text{NaNO}_3) = \frac{34.0 \text{ g}}{85 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = n(\text{KCl}) = \frac{29.8 \text{ g}}{74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$$

$0.4 \text{ mol}$ 。因而, 溶解后得到的两种溶液中四种离子浓度完全相同。根据溶解度,  $100^\circ\text{C}$  时蒸发后得到的是 NaCl 晶体, 冷却后得到的主要是  $\text{KNO}_3$  晶体, 但也有少量的 NaCl 晶体, 所以第(2)小题不必再计算。

参考答案 (1)  $m_{\text{高温}} = 15.6 \text{ g}$   $m_{\text{低温}} = 36.9 \text{ g}$  (2)  $\text{KNO}_3$  和 NaCl  $m'_{\text{高温}} = 15.6 \text{ g}$   $m'_{\text{低温}} = 36.9 \text{ g}$

**【误区警示】** 在解答本题时, 首先应清楚当将  $23.4 \text{ g}$  NaCl 和  $40.4 \text{ g}$   $\text{KNO}_3$  溶于  $70.0 \text{ g}$  水中, 在  $100^\circ\text{C}$  时, 蒸发掉  $50.0 \text{ g}$  水后析出的晶体为什么是 NaCl 而不是 KCl, 而降温至  $10^\circ\text{C}$  时, 析出的晶体是  $\text{KNO}_3$  而不是  $\text{NaNO}_3$ 。这是因为在溶液中离子反应总是向着离子数目减少的方向进行:



上述反应之所以发生取决于  $100^\circ\text{C}$  时, NaCl 的溶解度随溶剂的变化比 KCl 大, 故在  $100^\circ\text{C}$  时蒸发掉  $50 \text{ g}$  溶剂后析出的晶体是 NaCl 而不是 KCl, 而从  $100^\circ\text{C}$  降温至  $10^\circ\text{C}$  时, 由题给溶解度数据知  $\text{KNO}_3$  从  $100^\circ\text{C}$  降温至  $10^\circ\text{C}$  溶解度变化大于  $\text{NaNO}_3$  溶解度变化, 故温度从  $100^\circ\text{C}$  降温至  $10^\circ\text{C}$  时, 析出的是  $\text{KNO}_3$  晶体而不是  $\text{NaNO}_3$  晶体。

## 强化 闯关

1. 已知  $t^\circ\text{C}$  时某物质的不饱和溶液  $a \text{ g}$  中含溶质  $m \text{ g}$ 。若该溶液蒸发  $b \text{ g}$  水并恢复到  $t^\circ\text{C}$  时, 析出溶质  $m_1 \text{ g}$ 。若原溶液蒸发  $c \text{ g}$  水并恢复到  $t^\circ\text{C}$  时, 则析出溶质  $m_2 \text{ g}$ 。用  $S$  表示该物质在  $t^\circ\text{C}$  时的溶解度, 下式中正确的是

我国黑龙江省克山县很多人得“克山病”是由于严重缺硒。很多所谓“水土病”或带有地方性的怪病, 往往可以从微量元素过量或缺乏中找到答案。

A.  $S = \frac{100m}{a-m}$

B.  $S = \frac{100m_2}{c}$

C.  $S = \frac{100(m_1 - m_2)}{b-c}$

D.  $S = \frac{100(m - m_1)}{a-b}$

2. 某种胶体在电泳时, 它的胶粒向阴极移动。在胶体中分别加入下列物质:
- ①蔗糖溶液 ②硫酸镁溶液 ③硅胶胶体 ④氢氧化铁胶体 不会发生凝聚的是
- A. ①③                      B. ①④                      C. ②③                      D. ③④
3. 分别取等质量 80 °C 的甲、乙两种化合物的饱和溶液, 降温至 20 °C 后, 所析出的甲的质量比乙的大 (甲和乙均无结晶水)。下列关于甲、乙溶解度的叙述中肯定正确的是
- A. 20 °C 时, 乙的溶解度比甲的大                      B. 80 °C 时, 甲的溶解度比乙的大
- C. 温度对乙的溶解度影响较大                      D. 温度对甲的溶解度影响较大
4. 氯化铁溶液与氢氧化铁胶体具有的共同性质是
- A. 分散质颗粒直径在 1 nm ~ 100 nm 之间                      B. 能透过半透膜
- C. 加热蒸干、灼热后都有氧化铁生成                      D. 呈红褐色
5. 已知某盐在不同温度下的溶解度 (见下表)

某盐不同温度时的溶解度

t/°C	0	10	20	30	40
S/g	11.5	15.1	19.4	24.4	37.6

- 若把质量分数为 22% 的该盐溶液由 60 °C 逐渐冷却, 则开始析出晶体的温度应在
- A. 0 °C ~ 10 °C                      B. 10 °C ~ 20 °C                      C. 20 °C ~ 30 °C                      D. 30 °C ~ 40 °C
6. 某温度下, 100 g 饱和氯化钠溶液中含有氯化钠 26.5 g。若向此溶液中添加 3.5 g 氯化钠和 6.5 g 水, 则所得溶液的溶质质量分数是
- A. 30%                                      B.  $\frac{26.5 + 3.5}{100 + 6.5} \times 100\%$
- C. 26.5%                                      D.  $\frac{26.5 + 3.5}{100 + 6.5 + 3.5} \times 100\%$

7. 若以  $w_1$  和  $w_2$  分别表示浓度为  $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水的质量分数, 且知  $2a = b$ , 则下列推断正确的是 (氨水的密度比纯水小)
- A.  $2w_1 = w_2$                       B.  $2w_2 = w_1$                       C.  $w_2 > 2w_1$                       D.  $w_1 < w_2 < 2w_1$
8. 在  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体溶液中, 逐滴加入 HI 稀溶液, 会出现一系列变化。
- (1) 先出现红褐色沉淀, 原因是\_\_\_\_\_。
- (2) 随后沉淀溶解, 溶液呈黄色, 写出此反应的离子方程式\_\_\_\_\_。
- (3) 最后溶液颜色加深, 原因是\_\_\_\_\_。此反应的离子方程式是\_\_\_\_\_。
- (4) 用稀盐酸代替 HI 稀溶液, 能出现上述哪些相同的变化现象\_\_\_\_\_。
- (写序号)

9. 参照下列物质的溶解度,用固体 NaOH、H<sub>2</sub>O、CaCO<sub>3</sub>、盐酸为原料制取 33 g 纯 NaHCO<sub>3</sub>。

	25 ℃时溶解度
NaHCO <sub>3</sub>	9 g
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	33 g
NaOH	110 g

- (1) 用水 100 g, 则制取时需 NaOH \_\_\_\_\_ g。  
 (2) 若用 NaOH 固体 17.86 g, 则需用水 \_\_\_\_\_ g。
10. 某温度下,取足量的 MgSO<sub>4</sub> 饱和溶液,向其中加入 1 g 无水硫酸镁,则析出 3.15 g MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 求:
- (1) 该温度下 MgSO<sub>4</sub> 的溶解度。  
 (2) 溶质的质量分数。  
 (3) 要使 6.3 g MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 晶体溶解至少应加多少 g 水?

## 【参考答案】

1. C 当蒸发  $(b - c)$  g 水时可析出  $(m_1 - m_2)$  g 晶体,由溶解度定义有  $100 : S = (b - c) : (m_1 - m_2)$  得  $S = \frac{100(m_1 - m_2)}{b - c}$  (g)。
2. B 由题意知该胶体带正电荷,因此加入非电解质蔗糖和带正电荷的氢氧化铁胶体不会发生凝聚,B 选项正确。
3. D 取等质量的甲、乙两种化合物 80 ℃ 的饱和溶液,降温至 20 ℃ 时,析出甲、乙的质量由两种物质在 80 ℃ 和 20 ℃ 时的溶解度之差决定,两温度下溶解度的差越大,析出质量越多。现题给甲析出质量多,故甲在两个温度下的溶解度的差值大,所以 D 正确。
4. C 胶体颗粒直径都在 1 nm ~ 100 nm 之间,不能透过半透膜,而溶液中溶质颗粒直径都小于 1 nm,能透过半透膜。氯化铁溶液为棕黄色,氢氧化铁胶体为红褐色。加热蒸干时,氯化铁水解为氢氧化铁,灼烧后,氢氧化铁分解为氧化铁。
5. D 首先求已知溶液中,100 g 水中含有溶质的质量。 $(100 - 22) : 100 = 22 g : x$ ,  $x = 28.2 g$ ,由此解得降温至 30 ℃ ~ 40 ℃ 时析出晶体。
6. C 由题得该饱和溶液的质量分数为 26.5%,但加入的氯化钠和水  $\frac{3.5 g}{3.5 g + 6.5 g} = 35\% > 26.5\%$ ,显然饱和,故所得溶液仍是饱和溶液,质量分数不变,为 26.5%。
7. C 因  $c = \frac{1000 \varphi w}{M}$ , 则  $a = \frac{1000 \varphi_1 w_1}{17}$ ,  $b = \frac{1000 \varphi_2 w_2}{17}$ , 因  $2a = b$ , 则  $2\varphi_1 w_1 = \varphi_2 w_2$ , 而  $\varphi_2 < \varphi_1$  故  $w_2 > 2w_1$ 。(  $\varphi$  为密度 )
8. (1) 注 Fe(OH)<sub>3</sub> 胶体中滴入少量 HI 稀溶液,即加入电解质后,使胶体发生了聚沉。

苹果、梨子能放出一种乙稀气体,它无色无味,能加速其他水果的成熟、老化,直到腐败变质。因此,苹果、梨子不能与香蕉一起存放。



(2)继续滴加时,由于酸碱中和生成  $\text{Fe}^{3+}$ ,使溶液呈黄色: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。(3)再继续滴加,颜色加深,是因为发生了氧化还原反应,有  $\text{I}_2$  生成: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 。(4)若用稀盐酸代替 HI 稀溶液,稀盐酸是电解质溶液,也能与  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  发生酸碱中和反应,但它不能被  $\text{Fe}^{3+}$  氧化,故只能出现(1)(2)两现象。

9. (1) 20 g (2) 50.11 g

解析:(1)考虑到固体析出后,仍有溶质溶解在水中,而  $\text{CO}_2 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3$ ,并不造成水量的变化,故要在 100 g 水中制 33 g  $\text{NaHCO}_3$ ,实际需生成  $\text{NaHCO}_3$

(33 + 9)g,故需 NaOH 的物质的量为  $n(\text{NaOH}) = \frac{42 \text{ g}}{84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$   $m(\text{NaOH}) = 0.5 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 20 \text{ g}$ 。(2)若用 17.86 g NaOH 固体,可生成  $\text{NaHCO}_3$  固体

$17.86 \times \frac{84}{40} = 37.51(\text{g})$  故必有(37.51 - 33)g  $\text{NaHCO}_3$  溶解在水里形成饱和溶液,

所以  $\frac{9 \text{ g}}{100 \text{ g}} = \frac{(37.51 - 33) \text{ g}}{m(\text{H}_2\text{O})}$  得  $m(\text{H}_2\text{O}) = 50.11 \text{ g}$

10. 设该温度下  $\text{MgSO}_4$  的溶解度为 S,则

$$\frac{S}{100} = \frac{3.15 \times \frac{120}{246} - 1}{3.15 \times \frac{126}{246}} \Rightarrow S = 33.3 \text{ g}$$

$$(2) w = \frac{S}{100 + S} \times 100\% = \frac{33.3 \text{ g}}{133.3 \text{ g}} \times 100\% = 25\%$$

(3)加水至饱和时用水最少,设加了 x g 水至饱和,则

$$\frac{S}{100} = \frac{33.3}{100} = \frac{6.3 \times \frac{120}{246}}{6.3 \times \frac{126}{246} + x} \Rightarrow x = 6$$

## 考点 解读

物质结构的理论包括原子结构的理论和分子结构的理论,它是指导学习元素及其化合物的总纲,因此《考试大纲》规定(1)了解原子的结构及同位素的概念。理解原子序数、核电荷数、质子数、中子数、核外电子数,以及质量数与质子数、中子数之间的相互关系。(2)以第 1、2、3 周期的元素为例,了解原子核外电子排布规律。(3)理解离子键、共价键的含义。理解极性键和非极性键。了解极性分子和非极性分子。了解分子间作用力。初步了解氢键。(4)了解几种晶体类型(离子晶体、原子晶体、分子晶体、金属晶体)及其性质。

## 重点 6 物质结构

这一重要考点近年来在高考试卷中不但以选择题的形式出现,在 2005 年高考试卷中还自成体系考查考生的学科综合能力。

## 典例 调研

### 题型一 对原子组成符号 ${}^A_ZX$ 的考查

【调研 1】 ${}^3_2\text{He}$  可以作为核聚变材料。下列关于 ${}^3_2\text{He}$  的叙述正确的是

- A.  ${}^3_2\text{He}$  和 ${}^3_1\text{H}$  互为同位素  
 B.  ${}^3_2\text{He}$  原子核内中子数为 2  
 C.  ${}^3_2\text{He}$  原子核外电子数为 2  
 D.  ${}^3_2\text{He}$  代表原子核内有 2 个质子和 3 个中子的氦原子

解题思路  ${}^3_2\text{He}$  和 ${}^3_1\text{H}$  不是同种元素的原子,故两者不是同位素, A 错; ${}^3_2\text{He}$  原子核内只有 1 个中子, B、D 错。 ${}^3_2\text{He}$  表示氦原子组成的符号,它表示氦原子质子数为 2,质量数为 3,其核外有 2 个电子,故 C 正确。

参考答案 C

【知识链接】 ${}^A_ZX$  表示原子组成的符号,该原子组成符号所示各微粒间关系为:中子数  $N = A - Z$ ,质子数( $Z$ ) = 核外电子数。

### 题型二 对分子结构的考查

【调研 2】 $\text{BF}_3$  分子的四个原子在同一平面中,它是一个非极性分子,下列推断正确的是

- A. 两个 B—F 键的夹角为  $120^\circ$       B. 三个 B—F 键键能不同  
 C. 三个 B—F 键键长相同      D. B—F 键是非极性键

解题思路 由题知  $\text{BF}_3$  是非极性分子,且四个原子位于同一平面,则其分子结构必然是三个 F 原子分别处在以硼为中心的平面三角形的三个顶点上,三个 B—F 键键长相等,键之间的夹角为  $120^\circ$ 。故选 A、C。

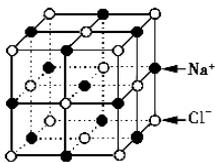
参考答案 AC

【发散类比】 本题是根据结果推断分子结构,需要对所学知识熟练掌握,并能逆向思维。我们知道,由极性键构成的分子,若空间结构对称,则为非极性分子。和  $\text{BF}_3$  具有相似的平面结构的分子还有  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 。

### 题型三 对离子晶体三维空间定量的考查

【调研 3】 右图是课本上氯化钠的晶体结构示意图,它是从氯化钠晶体中划分出来的一个平行六面体结构单元——晶胞。完美的氯化钠晶体可看做是无限多个晶胞在三维方向作无限周期性排列而成。据此判断在氯化钠晶体中平均每个晶胞中含有

- A. 4 个  $\text{Cl}^-$  和 4 个  $\text{Na}^+$   
 B. 6 个  $\text{Cl}^-$  和 6 个  $\text{Na}^+$



头发定型摩丝是由一种树脂溶解在挥发性很大的溶剂中配制而成的,其中一种常见的树脂的名称是聚乙烯吡咯烷酮。

Http://www.tesoon.com

C. 1 个  $\text{Cl}^-$  和 1 个  $\text{Na}^+$

D. 8 个  $\text{Cl}^-$  和 8 个  $\text{Na}^+$

**解题思路** 在氯化钠晶体中位于晶胞顶点处的离子为 8 个晶胞所共有,即每个晶胞占有该离子的  $\frac{1}{8}$ ,位于棱上的离子的  $\frac{1}{4}$  为该晶胞所有,位于面心的离子的  $\frac{1}{2}$  为该晶胞所有,位于体心处的离子为该晶胞独有。

据此可知,在氯化钠晶体中平均每个晶胞含有:

$$\text{Na}^+ : \frac{1}{8} \times 8 = 1 \quad \frac{1}{2} \times 6 = 3 \quad \text{所以共有 4 个 } \text{Na}^+$$

$$\text{Cl}^- : 12 \times \frac{1}{4} = 3 \quad \text{胞心 } : 1 \quad \text{所以共有 4 个 } \text{Cl}^-$$

**参考答案** A

**【技巧点拨】** 在立体晶胞中位于顶点处的微粒为 8 个立方体(即晶胞)所共有,位于棱上的粒子为四个立方体所共有,位于面心的粒子为 2 个立方体所共有,这是解答有关晶体结构问题的基础。

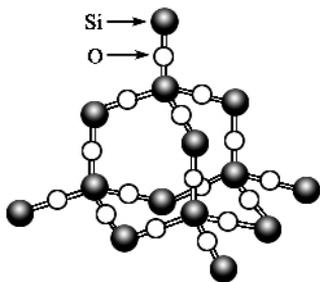
#### 题型四 对原子晶体空间构型的定量考查

**【调研 4】** 二氧化硅是立体网状结构,其晶体结构如右图所示,认真观察晶体结构后,回答下列问题:

(1) 二氧化硅中最小的硅氧原子环为 \_\_\_\_\_ 元环。

(2) 每个硅原子为 \_\_\_\_\_ 个最小的硅氧原子环所共有。

(3) 每个最小的硅氧原子环中硅、氧原子个数之比为 \_\_\_\_\_。



**解题思路** 由二氧化硅结构图知,最小的硅氧原子环上有 6 个硅原子和 6 个氧原子,故最小的硅氧原子环为 12 元环;每个硅原子形成 4 个共价键为 6 个最小硅氧原子环所共有,每个氧原子为 3 个最小的硅氧原子环所共有。所以平均每个最小硅氧原子环平均占有的硅原子为  $6 \times \frac{1}{6} = 1$  个,氧原子为  $6 \times \frac{1}{3} = 2$  个。

**参考答案** (1)12 (2)6 (3)1:2

**【发散类比】** 运用发散类比的方法亦可解答本题,由二氧化硅晶体和金刚石均为原子晶体且二氧化硅晶体结构和金刚石类似,在金刚石立体网状结构中最小的碳原子环为 6 碳环,用同主族硅原子取代碳原子后再插入 6 个氧原子,即形成最小的硅氧 12 元环。

#### 题型五 对离子化合物、共价化合物的综合考查

**【调研 5】** 已知五种元素的原子序数的大小顺序为  $C > A > B > D > E$ , A、C 同周

期, B、C 同主族。A、B 形成离子化合物  $A_2B$  中所有离子的电子数相同, 其电子总数为 30; D 和 E 可形成 4 核 10 电子分子, 试回答下列问题:

(1) 写出五种元素的元素符号: A \_\_\_\_\_、B \_\_\_\_\_、C \_\_\_\_\_、D \_\_\_\_\_、E \_\_\_\_\_。

(2) 用电子式表示离子化合物  $A_2B$  的形成过程: \_\_\_\_\_。

(3) 写出下列物质的电子式:

① D 元素形成的单质 \_\_\_\_\_;

② E 与 B 形成的化合物 \_\_\_\_\_;

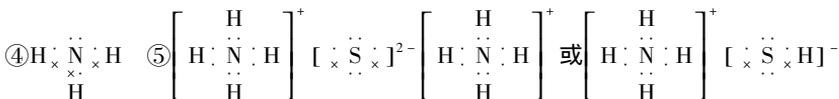
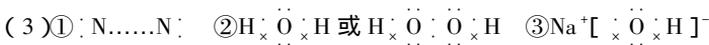
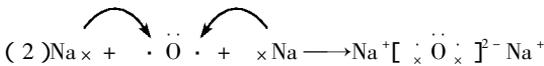
③ A、B、E 形成的化合物 \_\_\_\_\_;

④ D 与 E 形成的化合物 \_\_\_\_\_;

⑤ D、C、E 形成的离子化合物 \_\_\_\_\_。

**解题思路** 因为 A、B 形成的离子的电子数相同, 在电子总数为 30 的  $A_2B$  离子化合物中, 每个离子的电子数为 10 个, 故可推知 A 是 Na, B 是 O; 因为 4 原子核, 10 个电子形成的分子中, 每个原子平均分不到 3 个电子, 可知其中一定含有氢原子, 分子中有 4 个原子核共 10 个电子, 一定是  $NH_3$ 。因原子序数  $D > E$ , 故 D 为 N, E 为 H, C 与 A 同周期与 B 同主族, 所以 C 为 S。

**参考答案** (1) Na O S N H



**【方法探究】** 解答本题的难点之一是 D、E 可形成 4 核 10 个电子的分子, 上述采用的是尝试推断法但不简捷, 如果记住 10 个电子构成的分子:  $CH_4$ 、 $NH_3$ 、 $H_2O$ 、 $HF$ 、 $Ne$ , 则能很快推断出 D、E 两元素。因此, 记住一些特殊分子实例, 在解答推断题时可收到事半功倍的效果。

## 强化 闯关

1. 碳化硅 ( $SiC$ ) 是一种具有类似金刚石的结构晶体, 其中碳原子和硅原子的位置是交替的。在下列三种晶体①金刚石、②晶体硅、③碳化硅中, 它们的熔点从高到低的顺序是

A. ①③②      B. ②③①      C. ③①②      D. ②①③

2.  $HgCl_2$  的稀溶液可用作手术刀的消毒剂, 已知  $HgCl_2$  的熔点是  $277^\circ\text{C}$ , 熔融状态的  $HgCl_2$  不能导电,  $HgCl_2$  溶液有弱的导电能力, 则下列关于  $HgCl_2$  的叙述中正确

重点突破

工程塑料的组成可用字母 ABS 表示, 其单体有 1,3-丁二烯和苯乙烯及丙烯腈。

化学  
天地 

的是

- ①HgCl<sub>2</sub> 属于共价化合物 ②HgCl<sub>2</sub> 晶体属于离子晶体 ③HgCl<sub>2</sub> 属于非电解质  
④HgCl<sub>2</sub> 属于弱电解质

- A. ①③ B. ①④ C. ②③ D. ②④

3. 有关晶体的下列说法中正确的是

- A. 晶体中分子间作用力越大, 分子越稳定 B. 原子晶体中共价键越强, 熔点越高  
C. 冰融化时水分子中共价键发生断裂 D. 氯化钠熔化时离子键未被破坏

4. 下列指定微粒的个数比为 2:1 的是

- A. Be<sup>2+</sup> 中的质子和电子  
B. <sup>2</sup><sub>1</sub>H 原子中的中子和质子  
C. NaHCO<sub>3</sub> 晶体中的阳离子和阴离子  
D. BaO<sub>2</sub>( 过氧化钡 ) 固体中的阴离子和阳离子

5. 下列每组物质发生状态变化所克服的微粒间的相互作用属于同种类型的是

- A. 食盐和蔗糖融化 B. 钠和硫融化  
C. 碘和干冰升华 D. 二氧化硅和氧化钠融化

6. 下列叙述正确的是

- A. 同主族金属的原子半径越大熔点越高  
B. 稀有气体原子序数越大沸点越高  
C. 分子间作用力越弱分子晶体的熔点越低  
D. 同周期元素的原子半径越小越易失去电子

7. 下列化合物中阳离子半径与阴离子半径比值最小的是

- A. NaF B. MgI<sub>2</sub> C. BaI<sub>2</sub> D. KBr

8. 关于晶体的下列说法正确的是

- A. 原子晶体的熔点一定比金属晶体的高  
B. 分子晶体的熔点一定比金属晶体的低  
C. 在晶体中只要有阴离子就一定有阳离子  
D. 在晶体中只要有阳离子就一定有阴离子

9. 已知氯化铝的熔点为 190 °C( 2.02 × 10<sup>5</sup> Pa ) 但它在 180 °C 即开始升华。

( 1 ) 氯化铝是 \_\_\_\_\_ ( 填“ 离子化合物 ”或“ 共价化合物 ” )

( 2 ) 在 500 K 和 1.01 × 10<sup>5</sup> Pa 时, 它的蒸气密度( 换算成标准状况时 ) 为 11.92 g · L<sup>-1</sup>, 且已知它的结构中有配位键, 气态氯化铝的化学式为 \_\_\_\_\_ 结构式为 \_\_\_\_\_。

( 3 ) 无水氯化铝在空气中强烈地“ 发烟 ”, 其原因是 \_\_\_\_\_。

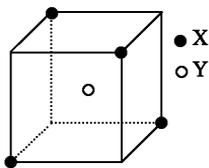
( 4 ) 设计一个更可靠的实验, 判别氯化铝是离子化合物还是共价化合物。你设计的实验是 \_\_\_\_\_。

10. 某离子晶体单元结构如图所示, X 位于正方形的顶点, Y 位于立方体中心。试



分析：

- (1) 晶体中每个 Y 同时吸引着\_\_\_\_\_个 X, 每个 X 同时吸引着\_\_\_\_\_个 Y, 该晶体化学式为\_\_\_\_\_。
- (2) 晶体中在每个 X 周围与它最接近且距离相等的 X 共有\_\_\_\_\_个。
- (3) 晶体距离最近的 2 个 X 与 1 个 Y 形成的夹角  $\angle XYX$  的度数为\_\_\_\_\_。
- (4) 设该晶体的摩尔质量为  $M \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 晶体密度为  $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 阿伏加德罗常数为  $N_A$ , 则晶体中两个距离最近的 X 之间的距离为\_\_\_\_\_cm。



### 【参考答案】

1. A 原子晶体的熔点由微粒间的共价键的强弱决定, 这里共价键强弱主要由键长决定, 由于硅的原子半径大于碳原子的, 所以键的强弱顺序为  $\text{C}-\text{C} > \text{C}-\text{Si} > \text{Si}-\text{Si}$ , 熔点由高到低的顺序为金刚石  $>$  碳化硅  $>$  晶体硅。
2. B  $\text{HgCl}_2$  熔点低, 熔融状态不导电, 说明它属于共价化合物, 其晶体属于分子晶体; 其水溶液有弱导电能力, 说明在溶液中微弱电离, 属于弱电解质, 故①④正确。
3. B 分子间作用力主要影响物质的物理性质, 如熔、沸点, 与分子的稳定性无关, 分子稳定与否取决于构成分子的化学键, 故 A 错; 而原子晶体熔、沸点的高低取决于晶体内共价键的强弱, 故 B 正确; 冰融化时, 克服的是分子之间的作用力和氢键, 而不是共价键, 故 C 错;  $\text{NaCl}$  融化时  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  间距离发生变化, 离子键被破坏, 故 D 错。
4. A  $\text{Be}^{2+}$  中质子数为 4, 电子数为 2, 所以  $N(\text{质子}) : N(\text{电子}) = 4 : 2 = 2 : 1$ , A 正确;  ${}^1_1\text{H}$  原子中  $N(\text{中子}) : N(\text{质子}) = 1 : 1$ , B 错误;  $\text{NaHCO}_3$  晶体中  $N(\text{阳离子}) : N(\text{阴离子}) = 1 : 1$ , C 错误;  $\text{BaO}_2$  固体中  $N(\text{阴离子}) : N(\text{阳离子}) = 1 : 1$ , D 错误。
5. C 要微粒间相互作用的类型相同, 先必须是晶体类型相同。而 A、B、D 各项中晶体类型均不相同。
6. BC 金属的原子半径越大, 金属键越弱, 金属晶体的熔点越低, 如碱金属元素单质。稀有气体构成的是分子晶体, 组成和结构相似的物质随相对分子质量的增大, 分子间作用力也增大, 熔点、沸点逐渐升高, 如卤素单质, 故 B 对。分子晶体熔沸点高低主要取决于分子间作用力的大小, 故 C 对。同周期元素的原子半径越小, 元素的非金属性越强, 失去电子越困难, 所以 D 错。
7. B 题给阳离子半径最小的是  $\text{Mg}^{2+}$ , 阴离子半径最大的是  $\text{I}^-$ , 不难得出正确答案 B。
8. C 原子晶体熔点较高, 但金属晶体中也有熔点很高的, 如钨, 故 A 错误。分子晶体熔点较低, 但汞在常温下是液态, 铯的熔点也很低, 故 B 错误。在金属晶体中有阳离子, 无阴离子, 故 D 错误。正确选项只有 C。

衣服上的柏油迹可用松节油除去, 铁锈迹可用 2% 草酸溶液除去, 圆珠笔油可用丙酮除去, 铜绿迹可用氨水或稀盐酸除去。

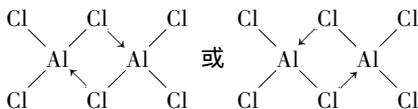
9. (1) 共价化合物 (2)  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  结构式见解析。

(3) 氯化铝为强酸弱碱盐, 在空气中水分子作用下会发生水解反应产生  $\text{HCl}$ ,  $\text{HCl}$  在空气中形成酸雾而“发烟”。

(4) 在其熔融状态下, 检验其导电性, 若不导电则为共价化合物。

解析: (1) 因为氯化铝的熔沸点较低, 所以属于分子晶体, 故氯化铝为共价化合物。

(2)  $M(\text{氯化铝}) = 11.92 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 267 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 所以气态氯化铝的化学式为  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$ , 因为其结构中有配位键, 所以其结构式为:



(3) 氯化铝为强酸弱碱盐, 在空气中水蒸气作用下会发生水解反应产生  $\text{HCl}$ ,  $\text{HCl}$  在空气中形成酸雾而“发烟”。

(4) 判别氯化铝是离子化合物还是共价化合物, 设计的实验是在其熔融状态下, 检验其是否导电, 若不导电则为共价化合物。

10. (1) 4 8  $\text{XY}_2$  或  $\text{Y}_2\text{X}$  (2) 12 (3)  $109^\circ 28'$

(4) 设立方体边长为  $a \text{ cm}$ , 一个晶胞中有  $\frac{1}{2}$  个 X, 则:

$$\frac{N_A}{1} \times a^3 \times \rho = M \Rightarrow 2N_A \times a^3 \times \rho = M \quad a^3 = \frac{M}{2N_A \rho} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{M}{2N_A \rho}}$$

$$\text{两个距离最近 X 之间的距离为 } \sqrt{2}a = \sqrt{2} \cdot \sqrt[3]{\frac{M}{2N_A \rho}} = \sqrt[3]{\frac{\sqrt{2}M}{N_A \cdot \rho}}$$

## 重点 7 元素周期律和周期表

《  
试  
题  
调  
研  
》

**考  
点  
解  
读**

元素周期律是元素周期表的理论基础, 元素周期表是元素周期律的具体表现形式, 元素周期律和周期表属于化学三大理论之一, 是研究原子结构的理论, 在《考试大纲》中主要包含以下几个基本要点:

(  
第  
二  
辑  
)

(1) 掌握元素周期律实质, 了解元素周期表(长式)的结构(周期、族)及其应用。(2) 以第 3 周期为例, 掌握同一周期内元素性质(如: 原子半径、化合价、单质及化合物性质)的递变规律与原子结构的关系; 以 I A 族和 VII A 族为例, 掌握同一主族内元素性质递变规律与原子结构的关系。这是历年高考命题的经典考点, 近年来常以新科技、新材料为背景材料考查相关知识点, 体现了高考命题在能力考查方向上的创新。

典例  
调研

## 题型一 对气态氢化物结构的考查

【调研1】已知硼化物  $B_xH_y^-$  与  $B_{10}C_2H_{12}$  的电子总数相等,则  $B_xH_y^-$  的正确表示式为

- A.  $B_9H_{15}^{2-}$       B.  $B_{10}H_{14}^{2-}$       C.  $B_{11}H_{13}^{2-}$       D.  $B_{12}H_{12}^{2-}$

解题思路 由 B 的电子数为 5, C 原子的电子数为 6, 以及题给条件  $B_xH_y^-$  与  $B_{10}C_2H_{12}$  的电子总数相等知, 若将  $B_{10}C_2H_{12}$  中的 2 个 C 原子换成 B 原子, 则  $B_{10}C_2H_{12}$  变形为  $B_{12}H_{12}^{2-}$  (多 2 个电子即表现为整个原子团带 2 个负电荷)。

参考答案 D

【要点探究】本题以新情境——硼化物  $B_xH_y^-$  为核心命题点, 考查《考试大纲》所强调的应理解的知识点, 并通过物质结构等有关考点考查考生的应用能力。预测在今后高考命题中将会出现这一命题趋势, 它体现了高考在能力考查方向上的探索与创新。

## 题型二 对元素周期表“位、构、性”的考查

【调研2】四种主族元素的离子  ${}_aX^{m+}$ 、 ${}_bY^{n+}$ 、 ${}_cZ^{n-}$  和  ${}_dR^{m-}$  ( $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  为元素的原子序数), 它们具有相同的电子层结构, 若  $m > n$ , 对下列叙述的判断正确的是

①  $a - b = n - m$  ② 元素的原子序数  $a > b > c > d$  ③ 元素非金属性  $Z > R$  ④ 最高价氧化物对应水化物碱性  $X > Y$

- A. ②③正确      B. 只有③正确  
C. ①②③④正确      D. ①②③正确

解题思路 依题意将四种离子具体化:  ${}_aX^{m+} \text{---} {}_{12}\text{Mg}^{2+}$ ;  ${}_bY^{n+} \text{---} {}_{11}\text{Na}^{+}$ ;  ${}_cZ^{n-} \text{---} {}_9\text{F}^{-}$ ;  ${}_dR^{m-} \text{---} {}_8\text{O}^{2-}$ , 则①错, 因为  $12 - 11 \neq 1 - 2$ ; ②正确, 因为  $12 > 11 > 9 > 8$ ; ③正确, F 的非金属性比 O 强; ④错, 因为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的碱性比 NaOH 弱。

参考答案 A

【技巧点拨】将用字母表示的离子或原子转化为具体的我们熟悉的离子或原子是解答这类选择题的简捷方法, 但这种方法仅适用于短周期主族元素。

## 题型三 对原子结构和分子结构综合性考查

【调研3】A、B、C、D 均是短周期元素, 当 A、B 两元素的原子分别得到两个电子形成稳定结构时, A 放出的能量大于 B 放出的能量; 当 C、D 两元素的原子分别失去一个电子形成稳定结构时, D 吸收的能量大于 C 吸收的能量。则 A、B、C、D 四种元素间分别形成化合物时属于离子化合物可能性最大的是

- A.  $C_2A$       B.  $C_2B$       C.  $D_2A$       D.  $D_2B$

解题思路 由题意知:  $A + 2e^- \text{---} A^{2-}$  放出能量大,  $B + 2e^- \text{---} B^{2-}$  放出能量小, 故 A 的非金属性比 B 强; C 失去最外层 1 个  $e^-$  比 D 失去最外层 1 个  $e^-$ , 外界提供的能量少, 易知 C 的金属性比 D 活泼。由以上分析可得出, 较活泼的金属和较活

重点  
突破

墨汁的主要成分是明胶和炭黑, 用墨汁写的字、画的图可长期保存, 其原因是碳在常温下化学性质稳定。

化学  
天地 

泼的非金属形成的化合物  $C_2A$  属于离子化合物的可能性最大。

参考答案 A

【方法探究】 能量最低原理是自然界最普遍的规律之一,利用能量最低原理解题简单明了。

题型四 从学科主干知识的角度考查元素周期表

【调研4】 X、Y、Z为短周期三个不同非金属元素的单质。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:

①Y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:

①B的化学式是\_\_\_\_\_;

②向苛性钠溶液中通入过量的A,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\_\_\_\_\_。

解题思路 短周期非金属元素形成的单质有  $H_2$ 、C、 $N_2$ 、 $O_2$ 、 $F_2$ 、 $Cl_2$ 、 $P_4$ 、S、Si等。

(1)因A、B两种气体化合生成固体C有白烟产生,所以A可能为  $NH_3$  或  $HCl$ ,B可能为  $HCl$  或  $NH_3$ ,C为  $NH_4Cl$ ,因为X、Y、Z均为气体,由题给条件: $Y(\text{气})+X(\text{气}) \rightarrow A(\text{气}), Y(\text{气})+Z(\text{气}) \rightarrow B(\text{气})$ ,可推断出:X可能为  $N_2$  或  $Cl_2$ ,Y为  $H_2$ ,Z可能为  $Cl_2$  或  $N_2$ 。(2)若常温下Y为固体,X、Z为气体,由题给条件: $Y(\text{固})+X(\text{气}) \rightarrow A(\text{气}), Y(\text{固})+Z(\text{气}) \rightarrow B(\text{气})$ ,则X为  $H_2$ ,Y为S,Z为  $O_2$ ,A为  $H_2S$ ,B为  $SO_2$ ,A在空气中充分燃烧的化学方程式为  $2H_2S+3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2SO_2+2H_2O$ ,过量的  $H_2S$  通入  $NaOH$  溶液中反应的离子方程式为  $H_2S+OH^- \rightleftharpoons HS^-+H_2O$ ,S和  $Cl_2$  反应可生成两种强酸,分别是  $H_2SO_4$  和  $HCl$ ,据此可写出反应的化学方程式为  $S+3Cl_2+4H_2O \xrightarrow{\text{加热}} H_2SO_4+6HCl$ 。

参考答案 (1)① $H_2$  ② $NH_3+HCl \rightleftharpoons NH_4Cl$  (2)① $SO_2$  ② $H_2S+OH^- \rightleftharpoons$

$HS^-+H_2O$  ③ $S+3Cl_2+4H_2O \xrightarrow{\text{加热}} H_2SO_4+6HCl$

【要点探究】 通过元素及其化合物的特征性质来考查考生对元素周期表有关规律的掌握情况,是近年来新开发出的一种高考新题型。解答这类题型需熟记一些元素及其化合物的特征性质,例如:在短周期元素中(1)相遇生成白烟的两种气体可能是  $NH_3$  和  $HCl$  (2)非金属元素形成的单质有  $H_2$ 、C、 $N_2$ 、 $O_2$ 、 $F_2$ 、 $Cl_2$ 、 $P_4$ 、S、Si等。

题型五 以框图题的形式考查元素周期律

【调研5】 如图所示:

已知:①甲、乙、丙、丁均为短周期元素的单质。②在一定条件下甲与丙和甲与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

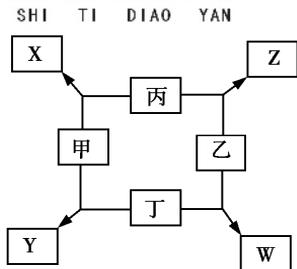
件下乙与丙和乙与丁都按物质的量之比 1:2 反应,分别生成 Z 和 W,在产物中元素乙呈负价。

请填写:

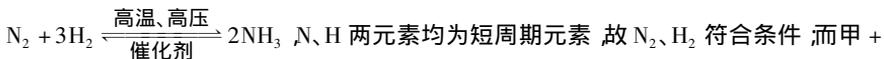
(1) 甲是\_\_\_\_\_乙是\_\_\_\_\_。

(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** 由:甲+3丁 $\longrightarrow$ Y,在化合物 Y 中元素甲显负价,联想到合成氨反应:



3丙 $\longrightarrow$ X,在 X 中元素甲又呈负价,与下列方程式相对应:  $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$ ,通过

以上分析可以确定甲是  $\text{N}_2$ ,丁是  $\text{H}_2$  或  $\text{Mg}$ ,丙是  $\text{Mg}$  或  $\text{H}_2$ 。再考虑题给条件③容易判断乙是  $\text{O}_2$ ,则有:  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$ 。

**参考答案** (1)  $\text{N}_2$   $\text{O}_2$  (2)  $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$  ( $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ )

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

**【技巧点拨】** 熟记一些常见的化学反应方程式的化学计量数之比是解答元素周期表有关习题和无机推断题的切入点。例如本题,熟记合成氨化学反应方程式可进行思维类比,使解题思路迅速展开。

## 强化闯关

1. X 和 Y 属短周期元素, X 原子的最外层电子数是次外层电子数的一半, Y 位于 X 的前一周期,且最外层只有一个电子,则 X 和 Y 形成的化合物的化学式可表示为

A. XY B.  $\text{XY}_2$  C.  $\text{XY}_3$  D.  $\text{X}_2\text{Y}_3$

2. X、Y、Z 为短周期元素,这些元素原子的最外层电子数分别是 1、4、6,则由这三种元素组成的化合物的化学式不可能是

A. XYZ B.  $\text{X}_2\text{YZ}$  C.  $\text{X}_2\text{YZ}_2$  D.  $\text{X}_2\text{YZ}_3$

3. 甲、乙是周期表中同一主族的两种元素,若甲的原子序数为 x,则乙的原子序数不可能是

A. x+2 B. x+4 C. x+8 D. x+18

4. 下列关于稀有气体叙述不正确的是

A. 原子的最外层都有 8 个电子  
B. 其原子与同周期 I A、II A 族阳离子具有相同的核外电子排布  
C. 化学性质非常不活泼

通常的仿金饰品,其重要成分有铜、锌、铝和稀土元素四种。14 K 的含金量是 50%。

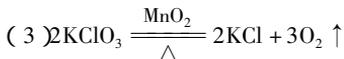
- D. 原子半径比同周期ⅦA族元素原子的大
5. 已知元素砷(As)的原子序数为33,下列叙述正确的是
- A. 砷元素的最高化合价为+3价      B. 砷元素是第四周期的主族元素  
C. 砷原子的第3电子层含有18个电子      D. 砷的氧化物的水溶液呈强碱性
6. 下列元素一定是主族元素的是
- A. 原子核外N电子层上只有1个电子的元素  
B. 原子核外M层电子数为偶数的元素  
C. 原子核外M层电子数为小于或等于7的奇数的元素  
D. 原子核外N层电子数为2的元素
7. 已知:
- ①A、B、C、D四种物质均含元素X,有的还可能含有元素Y、Z。元素Y、X、Z的原子序数依次递增。
- 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:\_\_\_\_\_。
8. X、Y、Z是短周期元素的三种常见氧化物。X跟水反应后可生成一种具有还原性的不稳定的二元酸,该酸的化学式是\_\_\_\_\_ ;Y和X的组成元素相同,Y的化学式是\_\_\_\_\_,1 mol Z在加热时跟水反应的产物需要用6 mol的氢氧化钠才能完全中和。在一定条件下,Y可以跟非金属单质A反应生成X和Z,单质A是\_\_\_\_\_。

## 【参考答案】

1. A 短周期元素中,原子最外层电子数是次外层电子数一半的有3号元素Li
- $(+3)2)1$ 和14号元素Si  $(+14)2)8)4$ ;若X为Li,则Y为H;若X为Si,则Y为Li,
- 分析A、B、C、D4个选项,符合的只有A,即LiH。
2. A 短周期元素中,原子最外层电子数为1的元素有H、Li、Na,为4的元素有C、Si,为6的元素有O、S,若X为H,Y为C,Z为O,选项B的化学式为H<sub>2</sub>CO,结构简式为HCHO,即甲醛,C的化学式为H<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>,结构简式为HCOOH,即甲酸,选项D的化学式为H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,即碳酸,而选项A表示的化学式为HCO,按照碳四价的结构理论,此式不成立,因此选项A不可能。
3. B I A族的锂与氢两元素的序数之差为2,A项合理;同主族的第二周期与第三周期的元素的原子序数之差为8,例如:Na与Li,C项合理;而第五周期与第四周

期则间隔 18 种元素,如:ⅠA 族的 Rb 元素与 K 元素的原子序数之差则为 18,D 项合理;不合理的只有 B 项。

4. AB He 为 2 号元素,原子核外只有 2 个电子,A 项不正确。稀有气体原子与同周期非金属元素对应的阴离子、下一周期ⅠA、ⅡA 族金属元素对应的阳离子有相同的电子层排布,B 项错误。
5. BC 砷元素位于周期表的第四周期ⅤA 族,其原子结构示意图为:  $(\textcircled{43})2\ 8\ 18\ 5$ ,最高正价为 +5 价,其氧化物对应的水化物为酸,如  $\text{H}_3\text{AsO}_4$  与  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ 。因此,正确选项为 BC。
6. C 原子核外 N 电子层上只有 1 个电子的元素可能是主族元素,如 K,也可能不是主族元素,如 Cu 和 Cr,所以 A 项错。原子核外 M 层电子数为偶数,则 M 层电子数可能为 2、4、6、8,故 M 层不一定是最外层,所以可以说包括主族元素,但不能说一定是主族元素,所以 B 项错。而原子核外 M 层电子数为小于或等于 7 的奇数,则说明该元素原子的 M 电子层即为最外层,其电子数可能为 1、3、5、7,在短周期元素中,最外层电子数等于主族序数,所以 C 项正确。原子核外 N 层电子数为 2 的元素可能是主族元素,如 Ca,也可能不是主族元素,如 Zn,所以 D 项错。
7. (1) Cl(或氯) K(或钾) (2)  $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} = \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$



解析:由②知 X 为非金属元素(因含多种价态),又由③可知单质 A 与强碱溶液反应,联想到  $\text{Cl}_2$  与 NaOH 的反应进而确定 A 单质为  $\text{Cl}_2$ ,而 X 元素为 Cl,又因 Z 元素原子序数大于 X,可推知为 K 元素,进一步联想到  $\text{KClO}_3$  的催化分解,不难得出正确答案。

8.  $\text{H}_2\text{SO}_3$   $\text{SO}_3$  P

解析:具有还原性的不稳定的二元酸常见的是  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,由  $\text{H}_2\text{SO}_3$  可推出 X 为  $\text{SO}_2$ ,由  $\text{SO}_2$  不难推出 Y 为  $\text{SO}_3$ ,Z 则是  $\text{P}_2\text{O}_5$ , $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{热水}} 2\text{H}_3\text{PO}_4$ ,由 Z 再推出 A 为磷, $5\text{SO}_3 + 2\text{P} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{P}_2\text{O}_5 + 5\text{SO}_2$ 。

## 重点 8 化学反应速率、化学平衡

### 考点解读

《考试大纲》对考生有如下要求(1)了解化学反应速率的概念,反应速率的表示方法,理解外界条件(浓度、温度、压强、催化剂等)对反应速率的影响。(2)了解化学反应的可逆性。理解化学平衡的含义及其与反应速率之间的内在联系。(3)理解勒沙特列原理的含义。理解浓度、温度、

目前家用冰箱的制冷剂是氟利昂或氟利昂-12,近几年研究发现它会破坏空气中的臭氧,以致造成全球公害,在 400℃ 以上它会分解产生对人体有害的物质光气。

压强等条件对化学平衡移动的影响。(4)以合成氨工业生产为例,用化学反应速率和化学平衡的观点理解工业生产的条件。上述第(4)条为2006年新大纲增补,这足以说明今后高考命题对这一理论的新要求:强调考生运用理论解决工农业生产实际问题的能力。

### 典例 调研

题型一 对化学反应速率概念的考查

【调研1】反应  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  在 10 L 密闭容器中进行,半分钟后,水蒸气的物质的量增加了 0.45 mol,则此反应的平均速率  $\bar{v}$  (X) (反应物的消耗速率或产物的生成速率)可表示为

- A.  $\bar{v}(\text{NO}) = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$       B.  $\bar{v}(\text{O}_2) = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   
C.  $\bar{v}(\text{NH}_3) = 0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$       D.  $\bar{v}(\text{H}_2\text{O}) = 0.045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

解题思路  $\bar{v}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0.45 \text{ mol}}{10 \text{ L} \times 30 \text{ s}} = 0.0015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  由  $\bar{v}(\text{NH}_3) : \bar{v}(\text{O}_2) : \bar{v}(\text{NO}) :$

$\bar{v}(\text{H}_2\text{O}) = 4:5:4:6$  得  $\bar{v}(\text{NH}_3) = 0.0015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times \frac{4}{6} = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   $\bar{v}(\text{O}_2) =$

$0.0015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times \frac{5}{6} = 0.00125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$   $\bar{v}(\text{NO}) = 0.0015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times$

$\frac{4}{6} = 0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

参考答案 A

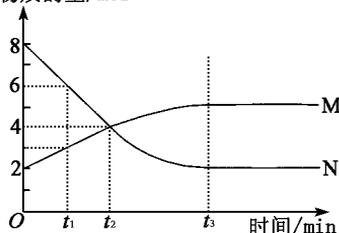
【知识链接】化学反应速率通常用单位时间内反应物浓度的减少或生成物浓度的增加来表示。计算公式为  $\bar{v} = \Delta c / t$ , 单位为  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  或  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

同一个化学反应  $m\text{A} + n\text{B} \rightleftharpoons p\text{C} + q\text{D}$ , 同一段时间内,用不同物质的量浓度变化表示的反应速率,数值可能不同,但是意义相同。其数值之比等于方程式中有关物质的化学计量数之比,即  $\bar{v}(\text{A}) : \bar{v}(\text{B}) : \bar{v}(\text{C}) : \bar{v}(\text{D}) = m : n : p : q$ 。

题型二 图像题——化学反应速率综合应用的精髓

【调研2】在一定温度下,容器内某一反应中 M、N 的物质的量随反应时间变化的曲线如图,下列表述中正确的是

- A. 反应的化学方程式为  $2\text{M} \rightleftharpoons \text{N}$   
B.  $t_2$  时,正逆反应速率相等,达到平衡  
C.  $t_3$  时,正反应速率大于逆反应速率  
D.  $t_1$  时, N 的浓度是 M 的浓度的 2 倍



解题思路 从图像可知,  $t_1$  时, N 的物质的量

是 6 mol, M 的物质的量是 3 mol, 故 N 的浓度是 M 的浓度的 2 倍, D 选项正确; 同时也可得出反应的化学方程式为  $2\text{N} \rightleftharpoons \text{M}$ , A 选项错;  $t_2$  时, 正逆反应速率虽然相等, 但

尚未达到平衡,因为此时 M、N 的物质的量还在增大与减小, B 选项错;  $t_3$  时, M、N 的物质的量保持不变,说明已达到平衡状态,则正反应速率等于逆反应速率, C 选项错。

参考答案 D

**【要点探究】**最新化学科《考试大纲》强调理论联系实际,以体现理论对实践的指导作用。本题将化学速率的理论应用于化工生产实际,彰显化学基本理论的指导作用,突出了《考试大纲》对高考的指导作用。《考试大纲》强调要考查考生通过图表数据获得信息的能力、通过图表数据归纳出事物发展的规律的能力。

### 题型三 等效平衡——综合考查平衡问题的王冠

**【调研 3】**某温度下,在一容积可变的容器中,反应  $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$  达到平衡时, A、B 和 C 的物质的量分别为 4 mol、2 mol 和 4 mol。保持温度和压强不变,对平衡混合物中三者的物质的量做如下调整,可使平衡右移的是

- A. 均减半      B. 均加倍      C. 均增加 1 mol      D. 均减少 1 mol

**解题思路** 本题给出的反应条件是温度和压强不变,且容器的容积可变,所以在影响平衡移动的因素中就只能考虑浓度的变化情况。在等温、等压条件下,只要投料各物质的量的比例与原态各物质的量的比例相等,则它们为等效平衡,平衡不移动,如果比例不相等,通过比较可判断平衡移动的方向。

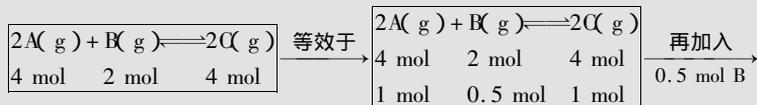
	$2A(g)$	+	$B(g)$	$\rightleftharpoons$	$2C(g)$
原态(mol)	4		2		4
A(mol)	2		1		2
B(mol)	8		4		8
C(mol)	5		3		5
D(mol)	3		1		3

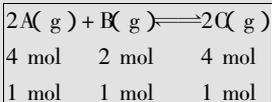
选项 A、B  $2:1:2=8:4:8=4:2:4$ , A、B 与原态属等效平衡,平衡不移动,选项 C,  $5:3:5=4:\frac{12}{5}:4 \neq 4:2:4$ , 由于  $\frac{12}{5} > 2$  相当于增大了反应物 B 的浓度,平衡右移,选项 D  $3:1:3=4:\frac{4}{3}:4$ , 由于  $\frac{4}{3} < 2$  相当于减小了反应物 B 的浓度,平衡左移。故本题正确答案为 C。

参考答案 C

**【技巧点拨】**本题采用“等效转换”的方法可使解题简捷:

因容积可变、等温等压时以 4 mol、2 mol、4 mol 的平衡量(满足反应物与生成物化学计量数之比)将所设选项一一采取“等效”转换的方法:





平衡右移,选 C。用此法一一转换,A、B、D选项即可否定之。

#### 题型四 表格数据题——考查自学能力的新题型

【调研4】某化学反应  $2A \rightleftharpoons B + D$  在四种不同条件下进行,B、D起始浓度为0,反应物A的浓度( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )随反应时间(min)的变化情况如下表:

实验序号	浓度/温度	时间						
		0	10	20	30	40	50	60
1	800 °C	1.0	0.80	0.67	0.57	0.50	0.50	0.50
2	800 °C	$c_2$	0.60	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
3	800 °C	$c_3$	0.92	0.75	0.63	0.60	0.60	0.60
4	820 °C	1.0	0.40	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20

根据上述数据,完成下列填空:

- (1)在实验1,反应在10 min至20 min时间内平均速率为\_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。
- (2)在实验2,A的初始浓度  $c_2 =$  \_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,反应经20 min就达到平衡,可推测实验2中还隐含的条件是\_\_\_\_\_。
- (3)设实验3的反应速率为  $v_3$ ,实验1的反应速率为  $v_1$ ,则  $v_3$  \_\_\_\_\_  $v_1$ (填“>”、“=”、“<”),且  $c_3$  \_\_\_\_\_  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (填“>”、“=”、“<”)。
- (4)比较实验4和实验1,可推测该反应是\_\_\_\_\_反应(选填“吸热”、“放热”)。理由是\_\_\_\_\_。

解题思路 (1)实验1,反应在10 min至20 min时间内平均速率为:

$$\frac{(0.80 - 0.67) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{10 \text{ min}} = 0.013 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}.$$

(2)对比实验1与实验2可知,反应温度相同,达到化学平衡状态时A的浓度相同,说明是同一平衡状态,即  $c_2 = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,又因为实验2比实验1快,到达化学平衡所需时间短,可推知实验2使用了催化剂。

(3)对比实验3与实验1可知,从10 min到20 min,实验1中A的浓度变化值为  $0.13 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,而实验3中A的浓度变化值为  $0.17 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,这就说明  $v_3 > v_1$ ;又从0 min到10 min,A的浓度变化值应大于  $0.17 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,即  $c_3 > (0.92 + 0.17) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(4)对比实验4与实验1可知,两实验起始浓度相同、温度不同,达到化学平衡状

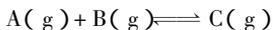
态时,实验4中A的浓度小,说明实验4进行的程度大,即温度越高A的转化率越大,说明正反应是吸热反应。

参考答案 (1)0.013 (2)1.0 催化剂 (3) $>$   $>$  (4)吸热 温度升高,平衡向右移动

**【方法探究】** 解答有关图像、图表数据题目的方法是读懂图像,从有关数据中获得解题的信息。例如本题的4组实验,在某温度时可逆反应 $2A \rightleftharpoons B + D$ ,分别从某一时刻开始A的浓度为一定值,不再随时间的变化而变化,这一题给数据告诉我们从该时刻起可逆反应 $2A \rightleftharpoons B + D$ 便达到化学平衡状态。从题给数据中获得的这一信息是解题的关键。

### 题型五 曲径通幽——化学平衡计算的难点

**【调研5】** I. 恒温、恒压下,在一个可变容积的容器中发生如下反应:



(1)若开始放入1 mol A和1 mol B,到达平衡后,生成 $a$  mol C,这时A的物质的量为\_\_\_\_\_ mol。

(2)若开始时放入3 mol A和3 mol B,到达平衡后,生成C的物质的量为\_\_\_\_\_ mol。

(3)若开始时放入 $x$  mol A、2 mol B和1 mol C,到达平衡后,A和C的物质的量分别是 $y$  mol和 $3a$  mol,则 $x =$ \_\_\_\_\_, $y =$ \_\_\_\_\_。

平衡时,B的物质的量\_\_\_\_\_ (选填一个编号)。

(甲)大于2 mol (乙)等于2 mol (丙)小于2 mol (丁)可能大于、等于或小于2 mol

作出此判断的理由是\_\_\_\_\_。

(4)若在(3)的平衡混合物中再加入3 mol C,待再次到达平衡后,C的物质的量分数是\_\_\_\_\_。

II. 若维持温度不变,在一个与(1)反应前起始体积相同、且容积固定的容器中发生上述反应。

(5)开始时放入1 mol A和1 mol B,到达平衡后生成 $b$  mol C。将 $b$ 与(1)中的 $a$ 进行比较\_\_\_\_\_ (选填一个编号)。

(甲) $a < b$  (乙) $a > b$  (丙) $a = b$  (丁)不能比较 $a$ 和 $b$ 的大小

作出此判断的理由是\_\_\_\_\_。

**解题思路** I. (1)由反应 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$ 知,反应达到平衡后,若有 $a$  mol C生成,则必有 $a$  mol A消耗,此时剩余A的物质的量为 $(1 - a)$  mol。

(2)在恒温、恒压下,若投放3 mol A和3 mol B,由于A、B的投放比例与(1)相同,所达到的平衡状态与(1)相同,平衡时C的浓度也应与(1)相同。但(2)的投放量是(1)的3倍,因此达到平衡时体积为(1)的3倍,生成C的物质的量为(1)的3倍,即 $3a$  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。

(3) 由于达到平衡时 C 的物质的量为  $3a$  mol, 说明(3)所达到的平衡状态与(2)中平衡为同一平衡, 则若把 C 的起始量完全转化为 A 和 B, A、B 的物质的量应与(2)完全相同。

	A(g)	+	B(g)	$\rightleftharpoons$	C(g)
起始	$x$ mol		2 mol		1 mol
将 C 转化为 A、B	$(x+1)$ mol		3 mol		0
平衡	$y$ mol		$(3-3a)$ mol		$3a$

依据题意有  $(x+1)$  mol = 3 mol,  $x=2$ ,  $y=3-3a$ 。达到平衡时, B 的物质的量为  $(3-3a)$  mol, 若  $3a=1$ , B 的物质的量为 2 mol; 若  $3a>1$ , B 的物质的量小于 2 mol; 若  $3a<1$ , B 的物质的量大于 2 mol, 应选丁。

(4) 在(3)的平衡混合物中再加入 3 mol C, 由于恒温、恒压, 所达到的平衡状态与(1)(2)(3)皆为等效平衡状态, 因此 C 物质的量分数可直接由(1)计算。

	A(g)	+	B(g)	$\rightleftharpoons$	C(g)
起始(mol)	1		1		0
平衡(mol)	$1-a$		$1-a$		$a$

$$u(C) = \frac{a \text{ mol}}{(1-a) \text{ mol} + (1-a) \text{ mol} + a \text{ mol}} = \frac{a}{2-a}$$

II. (5) 中容器的容积不变, 而(1)中容器的容积缩小, (5)中容器相当于在(1)的基础上减小压强, 使平衡向逆反应方向移动, 故反应达到平衡后  $a>b$ 。

参考答案 (1)  $(1-a)$  (2)  $3a$

(3) 2  $3-3a$  丁 若  $3a>1$ , B 的物质的量小于 2 mol; 若  $3a=1$ , B 的物质的量等于 2 mol; 若  $3a<1$ , B 的物质的量大于 2 mol (4)  $\frac{a}{2-a}$

(5) 乙 因为(5)中容器容积不变, 而(1)中容器的容积缩小, 所以(5)的容器中的压强小于(1)容器中的压强, 有利于逆向反应, 故反应达到平衡后  $a>b$ 。

【方法探究】 本题综合性较强, 如果用常规解法则比较复杂。但如果利用等效平衡, 思路则显得简捷明了, 例如本题(1)问、(2)问和(4)问都是恒温恒压下的等效平衡。

## 强化闯关

- 反应  $A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$  正反应为放热反应, 达平衡后, 将气体混合物的温度降低, 下列叙述中正确的是
  - 正反应速率加大, 逆反应速率变小, 平衡向正反应方向移动
  - 正反应速率变小, 逆反应速率加大, 平衡向逆反应方向移动
  - 正反应速率和逆反应速率都变小, 平衡向正反应方向移动
  - 正反应速率和逆反应速率都变小, 平衡向逆反应方向移动
- 可逆反应  $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$  的正、逆反应速率可用各反应物或生成物浓度的变

化来表示。下列各关系中能说明反应已达到平衡状态的是

- A.  $3v_{\text{正}}(\text{N}_2) = v_{\text{正}}(\text{H}_2)$                       B.  $v_{\text{正}}(\text{N}_2) = v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$   
 C.  $2v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 3v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$                       D.  $v_{\text{正}}(\text{N}_2) = 3v_{\text{逆}}(\text{H}_2)$

3. 将 4 mol A 气体和 2 mol B 气体在 2 L 的容器中混合并在一定条件下发生如下反应  
 $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$  若经 2 s 后测得 C 的浓度为  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  现有下列几种说法  
 ①用物质 A 表示的的平均速率为  $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  ; ②用物质 B 表示的  
 反应的平均速率为  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  ; ③2 s 时物质 A 的转化率为 70% ; ④2 s 时物  
 质 B 的浓度为  $0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  。其中正确的是

- A. ①③                      B. ①④                      C. ②③                      D. ③④

4. 在一定温度下, 反应  $\text{A}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{AB}(\text{g})$  达到平衡的标志是

- A. 单位时间生成  $n \text{ mol}$  的  $\text{A}_2$  同时生成  $n \text{ mol}$  的 AB  
 B. 容器内的总压强不随时间变化  
 C. 单位时间生成  $2n \text{ mol}$  AB 的同时生成  $n \text{ mol}$   $\text{B}_2$   
 D. 单位时间生成  $n \text{ mol}$  的  $\text{A}_2$  同时生成  $n \text{ mol}$  的  $\text{B}_2$

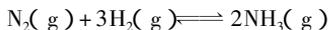
5. 在一定温度下, 向  $a \text{ L}$  密闭容器中加入 1 mol X 气体和 2 mol Y 气体, 发生如下反  
 应:  $\text{X}(\text{g}) + 2\text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g})$ 。此反应达到平衡的标志是

- A. 容器内压强不随时间变化  
 B. 容器内各物质的浓度不随时间变化  
 C. 容器内 X、Y、Z 的浓度之比为 1:2:2  
 D. 单位时间消耗 0.1 mol X 同时生成 0.2 mol Z

6. 1 mol X 气体跟  $a \text{ mol}$  Y 气体在体积可变的密闭容器中发生如下反应:  $\text{X}(\text{g}) + a\text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons b\text{Z}(\text{g})$  反应达到平衡后, 测得 X 的转化率为 50%。而且, 在同温同压  
 下还测得反应前混合气体的密度是反应后混合气体密度的  $3/4$ , 则  $a$  和  $b$  的数值可  
 能是

- A.  $a=1 \quad b=1$                       B.  $a=2 \quad b=1$                       C.  $a=2 \quad b=2$                       D.  $a=3 \quad b=2$

7. 恒温下, 将  $a \text{ mol}$   $\text{N}_2$  与  $b \text{ mol}$   $\text{H}_2$  的混合气体通入一个固定容积的密闭容器中, 发生  
 如下反应:



(1) 若反应达到某时刻  $t$  时  $n(\text{N}_2) = 13 \text{ mol}$   $n(\text{NH}_3) = 6 \text{ mol}$ , 计算  $a$  的值。

(2) 反应达平衡时, 混合气体的体积为 716.8 L (标况下), 其中  $\text{NH}_3$  的含量(体积分  
 数)为 25%。计算平衡时  $\text{NH}_3$  的物质的量。

(3) 原混合气体与平衡混合气体的总物质的量之比(写出最简整数比, 下同),

$$n_{\text{始}} : n_{\text{平}} = \underline{\hspace{2cm}}。$$

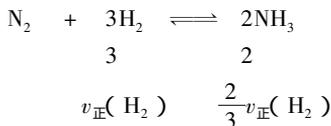
(4) 原混合气体中  $a : b = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(5) 达到平衡时  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  的转化率之比  $\alpha(\text{N}_2) : \alpha(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

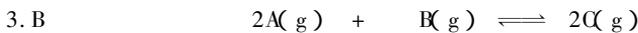
(6) 平衡混合气体中  $n(\text{N}_2) : n(\text{H}_2) : n(\text{NH}_3) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

## 【参考答案】

1. C 降低温度,正、逆反应的速率都减小,平衡向放热反应方向即正反应方向移动。  
 2. C 可逆反应达到平衡状态的标志是  $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ ,而  $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$  是指用同一种物质浓度在单位时间内的变化来表示  $v_{\text{正}}$  和  $v_{\text{逆}}$ ,现选择  $\text{H}_2$  在单位时间内浓度的变化来表示  $v_{\text{正}}$  和  $v_{\text{逆}}$



由正、逆反应速率相等有:  $\frac{2}{3}v_{\text{正}}(\text{H}_2) = v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$ ,得  $2v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 3v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$



起始(  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  )      2                      1                      0

$$2 \text{ s ( mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ) } \quad 2 - 0.6 = 1.4 \quad 1 - \frac{0.6}{2} = 0.7 \quad 0.6$$

$$\bar{v}(\text{A}) = \frac{2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ s}} = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}, \text{ 所以 } \textcircled{1} \text{ 对; } \bar{v}(\text{B}) =$$

$$\frac{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ s}} = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}, \text{ 所以 } \textcircled{2} \text{ 错; } \text{A}\% =$$

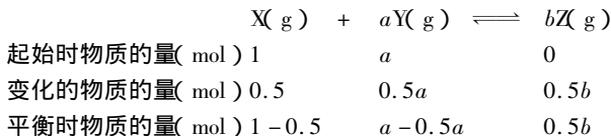
$$\frac{2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 30\%, \text{ 所以 } \textcircled{3} \text{ 错; } 2 \text{ s 时, } c(\text{B}) = 0.7 \text{ mol} \cdot$$

$\text{L}^{-1}$ , 所以  $\textcircled{4}$  对。

4. C 因为该可逆反应是反应前后气体体积不变的反应,所以平衡前后压强不变,选项 B 错;化学平衡最根本的标志是正、逆反应的速率相等,但指的是同一种物质的,这里  $v_{\text{逆}}(\text{A}_2) \neq v_{\text{正}}(\text{AB})$ ,故 A 错;C 选项中所列关系为反应达到平衡时刻所具备的关系,故 C 正确;选项 D 中表示的都是逆反应速率,且在任何时刻都具备这一关系,所以 D 错。

5. AB 该反应的正反应,是气体的物质的量减小的反应。容器内压强不随时间变化时,即气体的物质的量不再变化,各物质的浓度也不再变化,表明该反应达到了平衡状态,因此 A、B 正确;容器内 X、Y、Z 浓度之比为 1:2:2 为某一时刻的特殊情况,不具有普遍性,反应的任何时刻都具备单位时间内消耗 0.1 mol X 必生成 0.2 mol Z 这一关系,而 C、D 均不能表明反应是否达到平衡。

6. AD 因反应在密闭容器中进行,所以反应前后质量守恒。



平衡时混合物的总物质的量  $n_{\text{总}} = 0.5 \text{ mol} + 0.5(a+b) \text{ mol}$ 。

$$\text{因为 } \rho_{\text{前}} = \frac{3}{4} \rho_{\text{后}} \quad \frac{V_{\text{前}}}{V_{\text{后}}} = \frac{n_{\text{前}}}{n_{\text{后}}},$$

$$\text{所以 } \frac{m}{1+a} = \frac{m}{0.5+0.5(a+b)} \times \frac{3}{4}。$$

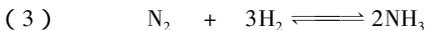
解得  $2b = 1 + a$ 。当  $a = 1$  时  $b = 1$  选项 A 符合, 当  $a = 2$  时  $b = 1.5$  选项 B、C 不符合, 当  $a = 3$  时  $b = 2$  选项 D 符合。故选 A、D。

7. (1) 16 (2) 8 mol (3) 5:4 (4) 2:3 (5) 1:2 (6) 3:3:2

解析: (1) 反应达某时刻  $t$  时, 生成 6 mol  $\text{NH}_3$  要消耗 3 mol  $\text{N}_2$ , 故  $\text{N}_2$  起始的物质的量为  $13 \text{ mol} + 3 \text{ mol} = 16 \text{ mol}$ , 即  $a = 16$

(2) 达到平衡后, 混合气体的物质的量为:

$$\frac{726.8 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 32 \text{ mol}, \text{平衡时 } n(\text{NH}_3) = 32 \text{ mol} \times 25\% = 8 \text{ mol}。$$



起始  $a \text{ mol} \quad b \text{ mol} \quad 0$

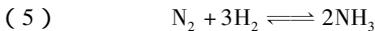
平衡  $(a-4) \text{ mol} \quad (b-12) \text{ mol} \quad 8 \text{ mol}$

故有  $a-4+b-12+8=32$ , 即  $a+b=40$ ,

所以  $b=24$

$$\frac{n_{\text{始}}}{n_{\text{平}}} = \frac{a+b}{a+b-8} = \frac{16+24}{16+24-8} = \frac{5}{4}$$

(4) 前面已计算出混合气体中  $a = 16$ ,  $b = 24$ , 所以  $a:b = 16:24 = 2:3$



起始(mol) 16 24 0

转化(mol) 4 12 8

平衡(mol) 12 12 8

$$\alpha(\text{N}_2) : \alpha(\text{H}_2) = \frac{4}{16} : \frac{12}{24} = 1:2$$

(6) 平衡混合气体中  $n(\text{N}_2) : n(\text{H}_2) : n(\text{NH}_3)$

$$= (a-4) : (b-12) : 8 = 12:12:8 = 3:3:2$$

## 重点9 电解质溶液

重点突破

考点  
解读

成千上万的化学反应是在水溶液中进行, 而参与这些化学反应的物质绝大多数属于电解质, 而弱电解质在水溶液中存在电离平衡, 电离平衡同化学平衡一样属化学基本理论, 最新《考试大纲》对这一理论具体要求如下:

黄金时代在我们的前面, 而不在我们的后面。

心灵  
驿站



(1)了解电解质和非电解质、强电解质和弱电解质的概念。(2)理解离子反应的概念。(3)理解弱电解质的电离平衡概念。(4)了解水的电离、溶液 pH 等概念。(5)理解盐类水解的概念。

预测上述考点在新一轮高考命题中会以选择题、填空题的形式出现。

### 典例 调研

题型一 对强酸、弱酸的 pH 与物质的量浓度大小比较的考查

【调研 1】 常温下, 10 mL pH = 10 的 KOH 溶液中, 加入 pH = 4 的一元酸 HA 溶液至 pH 刚好等于 7 (假设反应前后体积不变), 则对反应后溶液的叙述正确的是

- A.  $c(A^-) = c(K^+)$                       B.  $c(H^+) = c(OH^-) < c(K^+) < c(A^-)$   
C.  $V_{\text{总}} \geq 20$  mL                      D.  $V_{\text{总}} \leq 20$  mL

解题思路 若 pH = 4 的一元酸 HA 为强酸, 则中和 10 mL pH = 10 的 KOH 溶液刚好需要 10 mL, 反应后的体积  $V_{\text{总}} = 20$  mL, 若 pH = 4 的一元酸 HA 为弱酸, 则其物质的量浓度大于  $10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 中和 10 mL pH = 10 的 KOH 溶液, 需要的体积小于 10 mL, 反应后的体积  $V_{\text{总}} < 20$  mL, 故 D 符合题意; 常温下溶液的 pH = 7, 说明  $c(H^+) = c(OH^-)$ , 由电荷守恒原理可知  $c(A^-) + c(OH^-) = c(K^+) + c(H^+)$ , 推知  $c(A^-) = c(K^+)$ , 即 A 也符合题意。

参考答案 AD

【技巧点拨】 pH 相等的一元强酸和一元弱酸相比较, 弱酸的物质的量浓度大, 用 pH 相等、体积相同的一元强酸和一元弱酸中和相同物质的量浓度的一元强碱, 前者耗用碱液体积小于后者。

题型二 考查盐类水解永恒的主题——电荷守恒、物料守恒

【调研 2】 草酸是二元弱酸, 草酸氢钾溶液呈酸性。在  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KHC}_2\text{O}_4$  溶液中, 下列关系正确的是

- A.  $c(K^+) + c(H^+) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(OH^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$   
B.  $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
C.  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$   
D.  $c(K^+) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

解题思路  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  在水溶液中既存在电离平衡:  $\text{HC}_2\text{O}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , 又存在水解平衡:  $\text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^-$ ; 再由题给条件知,  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  水溶液显酸性, 表明  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  在溶液中以电离为主, 故有  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ , C 正确; 由电荷守恒得  $c(K^+) + c(H^+) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(OH^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ , 故 A 不正确; 因为  $c(K^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  可推出 B 选项中关系式为  $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0.1 \text{ mol}$ , 故 B 不正确; 由上述两个等量关系式可推出  $c(K^+) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ , 故 D 正确。

参考答案 CD

【技巧点拨】通过本题的解答我们可归纳出解答有关电解质溶液中各种离子浓度大小关系及溶液酸碱性的解题技巧,即正确利用溶液中电荷守恒和物料守恒。

### 题型三 对弱电解质电离的考查

【调研3】在甲烧杯中放入盐酸,乙烧杯中放入醋酸,两种溶液的体积和pH都相等,现向两烧杯中同时加入质量不等的锌粒,反应结束后得到等量的氢气。下列说法正确的是

- A. 甲烧杯中放入锌的质量比乙烧杯中放入锌的质量大  
 B. 甲烧杯中的酸过量  
 C. 两烧杯中参加反应的锌等量  
 D. 反应开始后乙烧杯中的 $c(\text{H}^+)$ 始终比甲烧杯中的 $c(\text{H}^+)$ 小

解题思路 因盐酸与 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 的pH相等,故 $c(\text{HAc}) > c(\text{HCl})$ ,由体积相同易知 $n(\text{HAc}) > n(\text{HCl})$ 。

(1)若Zn对两种酸均不足量且Zn完全溶解,则放出的 $\text{H}_2$ 的量相同,故放入两种酸中Zn的质量相等,与题意相矛盾。

(2)若Zn对两种酸均过量且酸完全反应,则与 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 反应放出 $\text{H}_2$ 的量必大于Zn与 $\text{HCl}$ 反应放出 $\text{H}_2$ 的量,与题意相矛盾。故只有Zn对 $\text{HCl}$ 过量,对 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 不足才符合题意。所以只有A、C符合题意。

参考答案 AC

【方法探究】先假设一种条件成立,然后根据此条件得出的结论与题意不符,推出正确结论的方法称之为反证法。反证法是解化学选择题的常用方法。

### 题型四 取值范围讨论——电离平衡的新题型

【调研4】25℃时,若体积为 $V_a$ 、 $\text{pH} = a$ 的某一元强酸与体积为 $V_b$ 、 $\text{pH} = b$ 的某一元强碱混合,恰好中和,且已知 $V_a < V_b$ 和 $a = 0.5b$ 。请填写下列空白:

(1) $a$ 值可否等于3(填“可”或“否”)\_\_\_\_\_ ,其理由是\_\_\_\_\_

(2) $a$ 值可否等于5(填“可”或“否”)\_\_\_\_\_ ,其理由是\_\_\_\_\_

(3) $a$ 的取值范围是\_\_\_\_\_。

解题思路 (1)若 $a = 3$ ,由 $a = 0.5b$ ,可知 $b = 6$ ,由于 $\text{pH} = b$ 的是一种强碱,与题设矛盾。

(2)若 $a = 5$ ,则 $b = 10$ , $c(\text{OH}^-)_b = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,由于恰好中和,所以有 $V_a \cdot c(\text{H}^+)_a = V_b \cdot c(\text{OH}^-)_b$ ,即 $\frac{V_a}{V_b} = \frac{c(\text{OH}^-)_b}{c(\text{H}^+)_a} = \frac{10^{-4}}{10^{-5}} = 10 > 1$ ,与题设 $V_a < V_b$ 不符。

(3)由 $\frac{V_a}{V_b} < 1$ ,可得等式 $\frac{V_a}{V_b} = \frac{c(\text{OH}^-)_b}{c(\text{H}^+)_a} = \frac{c(\text{H}^+)_b}{c(\text{H}^+)_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-a}} = 10^{a+b-14} < 1$ ,则 $a + b$

理想如星辰,虽然我们永不能触到,但我们可以像航海者一样,借助星光的位置而航行。

$-14 < 0$  , 又  $a = 0.5b$  , 有  $1.5b < 14$  ,  $3a < 14$  ,  $\mu < \frac{14}{3}$  ; 又  $\text{pH}_b = b = 2a > 7$  [ 由 (1) 小题提

示强碱溶液的条件 ]  $\mu > \frac{7}{2}$  , 因此  $a$  的取值范围是  $\frac{7}{2} < a < \frac{14}{3}$  或  $(4.67 > a > 3.50)$  。

参考答案 (1) 否 若  $a = 3$  , 则  $b = 6$  , 溶液显酸性 , 与题意不符 , 故  $a \neq 3$

(2) 否 若  $a = 5$  ,  $c(\text{H}^+)_a = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  , 则  $b = 10$  ,  $c(\text{OH}^-)_b = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ,

$\frac{V_a}{V_b} = \frac{c(\text{OH}^-)_b}{c(\text{H}^+)_a} > 1$  , 不符合题意 , 故  $a \neq 5$  (3)  $\frac{7}{2} < a < \frac{14}{3}$

**【要点探究】** 本题解法同调研 3 解法相似 , 均为反证法 , 但本题不同于上题的是运用数学思想方法不同。调研 3 运用的数学思想方法是假设法 , 而本题运用的数学思想方法是极限法。运用数学思想和数学方法解化学题是近年来高考新开发出的一种新题型 , 其思维方法应予以重视。

### 题型五 平衡移动原理在电离平衡中的综合应用

**【调研 5】** 已知  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  是一种二元弱酸 ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  在水溶液中按下式发生一级电离和二级电离 :



已知相同浓度时  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的电离程度大于  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的电离程度。

设有下列 4 种溶液 :

A.  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液

B.  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KHC}_2\text{O}_4$  溶液

C.  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸和  $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KHC}_2\text{O}_4$  溶液等体积混合

D.  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KOH}$  溶液与  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KHC}_2\text{O}_4$  溶液等体积混合

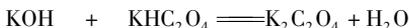
据此填写下列空白(填代号)

①  $c(\text{H}^+)$  最大的是 : \_\_\_\_\_ , 最小的是 : \_\_\_\_\_ 。

②  $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  最大的是 : \_\_\_\_\_ , 最小的是 : \_\_\_\_\_ 。

③  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$  最大的是 : \_\_\_\_\_ , 最小的是 : \_\_\_\_\_ 。

**解题思路** ① 对溶液 A  $c(\text{H}^+)$  取决于  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的一级电离 , 对溶液 B  $c(\text{H}^+)$  取决于  $\text{HC}_2\text{O}_4^-$  的二级电离 , 因 A、B 两溶液物质的量浓度相等 , 故 A 中的  $c(\text{H}^+)$  大于 B 中的  $c(\text{H}^+)$  。 D 中反应为(设体积均为 1 L) :



0.02 mol      0.02 mol      0.02 mol

因生成强碱弱酸盐  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$  , 故  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  水解显碱性。

对于 C 溶液 , 设体积均为 1 L , 则由 :



0.02 mol   0.02 mol      0.02 mol      0.02 mol



$$\text{知 } c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{0.02 \text{ mol}}{1 \text{ L} + 1 \text{ L}} = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(\text{KHC}_2\text{O}_4) = \frac{0.04 \text{ mol} - 0.02 \text{ mol}}{1 \text{ L} + 1 \text{ L}} = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

虽然 A、C 两溶液中  $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  均为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，但由于 C 中残余的  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{KHC}_2\text{O}_4$  抑制了  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的电离，故 A 中  $c(\text{H}^+)$  大于 C 中  $c(\text{H}^+)$ 。所以 A 中  $c(\text{H}^+)$  最大，D 中  $c(\text{H}^+)$  最小。

②由①中分析可知，虽然 A、C 溶液中  $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  相等，但由于 C 中的  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  抑制  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的电离，故 C 溶液中  $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  大于 A。因 D 中： $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{OH}^-$ 、 $\text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^-$ ，故 D 中  $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  最小。

③因 D 中生成  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，A 中仅由  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  二级电离才生成  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ，故 D 中  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$  最大，A 中  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$  最小。

参考答案 ①A D ②C D ③D A

**【技巧点拨】**多元弱酸的酸性强弱主要取决于多元弱酸的一级电离，而多元弱酸的酸式盐的存在又可抑制多元弱酸的电离，这种现象称之为同离子效应。解答本题时必须考虑同离子效应才能判断出  $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$  何者最大，何者最小。

## 强化 闯关

1. 在  $25^\circ\text{C}$  时，某溶液中由  $\text{H}_2\text{O}$  电离出的  $\text{H}^+$  浓度为  $1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则在该溶液中一定不能大量存在的离子为
- A.  $\text{HCO}_3^-$       B.  $\text{Al}^{3+}$       C.  $\text{CH}_3\text{COO}^-$       D.  $\text{Cl}^-$

2. 甲、乙两种溶液，已知甲溶液的 pH 是乙溶液的 2 倍，甲溶液中  $c(\text{H}^+)$  一定是乙溶液中  $c(\text{H}^+)$  的

A.  $\frac{1}{2}$       B.  $\frac{1}{10}$       C.  $\frac{1}{100}$       D. 无法确定

3. 将  $\text{pH}=3$  的盐酸溶液和  $\text{pH}=11$  的氨水等体积混合后，溶液中离子浓度关系正确的是

A.  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$   
 B.  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$   
 C.  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$   
 D.  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

4. 在 pH 都等于 9 的  $\text{NaOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  两种溶液中，设由水电离产生的  $\text{OH}^-$  浓度分别为  $A \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $B \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则 A 和 B 的关系为

A.  $A > B$       B.  $A = 10^{-4}B$       C.  $B = 10^{-4}A$       D.  $A = B$

5. 在室温下等体积的酸和碱的溶液，混合后 pH 一定小于 7 的是

A.  $\text{pH}=3$  的硝酸跟  $\text{pH}=11$  的氢氧化钾溶液

Http://www.tesoon.com

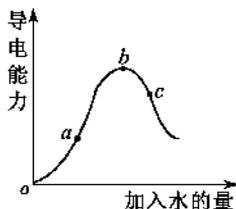
- B. pH = 3 的盐酸跟 pH = 11 的氨水  
 C. pH = 3 的硫酸跟 pH = 11 的氢氧化钠溶液  
 D. pH = 3 的醋酸跟 pH = 11 的氢氧化钡溶液
6. 已知稀盐酸的物质的量浓度为  $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 稀 NaOH 溶液的物质的量浓度为  $b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 当两种溶液等体积混合后, 所得溶液的 pH = 2 (设混合后溶液的体积不变) 则  $a$  和  $b$  的关系为

- A.  $a = \frac{b}{2}$       B.  $b = \frac{a}{2}$       C.  $a = b + 0.02$       D.  $a = b + 0.01$

7. 在 25 °C 时, 在浓度为  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  的溶液中, 测得其  $c(\text{NH}_4^+)$  分别为  $a$ 、 $b$ 、 $c$  (单位为  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )。下列判断正确的是

- A.  $a = b = c$       B.  $a > b > c$       C.  $a > c > b$       D.  $c > a > b$

8. 在一定温度下, 冰醋酸加水稀释过程中, 溶液的导电能力如图所示, 则



(1) “o”点导电能力为 0, 理由是\_\_\_\_\_。

(2)  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三点, 溶液 pH 由小到大的顺序为\_\_\_\_\_。

(3)  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三点中电离程度最大的是\_\_\_\_\_。

(4) 若使  $c$  点溶液中的  $c(\text{Ac}^-)$  增大, 溶液 pH 也增大, 可采取措施 I. \_\_\_\_\_; II. \_\_\_\_\_; III. \_\_\_\_\_。

9. 有 pH = 13 的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  与 NaOH 的混合溶液 100 mL。取出 25 mL 用  $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  滴定, 当滴定到沉淀不再增加时, 所消耗酸的体积是滴定至终点所消耗酸的体积的一半。试求:

- (1) 当滴定至沉淀不再增加时, 溶液的 pH (设混合后溶液体积不变);  
 (2) 原混合溶液中  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  与 NaOH 的物质的量浓度。

### 《【参考答案】

试题调研  
(第二辑)

1. A 由水电离出的  $\text{H}^+$  浓度为  $1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的溶液可能是酸溶液, 也可能是碱溶液,  $\text{HCO}_3^-$  在强酸、强碱溶液中均不能大量存在。
2. D 溶液的 pH 越大, 该溶液中的氢离子浓度越小, 因此甲溶液中  $c(\text{H}^+)$  一定比乙溶液中  $c(\text{H}^+)$  小。由于 pH 是水溶液中  $c(\text{H}^+)$  的负对数, 若两种溶液的 pH 相差 1, 则溶液中的  $c(\text{H}^+)$  相差 10 倍, 故答案不可能是 A。题意表明两种溶液的 pH 比值是 2 而不是相差 2, 若甲、乙两种溶液 pH 分别是 2 和 1.4 和 2, 则甲、乙两种溶液中  $c(\text{H}^+)$  的倍数关系分别是 1/10 和 1/100。可见, 由于甲、乙两种溶液 pH 无确定的取值 (只是倍数关系), 甲溶液中  $c(\text{H}^+)$  可以是乙溶液中  $c(\text{H}^+)$  的  $\frac{1}{10}$  或  $\frac{1}{100}$  或  $\frac{1}{1000}$ ……, 故正确答案为 D。



心灵  
驿站

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。

3. B 盐酸溶液中  $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 氨水中  $c(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 当两者等体积混合后, 盐酸消耗尽, 而氨水有剩余, 因此混合液显碱性, 即  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ 。由于氨水是弱碱, 所以氨水的浓度要大于盐酸的浓度, 故  $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-)$ 。
4. B  $\text{pH} = 9$  的  $\text{NaOH}$  溶液中  $c(\text{OH}^-) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{H}^+) = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 这些  $\text{H}^+$  是由水电离产生的, 由于加入碱抑制了水的电离, 因而水同时电离的  $c(\text{OH}^-) = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。 $\text{pH} = 9$  的  $\text{CH}_3\text{COONa}$  溶液中,  $c(\text{OH}^-) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 这些  $\text{OH}^-$  是由水电离产生的, 由于  $\text{CH}_3\text{COONa}$  水解促进了水的电离。则  $A = 10^{-9}$ ,  $B = 10^{-5}$ ,  $\frac{A}{B} = \frac{10^{-9}}{10^{-5}} = 10^{-4}$ ,  $A = 10^{-4}B$ 。
5. D  $\text{pH} = 3$ ,  $c(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{pH} = 11$ ,  $c(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。若是强酸与强碱反应, 恰好完全中和,  $\text{pH} = 7$ ; 若是强酸与弱碱反应, 碱剩余,  $\text{pH} > 7$ ; 若是强碱与弱酸反应, 酸剩余,  $\text{pH} < 7$ 。
6. C 本题考查中和反应计算及溶液  $\text{pH}$ , 假设酸碱溶液体积各为 1 L, 则  $\frac{a-b}{2} = 10^{-2}$ ,  $a = b + 0.02$ 。
7. D 三种溶液均存在平衡:  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ , 对于  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液, 由于  $\text{SO}_4^{2-}$  不水解, 故对上述平衡无影响, 对于  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , 因  $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$ , 使上述水解平衡向右移动; 对于  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ , 由于  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$ ,  $c(\text{H}^+)$  增大, 抑制  $\text{NH}_4^+$  水解。
8. (1) 在“o”点处醋酸未电离, 无离子存在。  
(2)  $b < c < a$ 。因为在稀释过程中  $c(\text{H}^+) = c(\text{Ac}^-)$ , 导电能力增强, 说明溶液  $c(\text{H}^+)$ ,  $c(\text{Ac}^-)$  越大,  $\text{pH}$  越小, 故  $\text{pH}$  由小到大的顺序为  $b < c < a$ 。  
(3) c 点。因为加水越多, 醋酸浓度越小, 电离程度越大, 故电离程度最大的是 c 点。  
(4) I : 加入  $\text{NaOH}$  固体 II : 加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体 III : 加入  $\text{Mg}$ 、 $\text{Zn}$  等金属或加入  $\text{NaAc}$  固体。

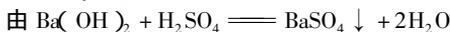
9. (1)  $\text{pH} = 12.5$  (2)  $c(\text{NaOH}) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
解析: 设 25 mL 中  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  为  $x \text{ mol}$ ,  $\text{NaOH}$  为  $y \text{ mol}$ , 沉淀不再增加时, 消耗酸的体积为  $V \text{ L}$ , 则:

由消耗酸的体积是滴定至终点所消耗酸的体积的一半, 得  $\frac{x}{x+y/2} = \frac{1}{2}$

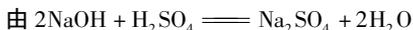
化简得:  $\frac{x}{y} = \frac{1}{2}$  ..... (1)

由混合碱溶液的  $\text{pH} = 13$  得  $\frac{2x+y}{0.025} = 0.1$  ..... (2), 解 (1) 与 (2) 得  $\begin{cases} x = \frac{0.0025}{4} \\ y = \frac{0.005}{4} \end{cases}$

Http://www.tesoon.com



$$\text{得 } \frac{0.0025}{4} \text{ mol} = 0.05V \text{ mol} \quad \text{解之得 } V = \frac{0.05}{4} \text{ L} = 12.5 \text{ mL}$$



$$\text{知 } c(\text{OH}^-) = \frac{\frac{0.005}{4} \text{ mol}}{0.025 \text{ L} + 0.0125 \text{ L}} = 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(\text{H}^+) = 3 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ 得 } \text{pH} = 12.5$$

$$c[\text{Ba(OH)}_2] = \frac{\frac{0.0025}{4} \text{ mol}}{0.025 \text{ L}} = 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{\frac{0.005}{4} \text{ mol}}{0.025 \text{ L}} = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

## 重点 10 离子反应方程式 离子共存 离子浓度

### 考点 解读

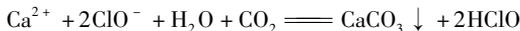
离子反应、离子方程式、离子共存是近年来高考命题中出现频率最高的考点,这是因为离子方程式的书写是高考考查的一项基本技能,因此《考试大纲》将这部分要求分散到基本概念、元素及其化合物等内容之中。综合《考试大纲》对这部分考点的要求有如下3点:(1)掌握离子反应发生的条件、离子反应书写的步骤;(2)判断离子在溶液中能否大量共存;(3)能正确判断溶液中离子浓度的大小。

### 典例 调研

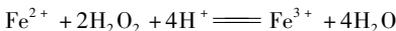
题型一 对离子反应方程式的书写规则的考查

【调研1】下列反应的离子方程式正确的是

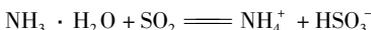
A. 次氯酸钙溶液中通入过量二氧化碳



B. 硫酸亚铁溶液中加入过氧化氢溶液



C. 用氨水吸收少量二氧化硫

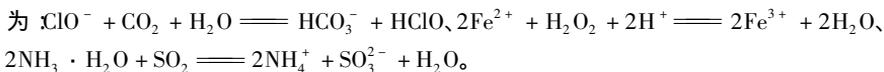


D. 硝酸铁溶液中加入过量氨水



解题思路 A中产物应为  $\text{Ca(HCO}_3)_2$ ,而不是  $\text{CaCO}_3$ ;B中电荷不守恒;C中吸收少量的  $\text{SO}_2$  应生成  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ,而不是  $\text{NH}_4\text{HSO}_3$ ,A、B、C选项正确的离子方程式





参考答案 D

【知识链接】书写离子反应方程式应注意 (1) 易溶于水的强电解质写离子符号 (2) 单质、气体、沉淀、弱电解质写分子式 (3) 离子反应方程式质量守恒、电荷守恒。

### 题型二 对溶液中离子共存的考查

【调研 2】在强酸溶液中,下列各组离子能够大量共存的是

- A.  $\text{Mg}^{2+}$   $\text{Ca}^{2+}$   $\text{HCO}_3^-$   $\text{Cl}^-$       B.  $\text{Na}^+$   $\text{AlO}_2^-$   $\text{Cl}^-$   $\text{SO}_4^{2-}$   
 C.  $\text{K}^+$   $\text{Fe}^{2+}$   $\text{SO}_4^{2-}$   $\text{Br}^-$       D.  $\text{Fe}^{2+}$   $\text{Ca}^{2+}$   $\text{Cl}^-$   $\text{NO}_3^-$

解题思路 A 组离子在酸性溶液中,  $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{H}^+$  不能大量共存; B 组在酸性溶液中,  $\text{AlO}_2^-$  与  $\text{H}^+$  不能大量共存; D 组在酸性溶液中,  $\text{NO}_3^-$  具有强氧化性, 与  $\text{Fe}^{2+}$  发生氧化还原反应而不能大量共存。

参考答案 C

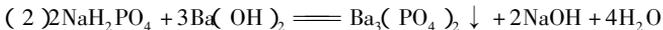
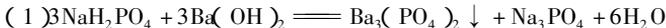
【知识链接】在解答离子在溶液中能否大量共存问题时要注意如下 3 个知识点 (1) 在酸性溶液中,  $\text{NO}_3^-$  和  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{I}^-$  不能共存 (2) 在酸性溶液中,  $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{ClO}^-$  等不能共存 (3) 在强碱性溶液中,  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  等不能共存。

### 题型三 对离子反应量化的考查

【调研 3】按下列体积比混合写出相同物质的量浓度的  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  溶液和  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液混合的离子反应方程式



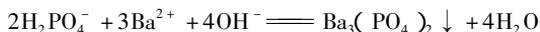
解题思路 先按体积比写出  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  和  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  反应化学方程式:



再由题给条件将两者体积比换算为物质的量之比为:

(1)  $n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) : n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 1 : 1$  时, 两者恰好发生中和反应, 故离子方程式为  $3\text{H}_2\text{PO}_4^- + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + \text{PO}_4^{3-} + 6\text{H}_2\text{O}$

(2) 当  $n(\text{NaH}_2\text{PO}_4) : n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 2 : 3$  时, 碱过量, 中和反应离子方程式为:



参考答案 (1)  $3\text{H}_2\text{PO}_4^- + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + \text{PO}_4^{3-} + 6\text{H}_2\text{O}$

(2)  $2\text{H}_2\text{PO}_4^- + 3\text{Ba}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$

【技巧点拨】在酸碱发生中和反应时, 对于多元酸而言, 若酸过量则生成酸式盐, 碱过量则生成正盐。

Http://www.tesoon.com

#### 题型四 对离子反应与试剂滴加的顺序的考查

【调研4】指出下列实验现象并写出反应的离子方程式

(1)向盛有  $\text{FeCl}_3$  溶液的试管中滴入 1~2 滴  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液。

(2)向盛有  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液的试管中滴入 1~2 滴  $\text{FeCl}_3$  溶液。

解题思路  $\text{Fe}^{3+}$  是强氧化剂  $\text{S}^{2-}$  是强还原剂,因此在溶液中发生氧化还原反应,但由于量的不同还可能发生复分解反应。

参考答案 (1)溶液变浑浊  $2\text{Fe}^{3+} + \text{S}^{2-} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow$

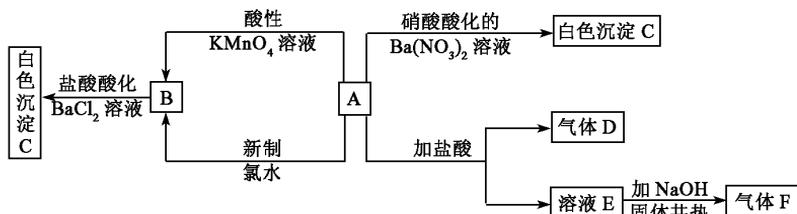
(2)溶液先变浑浊,随即出现黑色沉淀

$2\text{Fe}^{3+} + \text{S}^{2-} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow$   $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{FeS} \downarrow$

【技巧点拨】 $\text{Fe}^{3+}$  既显氧化性又因水解而显酸性, $\text{S}^{2-}$  既显还原性又因水解而显碱性,但  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{S}^{2-}$  混合只发生氧化还原反应。

#### 题型五 对离子反应的综合考查

【调研5】一种白色晶体 A 极易溶于水,将 A 配成溶液按如下框图进行实验,实验现象及转化关系如下列框图所示。



其中气体 D 能使品红溶液褪色,气体 F 能使湿润的红色石蕊试纸变蓝。试回答下列问题:

(1)写出下列物质的化学式:

A: \_\_\_\_\_ C: \_\_\_\_\_;

(2)写出下列反应的离子方程式:

①A 和酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液: \_\_\_\_\_

②A 和新制氯水: \_\_\_\_\_

(3)通过本题的解答,在检验  $\text{SO}_4^{2-}$  时,是使用  $\text{HCl}$  酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液还是使用硝酸酸化的  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液,你得到的启示是: \_\_\_\_\_

《  
试  
题  
调  
研  
》

(  
第  
二  
辑  
)

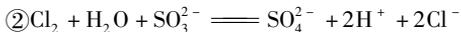
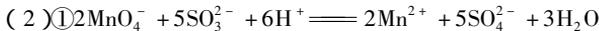
解题思路 由 A 和  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液反应生成不溶于稀  $\text{HNO}_3$  的白色沉淀可知 C 为  $\text{BaSO}_4$ , 则 A 中可能含  $\text{SO}_4^{2-}$  或  $\text{SO}_3^{2-}$ , 由 A 既可被酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液氧化又可被新制氯水氧化可推断出 A 中含  $\text{SO}_3^{2-}$  而不含  $\text{SO}_4^{2-}$ , 由 A 和盐酸反应后的溶液与  $\text{NaOH}$  共热放出的气体 F 能使湿润的红色石蕊试纸变蓝可知 A 中含  $\text{NH}_4^+$ , 推断出 A 为  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 。



心灵  
驿站

生命是一首写不完的诗,我们要用血与泪来充实它的篇章;生命是一首唱不完的歌,我们永远不能为它按下一个休止的音符。

参考答案 (1)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$   $\text{BaSO}_4$



(3) 在确定溶液中不含  $\text{Ag}^+$  等干扰离子存在时, 可选用盐酸酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液作试剂检验  $\text{SO}_4^{2-}$ , 在确定溶液中不含  $\text{SO}_3^{2-}$  等干扰离子存在时可选用  $\text{HNO}_3$  酸化的  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液作试剂检验  $\text{SO}_4^{2-}$

【知识链接】 通过本题的解答可归纳出如下三点:

(1) 类似于  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$  既能与酸反应又能与碱反应的物质有  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{HSO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  等。

(2)  $\text{SO}_3^{2-}$  具有还原性, 能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色, 能使碘的淀粉溶液褪色。

(3) 在检验  $\text{SO}_4^{2-}$  时选用  $\text{HCl}$  酸化的  $\text{BaCl}_2$  溶液其目的是排除  $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  对实验的干扰, 选用  $\text{HNO}_3$  酸化的  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  其目的是排除  $\text{Ag}^+$  的干扰。

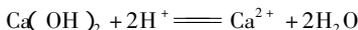
## 强化 闯关

1. 下列反应的离子方程式正确的是

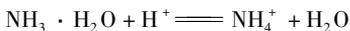
A. 碳酸氢钙溶液跟稀硝酸反应



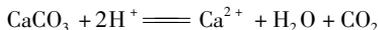
B. 饱和石灰水跟稀硝酸反应



C. 向稀氨水中加入稀盐酸



D. 碳酸钙溶于醋酸中



2. 在物质的量浓度均为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  混合溶液中, 测得  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+)$ , 则下列关系式正确的是

A.  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

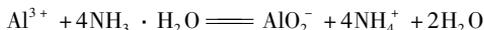
B.  $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$

C.  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$

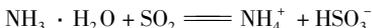
D.  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

3. 下列反应的离子方程式错误的是

A. 氯化铝溶液中加入过量的氨水

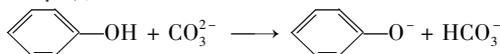


B. 用氨水吸收过量的二氧化硫



C. 碳酸钠溶液中加入过量的苯酚

Http://www.tesoon.com



- D. 次氯酸钙溶液中通入过量的二氧化碳
- $$\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{HClO}$$
4. 已知某溶液中存在较多的  $\text{H}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  则该溶液中还可能大量存在的离子组是
- A.  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{Cl}^-$       B.  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Br}^-$   
C.  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{I}^-$       D.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$
5.  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  和  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$  溶液等体积混合后, 离子浓度大小正确的次序是
- A.  $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$   
B.  $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$   
C.  $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$   
D.  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
6. 某溶液中含有  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  等四种金属阳离子, 现欲将这四种阳离子逐一沉淀下来。某学生设计了如下四种方案。所选试剂及顺序如下:
- 甲方案:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液、稀盐酸、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NaOH}$  溶液  
乙方案: 稀盐酸、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NaOH}$  溶液  
丙方案:  $\text{NaCl}$  溶液、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液、 $\text{NaOH}$  溶液、 $\text{Na}_2\text{S}$  溶液  
丁方案:  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液、 $\text{NaCl}$  溶液、 $\text{NaOH}$  溶液

试回答:

(1) 你认为可行的方案是\_\_\_\_\_方案, 反应的离子方程式有:\_\_\_\_\_。

(2) 方案\_\_\_\_\_不可行的原因是:\_\_\_\_\_。

方案\_\_\_\_\_不可行的原因是:\_\_\_\_\_。

方案\_\_\_\_\_不可行的原因是:\_\_\_\_\_。

7. 某强碱性溶液中含有的离子是  $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  中的某几种离子, 现进行如下实验:

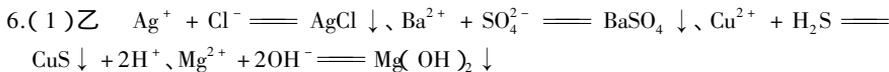
- ① 取少量的溶液用硝酸酸化后, 加  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液, 无沉淀生成。② 另取少量溶液逐渐加入盐酸, 其现象是: 一段时间保持原样后, 开始产生沉淀并逐渐增多, 沉淀量基本不变后产生一种气体, 最后沉淀逐渐减少至消失。则原溶液中肯定存在的离子是\_\_\_\_\_, 肯定不存在的离子是\_\_\_\_\_。③ 已知一定量的原溶液中加入  $5 \text{ mL } 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸时, 沉淀会完全消失, 加入足量的硝酸银溶液可得到沉淀  $0.187 \text{ g}$ , 则原溶液中是否含有  $\text{Cl}^-$ ? 答:\_\_\_\_\_。

【参考答案】

1. AC 饱和石灰水即澄清石灰水在离子反应方程式中写离子符号不写分子式, 故 B 错,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  是弱电解质, 写分子式不能写离子符号, 故 D 错。B、D 选项正

确的离子方程式为： $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

2. AD 在  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$  和  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$  的混合溶液中,由电荷守恒知  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$ ,根据题给条件  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+)$  故可推知  $c(\text{OH}^-) < c(\text{H}^+)$ 。又因为混合溶液中必定存在物料守恒,故有  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
3. A  $\text{Al}(\text{OH})_3$  只溶于强碱不溶于弱碱,如  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , A 选项正确的离子方程式为： $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ 。
4. D A 选项中  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  和  $\text{H}^+$  不能大量共存, B 选项中  $\text{Ba}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  不能大量共存, C 选项中  $\text{NO}_3^-$  在酸性溶液中可将  $\text{I}^-$  氧化成  $\text{I}_2$ , 只有 D 选项离子能大量共存。
5. A  $\text{NaOH}$  与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  恰好完全反应： $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ ,反应后的溶液为等浓度的  $\text{NaCl}$  和  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的混合溶液,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  是弱碱,部分电离后,溶液呈碱性,离子浓度的大小次序为： $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ 。



(2) 甲 先加  $\text{SO}_4^{2-}$  会产生  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  沉淀 丙 加  $\text{NaOH}$  溶液会同时生成  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  和  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  沉淀 丁 加  $\text{Na}_2\text{S}$  会同时生成  $\text{CuS}$ 、 $\text{Ag}_2\text{S}$  沉淀

7.  $\text{OH}^-$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  有  $\text{Cl}^-$

解析:由溶液为强碱性可判断溶液中一定不存在  $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{NH}_4^+$ ;由实验①可推出溶液中一定不存在  $\text{SO}_3^{2-}$ ,否则将生成沉淀  $\text{BaSO}_4$ ,由实验②的现象:一段时间后,有沉淀生成,可推出溶液中可能存在  $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{H}^+ + \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ ,  $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$ ,有气体生成,即有  $\text{CO}_3^{2-}$  存在,沉淀减少并消失,  $\text{SiO}_3^{2-}$  不存在,再由电荷守恒知,一定存在  $\text{K}^+$ 。③由沉淀完全消失,再结合实验②的现象,可排除  $\text{CO}_3^{2-}$  的干扰,即生成的沉淀为  $\text{AgCl}$ 。现假设溶液中不存在  $\text{Cl}^-$ ,由  $\text{HCl}$  带入的  $n(\text{Cl}^-) = 5 \text{ mL} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ ,  $n(\text{AgCl}) = n(\text{Cl}^-)$ ,则  $m(\text{AgCl}) = 10^{-3} \text{ mol} \times 143.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.1435 \text{ g} < 0.187 \text{ g}$ 。所以溶液中一定存在  $\text{Cl}^-$ 。

## 重点 11 原电池、电解原理

重点突破

### 考点解读

原电池是化学能转变为电能的装置,而电解池则是电能转变为化学能的装置。原电池、电解的原理在生活和科学技术中有着重要的用途,这些知识点在高考试题中是考查考生理论联系实际、分析问题、解决问题能力的重要考点,它在《考试大纲》中包括下列内容:(1)理解原电池原

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。

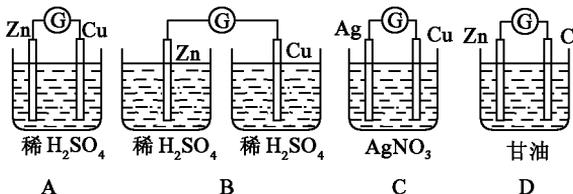
心灵驿站 

理。初步了解化学电源。了解化学腐蚀与电化学腐蚀及一般防腐蚀方法。(2)理解电解原理。了解铜的电解精炼、镀铜、氯碱工业反应原理。

### 典例 调研

#### 题型一 对构成原电池条件的考查

【调研1】下列各装置,是原电池的写出电极反应方程式,不是原电池的说明理由。



解题思路 根据构成原电池的条件进行判断。

参考答案 装置 A 是原电池,电极反应方程式是:负极(Zn) $Zn - 2e^- = Zn^{2+}$ ;正极(Cu) $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$ 。装置 B 无内电路,故不能构成原电池。装置 C 是原电池,电极反应方程式是:负极(Cu) $Cu - 2e^- = Cu^{2+}$ ,正极(Ag) $Ag^+ + e^- = Ag$ 。D 装置中甘油不是电解质,故不是原电池。

【知识链接】构成原电池的条件是:活泼性不同的两种电极材料和电解质溶液接触。这里需要指出的是电极材料既指金属单质又指非金属单质(例如石墨),还包括化合物(例如铅蓄电池中的电极  $PbO_2$ )。

#### 题型二 原电池反应原理的应用

【调研2】A、B、C、D 4 种金属,将 A、B 用导线连接后浸在稀硫酸中,金属 A 表面放出氢气而 B 逐渐溶解。当电解含有 A、C 两种金属的可溶性盐溶液时,阴极上首先析出 C。把 D 放入 B 的硝酸盐溶液中,则 D 的表面上有 B 析出。这 4 种金属的还原性由强到弱的顺序是

A.  $A > B > C > D$

B.  $D > C > B > A$

C.  $D > B > A > C$

D.  $D > B > C > A$

解题思路 由已知条件一知,A、B 与稀硫酸构成了原电池,活泼金属发生氧化反应,金属 B 逐渐溶解,而不活泼金属 A 上  $H^+$  被还原,放出氢气。金属 B 的还原性大于金属 A。由已知条件二知,金属 A 的还原性大于金属 C。由已知条件三,知发生了金属的置换反应,活泼金属 D 置换出不活泼金属 B。由此可知 4 种金属的还原性由强到弱的顺序是  $D > B > A > C$ 。

参考答案 C

【知识链接】判断一种金属元素的金属性的强弱,除了金属单质与  $H_2O$  或酸反应生成氢气的难易程度及最高价氧化物对应的水化物的碱性强弱这两个条件外,还可以延伸得到如下条件:①由原电池的正、负极判断;②由金属与盐的置换反应判断。



## 题型三 对电解池反应原理的考查

【调研 3】将质量分数为 0.052(5.2%) 的 NaOH 溶液 1 L(密度为  $1.06 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) 用铂电极电解,当溶液中 NaOH 的质量分数改变了 0.010(1.0%) 时停止电解,则此时溶液中应符合的关系是

	NaOH 的质量分数	阳极析出物质的质量(g)	阴极析出物质的质量(g)
A	0.062(6.2%)	19	152
B	0.062(6.2%)	152	19
C	0.042(4.2%)	1.2	9.4
D	0.042(4.2%)	9.4	1.2

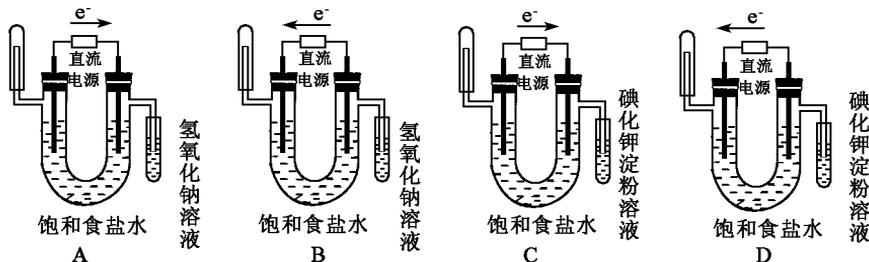
解题思路 当用铂电极电解 NaOH 溶液时,实质上是电解水  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ ,由此得出下列两个结论:一是 NaOH 溶液质量分数增大;二是阳极产物为  $\text{O}_2$ ,阴极产物为  $\text{H}_2$ ,其产物质量一定是阴极比阳极少。

参考答案 B

【技巧点拨】解答某些化学题要透过现象看本质并清楚电解的实质,从而才能避免出错,准确而快速地作答。例如本题只要紧紧抓住其本质是电解水,则可化繁为简。

## 题型四 对电解饱和食盐水原理的考查

【调研 4】下图中能验证氯化钠溶液(含酚酞)电解产物的装置是



解题思路 电解饱和 NaCl 溶液时,常用 KI 淀粉溶液或湿润的 KI 淀粉试纸检验生成的  $\text{Cl}_2$ ,而  $\text{Cl}_2$  是由电极反应方程式  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$  而来,故易知 C、D 装置中有 KI 淀粉溶液可用于检验  $\text{Cl}_2$ ,故为可能的选项。由于  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{OH}^-$  移向电解池的阳极,在阳极  $\text{Cl}^-$  放电,失去电子而变成氯原子,两个氯原子结合变成氯分子,失去的电子沿外电路流回电源的负极(该极与电解池的阴极相连),据此可知 D 选项中电子是由电源负极流出沿导线流回电源正极,所以该装置符合 C 选项外电路电子流向错误。

参考答案 D

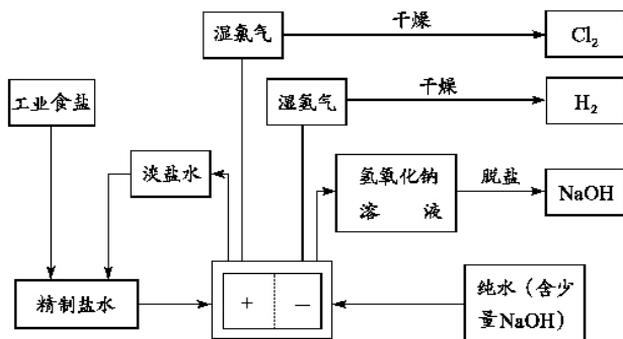
重点突破

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。

【知识链接】在原电池中,从微观的角度来看,我们把电子流出的极叫负极,电子流入的极叫正极;从宏观的角度来看,活泼性较强的金属作负极,活泼性较弱的金属作正极。在电解质中,从微观的角度来看,我们把阴离子趋向的极叫电解池的阳极,把阳离子趋向的极叫电解池的阴极;从宏观的角度来看,和外加电源正极相连的极叫电解池的阳极,和外加电源负极相连的极叫电解池的阴极。

### 题型五 电解原理的应用

【调研5】氯碱工业离子交换膜法电解制碱的主要生产流程示意图如下:



依据上图完成下列填空:

(1)与电源正极相连的电极上所发生反应的化学方程式\_\_\_\_\_。与电源负极相连的电极附近,溶液 pH \_\_\_\_\_(选填“不变”“升高”“降低”)。

(2)工业食盐含  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  等杂质,精制过程发生反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

(3)如果粗盐中  $\text{SO}_4^{2-}$  含量较高,必须添加钡试剂除去  $\text{SO}_4^{2-}$ ,该钡试剂可以是\_\_\_\_\_ (选填“a”“b”“c”)。

a.  $\text{Ba}(\text{OH})_2$       b.  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$       c.  $\text{BaCl}_2$

(4)为有效除去  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ,加入试剂的合理顺序为\_\_\_\_\_ (选填“a”“b”“c”)。

a. 先加  $\text{NaOH}$ ,后加  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,再加钡试剂  
 b. 先加  $\text{NaOH}$ ,后加钡试剂,再加  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
 c. 先加钡试剂,后加  $\text{NaOH}$ ,再加  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

(5)脱盐工序中利用  $\text{NaOH}$  和  $\text{NaCl}$  在溶解度上的差异,通过\_\_\_\_\_、冷却、\_\_\_\_\_ (填写操作名称)除去  $\text{NaCl}$ 。

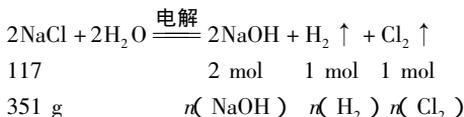
(6)由图示可知离子交换膜法电解制碱工艺中\_\_\_\_\_产品可循环使用。

(7)已知  $\text{NaCl}$  在  $60\text{ }^\circ\text{C}$  时的溶解度为  $37.1\text{ g}$ ,现电解  $60\text{ }^\circ\text{C}$  精制饱和食盐水  $1\ 371\text{ g}$ ,经分析,电解后溶液密度为  $1.37\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,其中含有  $20\text{ g NaCl}$ ,则电解后  $\text{NaOH}$  物质的量浓度为\_\_\_\_\_  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。



**解题思路** 离子交换膜法电解制碱,阳极发生的反应是  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ , 阴极发生的反应是  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ , 因  $\text{H}^+$  在阴极不断放电打破了水的电离平衡, 使阴极附近溶液中  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ , 故电解一段时间后阴极因生成  $\text{NaOH}$  而使  $\text{pH}$  升高。粗盐中含  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  等杂质, 在除杂过程中应注意先加  $\text{NaOH}$  或钡试剂, 后加钡试剂或  $\text{NaOH}$ , 再加  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 这样可以避免混入其他离子。(7) 问中  $1:371 \text{ g}$  饱和食盐水中含溶质  $1:371:S = 137.1:37.1$  得  $S = 371 \text{ g}$

实际被电解的  $n(\text{NaCl}) = 371 \text{ g} - 20 \text{ g} = 351 \text{ g}$



$$n(\text{NaOH}) = \frac{351 \text{ g} \times 2 \text{ mol}}{117 \text{ g}} = 6 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{351 \text{ g} \times 1 \text{ mol}}{117 \text{ g}} = 3 \text{ mol} \quad n(\text{Cl}_2) = 3 \text{ mol}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{6 \text{ mol}}{\frac{1}{1.371 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} - 3 \times \frac{1}{71 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} - 3 \times \frac{1}{71 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}} = 7.14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

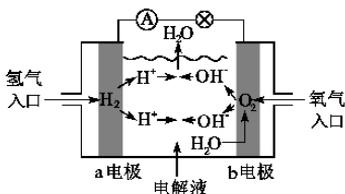
**参考答案** (1)  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$  升高 (2)  $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$   
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$   $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$  (3) ac (4) bc  
 (5) 蒸发 过滤 (6)  $\text{NaCl}$ ( 浓盐水) (7) 7.14

**【发散类比】** (1) 在电解饱和  $\text{NaCl}$  溶液时, 电解池阴极附近  $\text{pH}$  为什么升高? 这是因为当电解时  $\text{Na}^+$ 、 $\text{H}^+$  趋向阴极, 而  $\text{H}^+$  放电能力比  $\text{Na}^+$  强, 故  $\text{H}^+$  在阴极放电:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ , 而  $\text{H}^+$  在阴极不断放电打破了水的电离平衡, 使阴极附近溶液中  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ , 故电解一段时间后阴极因生成  $\text{NaOH}$  而使溶液  $\text{pH}$  升高。

(2) 离子交换膜法制碱技术是氯碱工业发展的方向, 同以前无隔膜法制碱技术相比避免了阳极区  $\text{Cl}_2$  进入阴极区与  $\text{NaOH}$  溶液接触发生如下反应:  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ , 而影响产品的质量。

## 强化 闯关

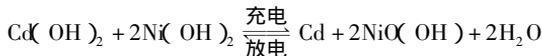
1. 下图为氢氧燃料电池原理示意图, 按照此图的提示, 下列叙述不正确的是



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!

Http://www.tesoon.com

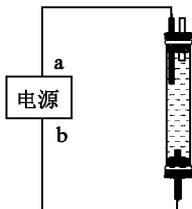
- A. a 电极是负极  
 B. b 电极的电极反应为  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$   
 C. 氢氧燃料电池是一种具有应用前景的绿色电源  
 D. 氢氧燃料电池是一种不需要将还原剂和氧化剂全部储藏在电池内的新型发电装置
2. 碱性电池具有容量大、放电电流大的特点,因而得到广泛应用。锌—锰碱性电池以氢氧化钾溶液为电解质,电池总反应式为  $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s})$ ,下列说法错误的是
- A. 电池工作时,锌失去电子  
 B. 电池正极的电极反应式为  $2\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- = \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$   
 C. 电池工作时,电子由正极通过外电路流向负极  
 D. 外电路中每通过 0.2 mol 电子,锌的质量理论上减小 6.5 g
3. 镍镉(Ni—Cd)可充电电池在现代生活中有广泛应用,它的充放电反应按下式进行:



由此可知,该电池放电时的负极材料是

- A.  $\text{Cd}(\text{OH})_2$       B.  $\text{Ni}(\text{OH})_2$       C. Cd      D.  $\text{Ni}(\text{OH})$
4. 下列关于电解法精炼粗铜的叙述中不正确的是
- A. 粗铜板作阳极  
 B. 电解时,阳极发生氧化反应,而阴极发生的反应为  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$   
 C. 粗铜中所含 Ni、Fe、Zn 等金属杂质,电解后以单质形式沉积槽底,形成阳极泥  
 D. 电解铜的纯度可达 99.95% ~ 99.98%

5. 某学生想制作一种家用环保型消毒液发生器,用石墨作电极电解饱和氯化钠溶液。通电时,为使  $\text{Cl}_2$  被完全吸收,制得有较强杀菌能力的消毒液,设计了如图的装置,则对电源电极名称和消毒液的主要成分判断正确的是

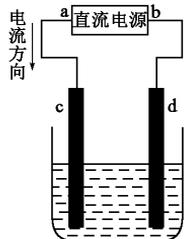


- A. a 为正极 b 为负极,  $\text{NaClO}$  和  $\text{NaCl}$   
 B. a 为负极 b 为正极,  $\text{NaClO}$  和  $\text{NaCl}$   
 C. a 为阳极 b 为阴极,  $\text{HClO}$  和  $\text{NaCl}$   
 D. a 为阴极 b 为阳极,  $\text{HClO}$  和  $\text{NaCl}$
6. 在原电池和电解池的电极上所发生的反应,同属氧化反应或同属还原反应的是
- A. 原电池的正极和电解池的阳极所发生的反应  
 B. 原电池的正极和电解池的阴极所发生的反应  
 C. 原电池的负极和电解池的阳极所发生的反应  
 D. 原电池的负极和电解池的阴极所发生的反应

7. 右图是电解  $\text{CuCl}_2$  溶液的装置, 其中 c、d 为石墨电极。则下列

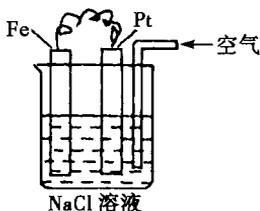
有关判断正确的是

- A. a 为负极、b 为正极  
 B. a 为阳极、b 为阴极  
 C. 电解过程中 d 电极质量增加  
 D. 电解过程中, 氯离子浓度不变



8. 根据右图回答问题, 并写出有关反应的化学方程式和电极反应式:

- (1) 此装置为 \_\_\_\_\_ 池, 其中 Fe 为 \_\_\_\_\_ 极。  
 (2) Fe 棒上发生的电极反应式为 \_\_\_\_\_。  
 (3) Pt 极上的电极反应式为 \_\_\_\_\_。



9. 工业上为了处理含有  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  的酸性工业废水, 采用下面的处理方法: 往工业废水中加入适量 NaCl, 以 Fe 为电极进行电解, 经过一段时间, 有  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  和  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀生成, 工业废水中铬的含量已低于排放标准。请回答下列问题:

- (1) 两极发生反应的电极反应式: 阳极: \_\_\_\_\_; 阴极: \_\_\_\_\_。  
 (2) 写出  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  变为  $\text{Cr}^{3+}$  的离子方程式: \_\_\_\_\_。  
 (3) 工业废水由酸性变为碱性的原因是 \_\_\_\_\_。  
 (4) \_\_\_\_\_ (填“能”或“不能”)改用石墨电极, 原因是 \_\_\_\_\_。

### 【参考答案】

1. B a 电极为电池负极, 电极反应为  $\text{H}_2 - 2\text{e}^- = 2\text{H}^+$ , b 电极为电池的正极, 发生电极反应为  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ , 电池总反应为  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ , 故 B 选项不正确。氢氧燃料电池生成物为  $\text{H}_2\text{O}$ , 是一种无污染绿色电源。  
 2. C 电池工作时, 锌失电子作负极, 电极反应方程式为: 负极  $\text{Zn} - 2\text{e}^- = \text{Zn}^{2+}$ , A 选项正确; 正极  $2\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{Mn}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^-$ , B 选项正确; 电池工作时, 电子由负极通过外电路流向正极, C 选项错误; 1 mol Zn 参加反应时, 电路中转移 2 mol 电子, 故 D 选项正确。  
 3. C 由总反应方程式知, 放电时 Cd 元素化合价升高, 失电子, 发生氧化反应, 故作负极材料的是 Cd。  
 4. C 粗铜中含有的 Ni、Fe、Zn 等金属杂质的活泼性均比铜强, 先于铜发生氧化反应, 以离子形式存在于电解液中, 不会以单质形式沉积于电解槽底(阳极泥中含有的是金、铂等贵金属), 所以 C 选项不正确。

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。

Http://www.tesoon.com

5. B 用石墨作电极电解饱和 NaCl 溶液,其总反应的化学方程式为  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ ,要使  $\text{Cl}_2$  完全被吸收,以便发生如下反应: $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ ,制得较强杀菌能力的消毒液,故产生  $\text{Cl}_2$  的阳极一定在电解池的下边与外加电源的 b 极即正极相连。
6. BC 原电池的负极和电解池的阳极发生的是氧化反应。原电池的正极和电解池的阴极发生的是还原反应。
7. C 根据电流的方向判断 a 为正极, b 为负极, c 为阳极, d 为阴极。电解  $\text{CuCl}_2$  溶液的电极反应式为:阳极(c 电极)  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ ,阴极(d 电极):  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$  故 C 选项正确。
8. (1)原电 负 (2)  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$  (3)  $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
9. (1)  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$   $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$   
 (2)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$   
 (3)  $\text{H}^+$  在阴极不断放电,打破了水的电离平衡,使溶液中  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$   
 (4) 不能 因为用石墨作电极,阳极产生  $\text{Cl}_2$ ,得不到  $\text{Fe}^{2+}$ ,缺少还原剂,不能使  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \longrightarrow \text{Cr}^{3+} \longrightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow$  而除去

难点阐释



难点 1 氧化还原反应

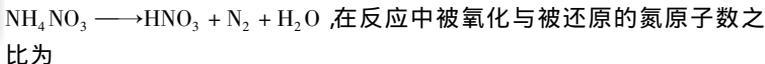
难点  
点拨

氧化还原反应一直是中学化学基本概念的难点,主要因为这一概念贯穿无机化学的始终,是学习元素及其化合物的一项基本技能,因此最新《考试大纲》要求理解氧化和还原、氧化剂和还原剂、氧化产物和还原产物等概念,能配平较复杂的氧化还原反应方程式,能正确标出氧化还原反应方程式中电子转移的方向和数目。这一难点主要在于方程式的配平,因为它是有关氧化还原反应计算的根据,是标出电子转移的方向和数目的基础,怎样突破这一难点呢?现以下列试题为例予以说明。

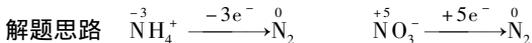
典例  
调研

题型一 特殊氧化还原反应方程式的配平

【调研 1】一定条件下硝酸铵受热分解的未配平化学方程式为:



- A. 5:3      B. 5:4      C. 1:1      D. 3:5



由得失  $\text{e}^-$  相等有  $5\text{NH}_4^+$  失  $3\text{e}^- \times 5 = 3\text{NO}_3^-$  得  $5\text{e}^- \times 3$ , 可配平上述方程式:  
 $5\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + 4\text{N}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$ , 故 A 选项正确。

参考答案 A

【技巧点拨】 本题用的是一种特殊氧化还原反应方程式的配平方法。由于  $\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$  得失电子均发生在  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  中, 故不能用常规方法配平, 但其配平依然遵循得失电子总数相等这一基本原理。

【方法探究】 氧化还原反应方程式配平的理论基础是得失电子守恒, 配平的基本步骤是 (1) 标价( 标出反应前后有化合价变化的元素的价态 ) (2) 交叉( 在有化合价变化的分子式前标上相应的化合价上升或下降的价数 ) (3) 核对( 核对参加氧化还原反应的物质的原子个数和没有参加氧化还原反应的物质的原子个数是否相等 )。

题型二 氧化还原反应计算的新解法——极限法

【调研 2】0.03 mol Cu 完全溶于硝酸, 产生氮的氧化物(  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}_4$  ) 混合气

难点  
阐释

Http://www.tesoon.com

体共 0.05 mol。该混合气体的平均相对分子质量可能是

- A. 30                      B. 46                      C. 50                      D. 66

解题思路 用极端假设法解答。

(1) 当产物中只有 NO 和 NO<sub>2</sub> 时, 其平均相对分子质量有最小值。由得失电子守恒知:

$$n(\text{NO}) \times 3 + [0.05 - n(\text{NO})] \times 1 = 2 \times 0.03$$

$$\text{解得 } n(\text{NO}) = 0.005 \text{ mol} \quad n(\text{NO}_2) = 0.045 \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}) : n(\text{NO}_2) = 0.005 : 0.045 = 1 : 9$$

$$\bar{M} = \frac{1}{10} \times 30 + \frac{9}{10} \times 46 = 44.4$$

(2) 当产物中只有 NO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 时, 其平均相对分子质量有最大值。由得失电子守恒知:

$$n(\text{NO}_2) \times 1 + [0.05 - n(\text{NO}_2)] \times 2 = 0.03 \times 2$$

$$n(\text{NO}_2) = 0.04 \text{ mol} \quad n(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.01 \text{ mol}$$

$$n(\text{NO}_2) : n(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.04 : 0.01 = 4 : 1$$

$$\bar{M} = \frac{4}{5} \times 46 + \frac{1}{5} \times 92 = 55.2$$

参考答案 BC

**【方法探究】** 解答本题时要抓住氧化还原反应中得失电子数相等这一计算根据, 可化难为易。这是解答有关氧化还原反应计算的理论根据。

### 题型三 对氧化还原反应的综合考查

**【调研 3】** 用电弧法合成碳纳米管, 常伴有大量杂质——碳纳米颗粒。这种碳纳米颗粒可用氧化汽化法提纯。其反应式为:  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{C} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(1) 配平上述反应方程式\_\_\_\_\_。

(2) 此反应的氧化剂为\_\_\_\_\_ , 氧化产物是\_\_\_\_\_。

(3) 要使 10 mL 1.0 mol·L<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 溶液被还原, 至少要加入\_\_\_\_\_ mL

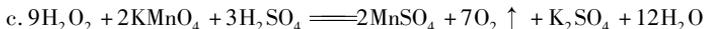
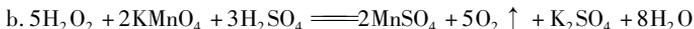
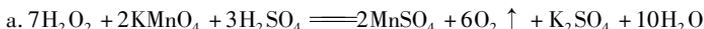
《  
试  
题  
调  
研  
》  
《  
第  
二  
辑  
》

2.0 mol·L<sup>-1</sup> 的 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液。

(4) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 在上述反应中表现出来的性质是\_\_\_\_\_ (填选项编号)。

- A. 酸性            B. 氧化性            C. 吸水性            D. 脱水性

(5) 在配平 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、KMnO<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 三者反应的化学方程式时, 出现多套配平系数, 如:



用 H<sub>2</sub><sup>18</sup>O<sub>2</sub> 进行示踪实验 (<sup>18</sup>O 为示踪氧原子), 证实生成的氧气中的 O 全部是 <sup>18</sup>O, 根据这一实验事实, 回答下列问题:



①  $\text{H}_2\text{O}_2$  仅起还原剂作用的化学方程式是\_\_\_\_\_ (填序号 a、b、c)。

② 研究三个化学方程式中各组系数的变化规律,写出符合该规律的一个新的化学方程式\_\_\_\_\_。

解题思路 (1)用化合价升降法可配平该方程式。

(2)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  中 Cr 从 +6 价下降为 +3 价,作氧化剂,而 C 从 0 价升高到 +4 价被氧化成  $\text{CO}_2$ ,故  $\text{CO}_2$  是氧化产物。

(3)根据关系式  $2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \sim 8\text{H}_2\text{SO}_4$ ,可得  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.01 \text{ L} \times 8 = 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 2$ ,故  $V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.02 \text{ L} = 20 \text{ mL}$ 。

(4)在上述反应中  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中各元素的化合价均未变化,故  $\text{H}_2\text{SO}_4$  只表现出酸性。

(5)a 中  $7\text{H}_2\text{O}_2 \sim 6\text{O}_2$ ,故  $\text{H}_2\text{O}_2$  既作氧化剂又作还原剂;b 中  $5\text{H}_2\text{O}_2 \sim 5\text{O}_2$ ,故  $\text{H}_2\text{O}_2$  只作还原剂;c 中  $9\text{H}_2\text{O}_2 \sim 7\text{O}_2$ ,故  $\text{H}_2\text{O}_2$  既作氧化剂又作还原剂。观察知,反应中只有  $\text{H}_2\text{O}_2$  的系数发生变化,且都为奇数;而生成物中只有  $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的系数随之变化,所以令  $\text{H}_2\text{O}_2$  的系数为 11,再配平。

参考答案 (1)  $2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{C} + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2 \uparrow$  (2)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \quad \text{CO}_2$  (3) 20 (4) A (5) ① b ②  $11\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 8\text{O}_2 \uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$

【知识链接】在氧化还原反应中常用到  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,例如本题用硫酸酸化的  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液来提纯碳纳米颗粒,还有用硫酸酸化的  $\text{KMnO}_4$  溶液来氧化甲苯等苯的同系物,那么在上述反应中硫酸起什么作用呢?能否用盐酸来代替硫酸呢?我们知道有些氧化剂例如  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 $\text{KMnO}_4$ 、 $\text{KClO}_3$ ,其氧化能力只有在酸性溶液中才最强,故用上述氧化剂参加反应时必须在酸性溶液中进行,如果用盐酸来酸化上述氧化剂则会将  $\text{HCl}$  氧化成  $\text{Cl}_2$ ,故常用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  来酸化而不用盐酸。

强化  
闯关

1. R、X、Y 和 Z 是四种元素,其常见化合价为 +2 价,且  $\text{X}^{2+}$  与单质 R 不反应,  $\text{X}^{2+} + \text{Z} = \text{X} + \text{Z}^{2+}$ ;  $\text{Y} + \text{Z}^{2+} = \text{Y}^{2+} + \text{Z}$ 。这四种离子被还原成 0 价时表现的氧化性大小符合

- A.  $\text{R}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{Y}^{2+}$       B.  $\text{X}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{Y}^{2+} > \text{Z}^{2+}$   
C.  $\text{Y}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{X}^{2+}$       D.  $\text{Z}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{Y}^{2+}$

2. 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,当制得同温、同压下相同体积的氧气时,三个反应中转移的电子数之比为

- A. 1:1:1      B. 2:2:1      C. 2:3:1      D. 4:3:2

3.  $\text{ClO}_2$  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

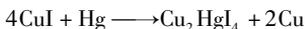


下列说法正确的是

- A.  $\text{KClO}_3$  在反应中得到电子

Http://www.tesoon.com

- B.  $\text{ClO}_2$  是氧化产物  
 C.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  在反应中被氧化  
 D. 1 mol  $\text{KClO}_3$  参加反应有 2 mol 电子转移
4. 已知  $\text{Co}_2\text{O}_3$  在酸性溶液中易被还原成  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{I}_2$  的氧化性依次减弱。下列反应在水溶液中不可能发生的是
- A.  $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeI}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeI}_3$   
 B.  $\text{Cl}_2 + \text{FeI}_2 = \text{FeCl}_2 + \text{I}_2$   
 C.  $\text{Co}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$   
 D.  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$
5. 实验室为监测空气中汞蒸气的含量,往往悬挂涂有  $\text{CuI}$  的滤纸,根据滤纸是否变色或颜色发生变化所用去的时间来判断空气中的含汞量,其反应为:



(1) 上述反应产物  $\text{Cu}_2\text{HgI}_4$  中, Cu 显\_\_\_\_\_价。

(2) 以上反应中的氧化剂为\_\_\_\_\_, 当有 1 mol  $\text{CuI}$  参与反应时, 转移电子\_\_\_\_\_ mol。

(3)  $\text{CuI}$  可由  $\text{Cu}^{2+}$  与  $\text{I}^-$  直接反应制得, 请配平下列反应的离子方程式。



6. 在氰氧化法处理含  $\text{CN}^-$  的废水过程中, 液氯在碱性条件下可以将氰化物氧化成氰酸盐(其毒性仅为氰化物的千分之一), 氰酸盐进一步被氧化为无毒物质。

(1) 某厂废水中含  $\text{KCN}$ , 其浓度为  $650 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。现用氰氧化法处理, 发生如下反应(其中 N 均为 -3 价):



被氧化的元素是\_\_\_\_\_。

(2) 投入过量液氯, 可将氰酸盐进一步氧化为氮气。请配平下列化学方程式, 并标出电子转移的方向和数目:



(3) 若处理上述废水 20 L, 使  $\text{KCN}$  完全转化为无毒物质, 至少需液氯\_\_\_\_\_ g。

《试题调研》

(第二辑)

【参考答案】

1. A 在氧化还原反应中, 氧化剂的氧化能力大于氧化产物的氧化能力, 由  $\text{X}^{2+} + \text{Z} = \text{X} + \text{Z}^{2+}$  可知, 氧化性:  $\text{X}^{2+} > \text{Z}^{2+}$ ; 由  $\text{Y} + \text{Z}^{2+} = \text{Y}^{2+} + \text{Z}$  可知, 氧化性  $\text{Z}^{2+} > \text{Y}^{2+}$ 。又由 R 与  $\text{X}^{2+}$  不反应可知, 氧化性  $\text{R}^{2+} > \text{X}^{2+}$ 。故四种阳离子的氧化性由强到弱的顺序为:  $\text{R}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{Y}^{2+}$ 。
2. B  $\text{KMnO}_4$  和  $\text{KClO}_3$  中的 O 都为 -2 价, 生成  $\text{O}_2$  时价态升高 2,  $\text{H}_2\text{O}_2$  中的 O 为 -1 价, 生成  $\text{O}_2$  时价态升高 1, 设制备 1 mol  $\text{O}_2$ , 前两者均转移 4 mol 电子, 而后者转移 2 mol 电子。故三个反应中转移电子数之比为 4:4:2 = 2:2:1。



心灵  
驿站

昨天, 已经是历史; 明天, 还是个未知数; 把昨天和明天连接在一起的是今天。朋友, 让我们紧紧地把手心攥在一起!

3. AC 在反应  $2\text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$  中,  $\text{KClO}_3$  为氧化剂, 得到电子, 被还原成  $\text{ClO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  为还原剂, 失去电子, 被氧化,  $\text{CO}_2$  是氧化产物; 1 mol  $\text{KClO}_3$  参加反应只有 1 mol 电子发生转移。
4. A 因为氧化性强弱关系为  $\text{Co}_2\text{O}_3 > \text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{I}_2$ ,  $\text{Cl}_2$  可以氧化  $\text{Fe}^{2+}$ , 也可以氧化  $\text{I}^-$ , 但  $\text{Fe}^{3+}$  还能继续氧化  $\text{I}^-$ , 其离子方程式为  $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ , 所以 A 项错误, B、D 项正确,  $\text{Co}_2\text{O}_3$  氧化性比  $\text{Cl}_2$  强, C 项也正确。
5. (1) +1 (2) CuI 0.5 (3) 2 5 2 1
6. (1) C (2) 2 4 3 2 1 6 2 (3) 35.5

## 难点2 有关物质的量的计算

### 难点 点拨

化学计算是从“量”的角度来描述物质的化学变化, 而从“量”的角度来描述物质的化学变化离不开“物质的量”, 因此, 有关物质的量的计算一直贯穿中学化学的始终而成为高三备考复习的难点, 要突破这一难点必须紧紧抓住“物质的量应用于化学方程式的计算”这一关键, 而要把握

这一关键必须清楚如下几点:

- (1) 相互作用的各物质的微粒数之比等于方程式中各物质化学计量数之比。
- (2) 相互作用的各物质的量, 物质的量之比等于方程式中各物质化学计量数之比。
- (3) 相互作用的各气态物质, 同温同压下的体积之比等于方程式中各气态物质化学计量数之比。
- (4) 相互作用的各物质的质量之比等于方程式中各物质化学计量数和该物质的相对分子质量乘积之比。

以上四种基本关系在化学计算中会经常用到。

### 典例 调研

题型一 物质的量应用于化学方程式的计算

【调研1】 18.4 g 烧碱和碳酸氢钠的固体混合物, 在密闭容器中加热至  $250\text{ }^\circ\text{C}$ , 经充分反应后排出气体, 冷却, 称得固体物质的质量为 16.6 g, 试计算原混合物中氢氧化钠的质量分数。

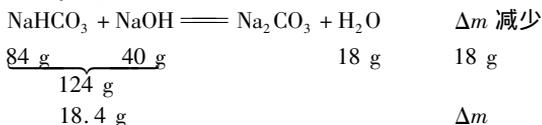
解题思路 假设  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{NaOH}$  按物质的量之比 1:1 时恰好反应, 则固体质量减轻  $\Delta m$ 。

难点  
阐释

世间最可宝贵的就是今天, 最易丧失的也是今天。愿你无限珍惜这每一个今天。



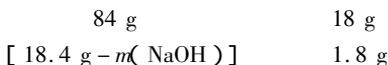
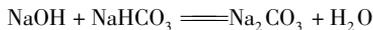
Http://www.tesoon.com



$$124 \text{ g} : 18 \text{ g} = 18.4 \text{ g} : \Delta m \text{ 解之得 } \Delta m = 2.67 \text{ g}$$

实际质量减少  $18.4 \text{ g} - 16.6 \text{ g} = 1.80 \text{ g} < 2.67 \text{ g}$ 。这表明 NaOH 过量, NaHCO<sub>3</sub> 完全反应, 应以 NaHCO<sub>3</sub> 的量为计算标准。

设原混合物中的 NaOH 的质量为  $m(\text{NaOH})$



$$84 \text{ g} : [18.4 \text{ g} - m(\text{NaOH})] = 18 \text{ g} : 1.8 \text{ g} \text{ 解得 } m(\text{NaOH}) = 10.0 \text{ g}$$

$$\text{故 } u(\text{NaOH}) = \frac{10.0 \text{ g}}{18.4 \text{ g}} \times 100\% = 54.3\%$$

$$\text{参考答案 } u(\text{NaOH}) = 54.3\%$$

**【方法探究】** 解本题时, 用到了差量法。差量法是根据化学反应前后物质的量发生的变化, 找出“理论差量”, 如反应前后的质量、物质的量、气体体积、气体压强、反应过程中的热量变化等, 该差量的大小与反应物质的有关量成正比, 借助这种比例关系, 解决存在一定量变的计算题。解答此类题的关键是根据题意确定“理论差量”, 再根据题目提供的“实际差量”, 列出比例式, 求出答案。

题型二 有关物质的量的计算题的特殊解法——计算标准的选择

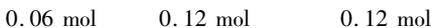
**【调研 2】** 将过量 Cl<sub>2</sub> 通入 500 mL KI 溶液中充分反应后小火将溶液蒸干, 冷却称得固体质量为 12 g, 经分析该固体中碘的质量分数为 25%, 试求:

(1) 原 KI 溶液物质的量浓度。

(2) 在标准状况下参加反应的 Cl<sub>2</sub> 的体积。

**解题思路** (1) 因加热碘易升华, 故必须以 KCl 为计算标准。

$$n(\text{KCl}) = \frac{12 \text{ g} \times 75\%}{74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.12 \text{ mol}$$



$$c(\text{KI}) = \frac{0.12 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$(2) V(\text{Cl}_2) = 0.06 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.344 \text{ L}$$

$$\text{参考答案 } c(\text{KI}) = 0.24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad V(\text{Cl}_2) = 1.344 \text{ L}$$



**【技巧点拨】** 化学计算不同于数学计算,解化学计算题必须从化学概念出发,运用数学方法来求解。以本题为例,求算 KI 物质的量必须选择 KCl 的量为计算标准而不能以 I<sub>2</sub> 的量为计算标准,这是因为小火将溶液蒸干过程中碘受热易升华,故不能选 I<sub>2</sub> 的量为计算标准,因此选择 KCl 为计算标准的过程就是从化学概念出发。

### 题型三 学科整合新题型——图表填写题

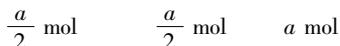
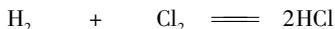
**【调研 3】** 将  $a$  mol 的 H<sub>2</sub> 和 Cl<sub>2</sub> 的混合气体在适宜条件下,充分反应后用足量的 NaOH 溶液吸收,消耗  $b$  mol NaOH,试回答下列问题:

(1)通过计算,填写下表空格。

H <sub>2</sub> 和 Cl <sub>2</sub> 量的关系	生成 NaCl 的物质的量
H <sub>2</sub> 和 Cl <sub>2</sub> 恰好反应	
H <sub>2</sub> 的物质的量 > Cl <sub>2</sub> 的物质的量	
H <sub>2</sub> 的物质的量 < Cl <sub>2</sub> 的物质的量	

(2)请以 Cl<sub>2</sub> 的物质的量为横坐标,以生成 NaCl 的物质的量为纵坐标,画出生成 NaCl 物质的量随 Cl<sub>2</sub> 物质的量变化的关系图。

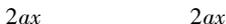
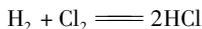
**解题思路** (1)①当  $a$  mol H<sub>2</sub> 和 Cl<sub>2</sub> 组成的混合气体恰好完全反应时有:



知生成  $n(\text{NaCl}) = a \text{ mol}$  或  $n(\text{NaCl}) = b \text{ mol}$

②当  $a$  mol H<sub>2</sub> 和 Cl<sub>2</sub> 的混合气体中  $n(\text{H}_2) > n(\text{Cl}_2)$  时生成 HCl 的物质的量应选择 NaOH 物质的量为计算标准有  $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = n(\text{NaCl}) = b \text{ mol}$

③当  $a$  mol H<sub>2</sub> 和 Cl<sub>2</sub> 组成的混合气体中  $n(\text{Cl}_2) > n(\text{H}_2)$  时,设混合气体中 H<sub>2</sub> 的物质的量分数为  $x$ ,则  $n(\text{H}_2) = ax \text{ mol}$



与 NaOH 溶液反应的  $n(\text{Cl}_2) = a \text{ mol} - ax \text{ mol} - ax \text{ mol} = (a - 2ax) \text{ mol}$  由:



共生成  $n(\text{NaCl}) = 2ax \text{ mol} + (a - 2ax) = a \text{ mol}$ 。

(2)当  $n(\text{Cl}_2) = 0$  时,生成  $n(\text{HCl}) = 0$ ,即  $n(\text{NaCl}) = 0$ ,确定原点  $O$ ;当  $n(\text{Cl}_2) = \frac{a}{2} \text{ mol}$  时,则  $n(\text{HCl}) = a \text{ mol}$ ,即  $n(\text{NaCl}) = a \text{ mol}$ ,在图像上对应点为  $P(\frac{a}{2}, a)$ ;当令

Http://www.tesoon.com

$n(\text{Cl}_2) = a \text{ mol}$  时, 则  $n(\text{H}_2) = 0 \text{ mol}$ ,  $n(\text{NaCl})$  的值由下式确定:

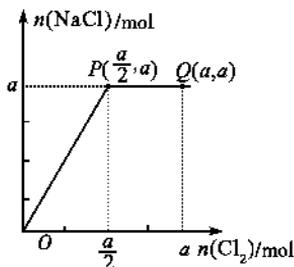


$a \text{ mol}$                        $a \text{ mol}$

故可确定点  $Q(a, a)$  连接  $O, P$  两点作直线  $OP$ , 再连接  $PQ$ , 则所得图像为所求。

参考答案 (1) 见表 (2) 见图像

$\text{H}_2$ 和 $\text{Cl}_2$ 量的关系	生成 $\text{NaCl}$ 的物质的量
$\text{H}_2$ 和 $\text{Cl}_2$ 恰好反应	$a \text{ mol}$ 或 $b \text{ mol}$
$\text{H}_2$ 的物质的量 $>$ $\text{Cl}_2$ 的物质的量	$b \text{ mol}$
$\text{H}_2$ 的物质的量 $<$ $\text{Cl}_2$ 的物质的量	$a \text{ mol}$



【技巧点拨】在解答学科整合题时, 一定要注意不断调整思维角度, 例如本题的第(1)问是为第(2)问作图打下基础的, 若第(1)问  $n(\text{Cl}_2)$  与  $n(\text{NaCl})$  的关系不正确, 则第(2)问解答就无法进行。

#### 题型四 有关“物质的量”计算的创新解法——假设法

【调研4】标准状况下, 甲、乙、丙各取  $30.0 \text{ mL}$  相同浓度的盐酸, 然后分别慢慢加入组成相同的镁铝合金粉末, 得到下表中有数据(假设反应前后溶液体积不发生变化)。

实验序号	甲	乙	丙
合金质量/mg	255	385	459
气体体积/mL	280	336	336

请回答:

(1) 甲组实验中, 盐酸(选填“过量”、“适量”或“不足量”, 下同) \_\_\_\_\_; 乙组实验中盐酸 \_\_\_\_\_。

(2) 盐酸的物质的浓度为 \_\_\_\_\_。

(3) 合金中  $\text{Mg}$ 、 $\text{Al}$  的物质的量之比为 \_\_\_\_\_。

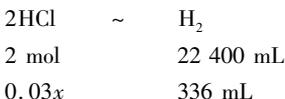
《  
试  
题  
调  
研  
》

(4) 丙实验之后, 向容器中加入一定量  $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液, 能使合金中的铝粉恰好完全溶解, 再过滤出不溶性固体, 求所得溶液中各溶质的物质的量浓度。(要求写出计算过程)

《  
第  
二  
辑  
》

解题思路 (1) ①若比例  $255 \text{ mg} : 280 \text{ mL} = 385 \text{ mg} : x$  成立, 则  $x = 423 \text{ mL}$ , 由表中知  $x = 336 \text{ mL}$ , 与实验结果不符, 说明乙组盐酸不足量。②若比例  $336 : 0.03x = 280 : y$  成立, 则  $y = 0.025x$ , 说明甲组盐酸过量。

(2) 设盐酸的物质的量浓度为  $x$ , 由乙组盐酸完全耗尽放出  $336 \text{ mL H}_2$ , 有:



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

$$2:0.03x = 22400:336 \quad x = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(3) 设合金中含 Al  $x$  mol, 含 Mg  $y$  mol, 则:

$$\begin{cases} 27x + 24y = 0.255 & \text{①} \\ 3x + 2y = \frac{0.280}{22.4} \times 2 = 0.025 \text{ (得失 } e^- \text{ 守恒)} & \text{②} \end{cases}$$

$$12 \times \text{②} - \text{①}, \text{ 得 } 9x = 0.045, \text{ 则 } x = 0.005, y = 0.005 \quad x:y = 1:1$$

(4) 溶液中原有  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{AlCl}_3$ , 加适量  $\text{NaOH}$  溶液后  $\text{Mg}^{2+}$  转化为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}^{3+}$  转化为  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 进一步转化为  $\text{NaAlO}_2$ , 丙实验中 Al 粉过量加  $\text{NaOH}$  溶液发生如下反应:  $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ , 最后溶液中含:  $\text{NaCl}$ 、 $\text{NaAlO}_2$ ,

$$n(\text{NaAlO}_2) = n(\text{Al}) = \frac{0.459 \text{ g}}{(27 + 24) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.009 \text{ mol} \quad \text{共需 } n(\text{NaOH}) = 0.03 \text{ mol} + 0.009 \text{ mol} = 0.039 \text{ mol}, \text{ 故 NaOH 溶液体积 } V(\text{NaOH}) = 0.039 \text{ L}, V_{\text{总}} = 0.039 \text{ L} + 0.03 \text{ L} = 0.069 \text{ L}, \text{ 其中含 } n(\text{NaAlO}_2) = 0.009 \text{ mol}, \text{ 故 } c(\text{NaAlO}_2) = \frac{0.009 \text{ mol}}{0.069 \text{ L}} =$$

$$0.13 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{NaCl}) = \frac{0.03 \text{ mol}}{0.069 \text{ L}} = 0.435 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (Cl}^- \text{ 守恒)}.$$

参考答案 (1)过量 不足量 (2) $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  (3)1:1 (4)见解题思路

**【技巧点拨】** 本题提供的实验数据较多, 实际上是要求我们根据数据变化的特点, 判断甲、乙、丙三组实验中金属混合物和酸反应何者完全耗尽, 即何者过量的问题。根据题目要求可假设 30 mL  $\text{HCl}$  恰好和 255 mg 合金反应, 则对于乙组而言有: 255 mg: 280 mL = 385 mg:  $x$ ,  $x = 423 \text{ mL}$ , 而现在表中记载的数据为 336 mL, 说明乙组实验中酸不足。若合金恰好和足量的酸反应, 则应放出 423 mL 气体。运用这种方法可求出下列几问。

由本题的解答可归纳出在解答过量问题时, 一般可用假设法进行尝试得出数据后, 再与题给数据进行比较, 然后作出判断。

### 强化 闯关

- 将  $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  晶体 2.44 g 溶于水配成 100 mL 溶液。取此溶液 25 mL 与 50 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$  溶液作用, 恰好使溶液中  $\text{Cl}^-$  沉淀完全。
  - 求 2.44 g  $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  的物质的量。
  - 求  $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  的摩尔质量。
  - 求  $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  中  $x$  的值。
- 120 °C 时引爆 100 mL 由  $\text{H}_2$  和  $\text{O}_2$  组成的混合气体, 恢复至原状况, 气体体积缩小至 75 mL, 求该混合气体可能的体积组成。
- 将  $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}(\text{aq})$  逐滴加入到 100 g 由  $\text{BaCO}_3$  和  $\text{BaSO}_4$  组成的混合物中直至不产生气体为止, 将所得溶液蒸干后, 测得所得固体比原混合物增重 2.75 g, 求原混合物中  $\text{BaCO}_3$  的质量分数和耗去  $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}(\text{aq})$  多少毫升?
- 将 1.95 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的混合物溶于水得溶液 A, 在 A 中加入足量未知浓度

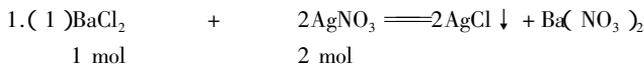
难点  
阐释



的  $\text{BaCl}_2$  溶液 10.0 mL, 然后过滤得沉淀 B 和滤液 C, 在 C 中加足量  $\text{AgNO}_3$  溶液, 又生成 5.74 g 沉淀, 向 B 中加入足量稀硫酸, 沉淀不消失反而增加 0.18 g。计算:

- (1) 氯化钡溶液的物质的量浓度。  
 (2) 原混合物中  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  的质量分数。
5. 用足量的浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  与 10.0 g 氯化钠和氯化镁的混合物混合加强热, 把生成的  $\text{HCl}$  气体溶于适量水中配成浓溶液, 与足量  $\text{MnO}_2$  共热使溶液中  $\text{HCl}$  完全反应, 将生成的  $\text{Cl}_2$  通入足量  $\text{KI}$  溶液中得到 11.6 g 碘, 试计算混合物中  $\text{NaCl}$  的质量分数。
6. 现有等物质的量的  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{KHCO}_3$  的混合物  $a$  g 与 100 mL 盐酸反应。题中涉及的气体体积均以标准状况计, 填空时可以用含字母的代数式表示。
- (1) 该混合物中  $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{KHCO}_3$  的质量比为\_\_\_\_\_。  
 (2) 如果碳酸氢盐与盐酸恰好完全反应, 则盐酸的浓度为\_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。  
 (3) 如果盐酸过量, 生成  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  的体积, 还须知道\_\_\_\_\_。(说明原因)  
 (5) 若  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{KHCO}_3$  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  $\text{CO}_2$  的体积  $V$  的取值范围是多少? \_\_\_\_\_。

### 【参考答案】



$$c(\text{BaCl}_2) \times 0.025 \text{ L} = 0.05 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

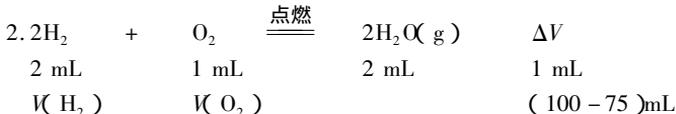
$$1 : 0.025 \times c(\text{BaCl}_2) = 2 : 0.05 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(\text{BaCl}_2) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$n(\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = n(\text{BaCl}_2) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$$

$$(2) M(\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = \frac{2.44 \text{ g}}{0.01 \text{ mol}} = 244 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$(3) 208 + 18x = 244 \quad x = 2$$



$$V(\text{H}_2) + V(\text{O}_2) = 75 \text{ mL}$$

$$\text{则 } V(\text{H}_2) = 50 \text{ mL} \quad V(\text{O}_2) = 25 \text{ mL}$$

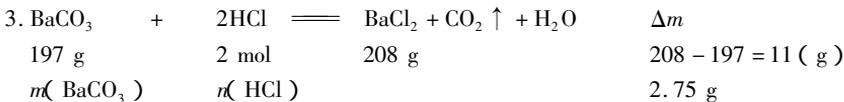
讨论 1. 若残留 25 mL 是  $\text{H}_2$ , 则混合气体体积组成为

$$V(\text{H}_2) = 75 \text{ mL} \quad V(\text{O}_2) = 25 \text{ mL}$$

2. 若残留 25 mL 是  $\text{O}_2$ , 则混合气体体积组成为

$$V(\text{H}_2) = 50 \text{ mL} \quad V(\text{O}_2) = 50 \text{ mL}$$





$$n(\text{BaCO}_3) = \frac{2.75 \text{ g} \times 197 \text{ g}}{11 \text{ g}} = 49.25 \text{ g}$$

$$n(\text{HCl}) = \frac{2.75 \text{ g} \times 2 \text{ mol}}{11 \text{ g}} = 0.5 \text{ mol}$$

$$u(\text{BaCO}_3) = \frac{49.25 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100\% = 49.25\%$$

$$\text{耗掉 } V[\text{HCl}(\text{aq})] = \frac{0.5 \text{ mol}}{10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.05 \text{ L} = 50 \text{ mL}$$

$$4. (1) n(\text{AgCl}) = \frac{5.74 \text{ g}}{143.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.0400 \text{ mol}$$

$$n(\text{BaCl}_2) = n(\text{AgCl})/2 = 0.0200 \text{ mol}$$

$$\text{所以 } c(\text{BaCl}_2) = \frac{0.0200 \text{ mol}}{0.0100 \text{ L}} = 2.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

(2) 由题意知 沉淀质量增加是由于  $\text{BaCO}_3$  转化为  $\text{BaSO}_4$ 。设  $\text{BaCO}_3$  的物质的量为  $n(\text{BaCO}_3)$



$$1 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 36 \text{ g}$$

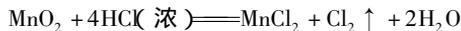
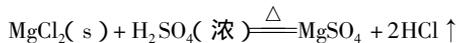
$$n(\text{BaCO}_3) \qquad \qquad \qquad 0.18 \text{ g}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{n(\text{BaCO}_3)} = \frac{36 \text{ g}}{0.18 \text{ g}} \quad \text{解得 } n(\text{BaCO}_3) = 0.005 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{BaCO}_3) = 0.005 \text{ mol}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1.95 \text{ g} - 0.0050 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.42 \text{ g}$$

$$\text{故 } u(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{1.42 \text{ g}}{1.95 \text{ g}} \times 100\% = 72.8\%$$



得关系式：

$$4\text{NaCl} \sim \text{I}_2 \qquad \qquad 2\text{MgCl}_2 \sim \text{I}_2$$

$$234 \text{ g} \qquad 254 \text{ g} \qquad 190 \text{ g} \qquad 254 \text{ g}$$

$$n(\text{NaCl}) \quad \frac{254}{234}n(\text{NaCl}) \qquad 10 - \frac{254}{234}n(\text{NaCl}) \qquad \frac{254}{190} \left[ 10 - \frac{254}{234}n(\text{NaCl}) \right]$$

$$\frac{254}{234}n(\text{NaCl}) + \frac{254}{190} \left[ 10 - \frac{254}{234}n(\text{NaCl}) \right] = 11.6 \text{ g}$$

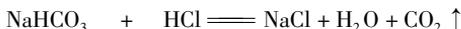
解之得  $m(\text{NaCl}) = 4.84 \text{ g}$   $u(\text{NaCl}) = \frac{4.84 \text{ g}}{10.0 \text{ g}} \times 100\% = 48.4\%$

6. (1) 由二者以等物质的量混合, 可求出二者的质量比。

设  $\text{NaHCO}_3$  质量为  $x \text{ g}$ , 则含  $\text{KHCO}_3$  为  $(a-x) \text{ g}$ 。

则  $\frac{x}{84} = \frac{a-x}{100}$ , 即  $m(\text{NaHCO}_3) : m(\text{KHCO}_3) = 84 : 100 = 21 : 25$ 。

(2) 设  $\text{HCl}$  物质的量浓度为  $z \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则:

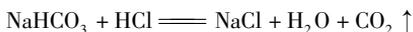


84 g                      1 mol

$\frac{84a}{184} \text{ g}$                        $\frac{0.1z}{2} \text{ mol}$

有  $84 : \frac{84a}{184} = 1 : \frac{0.1z}{2}$   $z = \frac{5a}{46}$

(3) 设盐酸过量, 生成  $\text{CO}_2$  的体积为  $V \text{ L}$ , 则:



84 g                                      22.4 L

$\frac{84a}{184} \text{ g}$                                        $\frac{V}{2} \text{ L}$

$84 : \frac{84a}{184} = 22.4 : \frac{V}{2}$ , 解得  $V = \frac{22.4a}{92}$

(4)  $\text{HCl}$  的物质的量浓度, 如果盐酸不足量, 则应该以  $\text{HCl}$  的物质的量为计算标准, 这就须知道  $\text{HCl}$  的物质的量浓度。

(5) 可以考虑两个极限情况: 若全部为  $\text{NaHCO}_3$ , 则可以放出  $V(\text{CO}_2) = \frac{22.4a}{84} \text{ L}$ ; 若

全部为  $\text{KHCO}_3$ , 则可放出  $V(\text{CO}_2) = \frac{22.4a}{100} \text{ L}$ 。因此,  $\frac{22.4a}{100} \text{ L} < V(\text{CO}_2) < \frac{22.4a}{84} \text{ L}$ 。

## 难点 点拨

### 难点 3 有关电离平衡的计算

电离平衡与化学平衡知识密切相关, 化学平衡的建立和平衡移动原理的应用等知识及学习方法均可直接用来指导电离平衡等知识的复习。本知识点在历年高考命题中既是考查的重点又是难点, 在高考试卷中以选择题居多, 有时也出现综合性较强的学科整合题。在高三复习备考时, 可从如下 3 个方面突破本章节知识上的难点: 1. 从物质结构的观点来认识强弱电解质与化学键的关系; 2. 以水的离子积  $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14}$  为纲, 抓住有关弱电解质计算这一主线; 3. 运用水的电离平衡移动的观点来解释盐类水解、酸碱中和和滴定等问题。

典例  
调研

题型一 对水的离子积公式  $K_w$  的考查

【调研1】 水是一种极弱电解质,在 25 °C 时平均每  $n$  个水分子只有一个分子发生电离,则  $n$  值为

- A.  $1 \times 10^{-14}$                       B.  $10^{-7}$   
C.  $55.56 \times 10^7$                     D. 55.56

解题思路 在 25 °C 时,水的  $\text{pH} = 7$   $c(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1\,000\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{18\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 55.56\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,

表明 1 L 水中 55.56 mol 水分子有  $10^{-7}\text{ mol}$  水分子发生电离,据此有  $55.56:10^{-7} = n:1$   $n = 55.56 \times 10^7$ 。

参考答案 C

【技巧点拨】 解答本题要求出水的物质的量浓度,怎样求出水的物质的量浓度呢? 1 L 水质量为 1 000 g,故有  $c(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1\,000\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{18\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 55.56\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。



起始: 55.56                      0                      0

平衡:  $55.56 - 10^{-7}$              $10^{-7}$                  $10^{-7}$

故有  $55.56:10^{-7} = n:1$          $n = 55.56 \times 10^7$

题型二 有关 pH 概念的理解

【调研2】 常温下,将  $\text{pH} = 1$  的盐酸平均分成两份,向其中一份中加适量的蒸馏水,向另一份中加入与该盐酸物质的量浓度相同的适量氢氧化钠溶液,所得溶液的 pH 都升高了 1 个单位,则加入的水和氢氧化钠溶液的体积比为

- A. 9                      B. 10                      C. 11                      D. 12

解题思路 将  $\text{pH} = 1$  的盐酸加适量水, pH 升高了 1,说明所加的水是原溶液的 9 倍;另一份加入与该盐酸物质的量浓度相同的适量 NaOH 溶液后, pH 也升高了 1,设加入 NaOH 溶液的体积为  $x$ ,则可列式  $10^{-1} \times 1 - 10^{-1} \cdot x = 10^{-2}(1+x)$ ,解得  $x = 9/11$ ,则加入的水与 NaOH 溶液的体积比为  $9:9/11 = 11:1$ 。

参考答案 C

【技巧点拨】 由  $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$  知 pH 每升高 1 个单位,则  $c(\text{H}^+)$  减小到原来的  $\frac{1}{10}$ ,而  $c(\text{OH}^-)$  则增大到原来的 10 倍。

题型三 水的离子积  $K_w$  在盐类水解中的综合计算

【调研3】 在  $\text{pH} = 9$  的 NaOH 和  $\text{CH}_3\text{COONa}$  两种溶液中,设由水电离产生的  $\text{OH}^-$  浓度分别为  $M\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  和  $N\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则  $M$  和  $N$  的关系为

- A.  $M > N$                       B.  $M = 10^{-4}N$                       C.  $N = 10^{-4}M$                       D.  $M = N$

解题思路  $\text{pH} = 9$  的 NaOH 溶液中,由  $\text{H}_2\text{O}$  电离出的  $c(\text{OH}^-)$  由下式求出:

难点  
阐释

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。



Http://www.tesoon.com

$c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)_{\text{NaOH}} = 1 \times 10^{-14}$  其中  $c(\text{H}^+)$  是由水所电离产生的,它等于由水所电离出的  $c(\text{OH}^-)$ , 式中  $c(\text{OH}^-)_{\text{NaOH}}$  表示溶液中  $\text{OH}^-$  的浓度,于是有  $M = c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) = 10^{-9}$ ,  $\text{pH} = 9$  的  $\text{NaAc}$  溶液中,因  $\text{Ac}^-$  水解促进水的电离,显碱性,故溶液中由水电离出的  $N = c(\text{OH}^-) = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-9}} = 10^{-5}$ , 因此有  $M = 10^{-4} N$ , B 正确。

参考答案 B

【技巧点拨】强酸和强碱均能抑制水的电离,而强碱弱酸盐和强酸弱碱盐均能促进水的电离。

#### 题型四 有关电离平衡的综合计算

【调研 4】 $\text{Mg}(\text{OH})_2$  难溶于水,但它所溶解的那一部分,则在溶液中完全电离, $t^\circ\text{C}$  时,饱和  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  溶液的  $\text{pH} = 11$ ,若不考虑  $K_w$  的变化,则该温度下  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的溶解度为多少?

解题思路  $\text{pH} = 11$ ,  $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 因为  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  溶解度很小,1 L  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  溶液可近似看作是 1 000 g 溶液,其中溶剂质量也可以近似看作是 1 000 g,由此可求出

$$S[\text{Mg}(\text{OH})_2] = \frac{5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} \times 58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 100 \text{ g}}{1 \text{ 000 g}} = 2.9 \times 10^{-3} \text{ g}$$

参考答案  $2.9 \times 10^{-3} \text{ g}$

【知识链接】难溶物在水溶液中均存在沉淀—溶解平衡。例如  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的饱和溶液中存在如下平衡:  $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \xrightleftharpoons[\text{沉淀}]{\text{溶解}} \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ , 当外界条件发生变化时,上述沉淀—溶解平衡也发生移动。

#### 题型五 电离平衡在生命活动中的应用——理论联系实际的新题型

【调研 5】牙齿的表面有一层坚硬的抗酸物质——羟基磷灰石  $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}]$ 。某化学课外活动小组为探究羟基磷灰石的有关问题,查得制备羟基磷灰石的一种方法是:将  $\text{CaCl}_2$  与  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液混合可得磷酸八钙晶体  $[\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$ , 将五水磷酸八钙晶体加热则其发生水解反应可生成羟基磷灰石  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。试回答下列问题:

《  
试  
题  
调  
研  
》  
(  
第  
二  
辑  
)

(1) 写出  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  水解的化学反应方程式\_\_\_\_\_。

(2) 将  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$  溶液 50 mL 与  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液 30 mL 混合充分搅拌后,将所得  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  晶体滤出。再将它放入 80 mL 热水中加热 5 小时即可制得羟基磷灰石。若制得的羟基磷灰石中 Ca 元素与 P 元素物质的量之比为 3:2, 求  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  转化为目标产物的百分数。

(3) 牙齿表面有一层硬的组成为  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  的物质保护着,它在唾液中有如下平衡:  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}(\text{s}) \xrightleftharpoons[\text{矿化}]{\text{脱矿}} 5\text{Ca}^{2+} + 3\text{PO}_4^{3-} + \text{OH}^-$ , 进食后,细菌和酶作用于食物



产生有机酸,这时牙齿就会受到腐蚀,其原因是:\_\_\_\_\_。  
 已知  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$  (固) 的溶解度比上面的矿化产物更小、质地更坚固,  
 请用离子方程式表示当牙膏中配有氟化物添加剂后能防止龋齿的原因:\_\_\_\_\_。  
 根据以上原理,该化学课外活动小组提出了一种促进牙齿矿化的方法,这种方法你认为可能是:\_\_\_\_\_。

**解题思路** (1) 将  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  改写成如下形式  $2\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 在加热时  $\text{HPO}_4^{2-}$  结合水所电离出的  $\text{H}^+$  转化为  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , 打破了水的电离平衡, 因而生成  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ , 故可写出其水解反应的化学方程式。

(2) 如果  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  中 Ca、P 两元素全部转化为  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3\text{OH}$  中的 Ca 和 P 元素, 则产物中  $n(\text{Ca}) : n(\text{P}) = 5 : 3$ , 现  $n(\text{Ca}) : n(\text{P}) = 3 : 2$ , 说明转化率小于 100%, 据此可求出  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6$  的转化率。

**参考答案** (1)  $5\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 8\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3\text{OH} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 17\text{H}_2\text{O}$

(2) 设  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  起始为  $x$  mol, 有  $y$  mol  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  水解, 则由方程式得关系式:



5 mol

8 mol

$y$

$\frac{8}{5}y$  mol

残留  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   $(x - y)$  mol

产物中  $n(\text{Ca}) = \frac{8}{5}y \times 5 + 8(x - y) = 8x$  mol

产物中  $n(\text{P}) = \frac{8}{5}y \times 3 + 6(x - y) = (6x - \frac{6}{5}y)$  mol

由产物中  $\frac{n(\text{Ca})}{n(\text{P})} = \frac{8x}{6x - \frac{6}{5}y} = \frac{3}{2}$

化简得:  $10x = 18y$ , 令  $y = 1$ , 则  $x = 1.8$ , 则  $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  的转化率为:

$$\frac{1 \text{ mol}}{1.8 \text{ mol}} \times 100\% = 56\%$$

(3) 有机酸中的  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$  结合生成难电离的弱电解质  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , 打破上述脱矿与矿化平衡, 使平衡向脱矿方向移动, 故牙齿被腐蚀  $5\text{Ca}^{2+} + 3\text{PO}_4^{3-} + \text{F}^- \rightleftharpoons \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F} \downarrow$  在牙膏中添加碱性物质如  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  或  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

**【方法探究】** 在解答学科整合题时一定要注意不断调整思维角度, 例如本题的第(1)问为书写化学反应方程式, 这是为第(2)问计算打下基础, 在解答完第(2)问后, 迅速调整思维角度运用化学平衡移动的观点来解答牙齿保护的问题, 以考查考生理论联系实际的能力。

难点  
阐释



### 强化 闯关

- 已知  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的二元酸  $\text{H}_2\text{A}$  溶液的  $\text{pH} = 4.0$ , 则下列说法中正确的是
  - 在  $\text{Na}_2\text{A}$ 、 $\text{NaHA}$  两溶液中, 离子种类不相同
  - 在溶质物质的量相等的  $\text{Na}_2\text{A}$ 、 $\text{NaHA}$  两溶液中, 阴离子总数相等
  - 在  $\text{NaHA}$  溶液中一定有  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HA}^-) + c(\text{OH}^-) + 2c(\text{A}^{2-})$
  - 在  $\text{Na}_2\text{A}$  溶液中一定有  $c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
- 常温时, 向  $\text{pH} = 2$  的硫酸中加入等体积的下列溶液后, 滴入甲基橙试液, 出现红色, 该溶液可能是
  - $\text{pH} = 12$  的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
  - $\text{pH} = 12$  的氨水
  - $0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$
  - $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{BaCl}_2$
- $\text{pH}$  相同的盐酸和醋酸两种溶液中, 它们的
  - $\text{H}^+$  的物质的量相同
  - 物质的量浓度相同
  - $\text{H}^+$  的物质的量浓度不同
  - $\text{H}^+$  的物质的量浓度相同
- 将  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  醋酸溶液加水稀释, 下列说法正确的是
  - 溶液中  $c(\text{H}^+)$  和  $c(\text{OH}^-)$  都减小
  - 溶液中  $c(\text{H}^+)$  增大
  - 醋酸电离平衡向左移动
  - 溶液的  $\text{pH}$  增大
- 有①、②、③三瓶体积相等、浓度都是  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{HCl}$  溶液, 将①加热蒸发至体积减少一半, 在②中加入少量  $\text{CH}_3\text{COONa}$  固体(加入后溶液仍呈强酸性); ③不作改变。然后以酚酞作指示剂, 用  $\text{NaOH}$  溶液滴定上述三种溶液, 所消耗的  $\text{NaOH}$  溶液体积是
  - ① = ③ > ②
  - ③ > ② > ①
  - ③ = ② > ①
  - ① = ② = ③
- 某温度下, 纯水的  $c(\text{H}^+)$  为  $2 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则此时  $c(\text{OH}^-)$  为  $\underline{\hspace{2cm}}$   $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。若温度不变, 滴入稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  使  $c(\text{H}^+) = 5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则由水电离产生的  $c(\text{H}^+) = \underline{\hspace{2cm}}$   $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 此时温度  $\underline{\hspace{2cm}}$  (填“高于”、“低于”或“等于”)  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

#### 【参考答案】

- C 假设  $\text{H}_2\text{A}$  为二元强酸, 则  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{H}_2\text{A}$  溶液的  $\text{pH} = 1 - \lg 2 = 0.7$ , 而题给  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{H}_2\text{A}$  溶液的  $\text{pH} = 4.0$  则说明  $\text{H}_2\text{A}$  是二元弱酸。在  $\text{Na}_2\text{A}$  溶液中:  $\text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{OH}^-$ ,  $\text{HA}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{A} + \text{OH}^-$ , 因此  $\text{Na}_2\text{A}$  水溶液中存在  $\text{Na}^+$ 、 $\text{HA}^-$ 、 $\text{A}^{2-}$ 、 $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ ; 在  $\text{NaHA}$  溶液中  $\text{HA}^-$  既存在水解又存在电离:  $\text{HA}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{A} + \text{OH}^-$ ,  $\text{HA}^- \rightleftharpoons \text{A}^{2-} + \text{H}^+$ , 溶液中存在  $\text{Na}^+$ 、 $\text{HA}^-$ 、 $\text{A}^{2-}$ 、 $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$ , 所以两溶液中离子种类相同, A 不正确; 对于溶质物质的量相等的  $\text{Na}_2\text{A}$  和  $\text{NaHA}$  溶液中, 由于  $\text{A}^{2-}$  水解,  $\text{HA}^-$  既水解又电离, 故导致两溶液中阴离子总数不相等, B 不正确; 由电荷守恒知  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) +$



$c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-})$ , 即 C 选项正确; 由于  $\text{A}^{2-}$  水解显碱性, 故 D 选项中各离子浓度大小的正确顺序为:  $c(\text{Na}^+) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ , D 选项错误。

2. CD 设  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的体积为 1 L, 则由  $\text{pH}=2$  知  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中  $c(\text{H}^+) = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\text{pH}=12$  的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液中  $c(\text{OH}^-) = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 由反应  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$  知 1 L  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和 1 L  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液恰好完全反应, 反应后溶液  $\text{pH}=7$ , 滴入甲基橙显黄色, A 选项不符合题意;  $\text{pH}=12$  的  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  中, 其  $c(\text{OH}^-) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 而  $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 故与等体积  $\text{H}_2\text{SO}_4$  混合后, 碱过量, 溶液呈碱性, 滴入甲基橙, 溶液显黄色, B 选项不符合题意; C 选项中  $n(\text{OH}^-) = 0.005 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 0.005 \text{ mol}$ , 由  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$  知 1 L  $\text{pH}=2$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中  $n(\text{H}^+) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 0.01 \text{ mol}$ , 与  $\text{NaOH}$  溶液等体积混合后溶液呈强酸性, 滴入甲基橙, 溶液显红色, C 选项符合题意; D 选项中, 由于  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{BaCl}_2$  等体积混合后发生的反应为:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HCl}$ , 反应后溶液呈强酸性, 滴入甲基橙后, 溶液显红色, D 选项也符合题意。

3. D  $\text{pH}$  相同的  $\text{HCl}$  和  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 其  $c(\text{H}^+)$  相同, 但未指明溶液的体积, 则两溶液中  $\text{H}^+$  的物质的量无法比较大小, 故 A、C 选项错误, D 选项正确; 因  $\text{HCl}$  是强电解质, 在水溶液中完全电离, 而  $\text{CH}_3\text{COOH}$  是弱电解质, 在水溶液中部分电离, 当两者  $\text{pH}$  相同时,  $c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{HCl})$ , 故 B 选项错误。

4. D 将  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$  溶液加水稀释的过程中,  $c(\text{H}^+)$  不断减小, 而  $c(\text{OH}^-)$  不断增大, 溶液  $\text{pH}$  增大,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  电离平衡向右移动, 故 D 正确。

5. C 加热  $\text{HCl}$  溶液时, 部分  $\text{HCl}$  会随着  $\text{H}_2\text{O}$  的蒸发而挥发, 使①中  $\text{HCl}$  的量减少; ②中加入  $\text{CH}_3\text{COONa}$  固体后, 虽然生成  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 但  $\text{H}^+$  总量并没有减少, 用  $\text{NaOH}$  滴定时,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  也能被  $\text{NaOH}$  中和, 消耗  $\text{NaOH}$  溶液的体积与③相等。

6.  $2 \times 10^{-7}$   $0.8 \times 10^{-10}$  高于

解析: 因为是纯水, 故  $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) = 2 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $K_w = 4 \times 10^{-14}$ , 滴入稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  后, 由水电离产生的  $c(\text{OH}^-)_{\text{水}} = c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 0.8 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; 由该温度下  $K_w = 4 \times 10^{-14} > 10^{-14}$  知, 此时温度高于  $25^\circ\text{C}$ 。

## 难点 4 勒沙特列原理的应用

难点  
阐释

### 难点 点拨

勒沙特列原理亦称平衡移动原理, 运用这一原理可解释化学平衡、电离平衡和沉淀—溶解平衡中的许多问题, 因此对这一原理的考查一直是近年来高考命题的热点, 对这一原理的理解是应用的前提, 为突破对勒沙特列原理表达中“减弱这种改变”含义理解上的困难, 现对该原理解读如下:

千锤万凿出深山, 烈火焚烧只等闲, 粉身碎骨浑不怕, 留得清白在人间。

谜语  
之家



	条件的改变	平衡移动过程中	新平衡建立时
具	增大(或减小)反应物(或生成物)的浓度	向反应物(或生成物)浓度减小(或增大)的方向移动	生成物(或反应物)的浓度较原平衡时增大
	增大(或减小)有气体存在的反应的压强	向反应体系压强减小(或增大)的方向移动	气体体积缩小(或增大)
体	升高(或降低)温度	向吸热(或放热)反应方向移动	反应体系温度降低(或升高)
抽象	改变一个条件	减弱这种改变	

### 典例 调研

题型一 对勒沙特列原理应用的考查

【调研1】 当下列可逆反应达到化学平衡状态时,向容器中通入氩气,则化学平衡一定不动的是

- A.  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$   
 B.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$   
 C.  $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$   
 D.  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$

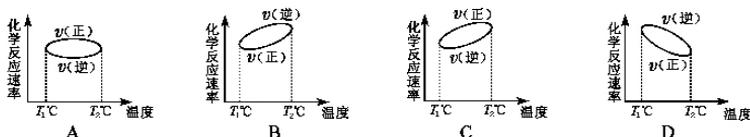
解题思路 本题隐含条件是可逆反应发生的“容器”可能是密闭固定容器也可能是密闭可变容器,对于 A、B、D 3 个选项中的化学反应均为反应前后气体体积不相等的可逆反应,若容器体积为可变容器,则充入氩气后,由于容器体积发生变化,故各反应物、生成物组分浓度也发生变化,则化学平衡发生移动,而 C 选项中可逆反应为反应前后气体体积不变的可逆反应,因此当充入氩气后不论容器怎样变化各组分浓度不变,所以平衡不移动,故 C 对。

参考答案 C

【技巧点拨】 当向平衡体系中充入惰性气体后,平衡是否发生移动,结论的作出一定要具体问题具体分析,看充入惰性气体后,处于平衡体系中的各组分浓度是否发生改变,若各组分浓度发生变化则平衡发生移动,反之,则平衡不移动。

题型二 图像题——勒沙特列原理应用的重点

【调研2】 能正确描述可逆反应  $\text{CO}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$  (正反应为放热反应) 从正反应开始在  $T_1^\circ\text{C}$  达化学平衡状态,然后升高温度时平衡被破坏,当温度升高至  $T_2^\circ\text{C}$  并保持在  $T_2^\circ\text{C}$  又达化学平衡状态的图像是



解题思路 因为可逆反应  $\text{CO}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ , 正反应是放

热反应,因此上述反应在  $T_1^\circ\text{C}$  达化学平衡状态后,升高温度,  $v(\text{正})$  增大,  $v(\text{逆})$  增大,但  $v(\text{逆})$  增大的倍数大于  $v(\text{正})$  增大的倍数,所以升高温度平衡向逆反应方向移动,当温度保持  $T_2^\circ\text{C}$  时,可逆反应  $v(\text{正}) = v(\text{逆})$ ,又达到新的平衡,所以 B 正确。

参考答案 B

**【误区警示】** 如果对化学反应速率和化学平衡之间的图像关系不清楚则很容易导致错误,如图像 D 表示在  $T_1^\circ\text{C}$  下平衡被破坏的原因是  $v(\text{逆}) > v(\text{正})$ ,平衡向逆反应方向移动。

### 题型三 思维发散——勒沙特列原理应用的难点

**【调研 3】** 一真空密闭容器中盛有 1 mol  $\text{PCl}_5$ , 将其加热到  $200^\circ\text{C}$  时发生如下反应  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ , 反应达到平衡时,  $\text{PCl}_5$  所占体积分数为  $M\%$ , 若在同一温度下和同一容器中最初投入的是 2 mol  $\text{PCl}_5$ , 反应达到平衡时  $\text{PCl}_5$  所占体积分数为  $N\%$ , 则  $M$  和  $N$  的正确关系是

- A.  $M > N$       B.  $N > M$       C.  $M = N$       D. 无法比较

**解题思路** 题给两种反应情况若在等温等压条件下达到化学平衡时, 则  $M\% = N\%$ , 要使投入 2 mol  $\text{PCl}_5$  的真空密闭容器与投入 1 mol  $\text{PCl}_5$  的真空密闭容器等体积, 则必须对投入 2 mol  $\text{PCl}_5$  的真空容器缩小体积即加压, 加压则平衡向逆反应方向移动, 所以  $M\% < N\%$ , 故 B 选项正确。

参考答案 B

**【发散类比】** 本题用发散类比法解更简捷易懂



将 ( II ) 变为 ( I ) 则必须缩小体积至二分之一, 相当于加压, 故平衡向逆反应方向移动。

### 题型四 计算题——勒沙特列原理应用的经典

**【调研 4】** 将 1 mol  $\text{CO}$  和 1 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  充入某固定容积的反应器中, 在某条件下达到平衡:  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ , 此时有  $\frac{2}{3}$  的  $\text{CO}$  转化为  $\text{CO}_2$ 。

(1) 该平衡混合物中  $\text{CO}_2$  的体积分数为\_\_\_\_\_。

(2) 若在相同条件下, 向容器中充入 1 mol  $\text{CO}_2$ 、1 mol  $\text{H}_2$  和 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$ , 则达到平衡时与 (1) 相比较, 平衡应向\_\_\_\_\_移动(填“正反应方向”、“逆反应方向”或“不”), 此时平衡混合物中  $\text{CO}_2$  的体积分数可能是下列各值中的\_\_\_\_\_ (填编号)

- A. 22.2%      B. 27.55%      C. 33.3%      D. 36.8%

(3) 假如 (2) 中平衡向正反应方向移动时, 则下列说法中正确的是\_\_\_\_\_ (填序号)

- A. 生成物的产量一定增加      B. 生成物的体积分数一定增加

难点阐释

Http://www.tesoon.com

- C. 反应物的转化率一定增加  
D. 反应物的浓度一定降低  
E. 正反应速率一定大于逆反应速率  
F. 一定使用了催化剂

解题思路 (1)  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$

起始: 1 mol 1 mol 0 0

平衡:  $(1 - \frac{2}{3}) \text{ mol}$   $(1 - \frac{2}{3}) \text{ mol}$   $\frac{2}{3} \text{ mol}$   $\frac{2}{3} \text{ mol}$

因为反应前后容器体积不变, 所以  $u(\text{CO}_2) = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{2}} \times 100\% = 33.3\%$

(2)  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$

起始: 0 1 mol 1 mol 1 mol

因投料比与(1)不同, 故达化学平衡状态时与(1)化学平衡不等效, 平衡向正反应方向移动可作如下理解: 将  $n(\text{CO}_2)$ 、 $n(\text{H}_2)$  换算为起始物, 则有

$\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$

起始: 1 mol (1+1) mol 0 0

相当于增大  $\alpha(\text{H}_2\text{O})$  可使 CO 转化率增大, 平衡向正反应方向移动。因为反应前后容器体积不变, 若 1 mol CO 全部转化为  $\text{CO}_2$ , 则  $\text{CO}_2$  在平衡混合物中体积分数为  $u(\text{CO}_2) = \frac{1}{3} \times 100\% = 33.3\%$ , 因可逆反应不能进行到底, 故  $u(\text{CO}_2)$  应小于 33.3% ;

若平衡不移动, 则  $n(\text{CO}_2) = \frac{2}{3} \text{ mol}$ , 平衡混合物中  $\text{CO}_2$  体积分数为  $u(\text{CO}_2) = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{2}} \times 100\% = 22.2\%$ , 但平衡向正反应方向移动, 所以  $u(\text{CO}_2)$  应大于 22.2%。故在平衡混合物中  $22.2\% < u(\text{CO}_2) < 33.3\%$ 。

(3) 假如(2)中平衡向正反应方向移动, 则生成物的产量一定增加, 正反应速率一定大于逆反应速率。

参考答案 (1) 33.3% (2) 正反应方向 B (3) AE

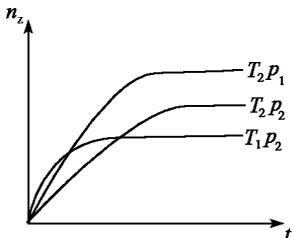
《  
试  
题  
调  
研  
》  
(  
第  
二  
辑  
)

## 强化 闯关

1. 可逆反应  $3\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{B}(\text{?}) + \text{C}(\text{?})$  (正反应为吸热反应) 随着温度升高, 气体平均相对分子质量有变小趋势, 则下列判断正确的是
- A. B 和 C 可能都是固体  
B. B 和 C 一定都是气体



- C. 若 C 为固体, 则 B 一定是气体  
 D. B 和 C 可能都是气体
2. 反应  $2X(g) + Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$  (正反应为放热反应) 在不同温度 ( $T_1$  和  $T_2$ ) 及压强 ( $p_1$  和  $p_2$ ) 下, 产物 Z 的物质的量 ( $n_Z$ ) 与反应时间 ( $t$ ) 的关系如图所示。下述判断正确的是



- A.  $T_1 < T_2$   $p_1 < p_2$                       B.  $T_1 < T_2$   $p_1 > p_2$   
 C.  $T_1 > T_2$   $p_1 > p_2$                       D.  $T_1 > T_2$   $p_1 < p_2$
3. 在恒温时, 一固定容积的容器内发生如下反应:

$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$ , 达平衡时, 再向容器内通入一定量的  $NO_2(g)$ , 重新达到平衡后, 与第一次平衡时相比,  $NO_2$  的体积分数

- A. 不变                      B. 增大                      C. 减小                      D. 无法判断
4. 在一密闭容器中, 反应  $aA(g) \rightleftharpoons bB(g)$  达平衡后, 保持温度不变, 将容器体积增加一倍, 当达到新的平衡时, B 的浓度是原来的 60%, 则
- A. 平衡向正反应方向移动了                      B. 物质 A 的转化率降低了  
 C. 物质 B 的质量分数增大了                      D.  $a > b$

5. 一定条件下, 向一带活塞的密闭容器中充入 2 mol  $SO_2$  和 1 mol  $O_2$ , 发生下列反应:

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ , 达到平衡后改变下述条件,  $SO_3$  气体平衡浓度不改变的是

- A. 保持温度和容器体积不变, 充入 1 mol  $SO_3(g)$   
 B. 保持温度和容器内压强不变, 充入 1 mol  $SO_3(g)$   
 C. 保持温度和容器内压强不变, 充入 1 mol  $O_2(g)$   
 D. 保持温度和容器内压强不变, 充入 1 mol  $Ar(g)$

【参考答案】

1. CD 升高温度平衡向正反应方向移动, 则气体平均相对分子质量变小有两种可能 (1) 气体质量不变, 气体物质的量增加, 此时 B 和 C 均为气体 (2) 气体质量减少, 气体物质的量不变, 此时 B 为气体, C 为固体。
2. C 压强相同 ( $p_2$ ) 时,  $T_1$  温度下达到平衡所用的时间少, 说明  $T_1$  时反应速率快, 所以可知  $T_1 > T_2$ , C、D 可能正确。相同温度 ( $T_2$ ) 时, 达平衡后 Z 的物质的量在  $p_1$  时大, 说明压强为  $p_1$  时, 平衡向生成 Z 的方向移动。而生成 Z 的方向是气体体积减小的方向, 所以  $p_1 > p_2$ , 所以 C 项正确。
3. C 假设原平衡在恒温条件下在 1 L 固定容器中进行, 达化学平衡状态 (I) 如图所示:

$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$   
 示:  $\frac{\quad}{\quad}$  状态 (I) , 再通入一定量的  $NO_2$ , 假设在与平衡状态 (I) 同温同压

难点  
阐释



下的另一容器中进行,并达到平衡状态( II ),如图所示:  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$  状态( II ),显然平衡状态( I )和( II )为等效平衡。由于题给容器固定,设想将( I )( II )两容器分别加压至两容器体积之和等于给定体积 1 L,易知相当于在原平衡基础上加压使化学平衡  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$  向正反应方向移动,故  $\text{NO}_2$  在平衡混合物中体积分数减小。

4. AC 假设化学平衡不移动,则各物质的浓度都是原平衡的一半,已知生成物 B 的浓度是原平衡的 60%,说明平衡向正反应方向发生移动,A 的转化率升高。减压后,平衡向正反应方向移动,说明该反应为体积增大的反应,即  $a < b$ 。由于 B 的物质的量增加,B 的质量也会增加,而反应混合物总质量不变,因此,物质 B 的质量分数必然增大。
5. B 在  $T, V$  一定时向平衡体系中充入 1 mol  $\text{SO}_3$ ,平衡向逆反应方向移动,达新平衡时  $c(\text{SO}_3)$  减小,故 A 不符合题意。在  $T, p$  一定时向平衡体系中充入 1 mol  $\text{SO}_3$ ,由于压强不变,相当于增大体积,两平衡中各物质的浓度相等,所以达平衡时  $c(\text{SO}_3)$  不变, B 正确。在  $T, p$  一定时充入 1 mol  $\text{O}_2$ ,由于平衡向正反应方向移动,达新平衡时  $c(\text{SO}_3)$  增大, C 选项不符合题意;当  $T, p$  一定时向平衡体系中充入 1 mol Ar,由于压强不变,则体积增大,平衡向逆反应方向移动,达平衡时  $c(\text{SO}_3)$  变小,故 D 不符合题意。



## 视野开拓



## 视点 1 方法技巧

技巧  
点拨

近年来高考命题,逐渐淡化对纯化学计算题的单独考查,随之而起的是通过对题给数据的处理考查考生分析问题、解决问题的能力。最新《考试大纲》对考生的能力要求:“根据实验现象,观察、记录、分析或处理数据,得出正确结论。”根据《考试大纲》的要求,近年来出现了一种新题型——学科整合题,就其形式又可分为(1)抽象思维导析题(2)发散思维计算题;(3)创新思维分析题。

典例  
调研

## 一、抽象思维导析题

【调研 1】等物质的量的主族金属 A、B、C 分别与足量的稀盐酸反应,所得氢气的体积依次为  $V_A$ 、 $V_B$ 、 $V_C$ ,已知  $V_B = 2V_C$ ,且  $V_A = V_B + V_C$ ,则 C 在生成物中的化合价为

- A. +1                      B. +2                      C. +3                      D. +4

**解题思路** 在金属和足量盐酸反应放出  $H_2$  的过程中,金属失电子总数必然等于  $H^+$  得电子总数,由题给条件,生成  $H_2$  体积有如下关系: $V_B = 2V_C$  且  $V_A = V_B + V_C$ ,可推出 1 mol B 失去的电子总数和 2 mol C 失去电子的总数相等,则在反应中 B 若为 +2 价,则 C 为 +1 价,而 1 mol A 失去电子的总数等于 1 mol B 和 1 mol C 失电子数之和。又知金属 A、B、C 为主族元素,其单质在和盐酸反应过程中无变价,故可推知 A 为 +3 价, B 为 +2 价, C 为 +1 价。A 选项正确。

参考答案 A

【要点探究】本题是一道典型的字母导析题。字母导析题最大的特点:全题无具体数据,考查考生将具体化学反应、化学变化所表现出的现象数据抽象成具有某种普遍意义的规律。这类新开发出的题型主要考查考生抽象思维能力,是一种新的命题趋势。

## 二、发散思维计算题

【调研 2】用密度为  $1.32 \text{ g/cm}^3$  的硫酸溶液逐滴滴入  $BaCl_2$  溶液中,直到恰好完全沉淀。已知所生成溶液的质量等于原  $BaCl_2$  溶液的质量,则  $H_2SO_4$  的质量分数及浓度分别为

- A. 42.1%                      B. 21.9%                      C.  $5.67 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$                       D.  $13.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

**解题思路** 在反应  $H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 \downarrow + 2HCl$  中,因为原  $BaCl_2$  溶液质



量和生成 HCl 溶液质量相等,所以参加反应的硫酸溶液质量等于 BaSO<sub>4</sub> 沉淀质量,且由化学方程式知  $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{BaSO}_4)$ ,故有  $w(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{98}{233} \times 100\% = 42.1\%$ ,由硫酸的质量分数可求出  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5.67 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

参考答案 AC

【方法探究】无数据计算题并非无数据而是需要我们从有关化学反应方程式或化学变化中去挖掘、寻找隐含的数据,而寻找、挖掘隐含数据的过程就是一种分析处理数据的过程,就是一种抽象思维发散的过程,这就是一种能力。

三、创新思维分析题

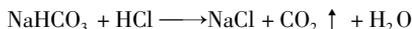
【调研3】某天然碱(纯净物)可看作由 CO<sub>2</sub> 和 NaOH 反应后的产物所组成。称取天然碱样品四份,溶于水后,分别逐滴加入相同浓度的盐酸溶液 30 mL,产生 CO<sub>2</sub> 的体积(标准状况)如下表:

	I	II	III	IV
盐酸溶液的体积(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 I 组数据中的 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ mL(标准状况)。

(2)另取 3.32 g 天然碱样品于 300 °C 加热分解至完全(300 °C 时 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 不分解),产生 CO<sub>2</sub> 112 mL(标准状况)和水 0.45 g,计算并确定该天然碱的化学式。

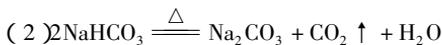
(3)已知 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 和 HCl(aq) 的反应分下列两步进行:



由上表中 IV 组数据可以确定所用的 HCl(aq) 的浓度为 \_\_\_\_\_ mol · L<sup>-1</sup>。

(4)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 CO<sub>2</sub>(标准状况)体积 V(mL)与样品质量 W(g)之间的关系式。

解题思路 (1)  $672:3.32 = V:2.49$   $V = 504$  (mL)



$$2 \text{ mol} \qquad \qquad \qquad 22.4 \text{ L}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) \qquad \qquad \qquad 0.112 \text{ L}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = \frac{2 \text{ mol} \times 0.112 \text{ L}}{22.4 \text{ L}} = 0.01 \text{ mol}$$

$$\text{故样品中 } n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0.672 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} - 0.01 \text{ mol} = 0.02 \text{ mol}$$

$$\text{样品中含 } n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3.32 \text{ g} - 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.01 \text{ mol} - 0.02 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$



$= 0.02 \text{ mol}$

故该天然碱中各组份物质的量之比为  $n(\text{NaHCO}_3) : n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{H}_2\text{O}) = 0.01 \text{ mol} : 0.02 \text{ mol} : 0.02 \text{ mol} = 1 : 2 : 2$ , 即为  $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

$$(3) 30 \text{ mL HCl(aq)} \text{ 中 } n(\text{HCl}) = \frac{7.47}{332} \times 2 + \frac{0.672}{22.4} = 0.075 (\text{mol})$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0.075 \text{ mol}}{0.03 \text{ L}} = 2.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(4) 若该天然碱与盐酸反应的最终产物为  $\text{NaCl}$  和  $\text{CO}_2$ , 则有:

$$\frac{W \text{ g}}{332 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 + \frac{W \text{ g}}{332 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \times 2 = 0.03 \text{ L} \times 2.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

( $\text{NaHCO}_3$  耗  $\text{HCl}$ ) ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  耗  $\text{HCl}$ )

$$\text{解得 } W = 4.98 \text{ g, 此时 } V(\text{CO}_2) = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times \left( \frac{4.98 \text{ g}}{332 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 + \frac{4.98 \text{ g}}{332 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \right) = 1.008 \text{ L} = 1008 \text{ mL}$$

若该天然碱与  $\text{HCl}$  反应最终产物为  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{NaCl}$ , 则:

$$\frac{W}{332} \times 2 = 0.03 \times 2.5 \quad W = 12.45 (\text{g})$$

$$\textcircled{1} \text{ 当 } 0 < W < 4.98 \text{ g 时, HCl 过量, } V(\text{CO}_2) = \frac{W}{332} \times 3 \times 22400 = \frac{W}{332} \times 67200 (\text{mL})$$

$$\textcircled{2} \text{ 当 } 4.98 \text{ g} < W < 12.45 \text{ g 时, } V(\text{CO}_2) = \left( 0.03 \times 2.5 - \frac{W}{332} \times 2 \right) \times 22400$$

$$= 22400 \left( 0.075 - \frac{2W}{332} \right) (\text{mL})$$

$$\textcircled{3} \text{ 当 } W \geq 12.45 \text{ g 时, } V(\text{CO}_2) = 0$$

参考答案 (1) 504 (2)  $\text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (3) 2.5

(4) 见解题思路

**【要点探究】** 创新思维分析题是通过给出一系列数据, 利用对这些数据的分析抽象归纳出解题信息, 从而解决问题的一种重要题型。这类题近几年在高考试卷中经常出现, 从这类题对考生的要求来看, 它是对考生综合能力的考查, 尤其是对数据的分析、处理能力的考查, 其实质是对创新能力的考查。这类题型的特点是 (1) 一般列出数据表格或图像 (2) 常以实验或工业生产为背景材料 (3) 涉及到的数学计算不难, 主要考查考生从数据中获取解题信息的能力和利用数据解决问题的能力。

视野开拓

## 视点 集训

1. 在一定温度下, 将  $m \text{ g MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体溶于  $n \text{ g}$  水中恰好达到饱和。此温度下氯化镁的溶解度为

A.  $\frac{100m}{n} \text{ g}$

B.  $\frac{100m}{n+108} \text{ g}$



C.  $\frac{9\ 500m}{108m+203n}$  g

D.  $\frac{9\ 500m}{203}$  g

2. 恒温下,将两个铂电极插入一定量的  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  饱和溶液里进行电解,经过一段时间后,在阴极逸出  $n$  mol 气体,同时从溶液中析出  $m$  g  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  晶体,则原  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液的质量分数为

A.  $\frac{71m}{161(m+32n)}$

B.  $\frac{71m}{161(m+18n)}$

C.  $\frac{m}{m+18n}$

D.  $\frac{m}{m+36n}$

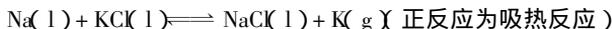
3. 参照下列物质的溶解度,用固体  $\text{NaOH}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、盐酸为原料制取 33 g 纯  $\text{NaHCO}_3$ 。

	25 °C 时的溶解度
$\text{NaHCO}_3$	9 g
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	33 g
$\text{NaOH}$	110 g

(1) 用水 100 g, 则制取时需  $\text{NaOH}$  \_\_\_\_\_ g。

(2) 若用固体  $\text{NaOH}$  17.86 g, 则需用水 \_\_\_\_\_ g。

4. 钾是一种活泼的金属,工业上通常用金属钠和氯化钾在高温下反应制取。该反应为:



该反应的平衡常数可表示为  $K = c(\text{K})$ , 各物质的沸点与压强的关系见下表。

压强(kPa)	13.33	53.32	101.3
K 的沸点(°C)	590	710	770
Na 的沸点(°C)	700	830	890
KCl 的沸点(°C)			1 437
NaCl 的沸点(°C)			1 465

(1) 在常压下金属钾转变为气态从反应混合物中分离的最低温度约为 \_\_\_\_\_, 而反应的最高温度应低于 \_\_\_\_\_。

(2) 在制取钾的过程中,为了提高原料的转化率可以采取的措施是 \_\_\_\_\_。

(3) 常压下,当反应温度升高至 900 °C 时,该反应的平衡常数可表示为  $K =$  \_\_\_\_\_。

5. 将一定量的  $\text{CO}_2$  气体通入 500 mL 某  $\text{NaOH}$  溶液中,充分反应后,将溶液在低温下蒸发,得到不含结晶水的白色固体 A。取三份质量不同的 A 样品分别与 50 mL 相同浓度的盐酸反应,得到气体的体积(标准状况)与固体 A 的质量关系如下表所示:

组别	1	2	3
盐酸体积(mL)	50	50	50
A 的质量(g)	3.80	6.20	7.20
气体体积(mL)	896	1 344	1 344



(已知标准状况下  $\text{CO}_2$  气体密度为  $1.964 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ )

(1)上表中第\_\_\_\_\_组数据表明加入的 50 mL 盐酸反应后有剩余,理由是\_\_\_\_\_。

(2)试通过计算,推断 A 的成分及各成分的质量分数。

6. 为了防止环境污染并对尾气进行综合利用,某硫酸厂用氨水吸收尾气中的  $\text{SO}_2$ ,再向吸收液中加入浓硫酸,以制取高浓度的  $\text{SO}_2$  及  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  固体。为测定上述  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  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  $\text{NaOH}$  溶液各 40.0 mL,加热至  $120^\circ\text{C}$  左右,使氨气全部逸出 [ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  的分解温度均高于  $200^\circ\text{C}$ ] ,则得有关实验数据如下(标准状况):

实验序号	样品的质量/g	$\text{NaOH}$ 溶液的体积/mL	氨气的体积/L
I	7.4	40.0	1.68
II	14.8	40.0	3.36
III	22.2	40.0	1.12
IV	37.0	40.0	0.00

(1)实验过程中有关反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2)由 I 组实验数据直接推测,在标准状况下 3.7 g 样品进行同样实验时,生成氨气的体积为\_\_\_\_\_L。

(3)该混合物中  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  的物质的量之比为\_\_\_\_\_。

(4)欲计算该  $\text{NaOH}$  的物质的量浓度,应选择第\_\_\_\_\_组数据,由此求得  $\text{NaOH}$  溶液的物质的量浓度为\_\_\_\_\_。

7. 合成氨原料可以由天然气制取。其主要反应为:  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$

(1)  $1 \text{ m}^3$  (标准状况)  $\text{CH}_4$  按上式完全反应,产生  $\text{H}_2$  \_\_\_\_\_ mol。

(2)  $\text{CH}_4$  和  $\text{O}_2$  的反应为  $2\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$

设  $\text{CH}_4$  同时和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  及  $\text{O}_2(\text{g})$  反应,  $1 \text{ m}^3$  (标准状况)  $\text{CH}_4$  按上述两式完全反应,产物气体的体积  $V$  (标准状况) 为\_\_\_\_\_。

(3)  $\text{CH}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  及富氧空气 ( $\text{O}_2$  含量较高,不同富氧空气氧气含量不同) 混合反应,产物气体组成如下表:

气体	$\text{CO}$	$\text{H}_2$	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$
体积(L)	25	60	15	2.5

计算该富氧空气中  $\text{O}_2$  和  $\text{N}_2$  的体积比  $V(\text{O}_2)/V(\text{N}_2)$ 。

(4)若  $\text{CH}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  及富氧空气混合反应的产物中,  $V(\text{H}_2)/V(\text{N}_2) = 3:1$  (合成氨反应的最佳比) 则反应中的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  和富氧空气的体积比为何值?



## 【参考答案】

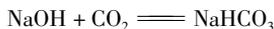
$$1. C \quad S : 100 = \frac{95m}{203} : \left( n + \frac{108m}{203} \right) \text{ 解之得 } S = \frac{9500m}{108m + 203n} \text{ g}$$

$$2. B \quad \text{由题意知电解水 } 18n \text{ g 则 } u(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{\frac{142m}{322}}{m + 18n} = \frac{71m}{161(m + 18n)} \text{ g}$$

3. (1) 20 (2) 50

解析: (1) 25 °C 时 100 g 水最多可溶解 9 g  $\text{NaHCO}_3$  外, 还需析出 33 g  $\text{NaHCO}_3$  晶体, 则应生成 42 g  $\text{NaHCO}_3$ , 由方程式  $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$  知, 需  $\text{NaOH}$  20 g。

(2) 设用 17.86 g 固体  $\text{NaOH}$  能生成  $x$  g  $\text{NaHCO}_3$ ,



$$40 \qquad \qquad \qquad 84$$

$$17.86 \qquad \qquad \qquad x$$

$$x = \frac{84 \times 17.86}{40} = 37.5$$

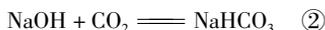
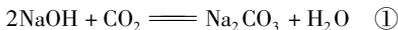
要析出 33 g  $\text{NaHCO}_3$  晶体, 则溶于水的  $\text{NaHCO}_3$  为  $37.5 - 33 = 4.5$  (g)

溶解 4.5 g  $\text{NaHCO}_3$  需水:  $\frac{100}{9} \times 4.5 = 50$  (g)

4. (1) 770 °C 890 °C (2) 降低压强或移去钾蒸气, 适当升高温度 (3)  $K = \frac{d(K)}{d(\text{Na})}$

5. (1) 1 同样 50 mL 盐酸, 第 1 组产生  $\text{CO}_2$  气体最少

(2) 生成 A 的反应可能有



$$\text{由第 1 组生成 } \text{CO}_2 \text{ 的物质的量} = \frac{896 \text{ mL}}{22400 \text{ mL} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.04 \text{ mol}$$

判断出 A 为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与  $\text{NaHCO}_3$  的混合物, 设 A 含  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$  的物质的量分别为  $x$ 、 $y$ 。

$$\begin{cases} 106x \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 84y \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.80 \text{ g} & \text{①} \\ x + y = 0.04 \text{ mol} & \text{②} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0.02 \text{ mol} \\ y = 0.02 \text{ mol} \end{cases}$$

$$\text{解得 } \begin{cases} x = 0.02 \text{ mol} \\ y = 0.02 \text{ mol} \end{cases}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.02 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.12 \text{ g}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 0.02 \text{ mol} \times 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.68 \text{ g}$$

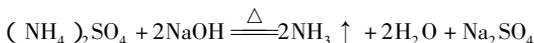
$$u(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{2.12 \text{ g}}{3.80 \text{ g}} \times 100\% = 55.8\% \quad u(\text{NaHCO}_3) = \frac{1.68 \text{ g}}{3.80 \text{ g}} \times 100\% = 44.2\%$$

6. (1)  $2\text{NH}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$   $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NH}_4\text{HSO}_4$



(2) 由 I 组内样品完全反应得  $3.7:7.4 = V:1.68$  得  $V=0.84$  (L)

(3) 设混合物中  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  和  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  的物质的量分别为  $x \text{ mol}$   $y \text{ mol}$ 。



$$\begin{array}{ccc} 1 & & 2 \\ x & & 2x \end{array}$$



$$\begin{array}{ccc} 1 & & 1 \\ y & & y \end{array}$$

由 I 组内样品完全反应得

$$\begin{cases} 132x + 115y = 7.4 \\ 2x + y = \frac{1.68}{22.4} \end{cases}$$

得  $x=0.0125$   $y=0.05$

$$\frac{n[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]}{n(\text{NH}_4\text{HSO}_4)} = \frac{0.0125}{0.05} = \frac{1}{4}$$

(4) III  $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

由 I、II 组中  $7.4:14.8 = \frac{1.68}{22.4}:\frac{3.36}{22.4}$  得知 I、II 组中样品完全反应, NaOH 溶液有

剩余, 而 III 组中  $\text{OH}^-$  先与  $\text{H}^+$  反应, 再与  $\text{NH}_4^+$  反应生成  $\text{NH}_3$ , 从氨气的体积可知 NaOH 完全反应。

$$\begin{cases} 132 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times n[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4] + 115 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times n(\text{NH}_4\text{HSO}_4) = 22.2 \text{ g} \\ \frac{n[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]}{n(\text{NH}_4\text{HSO}_4)} = \frac{1}{4} \end{cases}$$

得  $n[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]=0.0375 \text{ mol}$   $n(\text{NH}_4\text{HSO}_4)=0.15 \text{ mol}$

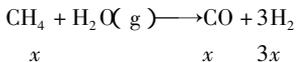
$\text{NH}_4\text{HSO}_4$  电离出的  $\text{H}^+$  完全与  $\text{OH}^-$  反应, 可以消耗  $n(\text{NaOH})=0.15 \text{ mol}$  生成  $\text{NH}_3$  消耗

$$\text{的 } n(\text{NaOH}) = \frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol} \text{ 得 } c(\text{NaOH}) = \frac{0.15 + 0.05}{0.04} = 5 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$7. (1) n(\text{H}_2) = 3n(\text{CH}_4) = 3 \times \frac{10^3 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 134 \text{ mol}$$

(2) 若  $\text{CH}_4$  全部与  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  反应, 则由  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$  知标准状况下  $1 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$  完全反应可生成  $4 \text{ m}^3$  气态产物, 即  $V=4V(\text{CH}_4)=4 \text{ m}^3$ 。若  $\text{CH}_4$  全部与  $\text{O}_2$  反应, 则由  $2\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$  知  $1 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$  完全反应可生成  $3 \text{ m}^3$  气态产物, 即  $V=3V(\text{CH}_4)=3 \text{ m}^3$ 。故产物气体体积为  $3 \text{ m}^3 < V < 4 \text{ m}^3$

(3) 设  $x \text{ L CH}_4$  与  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  反应,  $y \text{ L CH}_4$  与  $\text{O}_2$  反应, 则:



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

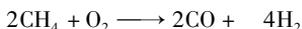
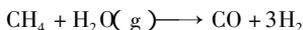




有  $\begin{cases} x + y = 25 & (\text{表列 CO 体积}) \\ 3x + 2y = 60 & (\text{表列 H}_2 \text{ 体积}) \end{cases}$  解之得  $\begin{cases} x = 10 \\ y = 15 \end{cases}$

$$V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \times 15 \text{ L} + 2.5 \text{ L} = 10 \text{ L} \quad \frac{V(\text{O}_2)}{V(\text{N}_2)} = \frac{10 \text{ L}}{15 \text{ L}} = \frac{2}{3}$$

(4) 设富氧空气中  $\text{O}_2$  的体积分数为  $a$  反应耗掉的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  为  $x \text{ L}$  富氧空气体积为  $y \text{ L}$  则



$$\frac{V(\text{H}_2)}{V(\text{N}_2)} = \frac{3x + 4ay}{y(1-a)} = \frac{3}{1} \text{ 解之得 } \frac{x}{y} = 1 - \frac{7}{3}a$$

即反应中的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  和富氧空气的体积比为  $1 - \frac{7}{3}a$

## 视点 2 前沿热点

### 热点 信息

2005 年 10 月 5 日中午,瑞典皇家科学院宣布:将本年度诺贝尔化学奖授予法国教授伊夫·肖万、美国教授罗伯特·格拉布和理查德·施罗克,以表彰他们发展了生物合成中的复分解方法。复分解反应现已广泛应用于日常的化工生产,主要用来开发新药品和尖端的塑料制品。

北京时间 2005 年 10 月 12 日 9 时整,中国“神舟”六号载人飞船,在酒泉卫星发射中心由长征二号 F 运载火箭发射成功,在 5 天 115 小时 32 分绕地球 77 圈 325 万公里的飞行后,“神舟”六号返回舱于 10 月 17 日凌晨 4 时 33 分,在内蒙古四子王旗中部草原成功着陆,航天员费俊龙、聂海胜平安返回。“神舟”六号载人航天飞行的成功,标志着我国在发展载人航天技术进行有人参与的空间实验活动方面取得了又一个具有里程碑意义的重大胜利。

2006 年 5 月 12 日 SFDA 在全国范围内停止销售和使用齐齐哈尔第二制药有限公司生产的所有药品,其原因是齐二药生产的亮菌甲素注射液违法使用危及人体肾功能的二甘醇代替丙二醇作为药用辅料,这就是震惊全国的齐二药假药案。

### 链接 高考

【调研 1】齐齐哈尔假药案中违法使用的二甘醇可用作溶剂、纺织助剂等,但一旦进入体会导致急性肾衰竭危及生命,其结构简式为:  $\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{OH}$ ,下列有关二甘醇的叙述正确的是



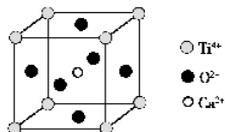
- A. 符合通式  $C_nH_{2n}O_3$
- B. 不能发生取代反应
- C. 能发生消去反应
- D. 溶于水难溶于乙醇

**解题思路** 由二甘醇的结构简式  $:HOCH_2CH_2OCH_2CH_2OH$  知,分子结构中含  $-OH$ ,易脱水,可发生消去反应, $-OH$ 易被卤原子取代发生取代反应,分子结构中含两个  $-OH$ ,故易溶于水、易溶于有机溶剂  $C_2H_5OH$ 。

**参考答案** C

**【要点探究】** 二甘醇  $HO-CH_2CH_2OCH_2CH_2-OH$  从分子结构来看,它含有两种官能团:醇羟基( $-OH$ )和醚基( $-O-$ ),故二甘醇既可看作是醇类又可看作是醚类。

**【调研 2】** 钛酸钙晶体是一种应用于航天高科技的新材料, $Ca^{2+}$ 、 $O^{2-}$  和  $Ti^{4+}$  分别位于立方体的体心、面心和顶点,如右图所示,据图判断在  $CaTiO_3$  晶体中每个  $Ti^{4+}$  与多少个  $O^{2-}$  相紧邻



CaTiO<sub>3</sub> 的晶体结构模型  
(图中  $Ca^{2+}$ 、 $O^{2-}$ 、 $Ti^{4+}$  分别位于立方体的体心、面心和顶点)

- A. 6
- B. 8
- C. 10
- D. 12

**解题思路** 在  $CaTiO_3$  的晶体结构模型中, $Ti^{4+}$  位于晶胞的顶点处,一个  $Ti^{4+}$  为 8 个晶胞所共有。 $O^{2-}$  位于面心,为 2 个晶胞所共有,一个  $Ca^{2+}$  位于晶胞的体心,故为一个晶胞所独有,据此可知 D 选项正确。

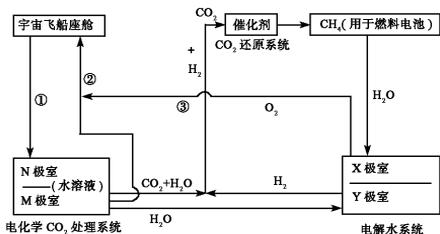
**参考答案** D

**【要点探究】** 有关无机非金属材料 and 有机高分子材料在中学化学课本中一直占有重要的地位,这是因为在航天、超导等各个领域,新材料用途广泛,因此新材料作为高考命题素材就是势在必然,因此在高三备考中一定要引起重视。

**【调研 3】** 随着我国“神舟”六号载人飞船的成功发射和返回,关于宇航员在太空中的生活环境的问题成为人们关注的焦点。设宇航员在太空中飞行了五天时间,一般每人每天大约要消耗  $0.9\text{ kg } O_2$ ,呼出  $1.0\text{ kg } CO_2$ 。为使载人飞船座舱内空气成分相对稳定,宇航科学家进行了如下探索:

方法 I:有的科学家提出“用金属过氧化物(如  $Na_2O_2$ )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,这个过程涉及的有关反应方程式为①:\_\_\_\_\_②:\_\_\_\_\_。

方法 II:有的科学家根据电解原理设计了飞船内空气更新的实验系统,该系统的结构示意图如下:



视野开拓

不可滥服保健品。事实上,科学合理的膳食完全可以满足人体日常所需的营养物质。

温馨贴士



Http://www.tesoon.com

(1)管道①把含有较多  $\text{CO}_2$  的潮湿空气通入 N 极室,通过该电极反应可使  $\text{CO}_2$  不断被吸收,该电极反应方程式为 \_\_\_\_\_,其产物吸收  $\text{CO}_2$  的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(2)在 N 极吸收  $\text{CO}_2$  后形成的离子能通过隔膜进入 M 极室。通过 M 极的电极反应,可使  $\text{CO}_2$  从电解液中释放出来,并保持系统的 pH 不变,该电极反应为 \_\_\_\_\_,有  $\text{CO}_2$  逸出的反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(3)管道②是将处理后的空气混入“电解水系统”产生的新鲜  $\text{O}_2$ ,然后通入飞船座舱内供宇航员呼吸,在“电解水系统”中, Y 为 \_\_\_\_\_ 极(选填“阴”或“阳”),Y 极的电极反应方程式为 \_\_\_\_\_。

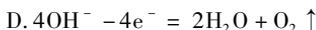
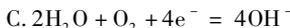
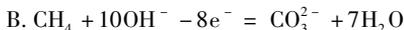
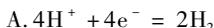
(4)将处理后的气体充入座舱时,应注意采取的一项措施是 \_\_\_\_\_。

(5)两名宇航员飞行五天消耗的  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的质量为 \_\_\_\_\_ kg。

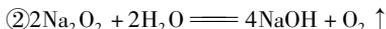
(6)甲烷燃料电池是一种无污染、效率高的新型化学电源,可应用于航天器上。其总反应的化学方程式为



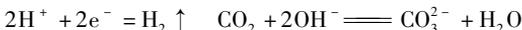
该电池以氢氧化钠溶液为电解液时的负极反应式可表示为



宇航员的生活用水由该燃料电池提供。已知这种电池发 1 度电时能生成 90 g 水,则该电池的能量转化率为 \_\_\_\_\_。(已知甲烷的燃烧热为  $890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ )



方法 II (1)由管道①把含有较多  $\text{CO}_2$  的潮湿空气通入 N 极室(阴极室),通过该电极反应可使  $\text{CO}_2$  不断被吸收,说明该酸性溶液中  $\text{H}^+$  放电,打破了水的电离平衡使溶液中  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ,溶液显碱性,故  $\text{CO}_2$  被  $\text{OH}^-$  吸收,即



(2)由在 N 极吸收  $\text{CO}_2$  后形成的离子能通过隔膜进入 M 极室(阳极室),通过 M 极的电极反应,可使  $\text{CO}_2$  从电解液中释放出来。说明该溶液中  $\text{OH}^-$  放电,溶液中的

( $\text{CO}_3^{2-}$  和  $\text{H}^+$  重新反应,以保持溶液中的酸碱平衡,并保持系统的 pH 不变,电极反应为  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ,离子方程式为  $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ )

(3)阴极  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$  (4)补充适量的水蒸气

(5)设每个宇航员每天消耗  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的质量为  $x$ ,则由反应关系式  $2\text{Na}_2\text{O}_2 \sim \text{O}_2$

$$\text{得 } x = \frac{0.9 \text{ kg} \times 2 \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 4.4 \text{ kg}$$



则两个宇航员五天内消耗  $\text{Na}_2\text{O}_2$  质量为  $4.4 \text{ kg} \times 2 \times 5 = 44 \text{ kg}$

(6)B 由题给能量转化关系, 则该电池的能量转化率为

$$\eta = \frac{3600 \text{ kJ}}{\frac{90 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% = 80.9\%$$

参考答案 方法 I : ①  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$  ②  $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$

方法 II (1)  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$   $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(2)  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$   $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(3) 阴  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

(4) 补充适量水蒸气 (5) 44 (6) B 80.9%

**【知识链接】** 由于太空处于真空状态, 没有大气层的保护, 温度变化也很大, 太阳照射时温度可高于  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , 无阳光时温度可低于  $-200 \text{ }^\circ\text{C}$ , 同时还存在着能伤害人体的各种辐射和微流星体, 因此宇宙飞船、空间站、航天飞机这些载人航天器密闭舱内的人造气压、空气组成基本应与地面相同, 故轨道舱内需有一定量的氮气, 并适时补充一些水蒸气, 以保证宇航员在太空进行正常的生活并能参与各种活动。

## 视点 集训

1. 齐二药假药案中违法使用危及人体肾脏的二甘醇以代替丙二醇作为药用辅料。已知丙二醇的结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$ , 下列有关丙二醇



的说法中正确的是

- A. 丙二醇和丙三醇互为同系物      B. 丙二醇和乙二醇互为同系物  
C. 丙二醇可发生取代反应      D. 丙二醇和二甘醇均属醇类
2. 石油是一种重要的能源, 全球正面临石油短缺、油价上涨的困惑, 以下能源均在开发研究中, 其中不属于新能源开发的是
- A. 开发风能      B. 开发地热  
C. 开发乙醇汽油      D. 开发氢能
3. 我国的“神舟”五号载人飞船已发射成功; “嫦娥”探月工程也已正式启动。据科学家预测, 月球的土壤中吸附着数百万吨的  ${}^3_2\text{He}$ , 每百吨  ${}^3_2\text{He}$  核聚变所释放出的能量相当于目前人类一年消耗的能量。在地球上, 氦元素主要以  ${}^4_2\text{He}$  的形式存在。下列说法正确的是
- A.  ${}^4_2\text{He}$  原子核内含有 4 个质子  
B.  ${}^3_2\text{He}$  和  ${}^4_2\text{He}$  互为同位素  
C.  ${}^3_2\text{He}$  原子核内含有 3 个中子  
D.  ${}^4_2\text{He}$  的最外层电子数为 2, 所以  ${}^4_2\text{He}$  具有较强的金属性
4. 电导仪测得液态  $\text{BrF}_3$  具有微弱的导电性, 若液态  $\text{BrF}_3$  具有类似于水的电离方式:

视野  
开拓

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

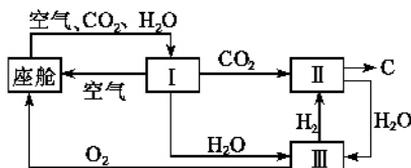


Http://www.tesoon.com

$\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$  则液态  $\text{BrF}_3$  中存在的阴、阳离子是

- A.  $\text{Br}^+$  和  $\text{F}^-$     B.  $\text{BrF}_2^+$  和  $\text{BrF}_4^-$     C.  $\text{BrF}_4^+$  和  $\text{BrF}_2^-$     D.  $\text{BrF}_3^+$  和  $\text{BrF}_3^-$

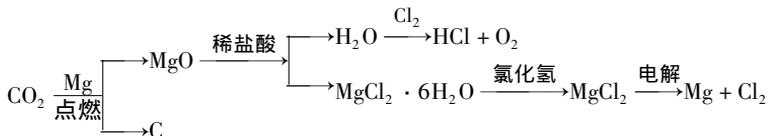
5. 航天飞行器座舱内空气更新过程如图所示：



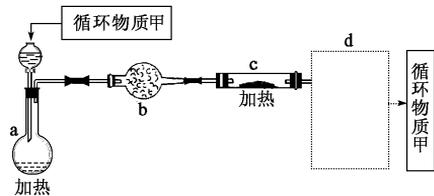
(1) II 是  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  的反应装置, 该反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

(2) 从装置 I、II、III 可看出,  $\text{O}_2$  的来源是  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ , 宇航员每天消耗 28 mol  $\text{O}_2$ , 呼出 23 mol  $\text{CO}_2$ , 则宇航员每天呼出的气体中含  $\text{H}_2\text{O}$  \_\_\_\_\_ mol。

(3) 以下是另一种将  $\text{CO}_2$  转化为  $\text{O}_2$  的实验设想：



其中, 由  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  制取无水  $\text{MgCl}_2$  的部分装置(铁架台、酒精灯已略)如下：



① 上图中, 装置 a 由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、双孔塞和导管组成。

② 循环物质甲的名称是\_\_\_\_\_。

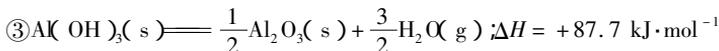
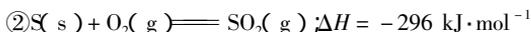
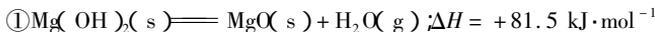
③ 制取无水氯化镁必须在氯化氢存在的条件下进行, 原因是\_\_\_\_\_。

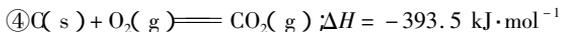
④ 装置 b 中填充的物质可能是\_\_\_\_\_ (填入编号)

- e. 硅胶                      f. 碱石灰                      g. 无水氯化钙                      h. 浓硫酸

⑤ 设计 d 装置要注意防止倒吸, 请在方框中画出 d 装置的简图, 并要求与装置 c 的出口处相连(铁架台不必画出)。

6. 往有机物中添加阻燃剂可增加聚合物的使用安全性, 扩大其应用范围。“神舟”六号载人飞船上使用到了一种加有阻燃剂的有机材料。已知热化学方程式：





试回答下列问题：

(1) 根据上述热化学方程式，你认为可选作阻燃剂的物质是

- A. 焦炭                      B.  $\text{Al}(\text{OH})_3$                       C.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$                       D. 硫

(2) 阻燃率是度量阻燃物质优劣的标准，阻燃率一般用单位质量的阻燃剂吸收热量的多少来表示，阻燃率愈高表示该阻燃效果愈好。在你选择的阻燃剂中，阻燃效果最好的是(写化学式)\_\_\_\_\_，理由是\_\_\_\_\_。

【参考答案】

1. BC 从丙二醇和二甘醇的结构式分析即可得出结论。

2. C 地热、风能、氢能是新能源。

3. B  ${}^A_Z\text{X}$  表示质子数为  $Z$ ，质量数为  $A$  的一种原子，其中质量数( $A$ ) = 质子数( $Z$ ) + 中子数( $N$ )， ${}^3_2\text{He}$  和  ${}^4_2\text{He}$  为氦元素的两种同位素，故 B 正确，He 最外层有 2 个电子，已达饱和，显惰性，不具金属性。

4. B 由  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$  可写出  $\text{BrF}_3 + \text{BrF}_3 \rightleftharpoons \text{BrF}_2^+ + \text{BrF}_4^-$  B 选项正确。

5. (1) ②  $\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{C}$  (2) 10 (3) ①分液漏斗 烧瓶 ②盐酸 ③防止水解 ④e g ⑤见右图

解析：从图中可看出进入 II 中的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  为反应物，排出的 C 和  $\text{H}_2\text{O}$  为生成物，故反应的化学方程式为： $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{C}$ ，在装置 III 中， $\text{H}_2\text{O}$  分解为  $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2$ ，由  $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$  知宇航员每天吸入 28 mol  $\text{O}_2$ ，则消耗 56 mol  $\text{H}_2\text{O}$ ，呼出 23 mol  $\text{CO}_2$ ，由  $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{C} + 2\text{H}_2\text{O}$  可知生成 46 mol  $\text{H}_2\text{O}$ ，还需要  $n(\text{H}_2\text{O}) = 56 \text{ mol} - 46 \text{ mol} = 10 \text{ mol}$ ，即宇航员每天呼出气体中含 10 mol  $\text{H}_2\text{O}$ 。



由流程图知通过分液漏斗而加入烧瓶的物质甲为  $\text{HCl}(\text{aq})$ ，其加入的目的是使  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  在  $\text{HCl}$  气流中脱水能有效地抑制  $\text{MgCl}_2$  水解，而制备无水  $\text{MgCl}_2$ 。在加热条件下产生的  $\text{HCl}$  中含有大量  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，可通过装置 b 除去，干燥管不能盛装液体干燥剂，而碱石灰可吸收  $\text{HCl}$ ，故装置 b 中只能填充 e、g 两项中所列物质。由于  $\text{HCl}$  极易溶于水，要防止倒吸，故采用倒置漏斗置于烧杯液面以上的装置来吸收  $\text{HCl}$ 。

6. (1) BC  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$  受热分解时吸收大量的热，使环境温度下降，同时生成耐高温、稳定性较好的  $\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  覆盖在可燃物表面，阻燃效果更好。

(2)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$   $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的阻燃率为： $\frac{81.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.41 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ ； $\text{Al}(\text{OH})_3$  的

阻燃率为： $\frac{87.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.12 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ ；由此可知等质量的  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  比  $\text{Al}(\text{OH})_3$

吸热多

视野开拓



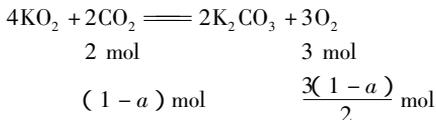
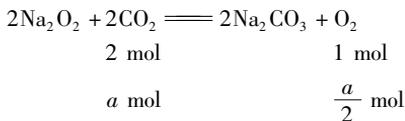


## 原创题探讨

### 原创 调研

【调研 1】呼吸面具中的  $\text{Na}_2\text{O}_2$  可吸收  $\text{CO}_2$  放出  $\text{O}_2$ ，若用  $\text{KO}_2$  代替  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ，也可起到同样作用，并生成  $\text{K}_2\text{CO}_3$ 。若一定量  $\text{CO}_2$  通过足量的  $\text{KO}_2$  和  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的均匀混合物充分反应后，逸出气体的体积为原  $\text{CO}_2$  体积的 1.3 倍，求混合物中  $\text{KO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  的物质的量之比。

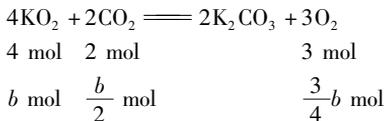
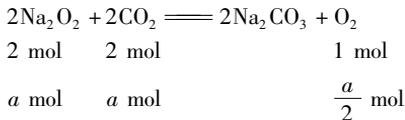
【解析】解法 1 若  $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol}$ ，根据相同条件下任何气体的体积之比等于物质的量之比可得  $n(\text{O}_2) = 1.3 \text{ mol}$ 。设  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应消耗  $\text{CO}_2$  为  $a \text{ mol}$ 。



由以上可得： $\frac{a}{2} + \frac{3(1-a)}{2} = 1.3$ ，解方程得  $a = 0.2$ ，即可求出

$$n(\text{Na}_2\text{O}_2) : n(\text{KO}_2) = 0.2 : 1.6 = 1 : 8.$$

解法 2 设混合物中  $\text{Na}_2\text{O}_2$  为  $a \text{ mol}$ ， $\text{KO}_2$  为  $b \text{ mol}$ 。根据有关反应可得：

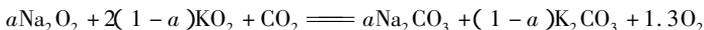


由题意可得： $\frac{a/2 + 3b/4}{a + b/2} = 1.3$

整理得  $b = 8a$ ，进而可求出二者的物质的量之比：

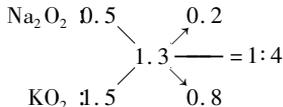
$$n(\text{Na}_2\text{O}_2) : n(\text{KO}_2) = a : b = a : 8a = 1 : 8$$

解法 3 分析： $\text{CO}_2$  与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  及  $\text{KO}_2$  反应后生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{K}_2\text{CO}_3$  及  $\text{O}_2$ ，反应前后质量守恒。根据题意，设  $n(\text{CO}_2) = 1 \text{ mol}$ ，生成  $n(\text{O}_2) = 1.3 \text{ mol}$ ， $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应消耗  $\text{CO}_2$  为  $a \text{ mol}$ 。可直接写化学方程式如下：



根据氧原子守恒  $z = 0.2$  进而求得答案。

解法4 分析 根据极限的思想,若  $1 \text{ mol CO}_2$  与足量  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应生成  $0.5 \text{ mol O}_2$ , 与足量  $\text{KO}_2$  反应生成  $1.5 \text{ mol O}_2$  利用交叉法可得:



则与  $\text{Na}_2\text{O}_2$ 、 $\text{KO}_2$  反应消耗的  $\text{CO}_2$  体积之比为  $1:4$ 。

根据反应消耗  $\text{CO}_2$  的体积可求得答案。

【归纳与联想】 此题属碱金属部分常见习题,从不同角度研究各种解法,可培养学生的发散思维能力,提高学习兴趣。

对此题我们还可做如下变化:

变式1 若将  $1.3$  变为  $1.2$  或  $1.4$  呢?

解析 方法同上,仅答案不同。

变式2 若将  $1.3$  变为  $x$  呢? $x$  的取值又如何?

解析 根据极限思想,由上述反应方程式可知:若混合物全部为  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , 则  $x = 0.5$  若混合物全部为  $\text{KO}_2$ , 则  $x = 1.5$ 。

因此  $x$  的取值应为  $0.5 < x < 1.5$ 。

设  $\frac{n(\text{Na}_2\text{O}_2)}{n(\text{KO}_2)} = y$  采用上述各种方法,即可得出  $y = f(x)$  的函数关系。这样可运用数学建模思想,培养学生综合运用知识的能力。

变式3 若要使变式2中的  $x$  取值变为  $x < 0.5$  或  $x > 1.5$ , 又应采取何种措施?

解析 若要  $x < 0.5$ , 则混合物中必应加入与  $\text{CO}_2$  反应不放出  $\text{O}_2$  的物质,如  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  等。

若要  $x > 1.5$ , 则混合物中必应加入与  $\text{CO}_2$  反应放出  $\text{O}_2$  更多的物质,如  $\text{RbO}_3$ 。

该题虽简单而常见,但对此类题目的研究,更能激发学生的学习兴趣,培养学生各方面的能力。

【调研2】 在  $25^\circ\text{C}$  时,  $101 \text{ kPa}$  条件下,将  $15 \text{ L O}_2$  通入  $10 \text{ L CO}$  和  $\text{H}_2$  的混合气体中,使其完全燃烧,干燥后,恢复至原来的温度和压强。

(1) 若剩余气体的体积为  $15 \text{ L}$ , 则原  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  的混合气中  $V(\text{CO}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ L}$ ,  $V(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ L}$ 。

(2) 若剩余气体的体积为  $a \text{ L}$ , 则原  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  的混合气中  $V(\text{CO}) : V(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 若剩余气体的体积为  $a \text{ L}$ , 则  $a$  的取值范围是  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

【解析】 审题关键: ①  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$   $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ , 由反应物之间化学计量数相同可知,  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  完全燃烧后耗  $\text{O}_2$  的体积是  $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$  混合气体体积的  $\frac{1}{2}$ ;

② 混合气体中  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的体积比与剩余  $\text{O}_2$  体积无关,即  $\text{O}_2$  一定剩余  $10 \text{ L}$ ; ③ 剩余

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



气体混合物经干燥后不含水蒸气,其成分为  $\text{CO}_2$  和  $\text{O}_2$ 。

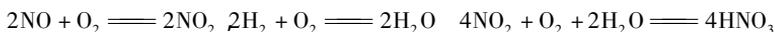
(1) 剩余气体 15 L 其中  $\text{O}_2$  为 10 L 则  $V(\text{CO}_2) = 5 \text{ L}$ ,  $V(\text{CO}) = V(\text{CO}_2) = 5 \text{ L}$ ,  
 $V(\text{H}_2) = 10 \text{ L} - V(\text{CO}) = 10 \text{ L} - 5 \text{ L} = 5 \text{ L}$ 。

(2) 剩余气体为  $a \text{ L}$ , 则其中  $V(\text{CO}_2) = (a - 10) \text{ L}$ ,  $V(\text{CO}) = V(\text{CO}_2) = (a - 10) \text{ L}$ ,  
 $V(\text{H}_2) = 10 - V(\text{CO}) = 10 - (a - 10) = (20 - a) \text{ L}$ ,  $V(\text{CO}) : V(\text{H}_2) = (a - 10) : (20 - a)$ 。

(3) 设 10 L 混合气体中  $\text{CO}$  体积为  $x \text{ L}$ , 则生成  $V(\text{CO}_2) = x \text{ L}$ , 剩余气体  $a = (10 + x) \text{ L}$  因为  $0 < x < 10$  所以  $10 < a < 20$ 。

【变式】如果把题中的  $\text{CO}$  改为  $\text{NO}$  (条件不变) 此题又该如何处理?

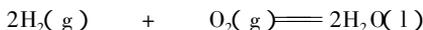
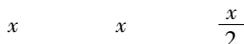
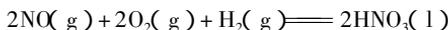
首先,其中存在的反应有:



较原题多了一个反应,情况更加复杂。看其体积的变化(用极端假设法求解)。

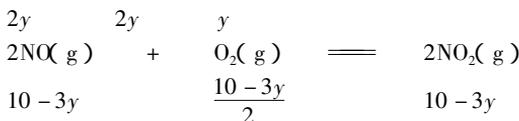
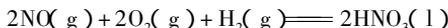
1. 当剩余气体的体积为 15 L 时

(1) 若  $\text{H}_2$  相对  $\text{NO}$  过量,设  $\text{NO}$  的体积为  $x \text{ L}$ 。则反应可用关系式表示为:



从化学方程式可知,产物全部变为液体,因此剩余气体不可能为 15 L,即  $\text{H}_2$  不可能过量,假设不成立。

(2) 若  $\text{NO}$  相对  $\text{H}_2$  过量,设  $\text{H}_2$  的体积为  $y \text{ L}$ 。则由反应方程式可写出关系式:

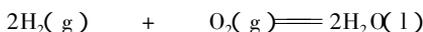
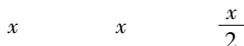
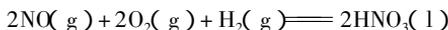


由题意可列方程:  $15 - 2y - \frac{10 - 3y}{2} + 10 - 3y = 15$

解得  $y = \frac{10}{7}$ ,  $V(\text{NO}) = \frac{60}{7} \text{ L}$

2. 当剩余气体体积为  $a \text{ L}$  时

(1) 若  $\text{H}_2$  相对  $\text{NO}$  过量,设  $\text{NO}$  的体积为  $x \text{ L}$ 。则由反应方程式可写出关系式:



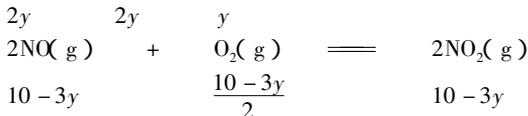
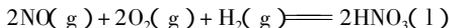
由题意可列方程： $15 - x - (10 - \frac{3x}{2}) \div 2 = a$

解得  $x = 40 - 4a$  ( $a \leq 10$ )

$V(\text{H}_2) = 10 - (40 - 4a) = (4a - 30) \text{ L}$

$V(\text{NO}) : V(\text{H}_2) = (40 - 4a) : (4a - 30)$

(2)若 NO 相对  $\text{H}_2$  过量, 设  $\text{H}_2$  的体积为  $y \text{ L}$ 。则由反应方程式可写出关系式:



由题意可列方程:

$$15 - 2y - \frac{10 - 3y}{2} + 10 - 3y = a$$

解得  $y = \frac{40 - 2a}{7}$  ( $a \leq 20$ )

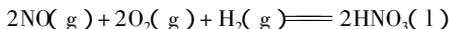
$V(\text{NO}) = 10 - \frac{40 - 2a}{7} = \frac{2a + 30}{7} \text{ L}$

$V(\text{NO}) : V(\text{H}_2) = (2a + 30) : (40 - 2a) = (a + 15) : (20 - a)$

3.  $a$  的取值范围

(1)当  $\text{H}_2$  和 NO 与氧气反应全部转化为  $\text{HNO}_3$  时剩余气体的体积最小。

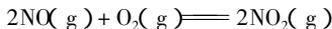
设  $V(\text{H}_2) = z \text{ L}$



所以  $2z + z = 10 \text{ L}$ , 则  $z = \frac{10}{3} \text{ L}$

剩余气体的体积为  $15 - \frac{20}{3} = \frac{25}{3} \text{ L}$ , 即  $a = \frac{25}{3}$

(2)当产物中没有液体时剩余气体的体积最大, 即混合气体全为 NO, 此时反应为:



则  $a = (15 - 5) + 10 = 20$

所以  $a$  的取值范围为:  $\frac{25}{3} < a < 20$

**【方法探究】** 一题多变是训练考生求异思维的一种方法。一题多变的精髓在于“变”, 而变必须立足于“原题所描述的化学变化”。例如本题描述的化学变化为:  $2\text{CO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2$   $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ , 其特点是两反应各物质间化学计量数相等, 在此基础上才能演变为  $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$   $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$   $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HNO}_3$ 。如果对原题解法不熟练则无法变通, 因此, 立足基础才能有“变”。

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。



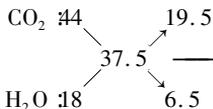
原创  
精选

1. 由  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  和  $\text{O}_2$  组成的混合气体 60 mL, 在一定条件下恰好完全反应, 测得生成物在 101 kPa 120  $^\circ\text{C}$  下对空气的相对密度为 1.293, 则原混合气体中  $\text{H}_2$  所占的体积分数为
- A.  $\frac{1}{6}$       B.  $\frac{2}{3}$       C.  $\frac{1}{4}$       D.  $\frac{1}{3}$
2. 在密闭容器中充入  $\text{CO}_2$  和  $\text{CO}$  的混合气体, 其密度是相同条件下氦气密度的 8 倍, 这时测得容器内的压强为  $p_1$ 。若控制容器的体积不变, 加入足量的  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , 充分振荡并不断用电火花点燃至反应完全, 恢复到开始时的温度, 再次测得容器内的压强为  $p_2$ 。则  $p_1$  和  $p_2$  之间的关系是
- A.  $p_1 = 8p_2$       B.  $p_1 = 4p_2$       C.  $p_1 = 2p_2$       D.  $p_1 = p_2$
3. 在 120  $^\circ\text{C}$  101 kPa 条件下, 由  $\text{H}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}$  组成的混合气体  $a$  mL, 通入一定量(设为  $x$  mL)氧气使其完全燃烧:
- (1) 若  $a$  mL 混合气体完全燃烧消耗相同条件下氧气体积也为  $a$  mL(即  $x = a$ ), 则原混合气体中  $\text{CH}_4$  的体积分数是: \_\_\_\_\_。
- (2) 若完全燃烧后生成  $\text{CO}_2$  和水蒸气的总体积在相同条件下为  $2a$  mL, 则原混合气体中  $\text{CH}_4$  的体积分数为: \_\_\_\_\_ 现要测定原混合气体中  $\text{H}_2$  的体积分数, 还必须知道相同条件下其他什么数据 \_\_\_\_\_。
- A.  $2a$  mL 混合气体的密度      B. 生成  $\text{CO}_2$  的总体积      C. 生成  $\text{H}_2\text{O}$ (g) 的总质量
4. 在常温下的真空密闭容器中放入 1.56 g  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , 然后通入  $\text{O}_2$ , 再通入  $\text{C}_2\text{H}_6$ , 用电火花引爆, 直至反应完全, 恢复至原温度, 此时容器内压强近似为零, 且生成物中无酸式盐, 试解答下列问题:
- (1) 求通入  $\text{O}_2$  和  $\text{C}_2\text{H}_6$  的物质的量之比;
- (2) 通入  $\text{O}_2$  的质量最多不能超过多少克?

## 【参考答案】

1. A 由  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$      $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$  知 [ $V(\text{H}_2) + V(\text{CO})$ ]: $V(\text{O}_2)$  = 2:1, 所以  $V(\text{CO}) + V(\text{H}_2) = 40$  mL,  $V(\text{O}_2) = 20$  mL

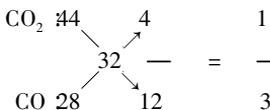
$\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  组成的混合气体  $M = 29 \times 1.293 = 37.5$



$$\text{知 } V(\text{H}_2)\% = \frac{40 \times \frac{1}{4}}{60} = \frac{1}{6}$$

《试题调研》  
(第二辑)

2. A ①求反应前密闭容器中  $\text{CO}_2$  和  $\text{CO}$  物质的量之比。  $\bar{M} = 4 \times 8 = 32$  用十字交叉法有:



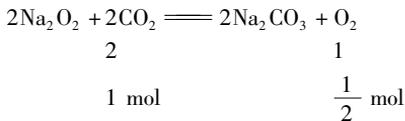
=  $\frac{4}{12}$  =  $\frac{1}{3}$ , 设反应前  $\text{CO}_2$  为 1 mol, 则  $\text{CO}$  为 3 mol, 反应前气

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。

体物质的量为 4 mol。

②求反应后残留气体物质的量。由题意知,反应后一定有气体残留,该气体不可能为 CO<sub>2</sub> 和 CO(因电火花点燃 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 过量),只可能为 O<sub>2</sub>。由下式:



得反应后残留  $n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \text{ mol}$  故在  $T, V$  一定时  $\frac{p_1}{p_2} = \frac{n(\text{前})}{n(\text{后})} = \frac{4}{\frac{1}{2}} = 8:1$

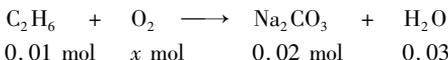
3. (1) 33.3% (2) 50% B

解析:(1) 设 H<sub>2</sub> 和 CO 体积和为  $x$ , CH<sub>4</sub> 的体积为  $y$ , 有  $x + y = \frac{x}{2} + 2y$ , 解得  $\frac{y}{x} = \frac{1}{2}$  所以 CH<sub>4</sub> 的体积分数为 33.3% (2) 同理, 设 H<sub>2</sub> 和 CO 燃烧生成 H<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 体积和为  $x$ , CH<sub>4</sub> 燃烧生成  $2y$  体积的 H<sub>2</sub>O 和  $y$  体积的 CO<sub>2</sub>, 所以有  $x + 3y = 2(x + y)$ , 解得  $\frac{x}{y} = 1$  所以 CH<sub>4</sub> 的体积分数为 50%。

4. (1) 1:1 ≤  $n(\text{O}_2)$ :  $n(\text{C}_2\text{H}_6)$  ≤ 2.5:1 (2) 0.8 g

解析:(1)  $n(\text{Na}_2\text{O}_2) = \frac{1.56 \text{ g}}{78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$

由密闭容器中发生的化学反应  $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$   $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$   $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$  可知 耗 O<sub>2</sub> 最大时生成物为 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 和 H<sub>2</sub>O, 设耗 O<sub>2</sub>  $x \text{ mol}$  则依据下列关系式:

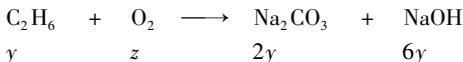


$$2x \text{ mol} = 0.02 \text{ mol} \times 3 + 0.03 \text{ mol} \times 1 - 2 \times 0.02 \text{ mol}$$

(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 中的 O) (H<sub>2</sub>O 中的 O) (Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 中的 O)

$$x = 0.025 \quad n(\text{C}_2\text{H}_6):n(\text{O}_2) = 0.01:0.025 = 1:2.5$$

耗 O<sub>2</sub> 最小时生成物为 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 和 NaOH



(C 元素守恒) (H 元素守恒)

$$\text{利用 Na 元素守恒 } \underbrace{2y \times 2}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} + 6y = 0.02 \text{ mol} \times 2$$

$$y = 0.004 \text{ mol}$$

$$\text{利用 O 元素守恒 } 2y \times 3 + 6y - 0.02 \text{ mol} \times 2 = 2z \quad z = 0.004$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6):n(\text{O}_2) = 0.004:0.004 = 1:1$$

$$(2) \text{通入 O}_2 \text{ 最大值为 } 0.025 \text{ mol} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.8 \text{ g}$$

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。





## 高考大预测

### 命题 导读

高三第一轮复习也称全面总复习,是高三备考至关重要的学习阶段,说本阶段重要是因为本阶段的复习是以课本为框架,全面落实基础知识,形成由知识到能力的起飞阶段,本套试卷就是为广大高三考生在全面总复习阶段准备的阶段性测试用的试卷。本卷涉及的知识点基本与高三第一轮复习的进度相吻合,考虑到高三考生刚进入第一轮复习综合能力尚未形成,故试题以小综合为主,以化学基本概念和基本理论为辅,兼顾元素及其化合物知识涉及有机化学基础,不涉及学科内综合。本套试卷难度系数在 0.61~0.63 之间。

### 第 I 卷(选择题 共 64 分)

可能用到的相对原子质量 H 1 Li 7 C 12 O 16 N 14 Cl 35.5 Na 23

Al 27 Fe 56 Zn 65 Br 80 Ag 108

一、单项选择题(本题包括 8 小题,每小题 4 分,共 32 分。每小题只有一个选项符合题意)

- 水是人类生存所必需的重要资源,为保护水资源而启动的“国际淡水年”得到全球的拥护,下列措施有利于保护水资源的是
  - 用蒸馏法使海水淡化
  - 尽可能开采地下水以满足人们需要
  - 植树造林、退耕还林、保护植被
  - 加剧“温室效应”融化冰川
- 碳元素与其他元素形成的二元化合物称为碳化物,下列关于碳化物的叙述正确的是
  - $\text{CH}_4$  是极性分子
  - $\text{Al}_4\text{C}_3$  与水反应放出  $\text{CH}_4$
  - $\text{CaC}_2$  是共价化合物
  - $\text{CO}_2$  的电子式:  $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:C:}\ddot{\text{O}}\text{:}$
- 分子式为  $\text{H}_x\text{RO}_y$  和  $\text{H}_{x+1}\text{R}'\text{O}_{y+1}$  的两种酸的物质的量浓度相同,当分别和  $\text{NaOH}$  溶液发生中和反应时,消耗等物质的量的  $\text{NaOH}$ ,则  $\text{H}_x\text{RO}_y$  和  $\text{H}_{x+1}\text{R}'\text{O}_{y+1}$  两溶液体积之比为
  - $x:(x+1)$
  - $(x+1):x$
  - 1:1
  - $(x+1):1$
- 下列根据实验现象所作出的结论中一定正确的是
  - 无色试液使红色石蕊试纸变蓝 结论:溶液显碱性
  - 无色试液加入银氨溶液,加热出现银镜 结论:试液中含有醛类物质
  - 无色试液加入碳酸钠溶液产生白色沉淀 结论:试液中含氢氧化钙
  - 无色试液焰色反应呈黄色 结论:试液是钠盐溶液
- 可逆反应  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  的正、逆反应速率可用各反应物或生成物浓度的变



化来表示。下列各关系中能说明反应已达到平衡状态的是

- A.  $3v_{\text{正}}(\text{N}_2) = v_{\text{正}}(\text{H}_2)$                       B.  $v_{\text{正}}(\text{N}_2) = v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$   
 C.  $2v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 3v_{\text{逆}}(\text{NH}_3)$               D.  $v_{\text{正}}(\text{N}_2) = 3v_{\text{逆}}(\text{H}_2)$

6. 下列离子方程式中,正确的是

- A. 向氯化亚铁溶液中通入氯气  $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$   
 B. 三氯化铁溶液跟过量氨水反应  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$   
 C. 碳酸氢钙溶液跟稀硝酸反应  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow$   
 D. 氯气通入冷的氢氧化钠溶液中  $2\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 3\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

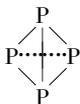
7. 下列各组热化学方程式, 化学反应的  $\Delta H$  前者大于后者的是

- ①  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) ; \Delta H_1$      $\text{HCl}(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) ; \Delta H_2$   
 ②  $\frac{1}{2}\text{HCl}(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{4}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{4}\text{Cl}_2(\text{g}) ; \Delta H_3$      $\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCl}(\text{g}) ; \Delta H_4$   
 ③  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) ; \Delta H_5$   
     $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{l}) ; \Delta H_6$   
 ④  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H_7$      $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H_8$

- A. ①④                      B. ②③                      C. ②③④                      D. ①②③

8. 阿伏加德罗常数约为  $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ , 下列说法中一定正确的是

- A. 31 g 白磷(分子式  $\text{P}_4$ )单质中含有的 P—P 键个数为  $1.5 \times 6.02 \times 10^{23}$   
 B. 1.0 L 1.0 mol · L<sup>-1</sup>  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$  的个数为  $6.02 \times 10^{23}$   
 C. 22.4 L  $\text{Cl}_2$  中所含分子个数为  $6.02 \times 10^{23}$   
 D.  $\text{KClO}_3$  和  $\text{MnO}_2$  共热生成 1.12 L  $\text{O}_2$ (标准状况)反应中转移的电子数为  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$



$\text{P}_4$  分子结构图

二、不定项选择题(本题包括 8 小题,每小题 4 分,共 32 分。每小题有一个或两个选项符合题意。若正确答案只包括一个选项,多选时,该小题为 0 分;若正确答案包括两个选项,只选一个且正确的给 2 分,选两个且都正确的给满分,但只要选错一个该小题就为 0 分)

9. A 元素的原子最外层的电子数是  $a$ , 次外层电子数是  $b$ ; B 元素的原子 M 层电子数是  $(a - b)$ , L 层电子数是  $(a + b)$ , 则 A、B 两种元素形成化合物的化学式可表示为  
 A.  $\text{B}_3\text{A}_2$                       B.  $\text{BA}_2$                       C.  $\text{A}_3\text{B}_2$                       D.  $\text{AB}_2$

10. 下列各离子组的叙述正确的是

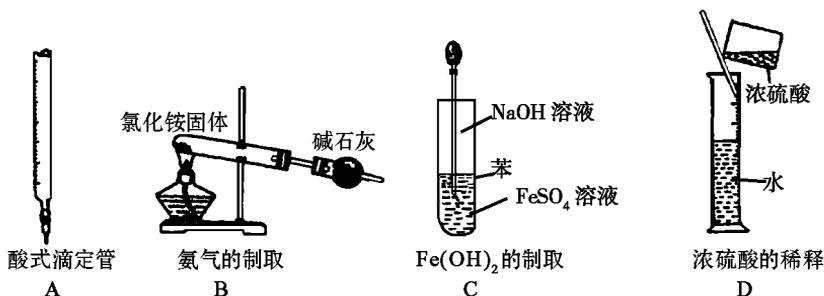
- A. 在强酸性条件下,  $\text{Na}^+$ 、 $\text{I}^-$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$  可以大量共存  
 B. 在强碱性条件下,  $\text{K}^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{S}^{2-}$  可以大量共存  
 C. 在水溶液中,  $\text{H}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  不能大量共存

常吃奶类,豆类或其制品。奶类除含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。



D. 在强酸性条件下,  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{S}^{2-}$  可以大量共存

11. 取 100 mL  $18.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$  与 Zn 反应, 当 Zn 完全溶解时, 生成气体在标准状况下体积为 22.4 L, 将所得的溶液稀释成 1 L, 测得溶液的  $\text{H}^+$  浓度为  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则所生成的气体中  $\text{SO}_2$  与  $\text{H}_2$  的体积比约为
- A. 1:2      B. 2:1      C. 1:4      D. 4:1
12. 把  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$  溶液和  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$  溶液等体积混合, 则混合溶液中微粒浓度关系正确的是
- A.  $c(\text{Ac}^-) > c(\text{Na}^+)$       B.  $c(\text{HAc}) > c(\text{Ac}^-)$   
 C.  $2c(\text{H}^+) = c(\text{Ac}^-) - c(\text{HAc})$       D.  $c(\text{HAc}) + c(\text{Ac}^-) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
13. 下列装置图所表示的实验仪器的名称或实验操作正确的是



14. 某有机物 X 能发生水解反应, 水解产物为 Y 和 Z. 同温同压下, 相同质量的 Y 和 Z 的蒸气所占体积相同, 化合物 X 可能是
- A. 乙酸丙酯      B. 甲酸丙酯      C. 乙酸甲酯      D. 蔗糖
15. 在室温时将  $x_1 \text{ mL}$  浓度为  $y_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCOOH}$  溶液加入到  $x_2 \text{ mL}$  浓度为  $y_2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KOH}$  溶液中, 下列说法中正确的是
- A. 如果  $x_1 = x_2$ ,  $y_1 = y_2$ , 则混合液中  $c(\text{HCOO}^-) = c(\text{K}^+)$   
 B. 如果混合液的  $\text{pH} = 7$ , 则混合液中  $c(\text{HCOO}^-) = c(\text{K}^+)$   
 C. 如果混合液的  $\text{pH} < 7$ , 则  $x_1 y_1 = x_2 y_2$   
 D. 如果  $x_1 = x_2$ , 且混合溶液的  $\text{pH} < 7$ , 则  $y_1 > y_2$
16.  $t^\circ\text{C}$  时, A 气体与 B 气体反应生成 C 气体, 反应过程中 A、B、C 浓度变化如图 a 所示. 若保持其他条件不变, 温度分别为  $T_1$  和  $T_2$  时, B 的体积分数与时间的关系如图 b 所示, 则下列结论不正确的是

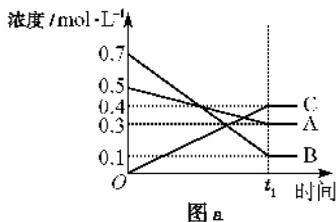


图 a

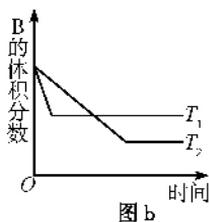


图 b

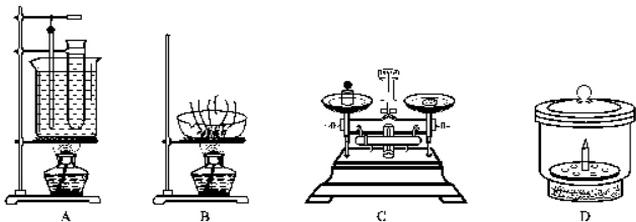


- A. 在  $(t_1 + 10)$  min 时, 保持其他条件不变, 增大压强, 平衡向正反应方向移动  
 B.  $(t_1 + 10)$  min 时, 保持容器总压强不变, 通入稀有气体, 平衡向逆反应方向移动  
 C.  $t$  °C 时, 在相同容器中, 若由  $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  A、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  B 和  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  C 反应, 达到平衡后, C 的浓度仍为  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   
 D. 其他条件不变, 升高温度, 正、逆反应速率均增大, 且 A 的转化率增大

第 II 卷(非选择题 共 86 分)

三、(本题包括 2 小题, 共 22 分)

17. (10 分) 下列各图所示的装置或仪器是实验室做测定  $\text{KNO}_3$  溶解度的实验所用的装置或仪器, 按要求填空:



- (1) 判断  $\text{KNO}_3$  溶液已达饱和的方法是: \_\_\_\_\_。  
 (2) 某学生用如图 A 的装置来制备在  $30$  °C 恒温时的  $\text{KNO}_3$  的饱和溶液, 指出他的操作有哪些错误, 应如何改正?(用文字说明)  
 (3) 某学生用图 C 的装置来称取一定量的  $\text{KNO}_3$  粉末, 得到的读数是  $10.6 \text{ g}$  (没有  $1 \text{ g}$  以下的砝码,  $1 \text{ g}$  以下只能用游码) 该生实际称取的  $\text{KNO}_3$  是 \_\_\_\_\_ g。  
 (4) 整个实验过程中需用图中正确装置的顺序是(填装置的序号) \_\_\_\_\_。  
 (5) 按正确的操作方法, 称得蒸发皿的质量为  $a \text{ g}$ ,  $30$  °C 时蒸发皿和溶液的质量为  $b \text{ g}$ , 蒸发皿和晶体的质量为  $c \text{ g}$ , 则  $\text{KNO}_3$  在  $30$  °C 时的溶解度为 \_\_\_\_\_ g。  
 (6) 下列操作使测得的  $\text{KNO}_3$  溶解度的实验值与理论值比较(填“偏高”、“偏低”、“无影响”)

- ① 如果溶液未达饱和就进行蒸发和称量。 \_\_\_\_\_  
 ② 在蒸发晶体时, 已有大量晶体析出, 仍继续加热。 \_\_\_\_\_

18. (12 分) 回答实验室制备无水乙醇和测定乙醇沸点的有关问题:

- (1) 测乙醇的沸点时, 实验要求所用乙醇含量达  $99.5\%$ , 而实验室只有  $95.6\%$  的乙醇, 故首先要制备无水乙醇, 实验室制备无水乙醇的原理: 由乙醇  $95.6\%$ 、水  $4.4\%$  组成一种混合物。常压下, 它有一定的沸点 ( $78.17$  °C), 这个沸点既低于水的沸点 ( $100$  °C), 也低于乙醇的沸点 ( $78.3$  °C), 所以只靠简单蒸馏酒精, 所得乙醇纯度最高只能达到  $95.6\%$  尚含有  $4.4\%$  的水。如果要得到含量较高的乙醇, 在实验室中常用的简便方法是加入生石灰回流(回流是在一个

可以加热的反应容器中,把液体加热使受热转化成蒸气通过冷凝器冷凝又回流到原容器的操作(见图1)。回流之后再蒸馏,可得99.5%的乙醇,通常称为无水乙醇。如果要得到纯度更高的绝对乙醇(含乙醇99.95%),则还要用金属钠进行处理,借以除去最后微量的水分。

**实验步骤** 取干燥的250 mL圆底烧瓶一只,加入95.6%的乙醇100 mL和小块生石灰30 g,振荡后用橡皮塞塞紧,放置过夜。在烧瓶口装上回流冷凝管,管口接一支无水氯化钙干燥管(见图1),在水浴上加热回流1至2小时,稍冷,取下冷凝管,改装成蒸馏装置(如图2),再放在热水浴中蒸馏,把最初蒸馏出的5 mL蒸馏液另外回收,然后用烘干的吸滤瓶作为接受器,其侧管接一支无水氯化钙干燥管,使其与大气相通,蒸至无液滴出来为止。

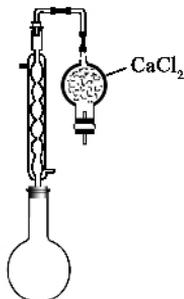


图1 带干燥管的回流装置

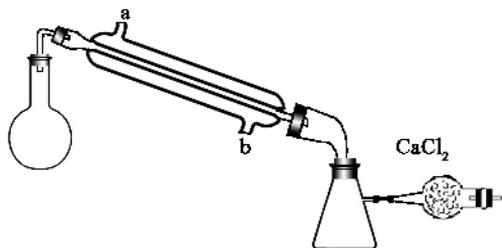


图2 制无水乙醇的蒸馏装置

请回答:

①为什么回收或蒸馏乙醇时都要装上无水氯化钙干燥管?

②在图2所示的无水乙醇的蒸馏装置中冷凝水由\_\_\_\_  
流进由\_\_\_\_流出。

③在图1所示装置中为了防止回流系统外部湿气侵入,有人用塞子把冷凝管上端塞紧,这样做为什么不行?

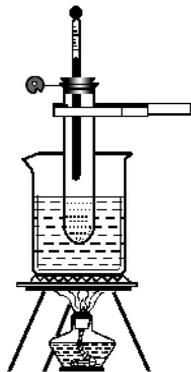
(2)将制得的无水乙醇放入如右图所示的装置中进行沸点测定的实验,回答下列问题:

①盛乙醇的试管应浸入水浴中,水浴的温度应保持在

A. 100 °C      B. 78.5 °C

C. 80 °C      D. 50 °C

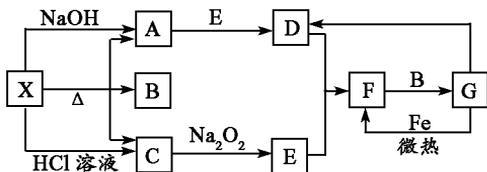
②测乙醇沸点时为什么不把整个试管浸在水里?为什么塞子上要有个豁口?



测定沸点的简易装置

四、(本题包括2小题,共18分)

19.(8分)下图是常见物质的反应关系图,其中部分产物已被略去,常温下X是固体,B和G是液体,其余为气体。



根据图中关系：

(1) 推断化学式：

X \_\_\_\_\_ A \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ D \_\_\_\_\_。

(2) 写出 C → E 反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

(3) 写出 G → F 反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

20. (10分) 下图是元素周期表的一部分, 表中所列字母分别代表一种化学元素, 请回答下列问题：

a																			b
		c											d	e					
f												g			h	i			
k																			l

(1) 上述所列元素的原子中, 最外电子层上只有两个电子的是 \_\_\_\_\_ (填“元素符号”)。

(2) 下列叙述正确的是 \_\_\_\_\_。

A. k 的最高价氧化物对应的水化物是一种强碱

B. 硒化氢的稳定性强于 h 的氢化物的热稳定性

C. f 与 h 形成化合物水溶液的 pH 大于 i 与 i 形成化合物水溶液的 pH, 说明相同浓度氢化物水溶液的酸性 h 弱于 i

D. 原子半径 k > g > e > a

(3) 由 a、d、e 三种元素形成的化合物中, 能促进水电离的是 \_\_\_\_\_ (填一种物质的化学式), 能抑制水电离的是 \_\_\_\_\_ (填一种物质的化学式)。

(4) 将等物质的量的 f、g 的单质投入足量水中, 向反应后的溶液中逐滴加入浓度为  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸溶液, 至 100 mL 时沉淀达到最大值, 则投入 f 的物质的量为 \_\_\_\_\_ mol。

五、(本题包括 1 小题, 共 10 分)

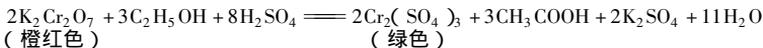
21. (10分) 铬的化学丰富多彩, 铬在工业上多种领域用途广泛, 在五彩缤纷铬的化合物中 +6 价的铬主要以  $\text{CrO}_4^{2-}$  (溶液显黄色)、 $\text{CrO}_3$  (红色) 和  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  (溶液为橙

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。



黄)的形式存在,在酸性溶液中+6价铬有较强的氧化性,其还原产物为+3价铬。铬元素剧毒,其盐类属重金属的盐是环境污染物,试回答下列问题:

(1) 下一化学反应可用于检查司机是否酒后开车:



(橙红色) (绿色)

据此回答:

①被检测气体成分是:\_\_\_\_\_。

②反应中原子间电子转移的数目是:\_\_\_\_\_。

③如果反应中生成 1 mol  $Cr^{3+}$ , 则原子间转移电子总数是:\_\_\_\_\_。

(2) 工业上为处理含有  $Cr_2O_7^{2-}$  的酸性废水, 采用如下处理方法: 在工业废水中加入适量 NaCl 以铁为电极进行电解生成  $Fe(OH)_3$ ,  $Cr(OH)_3$  可使工业废水中  $Cr_2O_7^{2-}$  含量达到排放标准, 试回答:

①在含  $Cr_2O_7^{2-}$  的工业废水中加入 NaCl 的作用是:\_\_\_\_\_。

②写出以 Fe 作电极发生的电极反应方程式:  
阳极:\_\_\_\_\_ 阴极:\_\_\_\_\_。

③由  $Cr_2O_7^{2-}$  转变为  $Cr^{3+}$  的离子反应方程式:\_\_\_\_\_。

④简述电解过程中工业废水由酸性变碱性的原因:  
\_\_\_\_\_,  $Cr^{3+}$  最终在\_\_\_\_\_ (填阴极或阳极) 区以  $Cr(OH)_3$  形式沉淀下来。

六、(本题包括 2 小题, 共 18 分)

22.(8 分) 阅读下列 a~c 项资料

a. 皂化值是使 1 g 油脂皂化所需要的氢氧化钾的毫克数

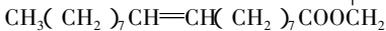
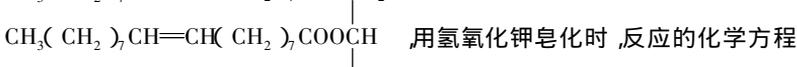
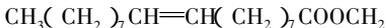
b. 碘值是使 100 g 油脂加成碘的克数

c. 各种油脂的皂化值、碘值列表如下:

	花生油	亚麻仁油	牛油	黄油	硬化大豆油	大豆油
皂化值	190	180	191	226	193	193
碘值	90	182	38	38	3	126

回答下列问题:

(1) 单纯由  $(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5$  (相对分子质量 884) 形成的油的一种油脂的结构简式为:



式为\_\_\_\_\_皂化值为\_\_\_\_\_。

(2) 在下列①~③的空格上填入适当的词句:

①亚麻仁油比花生油所含的\_\_\_\_\_多;

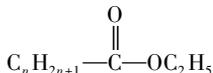
②黄油比牛油所含的\_\_\_\_\_;



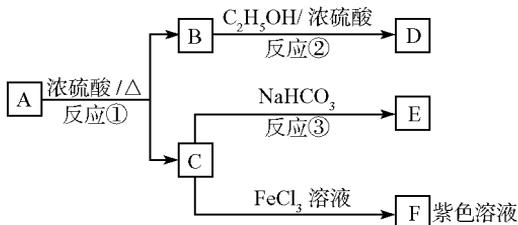
③硬化大豆油的碘值小的原因是\_\_\_\_\_。

(3)为使碘值为 180 的鱼油 100 g 硬化,需标准状况下氢气的体积为\_\_\_\_\_L。

(4)用下列结构简式所代表的酯,若皂化值为 430,  $n$  值等于多少?



23. (10分)有机物 A 的相对分子质量为 180,具有酸性,1 mol A 可与 1 mol  $\text{NaHCO}_3$  溶液反应,其结构中含有苯环,且苯环上的一氯代物只有 2 种;B 的相对分子质量为 60,各物质相互转化关系如图所示:



请回答下列问题:

(1)写出 A 的结构简式:\_\_\_\_\_。

(2)指出反应类型:

反应①:\_\_\_\_\_ ,反应②:\_\_\_\_\_。

(3)写出反应③的化学方程式:\_\_\_\_\_。

(4)A 与  $\text{NaOH}$  溶液共热,可发生反应生成 B 和 C 的钠盐。与 1 mol A 充分反应,所消耗  $\text{NaOH}$  的物质的量为\_\_\_\_\_mol。

(5)A 的同分异构体很多,写出三种与 A 具有相似性质,且属对位二取代苯的同分异构体的结构简式:\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

七、(本题包括 2 小题,共 18 分)

24. (8分)将  $\text{NO}$  和  $\text{O}_2$  按物质的量 1:1 混合置于密闭容器中发生如下反应  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ ,  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ ,当温度一定时反应达化学平衡状态,此时测得上述密闭容器中  $\text{NO}_2$  在混合气体中的体积分数为 40%,求混合气体中各组分物质的量之比。

25. (10分)现有甲、乙两瓶无色溶液,已知它们可能为  $\text{AlCl}_3$  溶液和  $\text{NaOH}$  溶液,现做如下实验 (1)取 440 mL 甲溶液与 120 mL 乙溶液反应,产生 1.56 g 沉淀 (2)取 120 mL 甲溶液与 440 mL 乙溶液反应,也产生 1.56 g 沉淀 (3)取 120 mL 甲溶液与 400 mL 乙溶液反应,则产生 3.12 g 沉淀,试通过计算和推理判定:甲、乙溶液各为何种溶液,其物质的量浓度为多少?

【参考答案】

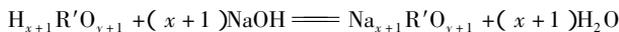
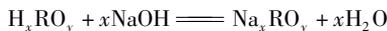
1. C 植树造林、退耕还林、保护植被有利于涵养水源。

Http://www.tesoon.com

2. B  $\text{CH}_4$  是含极性键的非极性分子, A 选项错 ; $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CH}_4 \uparrow$  B 选项对 ; $\text{CaC}_2$  是离子化合物, C 选项错 ; $\text{CO}_2$  的电子式为 :



3. B 设  $\text{H}_x\text{RO}_y$ 、 $\text{H}_{x+1}\text{R}'\text{O}_{y+1}$  物质的量浓度为  $c$ , 体积分别为  $V_1$  和  $V_2$ , 则 :



由消耗  $\text{NaOH}$  物质的量相等有  $xV_1x = cV_2(x+1)$

得  $V_1 : V_2 = (x+1) : x$ , B 选项正确。

4. A 只能说凡是含醛基的化合物均能发生银镜反应, 故 B 选项错 ;含  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$  的无色溶液与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液反应均能生成白色沉淀, 故 C 选项错 ;无色的  $\text{NaOH}$  溶液焰色反应亦呈黄色, 故 D 选项错, 只有 A 选项正确。

5. C  $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$  是可逆反应达到化学平衡的本质特征。



$$v_{\text{正}}(\text{H}_2) \quad \frac{2}{3}v_{\text{正}}(\text{H}_2)$$

由可逆反应达到化学平衡时  $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$  有 :

$$v_{\text{逆}}(\text{NH}_3) = \frac{2}{3}v_{\text{正}}(\text{H}_2) \quad \text{得 } 2v_{\text{正}}(\text{H}_2) = 3v_{\text{逆}}(\text{NH}_3), \text{C 选项正确。}$$

6. B A、D 选项离子方程式中左右两边电荷不守恒 ;C 选项中  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  为易溶于水的强电解质, 在离子反应方程式中应写成离子形式, B 选项正确。

7. B 本题比较  $\Delta H$  的大小, 需考虑  $\Delta H$  的“+”与“-”, 负数的绝对值愈大则该负数愈小。反应①前者为放热反应, 后者为吸热反应, 故前者  $\Delta H$  小于后者 ;反应②前者为吸热反应, 后者为放热反应, 故前者的  $\Delta H$  大于后者 ;反应③前者为吸热反应,  $\Delta H$  为正值, 后者为放热反应,  $\Delta H$  为负值, 故  $\Delta H$  前者大于后者 ;对于反应④两反应均为放热反应, 前者  $\Delta H$  绝对值大于后者, 故  $\Delta H$  前者小于后者, B 选项正确。

《 试 题 调 研 》

《 第 二 辑 》

8. A 124 g 白磷即 1 mol  $\text{P}_4$  含 6 mol P—P 键, 则 31 g 白磷即  $\frac{1}{4}$  mol  $\text{P}_4$  含 1.5 mol P—P 键, A 选项对 ;因  $\text{CO}_3^{2-}$  在溶液中水解, 故 1.0 L  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中所含  $\text{CO}_3^{2-}$  个数小于  $6.02 \times 10^{23}$ , 故 B 选项错 ;C 选项中气体没有指明标准状况, 故 22.4 L  $\text{Cl}_2$  所含分子个数无法判断, C 选项错 ;D 选项中电子转移数为  $0.2 \times 6.02 \times 10^{23}$ , D 选项错。
9. B B 中 L 层电子数为  $a+b$ , 即为 8, 可见  $a$  与  $b$  均小于 8, 故 A 的次外层电子数就



不能为 8, 只能为 2, 所以  $a=6$   $b=2$ , A:  $(+8)26$  B:  $(+14)284$ , 即 A: O, B: Si, 可

以形成  $\text{SiO}_2$ , 即  $\text{BA}_2$ , 选项 B 正确。

10. BC 在酸性溶液中,  $\text{NO}_3^-$  可氧化  $\text{I}^-$ ;  $\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \uparrow$   $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。

11. A 依得失电子相等的关系, Zn 应为 1 mol, 从而可得出被还原成  $\text{SO}_2$  的  $\text{H}_2\text{SO}_4$  是  $1.83 \text{ mol} - 1 \text{ mol} - \frac{1}{2} \times 1 \text{ mol} = 0.33 \text{ mol}$ , 故  $n(\text{SO}_2) = 0.33 \text{ mol}$ ,  $n(\text{H}_2) = 1 \text{ mol} - 0.33 \text{ mol} = 0.67 \text{ mol}$ , 由同温同压下气体体积之比等于物质的量之比得:  $V(\text{SO}_2) : V(\text{H}_2) = 0.33 : 0.67 = 1 : 2$ 。

12. AD 将  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液等体积混合后生成  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CH}_3\text{COONa}$ , 残留  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 由于  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的电离趋势大于  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  的水解趋势, 所以  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+)$ , A 选项正确; 由  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  守恒, 故原  $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{HAc}$  与  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液等体积混合后  $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , D 选项正确。

13. C 选项 A 中实验仪器应为碱式滴定管, 选项 B 中用加热  $\text{NH}_4\text{Cl}$  固体的方法制备  $\text{NH}_3$  显然是不可取的, 因为生成的  $\text{NH}_3$  和  $\text{HCl}$  很可能在导管处相遇受冷重新化合成  $\text{NH}_4\text{Cl}$  固体从而堵塞导管, 造成实验失败, 选项 D 中量筒是一个测量器, 不是反应器, 浓硫酸加入水中时放出大量的热可能使量筒受热不均而炸裂, 最好在烧杯中稀释, 并不断搅拌, 选项 C 中胶头滴管伸到  $\text{FeSO}_4$  溶液中挤出  $\text{NaOH}$ , 是为了避免与空气接触而生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , 选项 C 是正确的。

14. AD 酯和蔗糖都能发生水解反应生成两种物质 Y 和 Z, 同温同压下相同质量的 Y 和 Z 蒸气所占体积相同, 说明 Y 和 Z 的相对分子质量相等, A、D 两选项中乙酸丙酯水解生成的  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  分子量相等, 蔗糖水解生成的葡萄糖和果糖分子量相等, 所以选项 A、D 正确。

15. BD 若  $x_1 = x_2$ ,  $y_1 = y_2$ , 则  $\text{HCOOH}$  和  $\text{KOH}$  等体积等浓度混合生成的  $\text{HCOOK}$  会因水解而使溶液显碱性, 因反应后溶液中:  $c(\text{HCOO}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{K}^+) + c(\text{H}^+)$ , 因  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ , 所以  $c(\text{HCOO}^-) < c(\text{K}^+)$ , A 选项错; 若反应后混合液  $\text{pH} = 7$ , 则有  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ , 所以  $c(\text{HCOO}^-) = c(\text{K}^+)$ , B 选项对; 若混合液  $\text{pH} < 7$ , 则说明混合液中  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ , 则说明酸过量, 即  $x_1 y_1 > x_2 y_2$ , C 选项错; 若  $x_1 = x_2$ , 且  $\text{HCOOH}$  和  $\text{KOH}$  溶液等体积混合后混合液  $\text{pH} < 7$ , 即溶液显酸性, 则说明酸过量, 故有  $y_1 > y_2$ , D 选项对。

16. D 由图 a 知反应方程式为:  $2\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$

由图 b 知  $T_1 > T_2$ , 则

A 项: 增大压强, 平衡向气体体积缩小的方向, 即正反应方向移动;

B 项: 保持总压强不变, 通入稀有气体, 则反应体系的体积必然增大, 平衡向逆

Http://www.tesoon.com

反应方向移动；



0.3    0.1    0.4

0.5    0.7    0

即此时容器中的反应能与题干图 a 所示的反应形成等效平衡；

D 项:由图 b 知正反应放热,则其他条件不变,升高温度,A 的转化率减小,

D 项错误,为正确选项。

17. 答案:(1)保持恒温后,逐渐向溶液里加入少量硝酸钾晶体,用玻璃棒搅拌直至 5 min 内不再溶解为止。(1 分)

(2)温度计应插入盛  $KNO_3$  溶液的试管中而不是插入水浴中;试管内  $KNO_3$  溶液液面不应高出水浴液面而应低于水浴液面。(1 分)

(3)D。(2 分)

(4)C A B D C(2 分)

(5) $\frac{100(c-a)}{b-c}$ (2 分)

(6)①偏低 ②偏低(共 2 分)

解题回顾《考试大纲》对溶解度的要求为理解层次,有鉴于此,特选本实验考查化学实验中的基本操作托盘天平的使用、干燥器的使用、溶液的蒸发结晶等基本操作,本实验对温度计的正确使用方法进行了考查,中学化学实验中温度计的使用学问很大,许多考生对温度计的作用重视不够,以致在考试中经常出错,现归纳如下:

(1)实验室制乙烯的实验中温度计的水银球要插入液面以下(2)实验室做石油分馏实验时温度计水银球要位于蒸馏烧瓶的支管外(3)测定  $KNO_3$  溶解度实验中温度计要插入盛  $KNO_3$  溶液的试管中(4)做苯的硝化反应实验温度计水银球应插入液面以下(5)中和热的测定实验中温度计水银球应插入酸碱混合液中。

18. 解析:(1)通过阅读题给资料,由乙醇与水形成恒沸物的信息进而思考:仅靠蒸馏方法无法获得无水乙醇,因此必须加  $CaO$  蒸馏,因乙醇极易和水形成氢键,故必须在回流与冷凝装置中加无水  $CaCl_2$  吸水装置使实验在无水环境中进行(2)在做测乙醇沸点实验时应考虑必须使乙醇充分汽化,故水浴中应保持在  $100^\circ C$ ,因实验测的是乙醇的沸点,故温度计水银球应插入  $C_2H_5OH$  蒸气中。

答案:(1)①本实验要求无水操作,要求严密防止大气中的湿气进入本体系(3 分) ②b a(2 分)

③如果塞紧,回流系统就成了封闭系统,封闭系统受热后,将会发生过热、冲料、爆炸、着火(酒精可燃)等意外事故。(3 分)

(2)①A(1 分)

②因为将整个试管浸在沸水里所测的温度为沸水的温度而不是乙醇蒸气的温度。盛乙醇试管的塞子上留有豁口是使试管内外大气相通,压强相等。(3 分)

解题回顾:通过对本题的解答,我们可以对化学基本实验操作归纳如下(1)蒸馏



是提纯物质或分离物质的一种方法。若混合物中各组分沸点相差较大则可用分馏的方法提纯或分馏,如  $\text{CH}_3\text{COOH}$  和  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ 、汽油和柴油等;若被提纯的组分与另一组分形成恒沸物,则应加入吸水剂然后蒸馏,例如  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。

(2)在测有机物的熔、沸点时要注意装置与大气应内外相通,即压强为  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。

19. 答案:(1)  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$   $\text{NH}_3$   $\text{H}_2\text{O}$   $\text{NO}$  (2)  $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$

(3)  $\text{Fe} + 6\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$  (每空 1 分,最后 2 空各 2 分,共 8 分)

解析:解答本题的突破口应选择 X,它既能和强酸反应,又能和强碱溶液反应,且受热分解生成 A、B、C 三种物质可初步确定 X 为碳酸的铵盐,则 A 为  $\text{NH}_3$ , B 为  $\text{H}_2\text{O}$ , C 为  $\text{CO}_2$ , D 是  $\text{NO}$ , E 是  $\text{O}_2$ ,由  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  知, F 是  $\text{NO}_2$ ,因  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$  知, G 为  $\text{HNO}_3$ 。

解题回顾:通过本题的解答可将既能和强酸反应又能和强碱反应的物质归纳如下:

(1)  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2)  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$   $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

(3)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

(4)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightleftharpoons \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$   $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

20. 答案:(1) He、Be、Fe(3 分) (2)  $\text{AlCl}_3$ (2 分) (3)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$   $\text{HNO}_3$ (每空 1 分) (其他合理答案也给分) (4) 0.1(3 分)

解题回顾:元素周期表是元素周期律的具体表现形式,通过本题的解答表明:要熟练解答有关元素周期律有关习题必须要熟记元素周期表,从横的方面要记住 1 至 4 周期元素,从纵的方面要熟记 7 个 A 族、7 个 B 族、1 个 VIII 族和 1 个 0 族。

21. 答案:(1) ①  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ②  $12\text{e}^-$  ③  $1.8 \times 10^{24}$ (每空 1 分)

(2) ① 增强废水导电性 ② 阳极:  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$  阴极:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ (3 分)

③  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

④ 当电解酸性工业废水时,溶液中  $\text{H}^+$  趋向阴极放电生成  $\text{H}_2$  时,打破了水的电离平衡使溶液中  $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$ ,所以随着电解的进行,溶液显碱性而使  $\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  沉淀下来达到保护环境不受污染的目的。(2 分)

解题回顾:本题以铬元素为载体考查中学化学主干知识,例如氧化还原反应的有关概念、电解的有关知识点以及离子反应方程式的书写,全题显得新颖别致,所考查的基本概念为近年来高考考查的热点。有关铬元素的知识点在中学化学中出现的频率较高,现系统归纳如下:

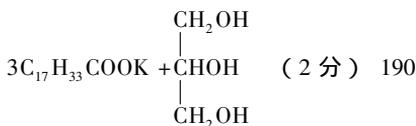
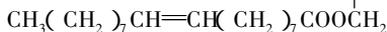
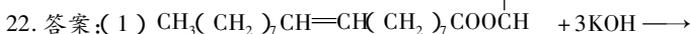
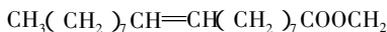
最重的气体元素:氡( $\text{Rn}$ ),密度为  $1.002 \times 10^{-2}$  克/立方公分,1900 年为 Dom(德)所发现。

Http://www.tesoon.com

(1) 铬的常见化合物: 因 Cr 的 6 个价电子都能参与成键, 所以铬能生成多种化合物。常见的有  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 $\text{H}_2\text{CrO}_4$  等。

(2)  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  是由 2 分子  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  脱去 1 分子水后的产物, 故称为重铬酸。

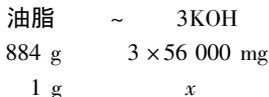
(3) 铬的可溶性化合物主要用于电镀工业, 但其废水中含可溶性  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , 故必须经处理后才能排放, 处理的方法一般用电解法或加绿矾处理。



(2) ① C=C 键 ② 烃基碳原子个数少 ③ 烃基中含 C=C 键少

(3) 15.9 (4)  $n=4$  (每空 1 分, 共 6 分)

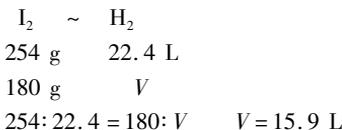
解析: (1) 本题中油脂是油酸甘油酯, 1 mol 油脂耗 3 mol KOH, 皂化后的产物为油酸钾和甘油。



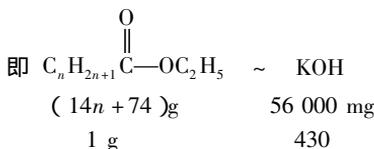
$x = 190 \dots \dots$  即皂化值

(2) ① 亚麻仁油与花生油相比, 皂化值相近, 但碘值要大近 2 倍, 说明亚麻仁油所含的“C=C”键多; ② 黄油比牛油的皂化值大, 而碘值相等, 说明黄油相对分子质量较小, 即高级脂肪酸中烃基碳原子个数少; ③ 硬化大豆油碘值很小, 说明其中的“C=C”键很少。

(3) 碘值是 100 g 油脂加成碘的克数。不饱和“C=C”键加成碘或氢气的物质的量相等, 故有



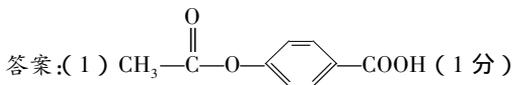
(4) 此酯水解时, 1 mol 酯耗 1 mol KOH。



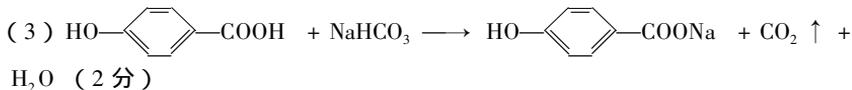
解得  $n=4$ 。

解题回顾: 本题将人类重要的营养物质的有关考点置于新情境之中进行考查。解答新情境试题, 首先要读懂新信息, 例如皂化值、碘值等新概念, 然后再依据化学概念进行解题。新情境试题的最大特点是起点高、落点低, 考查的是中学化学课本中的基本概念。

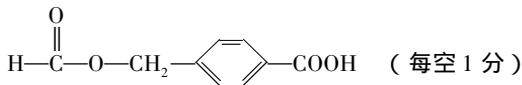
23. 解析: 由 A 的相对分子质量为 180 且结构中含苯环具有酸性, 即含—COOH 且苯环上的一氯代物仅 2 种, 可推知 A 的结构简式为:  $\text{CH}_3\text{COO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$  则全题可解。



(2) 水解反应(或取代反应) 酯化反应(或取代反应) (每空 1 分)

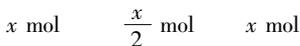
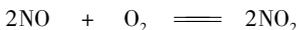


(4) B (2 分)

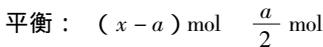
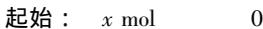


24. 答案:  $n(\text{NO}_2) : n(\text{N}_2\text{O}_4) : n(\text{O}_2) = 2:1:2$

解析: 设  $\text{NO}$ 、 $\text{O}_2$  均为  $x$  mol, 有  $a$  mol  $\text{NO}_2$  转化为  $\text{N}_2\text{O}_4$  则:



由于上述反应能进行到底, 故混合气体中剩余  $\frac{x}{2}$  mol  $\text{O}_2$  ..... (3 分)



当温度一定时气体体积之比等于其物质的量之比:  $\frac{x-a}{(x-a) + \frac{a}{2} + \frac{x}{2}} \times 100\% =$

40% 解之得  $a = \frac{x}{2}$  mol ..... (3 分)

混合气体中  $n(\text{NO}_2) = \frac{x}{2}$  mol,  $n(\text{N}_2\text{O}_4) = \frac{x}{4}$  mol,  $n(\text{O}_2) = \frac{x}{2}$  mol,

$$n(\text{NO}_2) : n(\text{N}_2\text{O}_4) : n(\text{O}_2) = \frac{x}{2} : \frac{x}{4} : \frac{x}{2} = 2 : 1 : 2 \dots\dots\dots (2 \text{分})$$

解题回顾:解答有关化学平衡计算题时,有时涉及到的化学反应为不可逆反应,例如本题  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ , 若将其当成可逆反应来处理则导致解答出错,因此在解答这一类型题目时一定要注重审题,注意混合气体中的组分。

25. 解析:此题是一道推理型计算题,它以反应  $\text{AlCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl}$   $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  为考查的核心,能力点在过量问题的计算上。

答案:实验(3)比实验(2)少用 40 mL 乙溶液,却产生了更多的沉淀,由此说明乙为 NaOH 溶液,甲为  $\text{AlCl}_3$  溶液。(3分)

(1)求 NaOH 的物质的量浓度:

由题意知 40 mL NaOH 可溶解  $\text{Al}(\text{OH})_3$  质量为  $(3.12 - 1.56) \text{g}$ , 故



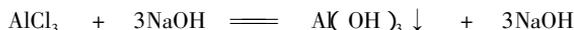
$$78 \text{ g} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ mol}$$

$$(3.12 - 1.56) \text{g} \quad 0.02 \text{ mol}$$

$$\therefore c(\text{NaOH}) = \frac{0.02 \text{ mol}}{0.04 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad (3 \text{分})$$

(2)求  $\text{AlCl}_3$  的物质的量浓度:

120 mL  $\text{AlCl}_3$  溶液与 440 mL NaOH 溶液反应可得 1.56 g 沉淀,设  $\text{AlCl}_3$  的物质的量为  $x \text{ mol}$ , 而  $n(\text{NaOH}) = 0.44 \text{ L} \times 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.22 \text{ mol}$



$$x \text{ mol} \qquad 3x \text{ mol} \qquad \qquad x \text{ mol}$$



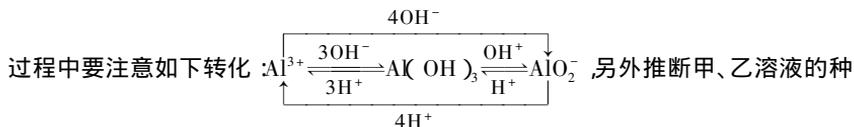
$$(0.22 - 3x) \text{ mol} \qquad \qquad (0.22 - 3x) \text{ mol}$$

$$\therefore m[\text{Al}(\text{OH})_3] = [x - (0.22 - 3x)] \text{ mol} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.56 \text{ g}$$

$$\therefore x = 0.06$$

$$c(\text{AlCl}_3) = \frac{0.06 \text{ mol}}{0.12 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}. \quad (4 \text{分})$$

解题回顾:此题的数据有一定的迷惑性,实质上考查了  $\text{Al}(\text{OH})_3$  的两性。在推理



类是本题的能力点,也是同学们入其门庭的阻力所在。

