

命题调研

命题研究与备考策略

2006年理科综合试题以能力测试为主导,考查考生对物理、化学、生物3个学科的基础知识、基本技能的掌握情况,以及掌握和应用这些基础知识、基本技能分析问题、解决问题的能力,其最大的特点是体现了新课程改革的新理念和高考改革的新举措,注重与新课程教材的接轨,注重考生的探究意识和探究能力。下面就今年全国(含各省市)理科综合化学试题和上海、广东、江苏化学单科试题的命题特点作一简要的分析。

一、考查形式与特点

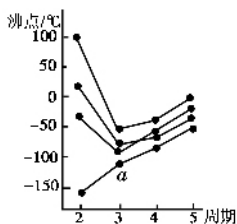
1. 回归教材

2006年高考化学试题的明显特点是回归教材(注重基础知识的考查、注重对课后习题的变式、拓展和延伸),如北京卷第10题、全国卷I第11题、上海卷的第2题等。

【例1】(2006年高考北京卷第10题)右图中每条折线表示周期表ⅣA~ⅦA中的某一族元素氢化物的沸点变化,每个小黑点代表一种氢化物,其中a点代表的是

- A. H_2S B. HCl
C. PH_3 D. SiH_4

答案 D



命题意图与预测 本题考查同主族元素氢化物的沸点变化规律和氢键的知识,考查考生的识图能力和分析解决问题的能力。氢键对物质熔沸点的影响是中学化学的难点之一,在备考复习中要注意总结。预计在今后高考中,此类型题将继续出现。

【例2】(2006年高考全国卷I第11题)在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液中存在如下电离平衡: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$

对于该平衡,下列叙述正确的是

- A. 加入水时,平衡向逆反应方向移动
B. 加入少量 NaOH 固体,平衡向正反应方向移动
C. 加入少量 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$ 溶液,溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小
D. 加入少量 CH_3COONa 固体,平衡向正反应方向移动

答案 B

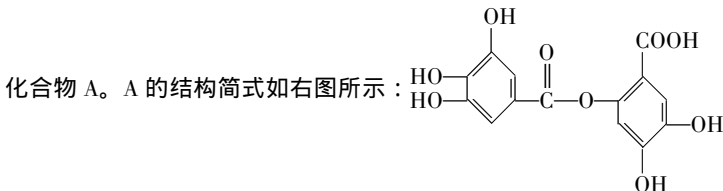


命题意图与预测 电离平衡是重要的基本理论知识,也是近年高考的重要知识点之一。本题以外加物质对平衡移动的影响为题材,考查考生的分析能力。电离平衡知识仍会以选择题的形式出现在今后的高考中。

2. 联系实际

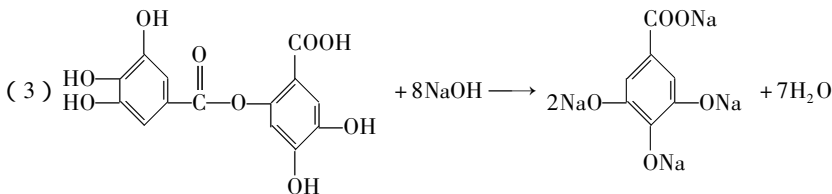
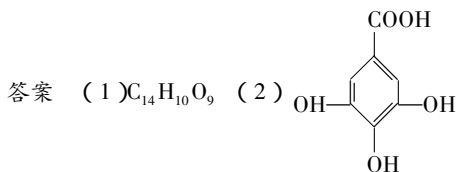
2006 年高考不仅注重回归教材,而且也注重利用化学视角分析和解决生产生活中的实际问题,如全国卷 II 第 29 题的莽草酸、全国卷 I 第 29 题的消毒剂萨罗、北京卷第 27 题的化工生产、天津卷第 12 题的海洋电池、四川卷第 28 题的有机物五倍子和第 29 题天然气合成尿素等。

【例 3】(2006 年高考四川卷第 28 题)四川盛产五倍子。以五倍子为原料可制得

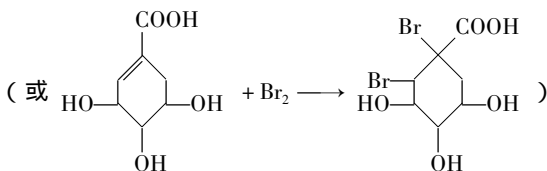
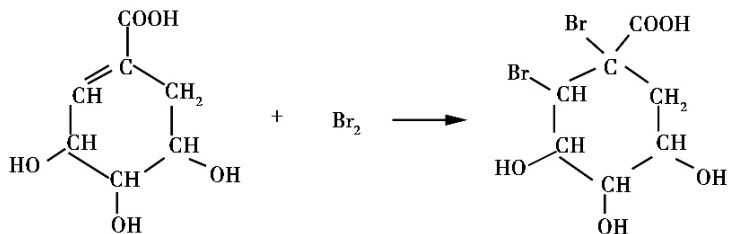


请解答下列各题:

- (1) A 的分子式是_____。
- (2) 有机化合物 B 在硫酸催化条件下加热发生酯化反应可得到 A。请写出 B 的结构简式:_____。
- (3) 请写出 A 与过量氢氧化钠溶液反应的化学方程式:_____。
- (4) 有机化合物 C 是合成治疗禽流感药物的原料之一。C 可以看成是 B 与氢气按物质的量之比 1:2 发生加成反应得到的产物。C 分子中无羟基与碳碳双键直接相连的结构,它能与溴水反应使溴水褪色。请写出 C 与溴水反应的化学方程式:_____。



(4)



命题意图与预测 有机物推断与合成是高考的重要考点,本题以四川盛产的五倍子和合成治疗禽流感药品为材料考查有机物之间的转化关系、有机物结构式和分子式的书写、有机反应方程式的书写等。

从近年高考来看,有关有机化学的推断题多与生产生活实际相联系,预测在2007年的高考中有机化学的考查仍然会以这种方式进行考查。

3. 试题具有一定的开放性

注重思维和答案的开放性(全国卷 I 第 27 题的置换反应和第 29 题的有机计算、全国卷 II 第 27 题的等电子体等)。

【例 4】(2006 年高考全国卷 II 第 27 题)已知 X、Y、Z 都是短周期的元素,它们的原子序数依次递增。X 原子的电子层数与它的核外电子总数相同,而 Z 原子的最外层电子数是次外层电子数的三倍,Y 和 Z 可以形成两种以上气态化合物,则

(1) X 是____, Y 是____, Z 是____。

(2) 由 Y 和 Z 组成,且 Y 和 Z 质量比为 7:20 的化合物的化学式(分子式)是____。

(3) 由 X、Y、Z 中的两种元素组成,且与 X_2Z 分子具有相同电子数的两种离子是____和____。

(4) X、Y、Z 可以形成一种盐,此盐中 X、Y、Z 元素的原子的个数比为 4:2:3,该盐的化学式(分子式)是____。

答案 (1) 氢 氮 氧 (2) N_2O_5 (3) NH_4^+ 、 OH^- 、 H_3O^+ 、 NH_2^- 四种微粒中的任意两种 (4) NH_4NO_3

命题意图与预测 本题以元素的推断为题材,考查元素的推断、化学式的书写、等电子体等知识。从近几年的高考来看,等电子体一直是高考的热点内容,但考查的方式有所不同,可谓是常考常新,本题的第(3)问具有一定的开放性,也是目前课程改革的重要方



面,有利于新课程改革的推行与实施。预测 2007 年的高考中会继续考查等电子体理论,出现的方式可能仍然是填空题;另外 2007 年高考仍会注重试题的开放性(可以是题目答案的开放,也可以是解答问题的方法的开放或题目条件的开放等)。

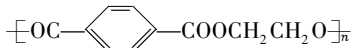
二、2007 年高考命题趋向预测

从近几年的高考以及新课程改革的实际情况来看,2007 年的高考仍会注重基础知识和基本技能的考查,同时注重利用化学视角解决现实生活中的有关问题,而且会渗透新课程改革的重要思想,以推进新课程改革的实施。因此我们对 2007 年高考作如下命题趋势预测:

1. 联系生产生活实际

利用化学视角解决生产生活中的问题是近年来理科综合的一个突出特征,也是《考试大纲》要求的重要能力品质之一。

【例 1】奥运吉祥物福娃外材为纯羊毛线,内充物为无毒的聚酯纤维



下列说法正确的是

- A. 羊毛与聚酯纤维的化学成分相同
- B. 聚酯纤维和羊毛一定条件下均能水解
- C. 该聚酯纤维单体为对苯二甲酸和乙醇
- D. 由单体合成聚酯纤维的反应属加聚反应

解析 羊毛的化学成分是蛋白质,而聚酯纤维的化学成分是酯类,这两者的化学成分是不相同的,羊毛和聚酯纤维在一定的条件下都能水解,蛋白质最终水解成氨基酸,聚酯纤维水解成对苯二甲酸和乙二醇,因此该聚酯纤维是由对苯二甲酸和乙二醇经缩聚反应生成的。

答案 B

2. 注重对化学理论的考查

从近年的高考来看,化学理论一直是高考考查的重点内容,因此 2007 年的高考复习备考中仍然需要注意化学基本理论在高考中的地位。

【例 2】恒温恒容的密闭容器中,发生反应 $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons xC(g)$ 。

I、将 3 mol A 和 2 mol B 在一定条件下反应,达平衡时 C 的体积分数为 a ;

II、若起始时 A、B、C 投入的物质的量分别为 $n(A)$ 、 $n(B)$ 、 $n(C)$,平衡时 C 的体积分数也为 a 。

下列说法正确的是

- A. 若 I 达平衡时, A、B、C 各增加 1 mol,则 B 的转化率将一定增大
- B. 若向 I 平衡体系中再加入 3 mol A 和 2 mol B, C 的体积分数若大于 a ,可断定 $x > 4$
- C. 若 $x = 2$,则 II 体系起始物质的量应当满足 $3n(B) = n(A) + 3$
- D. 若 II 体系起始物质的量满足 $3n(C) + 8n(A) = 12n(B)$,可断定 $x > 4$

解析 A 项中需要考虑 x 的取值, $x < 3$ 时 B 的转化率增大, $x = 3$ 时 B 的转化率保持

不变 $x > 3$ 时 B 的转化率减小 ; B 项中 x 应小于 4 ; C 项中应满足通过折算后对应 A、B 的物质的量分别相等 , 所以可得关系式 $3 = n(A) + \frac{3}{2}n(C)$ $2 = n(B) + \frac{1}{2}n(C)$, 整理得 $3n(B) = n(A) + 3$; D 项中满足所给关系式时 A、B 的物质的量之比与原平衡相等 , 所以 $x = 4$ 。

答案 C

3. 注重对实验的考查

化学实验是学习化学的基础 , 也是学习化学的一种重要手段。从近年的高考来看 , 化学实验注重对实验设计能力和评价能力的考查 , 随着新课程改革的深入与发展 , 化学实验逐步关注研究性实验。

【例 3】某研究性学习小组为探究铜、锌与浓盐酸的反应 , 设计如下实验探究方案 :

一、实验用品 纯锌片、铜片、37% 的浓盐酸、蒸馏水、 CuCl_2 溶液

二、实验记录

交流卡片

NO 2006—SY—518

主题 锌、铜与浓盐酸反应

- A. 将锌片放入浓盐酸中 , 反应较快 ;
 B. 将锌片与铜片贴在一起 , 一同投入浓盐酸中 , 反应快速放出气体 ;
 C. 当 B 中锌片完全溶解后 , 将溶液加热 , 又产生气体 (值得进一步探究) , 得到无色溶液 ;
 D. 将上述反应后的溶液 , 隔绝空气 , 加入适量的水 , 出现白色沉淀。

三、提供资料

资料卡片

NO 2006—ZL—918

主题 生成一价铜的反应

① 课本上 : $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O}(\text{红色}) + 2\text{H}_2\text{O}$;

② $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI}(\text{白色}) + \text{I}_2$;

③ 氯化亚铜在不同浓度的 KCl 溶液中可形成 $[\text{CuCl}_2]^-$ 、 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 、 $[\text{CuCl}_4]^{3-}$ 等离子 , 且它们在溶液中均为无色。

四、请你参与以下探究 :

(1) 交流卡片中 , 实验 A 反应速率明显比 B 小 , 原因是_____。

(2) 铜在金属活动顺序表中位于氢之后 , 与盐酸不反应 , 依据交流卡片 C 又产生气体的事实作出如下推断 :

① 有同学认为是溶解在溶液中的氢气逸出 , 你认为是否合理 , 理由是_____。

② 某同学作了如下猜想 , 是否成立 ? 请你设计实验方案加以验证。

猜想	验证方法	预测现象及结论
认为铜片中含有锌等杂质		

(3) 对交流卡片 D 中的白色沉淀进行分析 : 不可能是 CuCl_2 , 因为 CuCl_2 溶液显蓝色



或绿色,也不可能是 $ZnCl_2$, 因为稀释后溶液更稀,不会产生沉淀。利用资料①、②大胆猜想,白色沉淀是 $CuCl$, 请你设计实验方案(若有多个只设计两个方案)。

	预设验证方法	预测的现象与结论
白色沉淀是氯化亚铜		

(4) 指导老师肯定了白色沉淀是氯化亚铜,请结合资料卡片③,写出铜与足量浓盐酸在加热条件下反应生成无色溶液和气体的化学方程式_____。交流卡片 D 中生成沉淀,实际是一个平衡问题,请写出这一平衡的关系式_____ (用离子方程式表示)。

(5) 就铜与浓盐酸反应,若还需要进一步探讨,你认为需要探究的内容有_____ (只提供一个实验课题即可)。

解析 本题为探究型实验题,考查对实验中异常现象的观察和分析能力,有利于培养学生的自学能力。(1)交流卡片 B 中主要是形成了原电池而加快了化学反应速率;(2)可以选用一种非氧化性的酸与铜片反应,观察实验中的现象(3)验证白色沉淀是否为 $CuCl$ 可以利用资料卡片中的信息③进行设计,另外,一价铜具有还原性,可设计实验将其氧化为二价铜。

答案 (1)铜、锌与浓盐酸一起组成了原电池,加快了反应速率 (2)①没有道理,因为氢气本身难溶于水

②

将铜片加入稀硫酸中并微热	若无气体放出,则不含锌等杂质; 若有气体放出,则有锌等杂质
--------------	----------------------------------

(3)

白色沉淀加入稀盐酸中,通入氧气(或稀硝酸等强氧化剂)	溶液变蓝色,说明是一价铜
向氯化亚铜悬浊液中加入 KCl 浓溶液	若白色沉淀消失且得无色溶液,则原白色沉淀为氯化亚铜,否则不是

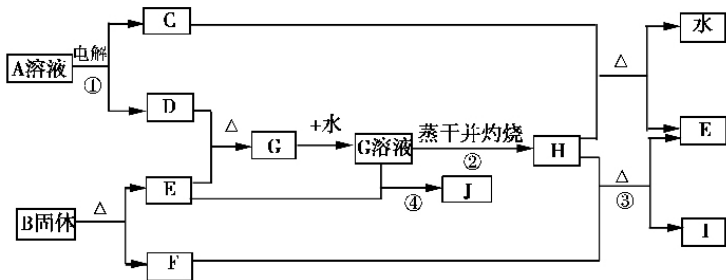
(4) $2Cu + 8HCl \xrightarrow{\Delta} 2H_2[CuCl_4] + H_2 \uparrow$ (或 $2Cu + 6HCl \xrightarrow{\Delta} 2H_2[CuCl_3] + H_2 \uparrow$, $2Cu + 4HCl \xrightarrow{\Delta} 2H[CuCl_2] + H_2 \uparrow$) $[CuCl_4]^{2-}(aq) \rightleftharpoons CuCl(s) + 3Cl^-(aq)$ 或 $[CuCl_3]^{2-}(aq) \rightleftharpoons CuCl(s) + 2Cl^-(aq)$, $[CuCl_2]^-(aq) \rightleftharpoons CuCl(s) + Cl^-(aq)$

(5) 用变量控制法探讨铜与盐酸反应生成氢气和白色沉淀时盐酸的适宜浓度

4. 关注无机推断和有机推断

化学推断在高考中经常考查,这类问题要求对元素化合物的知识之间、有机物各知识点之间建立横向知识网络,解答过程中善于捕捉题目中的“题眼”。

【例4】已知C、D、F、I均为常见气体,E为常见金属,G溶液蒸干并灼热得红棕色粉末H,I是一种能导致温室效应的气体,B由三种元素组成。它们有如下框图关系:



试回答下列问题:

- (1) 反应①阳极的电极反应式_____。
- (2) 反应③的化学方程式_____。
- (3) 反应④的离子方程式_____。
- (4) 反应②蒸干并灼烧最终得H而不是无水的G,试用文字和方程式简述其理由:_____。

(5) 已知B的结构为三角双锥(如右图示),图中○代表F分子,●代表E原子,写出B的化学式_____。

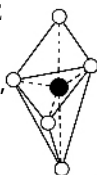
解析 因G溶液蒸干后得到红棕色粉末H,可知H为氧化铁,G为铁盐,且G中的酸根离子对应的酸为挥发性酸,结合G的生成可知E为铁单质,D为氯气,C为氢气,又因I是一种能导致温室效应的气体,所以可知I为CO₂,F为碳单质或CO,又F为气体,所以F为CO,根据B的结构可知B为FeC₅O₅。

答案 (1) $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ (2) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (3) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ (4) FeCl₃溶液中存在 $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$,加热促进水解,又由于生成的氯化氢不断挥发,使水解完全,生成的Fe(OH)₃灼烧时发生分解 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{灼烧}} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$,所以得到的是Fe₂O₃,得不到无水FeCl₃ (5) Fe(CO)₅(或FeC₅O₅)

三、复习建议

1. 扣两纲,落实学科主干

每年的高考试题都充分体现了《考试大纲》的要求,特别是近几年试题的连续性、稳定性维护了《考试大纲》的权威性。通过研究《考试大纲》和近几年的考试题,弄清高考试题的命题思路、知识点的考查方法和考查思路,从中寻找关于能力考查的基本思路和基本方式,把握复习的深度和广度,使复习备考有正确的方向。



由于“以能力立意”的考试并不过分强调知识覆盖面,复习的重点毫无疑问应该是学科主干知识。事实上,主干知识的考查更多表现在对学科主干思维方式的考查上,透过一定的情境,考查考生是否具备本学科最基本的思维品质,透过某一解题过程,考查考生是否具备本学科最主要的学科技能和研究方法。可见,“主干知识”的再复习不是浮在众多知识表面上找重点,而是要挖掘沉淀在知识背后的“学科主干思维”。

2. 抓重点,突破实验和推断

化学是一门以实验为本的科学,实验的做与不做效果不一样,开放做与封闭做效果也不一样,保守做与创新做效果会更不一样。

在实验复习中,通过分析一个典型实验,要总结一类实验规律,明确选择仪器的原则,对各类实验,都要亲自动手做一遍,培养实际操作技能。

化学推断题的讨论,既有利于巩固化学知识,又有利于提高解题的综合能力。高考化学推断题包括实验推断题、有机物推断题和无机物推断题,它对考生的思维能力和知识网络构造提出了较高的要求,要求考生有较深厚的化学功底,知识网络清晰,对化学的所有知识点(如元素、化合物的性质)了如指掌。复习过程中掌握各类元素化合物的相互转化关系、化学反应中的特征反应或物质的特殊颜色,从而把握推断题的突破口。

3. 明主线,强化方法能力

注重方法。成绩的提高,除了要有端正的复习态度,还要有正确、科学的复习方法,这样才能在有限的时间内,取得高效的复习效果。选用复习资料要有目的性,避免题海战术和疲劳战术,讲求效率。其次,要制定合理的复习计划,及时总结听课方法、识记的方法、解题方法等,使自己能够在科学、合理的复习过程中学得轻松、学得扎实、学有所成。

强化能力。高考试题强调以能力立意,突出能力考查。特别是近几年来,越发强调对能力的考查。因此,在复习的时候,既要全面复习,又要有重点地复习,通过各种题型训练,培养和提高能力。

重点突破



重点一 基本概念

重点
研析

化学概念是对物质及其变化的本质特征的反映,在高考中占有很重要的地位。高考试题中对基本概念的考查形式为选择题和填空题。近几年出题的热点主要有:化学用语、阿伏加德罗常数、化学反应与能量变化、溶液及有关计算等。

复习基本概念要做到“准确”、“系统”、“灵活”,抓好以下三点:(1)以高考考点、热点、难点为依据,合理设置复习内容和练习题,熟练掌握常规解题思路,注重方法、技巧,不求面面俱到,但求在某些考点的深度和广度的挖掘上有所突破。(2)加强对比相似概念的异同,理顺不同概念间的联系,进而形成连贯的知识系统。(3)必须将化学知识总结归纳成规律,并运用规律解决实际问题。

典例
调研

考点一 对化学用语、表达式的考查

【调研1】 有关化学用语正确的是

A. 乙烯的最简式: C_2H_4

B. 乙醇的结构简式: C_2H_6O

C. 四氯化碳的电子式: $Cl : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{C}} : Cl$

D. 臭氧的分子式: O_3

解析 本题主要考查考生对几个重要化学概念的理解程度。A项中,乙烯的最简式应为 CH_2 ,而不是 C_2H_4 (分子式);B项中,结构简式是表示有机物结构的式子,主要区别于分子式,一般在书写时突出有机物的官能团,乙醇的结构简式应为 C_2H_5OH 或 C_2H_5-OH ;C项中,遗漏了4个氯原子的最外层电子。答案为D。

发散类比 化学用语及其应用是近几年高考考查的热点,在复习中多记忆、勤整理总结,在记忆中加深理解,在理解中强化记忆。例如:最简式为 CH_2 的有机物是烯烃;最简式为 CH_2O 的有机物主要有 $HCHO$ 、 CH_3COOH 、 $HCOOCH_3$ 、 $C_3H_6O_3$ (乳酸)、 $C_6H_{12}O_6$ (葡萄糖)等。

误区警示 在复习化学用语时应注意以下几个问题:①不能将化学专有名词写错:如将“苯酚”写成“笨酚”,将“乙酸乙酯”写成“乙酸乙脂”,将“坩埚”写成“坩锅”;另外,会写操作的关键字:过滤、蘸取等。②书写化合物的电子式时,不仅要注意写明最外层的电子数,还应注意原子间的连接顺序。如 $HClO$ 的电子式是 $:Cl : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} : H$,过氧化钠的电子式是 $Na^+ [: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} :]^- Na^+$ 。还要注意原子(离子)结构示意图、分子结构模型等的考查。③有机化合物中有关原子的特殊连接方式,如酯化反应中酸脱羟基、醇脱氢,羟基直接连在烃基上(醇)和连在苯环上(酚类)等。

重点
突破

考点二 对阿伏加德罗常数的考查

【调研 2】阿伏加德罗常数约为 $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。下列叙述中正确的是

- A. 标准状况下 2.24 L 苯中约含有 3.612×10^{23} 个碳原子
 B. 常温常压下, 氧气和臭氧的混合物 16 g 中约含有 6.02×10^{23} 个氧原子
 C. 25 °C 时 1 L pH = 13 的氢氧化钠溶液中约含有 6.02×10^{23} 个氢氧根离子
 D. 0.5 mol CH_4 中约含有 6.02×10^{24} 个电子

解析 A 项中, 因为苯是液体, 2.24 L 苯的物质的量远大于 1 mol, 所以 A 错误; B 项中, 利用极值讨论法。假设只有氧气为 0.5 mol (16 g), 含有氧原子为 1 mol; 假设只有臭氧为 $1/3$ mol (16 g), 含有氧原子为 $3 \times 1/3 = 1$ mol。所以氧气和臭氧的混合物 16 g 中约含有 6.02×10^{23} 个氧原子; C 项中, 因为 1 L pH = 13 的氢氧化钠溶液约含有 0.1 mol OH^- , 即 6.02×10^{22} 个氢氧根离子, 故 C 错误; D 项中, 由于一个 CH_4 分子中含有 10 个电子, 故 0.5 mol CH_4 中约含有 $0.5 \text{ mol} \times 10 \times 6.02 \times 10^{23} = 3.01 \times 10^{24}$ 个电子, D 错误。答案为 B。

误点警示 关于阿伏加德罗常数 (N_A) 的高考试题, 常常设置一些陷阱, 主要有以下几个方面:

① 状况条件: 考查气体时经常给出非标准状况, 如常温常压下 ($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$, 25 °C)。② 物质状态: 考查气体摩尔体积时, 常用在标准状况下非气态的物质来迷惑, 如 H_2O 、 SO_3 、己烷、辛烷、 CHCl_3 等。③ 物质结构和晶体结构: 考查一定物质的量的物质中含有多少微粒 (分子、原子、电子、质子、中子等) 时常涉及稀有气体 He、Ne 等单原子分子和 Cl_2 、 N_2 、 O_2 、 H_2 等双原子分子。晶体结构: P_4 、金刚石、石墨、二氧化硅等结构及化学键的数目。④ 氧化还原反应: 考查指定物质参加氧化还原反应时, 常设置氧化还原反应中电子转移 (得失) 数目方面的陷阱。如 $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Cl}_2 + \text{NaOH}$ 、电解 AgNO_3 溶液等。⑤ 电离、水解: 考查电解质溶液中微粒数目或浓度时常涉及弱电解质的电离、盐类水解方面的陷阱。⑥ 粒子胶体的胶粒是许多分子的集合体, 如 1 mol 铁完全转化为氢氧化铁胶体后, 胶粒数远小于 N_A 。

考点三 对反应热及热化学反应方程式的考查

【调研 3】(2006 年高考江苏卷第 8 题) 下列各组热化学方程式中, 化学反应的 ΔH 前者大于后者的是

- ① $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g) \Delta H_1$ $\text{C}(s) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) = \text{CO}(g) \Delta H_2$
 ② $\text{S}(s) + \text{O}_2(g) = \text{SO}_2(g) \Delta H_3$ $\text{S}(g) + \text{O}_2(g) = \text{SO}_2(g) \Delta H_4$
 ③ $\text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) = \text{H}_2\text{O}(l) \Delta H_5$ $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) = 2\text{H}_2\text{O}(l) \Delta H_6$
 ④ $\text{CaCO}_3(s) = \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g) \Delta H_7$ $\text{CaO}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) = \text{Ca(OH)}_2(s) \Delta H_8$

- A. ① B. ④ C. ②③④ D. ①②③

解析 本题考查热化学方程式与物质的状态、化学计量数等之间的关系。①中, 由

$\text{C}(s) \rightarrow \text{CO}_2(g)$ 和 $\text{C}(s) \rightarrow \text{CO}(g)$, 反应放出的热量前者大于后者, 但因为反应放热 $\Delta H < 0$, 故 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ ①错误; ②中 $\text{S}(s)$ 和 $\text{S}(g)$ 相比 $\text{S}(g)$ 含有能量高, 完全燃烧得到 $\text{SO}_2(g)$, 反应放出的热量前者小于后者, 因为反应放热 $\Delta H < 0$, 故 $\Delta H_3 > \Delta H_4$ ②正确; ③中, 反应热与化学计量数成正比关系, 反应放出的热量前者小于后者, 但因为反应放热 $\Delta H < 0$, 故 $\Delta H_5 > \Delta H_6$ ③正确; ④中, $\text{CaCO}_3(s)$ 分解吸收热量, $\Delta H_7 > 0$, $\text{CaO}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) = \text{Ca}(\text{OH})_2(s)$ 放出热量, $\Delta H_8 < 0$, 故有 $\Delta H_7 > \Delta H_8$ ④正确。答案为 C。

知识链接 热化学方程式书写时应该注意以下几点:

- ①要注明反应的温度和压强, 若反应在 298 K 和 101 kPa 条件下进行, 可不予注明。
- ②要注明反应物和生成物的聚集状态(分别以 s、l、g、aq 表示固态、液态、气态、稀水溶液), 不能再写 \downarrow 和 \uparrow 符号, 也不写“ Δ ”等条件符号。不同状态的反应物或得到不同状态的生成物, 热量变化是不同的。
- ③反应方程式中物质的化学计量数只表示反应物与生成物的物质的量, 不表示原子或分子个数, 所以可以为整数或分数。
- ④要注意正确书写反应热。 $\Delta H > 0$ 为吸热反应(用“+”表示), $\Delta H < 0$ 为放热反应(用“-”表示); ΔH 的数值必须与物质的化学计量数相对应成比例。

考点四 对离子反应、离子方程式的考查

【调研 4】某无色溶液, 由 Na^+ 、 Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 、 AlO_2^- 、 MnO_4^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 中的若干种组成, 取该溶液进行如下实验:

- ①取适量试液, 加入过量盐酸, 有气体生成, 并得到溶液。
 - ②在①所得溶液中再加入过量碳酸氢铵溶液, 有气体生成, 同时析出白色沉淀甲。
 - ③在②所得溶液中加入过量氢氧化钡溶液, 也有气体生成, 并有白色沉淀乙析出。
- 根据上述实验回答下列问题:

- (1) 溶液中一定不存在的离子是 _____;
- (2) 一定存在的离子是 _____;
- (3) 判断沉淀乙成分的方法是 _____。

解析 由溶液无色知 MnO_4^- (紫红色) 一定不存在, 加入过量盐酸, 有气体放出, 可知溶液中一定有 CO_3^{2-} , 则与 CO_3^{2-} 不能共存的 Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 均不存在。在①所得溶液中再加入过量碳酸氢铵溶液, 有气体生成, 应是过量盐酸与碳酸氢铵作用的结果, 同时析出的白色沉淀甲应为 NH_4^+ 与 AlO_2^- 作用生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀。

在②所得溶液中加入过量氢氧化钡溶液, 也有气体生成, 同时析出白色沉淀, 这是由于过量碳酸氢铵引入的 NH_4^+ 、 HCO_3^- 与过量氢氧化钡溶液带入的 OH^- 、 Ba^{2+} 反应的结果, 则沉淀中一定含有 BaCO_3 , 可能含有 BaSO_4 , 考虑溶液中应同时含阴、阳离子, 则唯一的阳离子 Na^+ 一定存在。

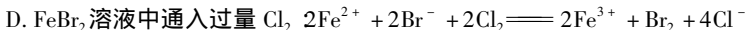
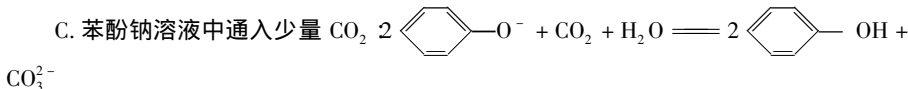
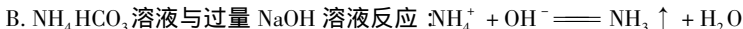
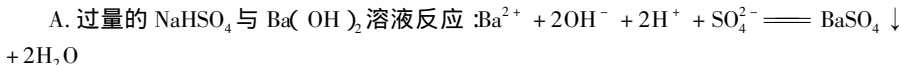
欲判断乙中是否含有 BaCO_3 和 BaSO_4 或只含有 BaCO_3 , 需加入盐酸, 观察沉淀是否全部溶解, 若沉淀全部溶解, 则乙为 BaCO_3 , 若沉淀部分溶解, 则乙为 BaCO_3 和 BaSO_4 。

答案 (1) Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Al^{3+} 、 MnO_4^- (2) Na^+ 、 AlO_2^- 、 CO_3^{2-}

(3) 加入盐酸, 观察沉淀是否全部溶解

评价探究 本题的实质是离子共存与实验操作相结合的综合题, 它能很好地考查学生对知识的灵活掌握情况, 具有较高的区分度, 在高考复习中需加以关注。由于“离子共存”知识一直是高考的重点、热点, 但常见的考查题型为选择题, 所以这种题型是一种发展趋势。

【调研 5】 下列离子方程式中正确的是



解析 A 项中 NaHSO_4 过量, 则 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 完全反应, Ba^{2+} 和 OH^- 的物质的量比为 1:2, A 项正确; B 项中 HCO_3^- 也能跟 OH^- 反应, 只写 NH_4^+ 跟 OH^- 反应是不完整的; C 项中, $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 跟 CO_2 反应只能生成 HCO_3^- , 不能生成 CO_3^{2-} , C 项不正确; D 项中 Cl_2 过量, FeBr_2 完全被氧化, 反应式中 Fe^{2+} 与 Br^- 的物质的量之比应为 1:2, 故 D 项错误。答案为 A。

知识链接 判断离子方程式书写正误的方法——“五查五看”。

五查 ①查物质是否拆成离子形式, 若该拆, 拆写是否正确; ②查等号、箭号、可逆号是否应用恰当, 如氢氧化铁胶体的制取反应, 则不能用可逆号和沉淀符号; ③查两个守恒, 即质量守恒和电荷守恒; ④查电子得失总数是否相等; ⑤查阴、阳离子的比例与它们形成化合物时的比例是否相符, 如本题中 D 项的离子方程式, 虽然符合质量守恒和电荷守恒, 但不符合离子化合物中的比例关系, 仍是错误的。正确写法是 $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$ 。

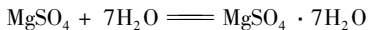
五看 ①看反应环境, 不在溶液中反应的离子化合物反应不能写离子方程式, 如实验室用固体 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 制 NH_3 的反应。②看物质的溶解性, 如向澄清石灰水溶液中通入适量 CO_2 , 应写成 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$; 石灰乳(或熟石灰的浑浊液)和 Na_2CO_3 作用时应写成 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$ 。③看反应的可能性, 书写前看有无多种离子参加不同的反应, 谨防漏写, 如本题中 B 项的错误。类似的还有 NaHSO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 CuSO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等。④看反应物用量, 如本题中 A、C、D, 又如澄清石灰水跟过量(少量) NaHCO_3 反应。⑤看操作顺序, 操作顺序不同, 其离子方程式有的也不同, 如 NaOH 溶液与 AlCl_3 溶液的互滴, 氨水与 AgNO_3 溶液的互滴。

考点五 对物质的量浓度、溶解度的考查

【调研6】某温度下将 a g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 溶于 b g 水得到饱和溶液(密度为 d g \cdot mL $^{-1}$) ,下列说法中正确的是

- A. 该温度下 MgSO_4 的溶解度为 $12\ 000a/(126a+246b)$ g
 B. 该温度下 MgSO_4 的饱和溶液中 MgSO_4 的质量分数为 $a/(a+b) \times 100\%$
 C. 该温度下 MgSO_4 的饱和溶液中 $c(\text{Mg}^{2+}) = ad/246(a+b)$ mol \cdot L $^{-1}$
 D. 向足量该饱和溶液中加入 1.2 g MgSO_4 将析出 2.46 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体

解析 a g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 中含 MgSO_4 : $120a/246$ g ,含水 : $126a/246$ g ,故 MgSO_4 的溶解度为 $S/100 = (120a/246)/(126a/246 + b)$,解得 $S = 12\ 000a/(126a+246b)$ g ,故 A 项正确 ; MgSO_4 的质量分数为 $(120a/246)/(a+b) \times 100\%$,故 B 项错误 ; $c(\text{Mg}^{2+}) = c(\text{MgSO}_4) = 1\ 000d \times [(120a/246)/(a+b)]/120$ mol ,故选项 C 错误 ; 对于选项 D :



120

246

1.2 g

2.46 g

由于 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 析出时带出原饱和溶液中的溶剂 故还会再析出 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 故最终析出 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的质量必大于 2.46 g ,故 D 选项错误。答案为 A。

评价探究 解答此类题的基本思路是 : 从物质的量浓度的定义出发 ,由溶质的质量、微粒数、标准状况下的气体体积、化学式等求出溶质的物质的量 ,由溶质质量通过密度换算或根据稀释、浓缩、混合以及化学反应前后体积的变化求出溶液的体积 ,继而求二者之比即得出物质的量浓度。因此 ,要掌握解答此类计算题的规律 ,必须从化学计算的基本核心和相互换算入手。

技巧点拨 应试策略是抓住基本公式 ,利用溶质守恒、“杠杆和数轴”等规律 ,进行分析推导解答。此外 ,高考试题中经常出现有关物质溶解度与物质的量浓度的换算问题、溶液蒸发及结晶水合物的处理等 ,对这类题目一般是通过构造新饱和溶液、理解无水物及蒸发后析出带结晶水物质的处理、不饱和溶液的拆分等帮助解决。

强化闯关

1. (基础题)下列各选项中对化学反应类型的论述肯定正确的是

- A. 分解反应都属于氧化还原反应
 B. 化合反应都属于非氧化还原反应
 C. 复分解反应肯定都属于非氧化还原反应

D. 有单质参与反应并有新单质生成的反应肯定都是氧化还原型的置换反应

2. (基础题)下列说法中正确的是

- A. 有些吸热反应在常温下也能自发进行
 B. H_2O 比 H_2S 的热稳定性好是因为前者可以形成氢键
 C. 离子方程式 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 表示所有强酸和强碱的中和反应
 D. 在空气中易变质的物质都是因为和氧气发生了氧化还原反应

3. (经典题) 3.48 g Fe_3O_4 完全溶解在 100 mL 1.00 mol/L 的 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 中, 然后加入 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$ 25.00 mL, 恰好使 Fe^{2+} 全部转化为 Fe^{3+} , 且 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 全部转化为 Cr^{3+} 。则 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的物质的量浓度为

- A. 0.250 mol · L⁻¹ B. 0.200 mol · L⁻¹ C. 0.150 mol · L⁻¹ D. 0.100 mol · L⁻¹

4. (经典题) 用 N_A 代表阿伏加德罗常数, 下列说法中正确的是

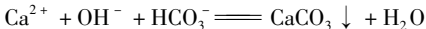
- A. 1 mol Na_2O_2 与足量水充分反应, 转移的电子数为 $2N_A$
 B. 标准状况下 2.8 g C_2H_4 和 CO 的混合气体, 含气体分子数小于 $0.1N_A$
 C. 0.1 mol CH_4 所含的电子数为 $1N_A$
 D. 46 g NO_2 和 N_2O_4 的混合物含有的分子数为 $1N_A$

5. (经典题) 下列离子方程式书写正确的是

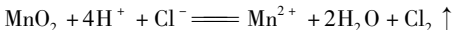
A. 金属钠与水反应:



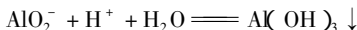
B. 澄清石灰水中加入少量的碳酸氢钠溶液:



C. 浓盐酸与二氧化锰混合共热:

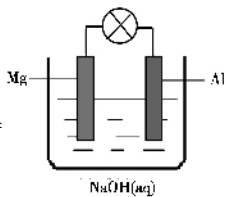


D. 向偏铝酸钠溶液中加入足量硫酸氢钠溶液:



6. (改编题) Mg 片和 Al 片用导线连接后, 插入盛有 NaOH 溶液的烧杯中形成原电池(如图所示), 对于该原电池叙述正确的是

- ① Mg 片是负极, 电子由 Mg 片经外电路流向 Al 片
 ② Al 为负极, 电极反应为: $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$, $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \longrightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
 ③ 这个原电池对外供电的原因是 Al 与 NaOH 溶液发生了自发的氧化还原反应
 ④ Mg 为负极, 发生的电极反应为: $6\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- = 6\text{OH}^- + 3\text{H}_2 \uparrow$



- A. ②③ B. ①④ C. ①③ D. ②④

7. (热点题) 在 25°C、101 kPa 下, 1 g 甲醇燃烧生成 CO_2 和液态水时放热 22.68 kJ, 下列热化学方程式正确的是

- A. $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$; $\Delta H = +725.8 \text{ kJ/mol}$
 B. $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$; $\Delta H = -1452 \text{ kJ/mol}$
 C. $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$; $\Delta H = -725.8 \text{ kJ/mol}$
 D. $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$; $\Delta H = +1452 \text{ kJ/mol}$

8. (易错题) 质量分数为 a 的某物质的溶液 $m \text{ g}$ 与质量分数为 b 的该物质的溶液 $n \text{ g}$ 混合后, 蒸发掉 $p \text{ g}$ 水, 得到的溶液每毫升质量为 $q \text{ g}$, 物质的量浓度为 c 。则溶质的分子量(相对分子质量)为

A. $\frac{q(am+bn)}{c(m+n-p)}$

B. $\frac{c(m+n-p)}{q(am+bn)}$

C. $\frac{1\,000q(am+bn)}{c(m+n-p)}$

D. $\frac{c(m+n-p)}{1\,000q(am+bn)}$

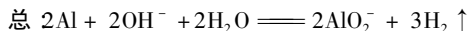
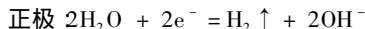
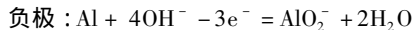
9. (热点题) 由氢气和氧气反应生成 1 mol 水蒸气放热 241.8 kJ, 写出该反应的热化学方程式: _____。若 1 g 水蒸气转化成液态水放热 2.444 kJ, 则反应 $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。氢气的燃烧热为 _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【参考答案】

1. C 一种物质变为多种物质的反应都是分解反应。在分解反应中, 有氧化还原型的分解反应, 如 $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$, 也有非氧化还原型的分解反应, 如 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 所以选项 A 错误; 凡两种或多种物质生成一种物质的反应都是化合反应。在化合反应中, 有氧化还原型的化合反应, 如 $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{NaCl}$; 也有非氧化还原型的化合反应, 如 $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}$, 所以选项 B 错误; 置换反应是单质与化合物反应并有新单质生成, 置换反应肯定属于氧化还原反应, 但是不能把置换反应定义为有单质参与并有新单质生成的反应, 如同素异形体在一定条件下的转换, 不属于置换反应, 也不是氧化还原反应, 选项 D 不正确。
2. A A 项中, 一个化学反应是吸热还是放热, 不是取决于该反应是否需要加热才能进行, 而是指当反应开始后, 该反应体系是吸收热量还是放出热量, 微观上决定于旧化学键与新化学键的键能大小, 故 A 项正确; B 项中, 两种气态氢化物的热稳定性是指受热分解的难易程度, 与分子中化学键有关, 而氢键只是分子间的作用力, 故 B 项错误; C 项中, 离子方程式 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 表示所有强酸和强碱发生中和反应生成可溶性盐的反应, 而有些中和反应还生成沉淀, 则不能用该离子方程式表示, 故 C 项错误; D 项中, 有些物质在空气中易变质是因为自身发生分解或与其他物质化合的结果, 如 HClO 的分解、 CaO 的变质等, 故 D 项错误。
3. D Fe_3O_4 中 +2 价铁所失电子的物质的量与 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 中 +6 价铬所得电子的物质的量相等。 $\frac{3.48 \text{ g}}{232 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times (3-2) = 0.025 \text{ mol} \times c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) \times (6-3) \times 2$, 解得 $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故选 D。
4. C A 项中, 因为在 Na_2O_2 中, O 元素的化合价为 -1 价, 反应中变为 0 价和 -2 价, 所以 1 mol Na_2O_2 与足量水反应, 转移电子数应为 $1.0N_A$, 故 A 错误; B 项中, 要注意 C_2H_4 和 CO 的分子量都是 28, 在标况下只要总质量一定, 混合气体的物质的量就不变, $2.8\text{g}/28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.1 \text{ mol}$, 所以 B 错误; D 项中, 因为 N_2O_4 的式量是 92, 利用极值讨论法。若 46 g 全部为 NO_2 , 分子数为 $1N_A$, 若 46 g 全部为 N_2O_4 , 分子数为 $0.5N_A$, 所以分子数应为 $0.5N_A \sim 1N_A$ 之间, 故 D 项错误。
5. B A 项中, 方程式左右两边离子所带电荷不相等; B 项中, NaHCO_3 不足、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 过

量 HCO_3^- 转化为 CO_3^{2-} ; C 项中, 氯元素质量不守恒; D 项中, 由于硫酸氢钠足量, 即 H^+ 过量, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀易溶于过量酸中得到硫酸铝溶液。

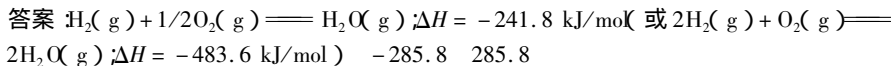
6. A 本题通过提出“是否相对活泼的金属一定作负极?”这一问题, 使考生对原电池工作原理的认识得到深化。虽然在金属活动性顺序表中镁在铝的前面, 但镁不与 NaOH 溶液发生自发的氧化还原反应。在本题的特定条件下, 判断电极及电极反应时要注意考虑介质对电极的影响, 所以 Al 为负极, Mg 为正极。反应式为:



7. B 由 1 g CH_3OH 放出热量为 22.68 kJ 可知, 1 mol CH_3OH 即 32 g 放出的热量为: $22.68 \text{ kJ} \times 32 \approx 725.8 \text{ kJ}$ 。因 CH_3OH 燃烧为放热过程, 故 $\Delta H < 0$, A、D 错误。热化学方程式中热量应与反应方程式中物质的化学计量数相匹配, 故 B 中 2 mol CH_3OH 放出热量为 $725.8 \text{ kJ} \times 2 \approx 1452 \text{ kJ}$, B 正确, C 错误。

8. C 抓住基本公式, 采取逐项分析法。设溶质的相对分子质量为 x , 则根据溶液混合、蒸发前后溶质的物质的量不变, 得到等式即可求解。

9. 书写热化学方程式时注意, 计量系数改变时, ΔH 也同等倍数地改变, 故生成水蒸气的热化学反应方程式可写成 $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\Delta H = -241.8 \text{ kJ/mol}$ 或 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\Delta H = -483.6 \text{ kJ/mol}$ 等多种形式。18 g 的水蒸气变成 18 g 液态水时放热 -44 kJ, 所以 1 mol H_2 燃烧生成 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时, $\Delta H = -241.8 \text{ kJ/mol} + (-44 \text{ kJ/mol}) = -285.8 \text{ kJ/mol}$ 。燃烧热为生成 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时放出的热量, $\Delta H = -285.8 \text{ kJ/mol}$ 。



重点二 基本理论

《
试
题
调
研

重点 研析

(
第
二
辑

中学化学基本理论主要包括: 物质结构、化学平衡、电解质溶液和电化学, 其中物质结构理论是基础, 化学平衡理论和电解质溶液理论是重点。本部分在高考中属于重点和热点, 也是难点, 常见高考题型有: 对原子结构的推导、化学键知识及应用(经常考氢键); 综合考查化学反应速率、化学平衡计算、平衡影响因素及等效平衡; 溶液中离子浓度大小的比较、弱电解质(弱酸弱碱)的性质及溶质对水电离平衡的影响; 原电池、电解池的基本原理、新型化学电源及电化学知识综合考查等。

复习方法 注意突出重点, 加强对重要理论知识的理解应用, 如盐类水解在生产生活中的应用, 以理论指导解题, 以解题加深理解和掌握。注重典例引路, 通过重点例题的分



格言
警句

极其单调的生活, 能够使人丧失生存下去的兴趣与勇气。

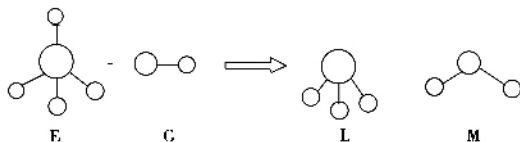
析、思考、演化, 弄懂一道例题, 学会一类题目, 掌握一种方法, 达到举一反三之功效!

典例 调研

考点一 原子结构的分析与表述

【调研1】 已知结构为正四面体型的离子 E 和直线型离子 G 反应, 生成三角锥分子 L 和 V 形分子 M (组成 E、G、L、M 微粒的元素原子序数均小于 10), 反应过程用下图表示, 则下列判断错误的是

- A. E、G、L、M 都是 $10e^-$ 微粒
 B. L、M 都是极性分子
 C. L 能使紫色石蕊试液变蓝色
 D. E 离子中, 质子数一定大于中子数



中子数

解析 由信息可以判定此反应是 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 进而推出 A、B、C 都正确。D 选项考查了同位素的有关知识, 当这里氢元素是氕时, 则质子数小于中子数。答案为 D。

技巧点拨 高考试题对原子结构知识的考查一般是“起点高、落点低”, 即依据某一新情境为载体 (如 04 年高考江苏卷第 1 题, 就是以“神五”发射成功和“嫦娥”探月工程为情境), 考查某一元素及其原子有关结构知识——质量数与质子数、中子数的关系、同位素、同素异形体等。这类题目一般比较简单, 解答时紧紧抓住关键信息, 利用原子结构的基础知识即可解决。

【调研2】 根据等电子原理, 由短周期元素组成的粒子, 只要其原子数相同, 各原子的最外层电子数之和也相同, 可互称为等电子体。等电子体之间结构相似、物理性质相近。以下各组粒子不能互称为等电子体的是

- A. CO 和 N_2 B. O_3 和 SO_2 C. CO_2 和 N_2O D. N_2H_4 和 C_2H_4

解析 根据题目提供的等电子体知识, 只要原子数相同, 各原子的最外层电子数之和也相同就是等电子体。在 A 项中, CO 和 N_2 的原子数都是 2, 最外层电子数之和都是 10, 故 A 正确; 在 B 项中, O_3 和 SO_2 的原子数都是 3, 最外层电子数之和都是 18, 故 B 正确; 在 C 项中, CO_2 和 N_2O 的原子数都是 3, 最外层电子数之和都是 16, 故 C 也正确; 在 D 项中, N_2H_4 和 C_2H_4 的原子数都是 6, 但最外层电子数之和不相等, 故 D 错误。答案为 D。

知识链接 在解题时, 要充分理解题中的信息, 从题示要求去作答。另外, 记住一些核外电子数的规律也有助于解题。如:

(1) “10 电子”粒子:

	分子	离子
一核 10 电子	Ne	F^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+}
二核 10 电子	HF	OH^-
三核 10 电子	H_2O	NH_2^-
四核 10 电子	NH_3	H_3O^+
五核 10 电子	CH_4	NH_4^+

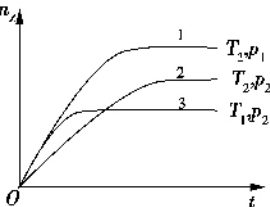
(3) 知识点设置在化学计算中——比如告诉某一反应中两种物质的某个量的关系,或最高价氧化物和氢化物中元素的质量分数,通过化学计算可求出此元素的质量数或相对原子质量,再利用质子数与中子数的关系求出原子序数,最后确定该元素。

(4) 知识点设置在周期表的整体框架上——此类试题往往是考生最感头疼的,因为待推断的元素不能根据一句话推出,必须构建周期表的整体框架,然后确定它们在周期表中的位置,进行综合推断。

考点三 对化学反应速率、化学平衡的考查

【调研4】反应 $2X(\text{气}) + Y(\text{气}) \rightleftharpoons 2Z(\text{气}) + Q(Q > 0)$, 在不同温度 (T_1 和 T_2) 及压强 (p_1 和 p_2) 下, 产生 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. $T_1 > T_2$ $p_1 < p_2$



解析 比较 2 和 3 两条曲线(即在相同压强下,温度

不同时),可知 3 较 2 陡,3 的折点在横轴上的落点距原点近,说明压强相同时,在 T_1 温度下反应速率较在 T_2 温度下的反应速率快,由此可知 $T_1 > T_2$ 。把所得 $T_1 > T_2$ 的结论与题给化学方程式联系起来,题给该反应是一个放热反应,温度升高时(由 T_2 变为 T_1)平衡逆向移动,生成物 Z 的物质的量减小,即曲线 3 的折点在纵轴上的落点低于曲线 2 的折点在纵轴上的落点。这一推断正好与题给曲线图相符合, $T_1 > T_2$ 的推断正确。

再比较 1 和 2 两条曲线(即在相同温度下,压强不同时),可知 1 较 2 陡,2 的折点在横轴上的落点距原点近,说明温度相同时,在 p_1 压强下的反应速率较在 p_2 压强下的反应速率快,由此可知 $p_1 > p_2$ 。所得 $p_1 > p_2$ 的结论与题给化学方程式联系起来,题给该反应的正反应是一个气体体积缩小的反应,增大压强时(由 p_2 变为 p_1)平衡正向移动,生成物 Z 的物质的量增大,即曲线 1 的折点在纵轴上的落点高于曲线 2 的折点在纵轴上的落点。这一推断正好与题给曲线图相符合, $p_1 > p_2$ 的推断正确。

以上两者综合起来,得出的结论是 $T_1 > T_2$ 和 $p_1 > p_2$ 。答案为 C。

技巧点拨 解答图像题的方法与思路是:

(1) 看懂图像:一看面(即看清横坐标和纵坐标);二看线(即看线的走向、变化的趋势);三看点(即看线是否通过原点、两条线的交点及线的拐点);四看要不要作辅助线(如等温线、等压线);五看定量图像中有变量的多少。

(2) 联想规律:即联想外界条件对化学反应速率和化学平衡的影响规律,且熟练准确。

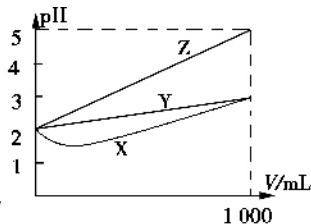
(3) 作出判断:依题意仔细分析并作出正确判断。

考点四 对电解质溶液知识的考查

【调研5】pH=2 的 X、Y、Z 三种酸的水溶液各 1 mL,分别加水稀释至 1 000 mL,其中 pH 与溶液体积 (V) 的关系如图所示,则下列说法中正确的是

- A. 原溶液都是稀溶液
 B. 原溶液的浓度大小顺序为 $c(X) > c(Z) > c(Y)$
 C. Z 是强酸, Y 和 X 是弱酸
 D. 三种酸由强到弱的顺序是 $Z > X > Y$

解析 X 稀释时最初有一段 pH 下降, 酸电离程度增大, 则 X 肯定是浓溶液, 故 A 错误; 稀释 1 000 倍后, $pH(Y) < pH(Z)$, 说明 Y 的酸性弱, 则起始时 $c(Y) > c(Z)$, 故 B 错误; 稀释 1 000 倍后, pH 增加到 5 的为强酸, 小于 5 的为弱酸, 故 C 正确; 等 pH 时 X 的浓度最大, 则 X 的酸性最弱, 三种酸由强到弱的顺序是 $Z > Y > X$, 故 D 错误。答案为 C。



误点警示 解答本题时考生出现的主要错误有: ①部分考生不明确强酸和弱酸稀释相同的倍数后, 强酸每稀释 10 倍, pH 增加 1, 而弱酸每稀释 10 倍, pH 增加小于 1, 导致不能判断出 X、Y、Z 的酸性强弱。②很多考生对图像中酸 X 的 pH 变化不理解, 认为只要稀释, pH 就增大, 忽略了弱酸浓溶液这一特例, 导致对浓度大小判断错误。

评价探究 有关酸碱稀释过程 pH 变化或反应前后离子浓度变化的图像题已成为高考命题的一大亮点。这两类试题更加突出了运用数学工具来解决化学问题的能力, 充分体现《考试大纲》中的“能够通过对图形、图表的观察, 获取有关的感性知识, 并对这些感性知识进行初步加工的能力”, 受到命题者的青睐。

【调研 6】 25 ℃时, 将 0.01 mol CH_3COONa 和 0.002 mol HCl 溶于水, 形成 1 L 混合溶液。

- (1) 该溶液中存在 3 个平衡体系, 用电离方程式或离子方程式表示: _____。
- (2) 溶液里共有 _____ 种不同的粒子。(指分子和离子)
- (3) 这些离子中, 浓度为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的是 _____, 浓度为 $0.002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的是 _____。
- (4) _____ 和 _____ 两种粒子的物质的量之和等于 0.01 mol。
- (5) _____ 和 _____ 两种粒子的物质的量之和比氢离子多 0.008 mol。

《试题调研》
第二辑

解析 本题是一个有关溶液混合及离子浓度关系的综合题。(1)中是考查用方程式表示溶液中存在的 3 个平衡体系。(2)中是对微粒种类的分析, 结合(1)题即可解决。(3)中由于 Na^+ 和 Cl^- 不能结合其他离子形成弱电解质, 也不能发生水解反应, 所以 $c(\text{Na}^+) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Cl}^-) = 0.002 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(4)中依据物料守恒可得: $n(\text{CH}_3\text{COO}^-) + n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.01 \text{ mol}$ 。(5)中关键是找出有关量之间的关系, 由电荷守恒得 $n(\text{Na}^+) + n(\text{H}^+) = n(\text{Cl}^-) + n(\text{CH}_3\text{COO}^-) + n(\text{OH}^-)$, 对该式进行整理即得 $n(\text{CH}_3\text{COO}^-) + n(\text{OH}^-) - n(\text{H}^+) = n(\text{Na}^+) - n(\text{Cl}^-) = 0.01 \text{ mol} - 0.002 \text{ mol} = 0.008 \text{ mol}$ 。

答案 (1) $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ (2) 7 (3) Na^+ Cl^- (4) CH_3COO^- CH_3COOH



格言
警句

我们的生活水平方式越趋同一, 我们对更深层的价值观, 即宗教、语言、艺术和文学的追求也就越执着。

(5) $\text{CH}_3\text{COO}^- \quad \text{OH}^-$

技巧点拨 两种溶液混合后离子浓度相对大小比较时,解题规律:

首先是判断两种电解质能否反应;其次是看反应是否过量;第三是分析电解质在水溶液中电离及可能存在的电离平衡、水解平衡等问题,先得不等量关系,根据原子守恒得出物料守恒表达式(特点为等号一边全含某种元素);根据溶液电中性原理得出电荷守恒表达式。

离子浓度大小比较的解题思路和步骤为:

(1)确定电解质溶液的成分 ①无化学反应发生的直接确定成分;②有化学反应的要根据反应原理及反应物的量确定生成物,进而确定反应后溶液中含有哪些成分。

此时要考虑物质的电离和水解的情况。

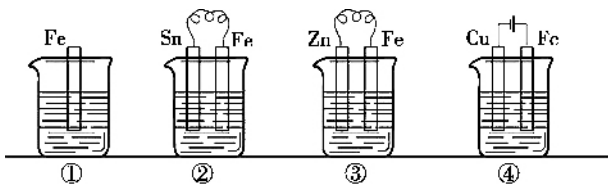
(2)确定各种粒子的浓度或物质的量的大小。特别注意各种离子的守恒关系:①电荷守恒:如 Na_2CO_3 溶液中 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$;②物料守恒:如 Na_2CO_3 溶液中 $n(\text{Na})$ 一定是含 C 的粒子的物质的量之和的两倍 $c(\text{Na}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + 2c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$;③质子守恒:溶液中由水电离的 H^+ 和 OH^- 的量一定相等,如 Na_2CO_3 溶液中,由水电离的 H^+ 与 CO_3^{2-} 分别结合成 HCO_3^- 和 H_2CO_3 ,所以存在 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$ 的关系。

(3)根据题目要求作出准确判断。

注意:要抓住“两小”,即弱电质的电离程度小,故未电离的弱电解质分子数远多于已电离的分子数目;盐的水解程度小,故未水解的粒子数远多于已水解的粒子数目。

考点五 对电化学知识的综合应用的考查

【调研7】 下图各容器中盛有海水,铁在其中被腐蚀时由快到慢的顺序是



A. ④ > ② > ① > ③

B. ② > ① > ③ > ④

C. ④ > ② > ③ > ①

D. ③ > ② > ④ > ①

解析 当 Fe 与比它不活泼的金属连接在一起构成原电池时,Fe 为负极,被腐蚀的速度增大,故(2)比(1)中腐蚀速度大;当 Fe 与比它活泼的金属连接构成原电池时,Fe 是正极,Fe 则被保护,被腐蚀的速度大为减小,故(3)比(1)中速度小;当 Fe 在电解装置中时,Fe 接电源的正极,作阳极,外加电压使其失去电子发生氧化反应的速率加快,其电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e} = \text{Fe}^{2+}$,因此 Fe 被腐蚀速度大大加快。Fe 的腐蚀速度应为(4) > (2) > (1) > (3),答案为 A。

重点突破

要探索人生的意义,体会生命的价值,就必须去追求;生与死,安与危,乐与苦,常常是检验人生价值观的尺度。

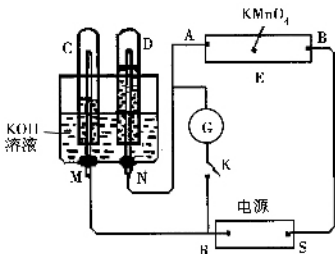
格言
警句



技巧点拨 判断金属腐蚀状况首先看装置,然后看金属在装置中处于哪一极。通常在原电池装置中,金属作正极被保护,作负极易被腐蚀;在电解池装置中,金属接阳极易腐蚀,且速度快于原电池中,金属接阴极将被保护。

规律总结 (1)在同一电解质溶液中:电解引起的腐蚀 > 原电池原理引起的腐蚀 > 化学腐蚀 > 有防腐措施的腐蚀 (2)在不同溶液中:金属在电解质溶液中的腐蚀 > 金属在非电解质溶液中的腐蚀,金属在强电解质溶液中的腐蚀 > 金属在弱电解质溶液中的腐蚀 (3)有保护措施的条件下:无保护条件的腐蚀 > 有一般保护条件的腐蚀 > 处于原电池正极条件下的腐蚀 > 外接电源的阴极保护条件下的腐蚀。

【调研 8】 如图所示, E 为沾有 Na_2SO_4 溶液的滤纸,并加入几滴酚酞。A、B 分别为 Pt 片,压在滤纸两端, R、S 为电池的电极。M、N 是用多微孔的 Ni 做成的电极材料,在碱溶液中可以视为惰性电极。G 为电流计, K 为开关。C、D 和电解池中都充满浓 KOH 溶液。若在滤纸中央点一滴紫色的 KMnO_4 溶液, K 断开,接通电源一段时间后, C、D 中有气体产生。



根据图示分析回答:

- (1) 外电源的正、负极分别是: R 为 _____, S 为 _____。
- (2) A 附近溶液的现象是 _____, B 附近发生的电极反应式为 _____。
- (3) 滤纸上的紫色点向哪方移动? _____。
- (4) 当 C、D 里的的气体产生到一定量时,切断外电源并接通开关 K,经过一段时间, C、D 中气体逐渐减少,主要因为 _____,有关的反应式为 _____。

解析 (1) C、D 中产生气体的体积是不相同的, C 中产生气体的体积约为 D 中的 2 倍,由此可以判断 C 中的气体是氢气, D 中的气体是氧气,所以确定 M 电极是阴极, N 电极是阳极,故 R 为负极, S 为正极。

(2) A 附近的溶液变为红色,因为若把 A、B 看作电解装置的两极,则 A 端为阴极,吸引阳离子,阳离子放电 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 。因为电解破坏了水的电离平衡,所以此处 OH^- 浓度增大,溶液显红色。而在 B 端 OH^- 放电,其反应为: $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(3) 因为 B 端是阳极,所以 MnO_4^- 离子向 B 端移动。

(4) 氢气和氧气在碱性环境下发生的是电池反应(类似燃烧电池),消耗了氢气和氧气。两极反应的方程式分别为 (-) $2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 4\text{H}_2\text{O}$ (+) $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ 。

答案 (1) 负极 正极 (2) 由无色变为红色 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

(3) B 端 (4) 氢气和氧气在碱性环境下发生了电池反应(类似燃烧电池),消耗了氢

气和氧气 $2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$

技巧点拨 此题的突破口是示意图中的两种气体的体积,由此确定电源的正、负极,使题中所有问题迎刃而解。在答题时,应该认真读题,抓住题中的突破口。

强化闯关

1. (基础题) 下列叙述正确的是

- A. 同周期元素中 ρ 族元素的原子半径最小
- B. 现已发现的IIA族元素的单质在常温常压下都是固体
- C. VIIA族元素的原子,其半径越大,越容易得到电子
- D. 所有的主族元素的简单离子带的电荷数与其族序数相等

2. (经典题) A、B、C三种短周期元素,原子序数按A、B、C依次增大,A元素原子最外层电子数是次外层电子数的2倍,B元素原子的次外层电子数是最外层电子数的2倍,C元素原子的最外层电子数是内层电子总数的一半。则下列说法中正确的是

- A. A元素的气态氢化物都是含极性键的非极性分子
- B. 由B元素的单质分子形成的晶体熔沸点较高
- C. C元素可以组成不同的单质,它们互为同素异形体
- D. A、B、C的氧化物都能溶于水形成酸

3. (创新题) 反应 $m\text{A}(\text{固}) + n\text{B}(\text{气}) \rightleftharpoons p\text{C}(\text{气}) + \text{Q}$ 在一定温度下B的体积分数(B%)与压强变化的关系如图所示,下列叙述中正确的是

- ① $m + n > p$ ② x 点表示该反应的正反应速率大于逆反应速率
- ③ $n > p$ ④ x 点比 y 点时的反应速率慢。

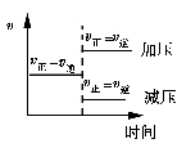
A. 只有①

B. 只有②④

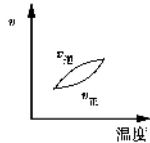
C. 只有①②④

D. 只有①和③

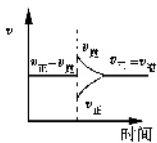
4. (经典题) 放热反应 $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ 在外界条件变化时,有关化学反应速率与化学平衡关系的图像不正确的是



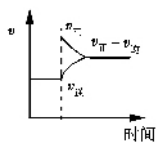
A. 对平衡体系加减压



B. 对平衡体系改变温度



C. 在恒温恒压下,平衡体系中加入C



D. 对平衡体系升温

5. (变式题) 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液,电池总反应式为: $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s})$, 下列说法错误的是

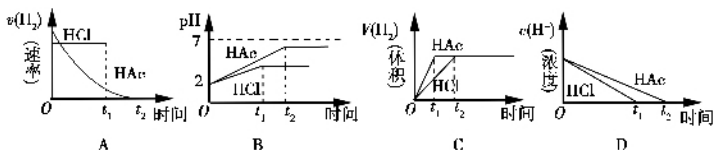
- A. 电池工作时, 锌失去电子
- B. 电池正极的电极反应式为 $2\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- = \text{Mn}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$
- C. 电池工作时, 电子由正极通过外电路流向负极

生命是单程路,不论你怎样转弯抹角,都不会走回头路,你一旦明白和接受这一点,人生就简单得多了。



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

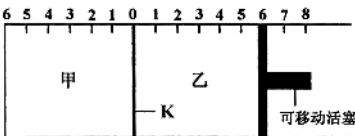
6. (拔高题) 向体积均为 1 L, pH 均等于 2 的盐酸和醋酸中, 分别投入 0.28 g Fe, 则下图中的曲线符合反应事实的是



7. (易错题) 将 0.2 mol/L 的 CH_3COONa 溶液与 0.1 mol/L 的盐酸溶液等体积混合后, 溶液中下列粒子的物质的量浓度的关系正确的是

- A. $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{Cl}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+)$
 B. $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+)$
 C. $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{Na}^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
 D. $c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$

8. (创新题) 如图所示, 甲、乙之间的隔板 K 可以左右移动, 甲中充入 2 mol A 和 1 mol B, 乙中充入 2 mol C 和 1 mol He, 此时 K 停在 0 处。在一定条件下发生可逆反应 $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$, 反应达到平衡后, 恢复到反应发生前的温度。下列有关说法不正确的是



- A. 根据隔板 K 滑动与否可判断左右两边的反应是否达到平衡
 B. 达到平衡后, 隔板 K 最终停留在左侧刻度 0~2 之间
 C. 到达平衡时, 甲容器中 C 的物质的量大于乙容器中 C 的物质的量
 D. 若平衡时 K 停留在左侧 1 处, 则活塞仍停留在右侧 6 处
9. (经典题) A、B、C、D、E、F 为原子序数依次增大的同周期的短周期元素, 其中 A、C、F 三种原子最外层电子数共有 11 个电子, 且三种元素最高价氧化物对应的水化物之间两两皆能反应生成盐和水, 试回答下列问题:

(1) 根据以上信息能确定的元素有:

A _____ B _____ C _____ D _____ E _____ F _____。

(2) C、F 两元素形成的盐是 _____ (填离子化合物或共价化合物), 已知这种盐在 500 K 和 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 时蒸气的密度为 $11.92 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (已换算为标况), 则其分子式为 _____。

(3) 若 D 是半导体工业的重要原料, 则 D 的晶体类型为 _____, 1 mol 该晶体含有的化学键的物质的量为 _____。

【参考答案】

1. B 同周期元素从左至右原子半径逐渐减小, 但稀有气体反常, 故 A 错误; VIIA 族元素的原子半径从上到下逐渐增大, 非金属性减弱, 金属性增强, 即得电子能力减弱, 而失电子



- 能力增强,故C错误;主族元素的简单阳离子的化合价与其族序数相等,而阴离子不等,故D错误。综上所述选B。
2. C 在短周期元素中,由题给信息可推出A为碳元素,B为硅元素,C为磷元素。再逐一对照选项进行分析:C的气态氢化物属于烃类,种类繁多,有非极性分子,也有极性分子;B元素的单质不是分子;D选项中 CO_2 、 P_2O_5 可以溶于水形成酸,但 SiO_2 则不行。
3. B 题给反应中A是固体,压强的改变对A的浓度没有影响。由题给曲线图可知,随压强的增大,B%也增大,即增大压强时平衡逆向移动,故该反应的正反应是气体体积增大的反应,可知 $n < p$ 。x点和y点都不在曲线上,即x点和y点都是未达平衡状态的点。x点时,B%大于平衡时的B%,要使x点趋向平衡则应使B%减小,即应使平衡正向移动,故x点时正反应速率大于逆反应速率。y点时,B%小于平衡时的B%,要使y点趋向平衡则应使B%增大,即应使平衡逆向移动,故y点时正反应速率小于逆反应速率。x点时的压强小于y点时的压强,根据压强对化学反应速率的影响,可知x点时的反应速率小于y点时的反应速率。故答案选B。
4. D A项中,因为该可逆反应为气体体积不变的反应,所以改变压强,正逆反应速率均变化,但平衡不移动,故A正确;B项中,因为正反应是放热反应,温度升高,正逆反应速率都增大,但逆反应速率增大的幅度更大,且达到新平衡时,反应速率大于原来的速率,故B正确;D错误;C项中,保持恒温恒压向下向体系中加入C,此时容器体积必然增大,相应正反应速率减小,逆反应速率增大,但达到平衡时与原来等效,故C正确。
5. C 分析电池总反应式可知,Zn发生氧化反应失去电子作负极, MnO_2 发生还原反应得到电子作正极。Zn为负极,失去电子,电子由负极通过外电路流向正极。该电池的电解液为KOH溶液,结合总反应式可写出负极反应式: $\text{Zn}(s) + 2\text{OH}^-(aq) - 2e^- = \text{Zn}(\text{OH})_2(s)$ 。用总反应式减去负极反应式,可得到正极反应式: $2\text{MnO}_2(s) + \text{H}_2\text{O}(l) + 2e^- = \text{Mn}_2\text{O}_3(s) + 2\text{OH}^-(aq)$ 。1 mol Zn失去2 mol电子,外电路中每通过0.2 mol电子,Zn的质量就减小6.5 g。故答案为C。
6. C A项是反应速率与时间的图像,由于醋酸是弱酸,反应过程中继续电离出氢离子,故其与铁的反应速率应较盐酸变化更缓,故A错误;B项是反应中溶液pH与时间的图像,由于铁与盐酸恰好反应,与醋酸反应时不足,故图像应该是盐酸在上,醋酸在下,故B错误;C项是反应产生氢气的体积与时间的图像,由于铁在两个反应中全部消耗,故产生氢气是相同的,且由于反应开始后醋酸溶液中 $c(\text{H}^+)$ 相对大,开始阶段产生氢气的量大,综合分析C正确;D项是 $c(\text{H}^+)$ 与时间的图像,由于醋酸在反应过程中继续电离出氢离子,故 $c(\text{H}^+)$ 减少到相同浓度时醋酸溶液所用时间长,且由于铁相对于醋酸不足量,所以图像中不会出现醋酸溶液的 $c(\text{H}^+)$ 为0的情况,故D错误。
7. D 解答这类问题时,首先判断两溶液是否发生化学反应以及反应后的过量问题,再按照混合溶液分析,同时注意应用电荷守恒、物料守恒和质子守恒关系。题目中A项缺少 $c(\text{OH}^-)$ 不是电荷守恒关系式。假定两溶液都为1 L,则混合后为等浓度的 CH_3COONa 、 CH_3COOH 、 NaCl 溶液,这样就比较容易得到答案。
8. D 由于甲、乙两容器通过可移动活塞与外界大气相连,所以本题甲中实质为恒温恒压

心中的念头像潮涌一样的人,永远射不中目标,达不到目的,因一个念头抵消了另一个念头。



下的可逆反应。A 项中,若隔板 K 不滑动,说明反应没有发生(因为只要开始反应,则甲中气体的物质的量就减小, K 必定向左滑动),故 A 正确。同时由于该反应是一个气体体积缩小的可逆反应,反应不能进行彻底,故甲中反应生成 C 的物质的量一定小于 2 mol,所以 B 正确。C、D 项可以这样考虑,若没有氦气,则起始时活塞在 4 处,此时二者互为等效平衡,且达到平衡状态时,对应各组分的物质的量相等,再向乙中通入 1 mol 氦气,此时乙中的活塞将向右移动 2 个单位,且乙中的平衡将向生成 A、B 的方向移动,导致乙中 C 的物质的量比甲中的小,且活塞会继续右移直至达到新的平衡状态。故 C 项正确, D 项错误。

9.(1)这道题的题眼是“三种元素最高价氧化物对应的水化物之间两两皆能反应生成盐和水”,通过这一点判断出必然有 Al,再根据最外层电子数的关系确定出 C 为 Al,然后推知其他。

(2)因为这种盐在 500 K 和 1.01×10^5 Pa 时是蒸气,所以这种盐应是共价化合物。再根据密度为 $11.92 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$,得到摩尔质量是 $267 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,然后确定其分子式。

(3)D 为硅,晶体类型属于原子晶体。根据在硅晶体中,每个硅原子有 4 个 Si—Si 键与其他 Si 原子共用,故每个 Si 原子平均分得 $4 \times 1/2 = 2$ 个,从而得到答案。

答案 (1)A :Na B :Mg C :Al F :Cl

(2)共价化合物 Al_2Cl_6 (3)原子晶体 2 mol

重点三 元素及其化合物

重点 研析

元素及其化合物的知识是中学化学基本概念和基本理论的基础和具体体现,在高考化学试题中占有一定的比例,主要题型是无机框图推断题、与基本概念理论结合题,以及与实验结合题。命题热点主要集中在:①以卤素、硫、氮元素的单质和化合物为载体,以氧化还原反应为重点,考查应用基本概念和基本理论的能力。②以钠及其化合物知识为载体,考查有关概念、理论、实验和计算。③以镁、铝、铁及其化合物为主干的无机推断。

复习方法 (1)抓理论带性质。以“物质结构和元素周期律”理论为指导,抓住同主族元素的原子结构上的异同,认识它们在性质上的相似性和递变性,把握住“位、构、性”之间的关系,由结构推测性质。如氨分子具有三角锥型结构特点,氮氢键是较强的极性键,因而决定了氨极易液化、易与水反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,氨分子中氮原子上有孤对电子,决定氨易与酸反应。

(2)抓单质及其化合物的性质带物质的存在、保存、用途、制法和检验方法。

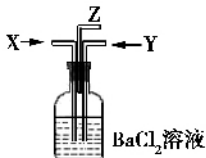
(3)抓实验带性质。重视实验,认真观察、分析现象,既有助于对物质性质的理解,又有利于培养观察能力和分析问题的能力。



典例
调研

考点一 实验形式的元素化合物性质的考查

【调研1】 碳跟浓硫酸共热产生的气体 X 和铜与浓硝酸反应产生的气体 Y 同时通入盛有足量氯化钡溶液的洗气瓶中(如图装置),下列有关说法正确的是



- A. 洗气瓶中产生的沉淀是碳酸钡
 B. Z 导管出来的气体中无二氧化碳
 C. 洗气瓶中产生的沉淀是硫酸钡
 D. Z 导管口无红棕色气体出现

解析 碳与浓硫酸反应生成的气体 X 为 CO_2 和 SO_2 的混合气体,铜跟浓硝酸反应产生的气体 Y 为 NO_2 ,将 X 和 Y 同时通入 BaCl_2 溶液时, CO_2 不反应从 Z 导管口逸出, NO_2 与水反应生成 HNO_3 和 NO , HNO_3 将 SO_2 氧化为 H_2SO_4 ,因此瓶中生成 BaSO_4 沉淀,同时 NO 从 Z 导管逸出并接触空气中的 O_2 转变为 NO_2 ,因此 Z 导管口有红棕色气体出现。答案为 C。

误区警示 不少考生只想到 CO_2 和 SO_2 与 BaCl_2 溶液混合,不能生成沉淀(因 BaCO_3 、 BaSO_3 溶于稀酸)没有从深层次分析 NO_2 与水反应生成的 HNO_3 将 SO_2 氧化为 H_2SO_4 ,而在瓶中生成 BaSO_4 沉淀。

【调研2】 对某酸性溶液(可能含有 Br^- 、 SO_4^{2-} 、 H_2SO_3 、 NH_4^+ 等微粒),分别进行如下实验:①加热时放出的气体可使溶液褪色;②加碱调 pH 至碱性后,加热时放出的气体可使湿润的红色石蕊试纸变蓝;③加入氯水时,溶液略显黄色,再加入氯化钡溶液,产生的白色沉淀不溶于稀硝酸。对于上述微粒不能确认其在原溶液中是否存在的是

- A. Br^- B. SO_4^{2-} C. H_2SO_3 D. NH_4^+

解析 ①说明原溶液中有 H_2SO_3 ,②说明原溶液中有 NH_4^+ ,③加入氯水溶液略显黄色,说明原溶液中含有 Br^- ,再加氯化钡溶液,产生不溶于稀硝酸的白色沉淀是 BaSO_4 ,但无法确定原溶液中是否含有 SO_4^{2-} ,因为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ 。答案为 B。

知识链接 溶液中 SO_4^{2-} 的检验存在的误区:

①只加可溶性钡盐,不酸化,误将 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 SO_3^{2-} 、 Ag^+ 等干扰离子判断成 SO_4^{2-} ,此时上述离子同样会产生 BaCO_3 、 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 BaSO_3 、 AgCl 等白色沉淀。

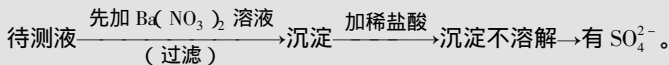
②误将 Ag^+ 、 Pb^{2+} 等判断成 SO_4^{2-} ,如向待测液滴加氯化钡溶液,再加盐酸有白色沉淀便武断含 SO_4^{2-} 。其错误是未注意溶液中如果不含 SO_4^{2-} 而含 Ag^+ 或 Pb^{2+} 也会有同样现象,因为 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ (白色), $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{PbCl}_2 \downarrow$ (白色)。

③误将 SO_3^{2-} 判断成 SO_4^{2-} ,如向待测液滴加用盐酸酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液生成白色沉淀,便误以为一定含有 SO_4^{2-} 。该错误是未注意 NO_3^- 具有强氧化性,在酸性环境中发生反应 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} = \text{BaSO}_3 \downarrow$ (白色), $3\text{BaSO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{BaSO}_4 \downarrow$ (白色) + $2\text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。再如向待测液滴加用硝酸酸化的 BaCl_2 溶液生成白色沉淀,便错误认定一定含 SO_4^{2-} ,也同样是落入 SO_3^{2-} 转化为 SO_4^{2-} 从而生成 BaSO_4 的陷阱中。



检验的关键 既要注意试剂的选择,又要注意操作顺序的优化,方能排除干扰离子的误导,全面考虑,综合分析,正确推导。

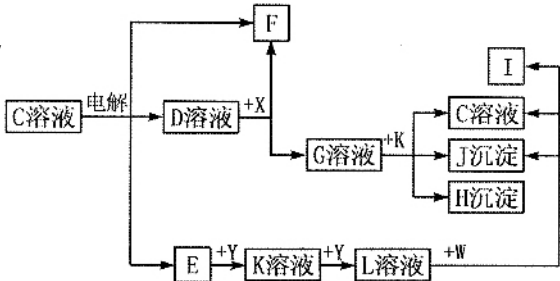
检验的方法 其一 先加检验试剂,后对沉淀进行酸化:



其二,先酸化,再加检验试剂:待测液 $\xrightarrow{\text{加稀盐酸}}$ 出现沉淀 \rightarrow 向过滤后所得滤液中再滴加 BaCl_2 或 $\text{Ba(NO}_3)_2$ 溶液 \rightarrow 又出现白色沉淀,含 SO_4^{2-}
 不出现沉淀,再加入 BaCl_2 或 $\text{Ba(NO}_3)_2$ 溶液 \rightarrow 又出现白色沉淀,一定含 SO_4^{2-}

考点二 以镁、铝、铁及其化合物为主干的无机推断

【调研 3】 图中 C 至 L 分别表示反应中的一种常见物质, E、F、I 在通常情况下是气体单质,其中 E 有刺激性气味, X、Y 是常见的金属单质。W 是由甲、乙元素按 1:1 的比例组成的,其中甲元素的原子的 M 层电子数是 K 层的一半,乙元素的原子最外层电子数是次外层电子数的 3 倍。(参加反应的水和生成的水已从图中略去)



请填写下列空白:

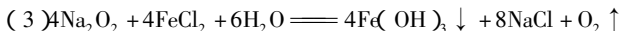
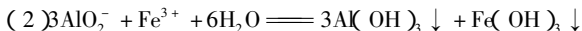
- (1) E 是 _____ (化学式), Y 元素在周期表中的位置是 _____。
- (2) 写出 $\text{K} + \text{G} \rightarrow \text{H} + \text{J} + \text{C}$ 的离子方程式 _____。
- (3) 写出 $\text{W} + \text{L} \rightarrow \text{J} + \text{C} + \text{I}$ 的化学方程式 _____。
- (4) 设计实验分离 H 和 K (写出所用试剂和操作方法): _____。

《试题调研》(第二辑)

解析 由 E 是有刺激性气味的常见气体单质,可推知 E 为 Cl_2 ; 由于甲元素的原子的 M 层电子数是 K 层的一半,可知甲是 Na; 乙元素的原子最外层电子数是次外层电子数的 3 倍,所以乙是 O。依据钠的常见化合物,可知 W 为 Na_2O_2 。再由 W 和 L 溶液反应产生气体 I,则 I 是 O_2 。

由连续反应 $\text{E} \xrightarrow{+\text{Y}} \text{K 溶液} \xrightarrow{+\text{Y}} \text{L 溶液}$ 结合 Y 是常见的金属单质,可确定 Y 是 Fe,则 K 是 FeCl_3 , L 是 FeCl_2 。进而由反应 $\text{W} + \text{L} \rightarrow \text{J} + \text{C} + \text{I}$ 推出 J 和 C,其余则迎刃而解。

答案 (1) Cl_2 第四周期第 VIII 族



格言
警句

养成有耐劳作的体力,纯洁高尚的道德,广博自由能容纳新潮流的精神,也就是有能在世界新潮流中游泳,不被淹没的力量。

(4) ①向混合物中加足量的 NaOH 溶液, 过滤, 洗涤滤渣得 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ②向滤液中通入足量的 CO_2 , 过滤, 洗涤滤渣得 $\text{Al}(\text{OH})_3$

误区警示 ①Fe 元素在周期表中的位置, 好多考生写错, 如: 第四周期第八族、第四周期第ⅧB 族等。②由于审题不清, 将 $\text{K} + \text{G} \rightarrow \text{H} + \text{J} + \text{C}$ 的离子方程式写成化学方程式。③设计实验分离 H 和 J 的操作, 大部分考生知道原理, 但叙述不严谨、不简练。

知识链接 在镁、铝、铁三种金属元素中, 高考出题的重点是铁及其化合物知识。

(1) Fe 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 之间的转化规律——铁三角:

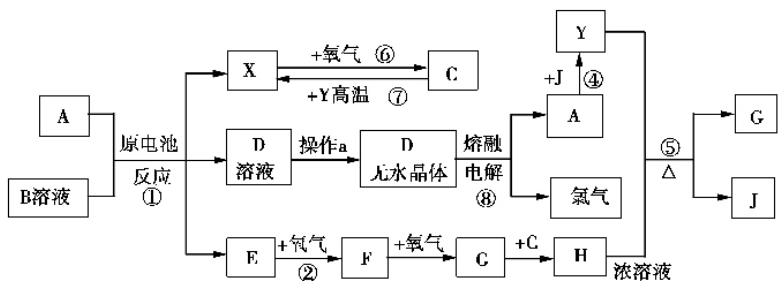
主要考查三者之间的氧化还原反应, 注意两点:

一是 Fe^{3+} 具有强氧化性; 二是由 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ 的转化一般是弱氧化剂 (如 S 、 H^+ 、 Cu^{2+}), 由 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ 或 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ 的转化一般是强氧化剂 (如 Cl_2 、 Br_2 、 HNO_3)。

(2) Fe^{3+} 参与反应的规律:

涉及的反应多而广, 学习时必须把常见反应进行归纳, 以强化记忆。①沉淀性。 Fe^{3+} 与碱溶液反应 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$, $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ 。氨水是 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 的沉淀剂, 运用这一知识点就可以从阳离子群中把它们鉴别出来。②水解性。 Fe^{3+} 半径小, 带电荷数大, 使 Fe^{3+} 的水解能力强, 遇到 AlO_2^- 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 等阴离子能发生双水解反应, 这些反应可归纳为“水解性”, 如本题中的第(2)问。③络合性。主要有 $\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$, $\text{Fe}^{3+} + 6\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightarrow [\text{Fe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_6]^{3-} + 6\text{H}^+$ 。④氧化性。 Fe^{3+} 具有强氧化性, 遇还原剂 Fe 、 Cu 、 Zn 、 I^- 、 S^{2-} 、 Sn^{2+} 等均会发生相应的化学反应。

【调研 4】已知 A 为中学化学中的常见金属, X、Y 为常见非金属。X、E、F、G、J 常温下为气体, C 为无色液体, B 是一种盐, 受热易分解。现用 A 与石墨作电极, B 的浓溶液作电解质, 构成原电池。有关物质之间的转化关系如下图(部分反应的条件、生成物被略去):



请填写下列空白:

(1) 金属 A 为 _____, 操作 a 是将 D 溶液在 HCl 气流中蒸干, 原因是 _____。

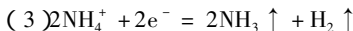
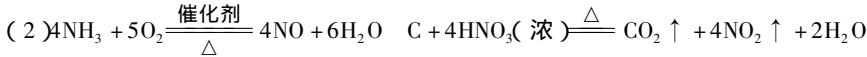
(2) 反应②的化学方程式为: _____; 反应⑤的化学方程式为: _____。



(3) 原电池反应①中, 正极反应式为: _____。

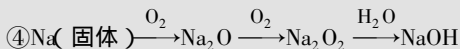
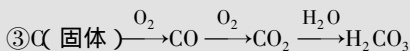
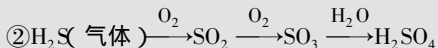
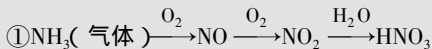
解析 本题的突破口有两个: 一是 $E \rightarrow F \rightarrow G \rightarrow H$, 常温下气体 E 连续氧化得到气体 G, 可推出 E 为 NH_3 、F 为 NO 、G 为 NO_2 , 则 H 为 HNO_3 ; 二是 C 为无色液体, 由气体 X (X 由原电池反应得到, 可能是 H_2) 和氧气反应得到, 故 C 应是 H_2O , X 是 H_2 , 则 Y 是非金属碳。再由反应⑤可知 J 是 CO_2 , 则进一步推出 A 为 Mg。其余物质可以依次推出。

答案 (1) 镁 (Mg) 防止金属离子 (Mg^{2+}) 水解



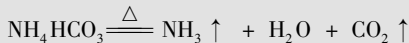
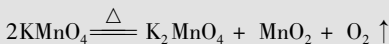
知识链接 解答无机框图推断题要特别重视有关“特征反应”的记忆。如:

(1) 连续氧化后跟水反应生成酸(碱)型: $\text{A} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{B} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{C} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{D}$ (酸或碱)



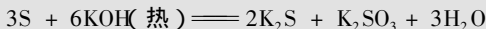
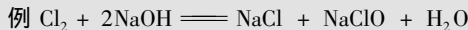
(2) 常见无机反应的组合类型(反应物、产物种数组合关系):

①1→3:

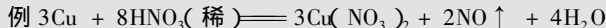


②2→3:

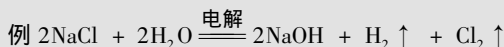
X_2 、S 与碱液的反应:



Cu、Zn、Fe、Al 与氧化性酸的反应:



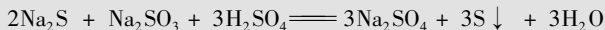
电解 NaCl (KBr、 Na_2S 等)、 CuSO_4 、 AgNO_3 水溶液:



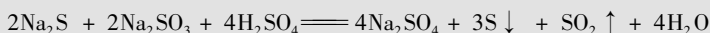
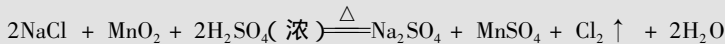
③2→4:



④3→3 :



⑤3→4 :

考点三 有关 Na_2O_2 跟 CO_2 、 H_2O 反应的计算技巧

【调研5】 2.1 g 平均相对分子质量为 7.2 的 CO 与 H_2 组成的混合气体与足量的 O_2 充分燃烧后,立即通入足量的 Na_2O_2 固体中,固体的质量增加

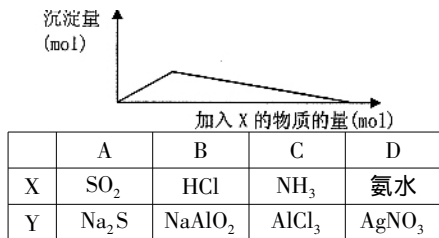
- A. 2.1 g B. 3.6 g C. 7.2 g D. 无法确定

解析 从① $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$;② $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$;③ $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$;④ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 四个方程式可知, CO 、 H_2 和 O_2 燃烧后的产物再和 Na_2O_2 反应,放出的 O_2 恰好等于燃烧消耗的 O_2 ,即实际增重为 CO 和 H_2 的质量。答案为A。

方法探究 将本题的结果进行推广(1)若现在有 a. m g CO 、b. m g H_2 、c. m g CO 和 H_2 的混合物在 O_2 中完全燃烧,燃烧后的混合气体再被足量的 Na_2O_2 吸收,则固体质量增加量以上三种情况都是 m g。(2)符合通式为 $(\text{CO})_n\text{H}_{2m}$ 的有机物可看作是 CO 和 H_2 的混合物,在有 O_2 存在且不断用电火花引燃的情况下可被 Na_2O_2 完全吸收,或将 m g $(\text{CO})_n\text{H}_{2m}$ 在 O_2 中完全燃烧,燃烧后的混合气体再被 Na_2O_2 完全吸收,则固体质量增加量为 m g。

考点四 含铝化合物图像题

【调研6】 将溶液(或气体)X,逐渐加入(或通入)到一定量的Y溶液中,产生沉淀的量与加入X的物质的量关系如图,符合图中情况的是

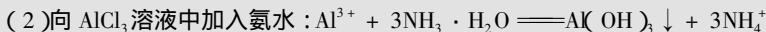
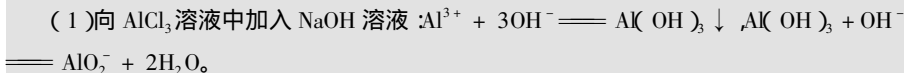


解析 在A组中,一般在碱性或中性环境中 S^{2-} 和 SO_2 不能发生氧化还原反应得到单质S,故A无沉淀产生;在B组中,当将 HCl 气体逐渐通入 NaAlO_2 溶液中,首先生成 $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$: $\text{NaAlO}_2 + \text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaCl}$;继续通入 HCl ,可以发现沉淀逐渐消失: $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightleftharpoons \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。前后消耗 HCl 的物质的量之比为1:3,符合图像关系,所以B正确;在C组中,当将 NH_3 逐渐通入 AlCl_3 溶液中,发生反应:

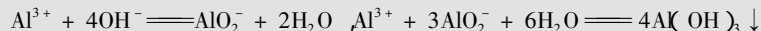


$\text{AlCl}_3 + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$ 沉淀不消失,故 C 错误;在 D 组中,当将氨水逐渐加入 AgNO_3 溶液中,现象是先出现沉淀,后沉淀溶解,但前后消耗氨水的物质的量之比为 1:2,故 D 错误。答案为 B。

知识链接 常见的有关含铝化合物图像题主要有以下五类(所加物质的量逐渐增多至过量):



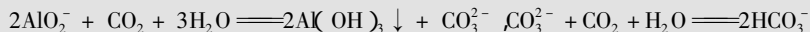
(3) 向 NaOH 溶液中加入 AlCl_3 溶液:



(4) 向 NaAlO_2 溶液中加入稀盐酸:



(5) 向 NaAlO_2 溶液中通入 CO_2 气体:



考点五 混合物的有关计算

【调研 7】 为确定 CuO 和 Fe_2O_3 混合粉末中 Fe_2O_3 的含量,做了如下实验并得到相应数据:取 W g 该混合物在氢气流中加热,充分反应后,得到的残留固体的质量为 $(W - 5.6)$ g;另取 W g 该混合物用足量的稀硫酸溶解,之后加入 50 g 铁屑,反应共生成 1.12 L 气体(标况)滤出固体残留物并洗涤、烘干,称得其质量为 42 g。计算混合物中 Fe_2O_3 的质量分数。

解析 CuO 和 Fe_2O_3 混合粉末在氢气流中加热,充分反应后,得到 Cu 和 Fe ,质量减少的 5.6 g 即为 CuO 和 Fe_2O_3 中氧元素的质量。混合物在稀硫酸中完全溶解,硫酸过量,加入 50 g 铁屑后,与 H^+ 反应生成 H_2 (0.05 mol),与 Cu^{2+} 反应置换出 Cu ,把 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 。

设 W g 该混合粉末中 Fe_2O_3 有 x mol, CuO 有 y mol,由混合物中氧的质量为 5.6 g,得 $16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times (3x + y) \text{ mol} = 5.6 \text{ g}$ ①

又由固体质量变化,得

$$50 \text{ g} - 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.12 \text{ L} / 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} - 56x \text{ g} + 8y \text{ g} = 42 \text{ g} \quad \text{②}$$

联立①、②,解得 $x = 0.1$, $y = 0.05$

即 $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 16 \text{ g}$, $m(\text{CuO}) = 4 \text{ g}$

所以 Fe_2O_3 的质量分数为 $16 \text{ g} / (16 + 4) \text{ g} \times 100\% = 80\%$ 。

技巧点拨 此类题需准确分析全过程中的所有反应,准确把握过量、足量等关系,充分运用物质的量守恒、得失电子守恒、差量法等技巧。一般格式是:设出合理未知数,列出等式,联立方程组求解。

强化
闯关

1. (经典题) 下列钠与水反应的现象中不正确的是

- ①钠浮在水面上 ②钠沉在水底 ③钠熔化成小球 ④小球迅速游动逐渐减小,最后消失 ⑤钠块在水面上剧烈燃烧 ⑥滴入酚酞后溶液先变红后褪色 ⑦滴入酚酞后溶液显红色 ⑧发出嘶嘶的声音

A. ①③⑦ B. ②⑤⑥ C. ②④⑦ D. ①⑥⑧

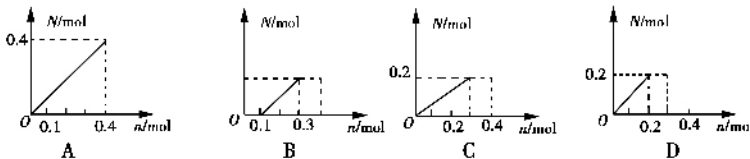
2. (改编题) 向 100 mL $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 AlCl_3 溶液中加入金属钠完全反应,恰好生成只含 NaCl 和 NaAlO_2 的澄清溶液,则加入金属钠的质量是

A. 2.3 g B. 3.45 g C. 1.15 g D. 0.575 g

3. (易错题) 有一无色溶液,可能含有 K^+ 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 MnO_4^- 中的几种。为确定其成分,做如下实验:①取部分溶液,加入适量 Na_2O_2 固体,产生无色无味的气体和白色沉淀,再加入足量的 NaOH 溶液后白色沉淀部分溶解;②另取部分溶液,加入 HNO_3 酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,有白色沉淀产生。下列推断正确的是

- A. 肯定有 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^-
 B. 肯定有 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^-
 C. 肯定有 K^+ 、 HCO_3^- 、 MnO_4^-
 D. 肯定有 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-}

4. (创新题) 将 0.4 mol 铁粉逐渐加入到含 HNO_3 0.8 mol 的稀硝酸中,反应生成气体的物质的量 N 随消耗铁粉的物质的量 n 的变化关系正确的是



5. (经典题) 有 5.1 g 镁铝合金,投入到 500 mL 2 mol/L HCl 溶液中,金属全部溶解后,再加入 4 mol/L NaOH 溶液,若要求沉淀达到最大值,则加入 NaOH 溶液的体积为

A. 250 mL B. 425 mL C. 500 mL D. 560 mL

6. (拔高题) 甲、乙两烧杯中各盛有 100 mL 3 mol/L 的盐酸和氢氧化钠溶液,向两烧杯中分别加入等质量的铝粉,反应结束后测得生成的气体体积比为甲:乙 = 1:2,则加入铝粉的质量为

A. 5.4 g B. 3.6 g C. 2.7 g D. 1.6 g

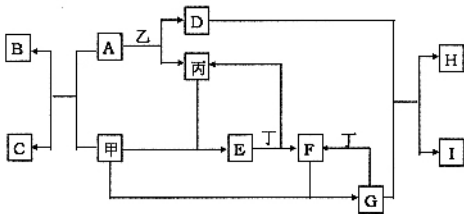
7. (拔高题) 某干燥粉末可能由 Na_2O 、 Na_2O_2 、 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 NaCl 中的一种或几种组成。将该粉末与足量的盐酸反应后有气体 X 逸出, X 通过足量的 NaOH 溶液后体积缩小(同温、同压)。若将原来混合粉末在空气中用酒精灯加热,也有气体放出,且剩余固体的质量大于原混合物的质量,下列判断正确的是

- A. 粉末中一定有 Na_2O 、 Na_2O_2 、 NaHCO_3
 B. 粉末中一定无 Na_2CO_3 及 NaCl
 C. 粉末中一定无 Na_2O 及 NaCl

重点
突破

D. 粉末中一定有 Na_2CO_3 及 NaCl

8. (经典题) 已知: 甲、乙、丙、丁都是常见单质, 且甲、丙在常温常压下为气体, A~I 均是常见化合物, B、C 中均含甲元素, H、I 均不溶于水; 将 F 溶液滴入 B 溶液时无明显现象, 滴入 C 溶液时产生沉淀 I。各物质(或它们的水溶液)之间有如下转化关系(在本题中: ①反应所需要的水以及反应所产生的水均已略去, ②所涉及的元素除丁的组成元素外, 均为短周期元素):



请回答:

- (1) A 的电子式 _____, I 的化学式 _____。
 (2) 反应 $\text{G} + \text{丁} \rightarrow \text{F}$ 的离子方程式: _____。
 (3) H 作为酸时, 是 _____ 元酸, 判断的依据是 _____。
 (4) 在反应 $\text{C} + \text{F} \rightarrow \text{I}$ 中, 物质 C 所发生的反应的类型有 _____。

【参考答案】

1. B 钠的密度比水小 ($0.97\text{g}/\text{cm}^3$), 所以钠块在水中会浮在水面上, 钠的熔点低, 所以很容易熔化为球状, 钠与水反应放出氢气, 且生成碱, 所以熔化的钠球会在水面上游动, 并发出嘶嘶的声音; 尽管钠与水反应放热, 但放出的热量不足以使钠块燃烧。该题不正确的选项有②、⑤、⑥, 故选 B。
2. A 本题的实质是钠先与水反应生成 NaOH , 而后 NaOH 与 AlCl_3 恰好反应 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, $4\text{NaOH} + \text{AlCl}_3 = \text{NaAlO}_2 + 3\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。由 $n(\text{AlCl}_3) = 0.025\text{mol}$, 依据方程式中化学计量数关系可得 $n(\text{Na}) = n(\text{NaAlO}_2) + n(\text{NaCl}) = n(\text{Al}^{3+}) + n(\text{Cl}^-) = 0.025\text{mol} + 0.025\text{mol} \times 3 = 0.1\text{mol}$, 即 $n(\text{Na}) = 0.1\text{mol} \times 23\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.3\text{g}$ 。
3. D 由“无色溶液”排除 MnO_4^- 的存在; 由“加入适量 Na_2O_2 固体, 产生无色无味的气体和白色沉淀, 再加入足量的 NaOH 溶液后白色沉淀部分溶解”, 可推知不含 NH_4^+ , 含有 Al^{3+} 、 Mg^{2+} , 则一定不存在 HCO_3^- 。由“加入 HNO_3 酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 有白色沉淀产生”, 可推知一定含有 SO_4^{2-} , 而 K^+ 、 Cl^- 不能确定。
4. D 铁和稀硝酸反应随二者物质的量之比不同产物不同 $3\text{Fe}(\text{过量}) + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3(\text{稀, 过量}) = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。本题中 $n(\text{Fe}) : n(\text{HNO}_3) = 1 : 2$, 所以首先 0.2mol 铁与 0.8mol 硝酸反应得到 0.2mol NO 气体, 而后 0.1mol 铁还原 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, 但无气体生成。
5. A 本题可巧解: 由 MgCl_2 、 $\text{AlCl}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 可知 $n(\text{OH}^-) = n(\text{Cl}^-) =$



$n(\text{H}^+) = 0.5 \text{ L} \times 2 \text{ mol/L} = 1 \text{ mol}$, 所以可以计算出加入 NaOH 溶液的体积为 0.25 L, 即 250 mL。

6. A 铝和盐酸、氢氧化钠溶液反应, 都是发生氧化还原反应置换出氢气。由于向两烧杯中分别加入等质量的铝粉, 而生成的气体体积是乙大于甲, 所以在两烧杯中: 甲中铝相对于盐酸过量, 乙中铝相对于氢氧化钠不足。故甲中生成氢气的物质的量是 0.15 mol, 则乙中生成氢气的物质的量是 0.30 mol。根据 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$, 可得铝的物质的量为 0.2 mol, 即加入铝粉的质量为 5.4 g。

7. A 与盐酸反应产生气体的物质可能为 Na_2O_2 (生成 O_2)、 Na_2CO_3 或 NaHCO_3 (生成 CO_2)。气体 X 通过 NaOH 溶液后体积缩小 (而不是完全消失), 说明 X 是由 O_2 及 CO_2 两种气体组成, 原粉末中一定存在 Na_2O_2 、 Na_2CO_3 及 NaHCO_3 存在一种或二者全部存在。将原混合粉末加热, 有气体放出, 说明混合物中一定有 NaHCO_3 , 但 NaHCO_3 受热分解会使混合粉末的质量减少, 而实际情况是剩余固体的质量却增加了, 原因只能是发生了反应 $2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{O}_2$ 。综上分析, 混合物中一定有 Na_2O 、 Na_2O_2 、 NaHCO_3 , 无法确定混合物中是否有 Na_2CO_3 及 NaCl 。解本题的关键是从“剩余固体的质量大于原混合物的质量”这句话判断出存在 Na_2O 。

8. 本题的难度较大, 没有明显的突破口。由甲和化合物 A 反应得到化合物 B、C, 且在 B、C 中均含甲元素, 推出甲是与 A 发生了氧化还原反应, 且在反应中甲既作氧化剂, 又作还原剂, 可以确定甲为 Cl_2 , 进而推出 A 是强碱 NaOH。因为丁的组成元素不是短周期元素, 依据常识可初步确定丁是铁, 则 E 是 HCl, F 是 FeCl_2 , G 是 FeCl_3 。再根据 F 滴入 C 溶液时产生沉淀 I, H、I 均不溶于水, 推出 I 是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, H 是 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

答案 (1) $\text{Na}^+ [\text{O} \cdot \text{H}]^- \quad \text{Fe}(\text{OH})_3$ (2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$

(3) 一 与足量 NaOH 溶液反应的产物是 NaAlO_2 (或写出该反应的化学方程式, 或写出 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的电离方程式等)

(4) 还原反应 水解反应 (复分解反应)

重点四 有机化学

重点 研析

有机化学是高考的重要考点之一, 通常涉及的考点有同系物的判断、同分异构体的书写和同分异构体数目的确定、有机物的燃烧、有机物分子式和结构式的确定、有机物的结构和性质、有机反应类型、有机化学实验、有机反应方程式的书写及有机合成与推断。从近年来的高考来看, 上述内容是近年

考查有机化学的重要内容, 其中同系物的判断、同分异构体数目的确定、有机物的检验和鉴别以及有机物的结构和性质, 通常以与生产、生活实际相联系的新的有机物为材料而出现在选择题中, 而有机反应类型、有机合成与推断、有机反应方程式的书写、有机物的性质实验及有机物分子式和结构式的确定通常出现在主观题中。

重点
突破

君子有九思: 视思明, 听思聪, 色思温, 貌思恭, 言思忠, 事思敬, 疑思问, 忿思难, 见得思义。

格言
警句



复习有机化学关键在于建立起有机化学的知识网络,掌握各类有机物之间的相互转化关系、各类有机物的性质以及有机物的检验和有机物的性质实验等。

典例 调研

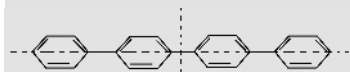
考点一 同分异构体的判断、数目确定和结构书写

【调研1】 已知苯的二氯代物有三种同分异构体,则苯的四氯代物的同分异构体的数目为

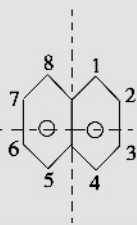
- A. 2种 B. 3种 C. 4种 D. 5种

解析 因苯的二氯代物有三种同分异构体,其四氯代物的同分异构体数目的确定,可以将四氯代物中的氢看作取代基,则和苯的二氯代物是等效的,故有3种。答案为B。

方法探究 确定同分异构体数目的方法主要有(1)对称法(根据有机物的结构找出有机物的对称关系,然后确定有机物的同分异构体的数目,主要包括轴对称、点对称和面对称等),如联四苯的结构有如下对称关系(关于结构中的虚线部分对称):



。结构中共有5类氢原子可以被氯原子取代,所以其一氯代物的同分异构体有5种(2)等效法(利用等效面和等效点的一种方法)(3)定一议二法(取代基的数目较多时,固定某些取代基的位置而改变其他取代基位置的一种方法),以确定萘($C_{10}H_8$)的二氯代物的同分异构体的数目为例,根据右图所示的结构,当一个氯原子处于1处时,另一个氯原子则可处于2、3、4、5、6、7、8处,即这种情况下的二氯代物的同分异构体数目为7种,当一个氯原子处于2处时,另一个氯原子可处于3、6、7处,即这种情况下的二氯代物的同分异构体数目为3种,故萘的二氯代物的同分异构体的数目共有10种(4)插空法(主要是根据题目的条件从中提出含两个共价键的原子或原子团,然后确定剩余部分的结构,最后再将提出的原子或原子团插入到碳碳单键或碳氧单键之间的一种方法)。



【调研2】 已知水杨酸的结构为 ,则同时符合下列四个要求的水杨酸

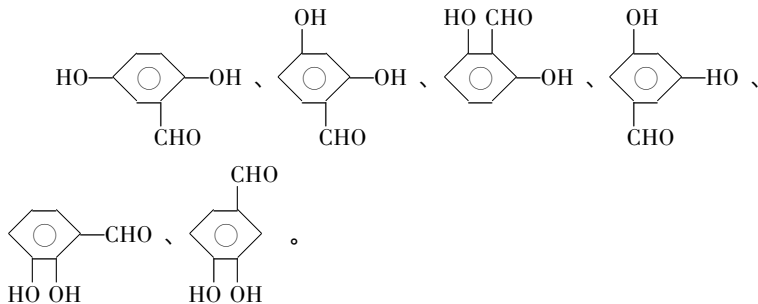
的同分异构体的种数为

①含有苯环;②能发生银镜反应,不能发生水解反应;③在稀NaOH溶液中,1 mol该同分异构体能与2 mol NaOH发生反应;④只能生成两种一氯代产物。

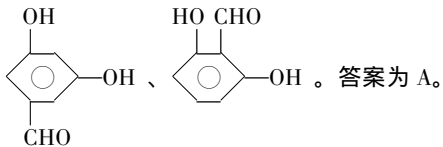
- A. 2种 B. 3种 C. 6种 D. 9种

解析 因水杨酸的同分异构体能够发生银镜反应,所以其中含有醛基,又不能发生水解反应,所以该同分异构体不能是甲酸酯类物质;根据1 mol该同分异构体能与2 mol

NaOH 发生反应,结合水杨酸的结构可知该同分异构体的一个分子中含有 2 个酚羟基,对应的结构为:



又该同分异构体只有两种一氯代产物,所以对应的结构只有 2 种:



。答案为 A。

技巧点拨 有关条件型同分异构体的数目的确定可以根据题目给定的信息,分析出其中含有的官能团(如本题中存在醛基和酚羟基),然后结合所学知识确定官能团的位置(如本题中可先确定两个羟基在苯环上的位置关系,然后分析醛基的位置),最后结合其他条件确定同分异构体的数目(如本题中根据一氯代物的数目确定)。

考点二 有机物的燃烧

【调研 3】由 A、B 两种有机物组成的混合物,当混合物总质量相等时,无论 A、B 两种有机物以任何比例混合,完全燃烧后,产生的二氧化碳的质量都相等。该有机物的可能组合是

- A. CH_4 和 $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_2$ B. $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ 和 C_6H_6
C. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ 和 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ D. HCOOH 和 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$

解析 因总质量一定的以任意比例混合的 A、B 完全燃烧时,产生的二氧化碳的质量相等,所以可得 A、B 两种有机物中碳的质量分数相等,结合选项可得答案。答案为 A。

知识链接 有机物燃烧的部分规律 (1)等质量的有机物完全燃烧时,若消耗的氧气的量相等,则这些有机物具有相同的最简式; (2)等物质的量的不同有机物完全燃烧时,若消耗的氧气的量相等,则这些有机物应满足下列关系之一:①有机物符合通式 $\text{C}_x\text{H}_y(\text{CO}_2)_m(\text{H}_2\text{O})_n$ (x, y, m, n 均为非负整数);②若一种有机物满足 $\text{C}_x\text{H}_y(\text{CO}_2)_m(\text{H}_2\text{O})_n$, 则其他有机物应满足 $\text{C}_{x-a}\text{H}_{y+4a}(\text{CO}_2)_m(\text{H}_2\text{O})_n$ (x, y, m, n, a 均为非负整数); (3)等质量的不同有机物完全燃烧时,若产生的二氧化碳的质量(或水的质量)相等,则这些有机物中碳的质量分数(或氢的质量分数)对应相等; (4)等物质的量的不同有机物完全燃烧时,若产生的二氧化碳的质量(或水的质量)相等,则这些有机物中碳原子数目(或氢原子数目)对应相等。

任何问题都有解决的办法,无法可想的是没有的,要是你真的弄到无法可想的地步,那只能说自己是笨蛋,是懒汉。



【调研4】 车用乙醇汽油是指在汽油组分油中按体积混合比加入 10% 的变性燃料乙醇后作为汽油车燃料用的汽油。

(1) 4.6 g $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 完全燃烧生成水和二氧化碳,有 _____ mol 电子转移。

(2) 烃 A 是汽油的主要成分之一。取 11.4 g 烃 A,置于一定体积的氧气中,点燃使之充分反应后,恢复到标准状况气体体积减少 x L。将剩余气体经过碱石灰吸收,碱石灰质量增加 y g。数据见下表(表中所有体积均在标准状况下测定):

	氧气体积为 20 L	氧气体积为 30 L	氧气体积为 40 L
x	2.22	10.08	10.08
y	4.3	35.2	35.2

11.4 g 烃 A 中含碳的物质的量是 _____ mol,含氢的物质的量是 _____ mol。该烃的分子式是 _____。

解析 本题考查氧化还原反应和分析处理表格数据信息的能力及有机物的燃烧问题等。(1)根据乙醇燃烧的化学方程式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{燃烧}} 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 可知 1 mol 乙醇完全燃烧时转移的电子的物质的量为 12 mol,所以 4.6 g 乙醇完全燃烧转移的电子的物质的量为 1.2 mol。(2)根据题目中的有关数据可知当氧气体积为 30 L 时烃完全燃烧,所以可知 11.4 g 烃中碳的物质的量为 $35.2 \text{ g} / (44 \text{ g/mol}) = 0.8 \text{ mol}$,氢原子的物质的量为 $(11.4 \text{ g} - 0.8 \text{ mol} \times 12 \text{ g/mol}) / (1 \text{ g/mol}) = 1.8 \text{ mol}$,所以该烃的最简式为 C_4H_9 ,其化学式可设为 $(\text{C}_4\text{H}_9)_x$,根据烃中氢原子为偶数以及氢原子对碳原子的饱和程度可知该烃的分子式为 C_8H_{18} 。

答案 (1)1.2 (2)0.8 1.8 C_8H_{18}

误点警示 本题解答过程中的易错点:不能正确地分析乙醇中碳元素的化合价以及不能正确地利用氧化还原反应中得失电子守恒思想而将转移的电子的物质的量弄错;求烃的分子式时不能根据烃类物质的组成特点快速地确定烃的化学式。

考点三 有机物分子式和结构式的确定

【调研5】 A 是一种含碳、氢、氧三种元素的有机化合物,已知 A 中的碳的质量分数为 44.1%,氢的质量分数为 8.82%,A 只含一种官能团,且每个碳原子上最多只连一个官能团;A 能与乙酸发生酯化反应,但不能在两个相邻的碳原子上发生消去反应。请填空:

(1) A 的分子式是 _____,其结构式是 _____;

(2) 写出 A 与乙酸反应的化学方程式 _____;

(3) 写出所有满足下列 3 个条件的 A 的同分异构体的结构简式:①属直链化合物;②与 A 具有相同的官能团;③每个碳原子上最多只连一个官能团。这些同分异构体的结构简式是 _____。

解析 因 A 只含碳、氢、氧三种元素,且碳和氢的质量分数分别为 44.1% 和 8.82%,则氧的质量分数为 47.08%,故 $n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{O}) = (44.1/12):(8.82/1):(47.08/16) = 5:12:4$,所以 A 物质的最简式为 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_4$;12 个氢原子相对于 5 个碳原子已达饱和状

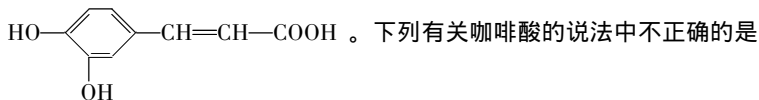
态,故 A 的分子式为 $C_5H_{12}O_4$ 。因 A 只含一种官能团,且能与乙酸发生酯化反应,故含有 4 个羟基。又因每个碳原子上最多只连一个官能团,且 A 不能在两个相邻碳原子上发生消去反应,故 A 的结构式为 $(C(CH_2OH)_4)_n$ 。

答案 (1) $C_5H_{12}O_4$ $(C(CH_2OH)_4)_n$ (2) $(C(CH_2OH)_4)_n + 4nCH_3COOH \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$
 $(C(CH_2OOCCH_3)_4)_n + 4nH_2O$ (3) $CH_2(OH)(CHOH)CH_3$ 、 $CH_2(OH)(CHOH)CH_2CH_2OH$ 、
 $CH_2(OH)(CHOH)CH_2(CHOH)CH_2OH$

发散类比 有机物分子式和结构式确定的题型通常有如下几类 (1) 利用有机物的通式进行求算 (2) 根据有机物燃烧产物进行计算 (3) 已知有机物的摩尔质量和各元素的质量分数的计算(可求出 1 mol 有机物中含有的各原子的物质的量) (4) 已知各种元素的质量分数,而物质的摩尔质量未知的计算(可以根据氢原子对碳原子的饱和程度来确定有机物的分子式) (5) 已知某元素的质量分数及有机物式量的范围的计算。

考点四 有机物的结构和性质

【调研 6】 咖啡酸具有止血、镇咳、祛痰等疗效,其结构简式为



- A. 咖啡酸可以发生还原、取代、加聚等反应
- B. 咖啡酸与 $FeCl_3$ 溶液可以发生显色反应
- C. 1 mol 咖啡酸可与 4 mol H_2 发生加成反应
- D. 1 mol 咖啡酸最多能消耗 3 mol 的 $NaHCO_3$

解析 根据咖啡酸的结构可知该物质中含有碳碳双键(能够发生加成、加聚和氧化反应)、羧基(具有酸性,能够发生酯化反应)和酚羟基(酚类物质能够发生取代反应、氧化反应、显色反应等);由于酚类物质的酸性比碳酸弱,所以酚羟基不能与碳酸氢钠反应,因此选项 D 错误。答案为 D。

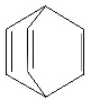
知识链接 各类有机物的性质总结

类别	通式	官能团	性质
烷烃	C_nH_{2n+2}		取代、燃烧
烯烃	C_nH_{2n}	碳碳双键	加成、加聚、氧化
炔烃	C_nH_{2n-2}	碳碳叁键	加成、加聚、氧化
苯及其同系物	C_nH_{2n-6}		取代、加成、氧化
卤代烃		卤素原子	水解(取代)、消去反应
醇类		羟基	置换、取代、氧化、消去、酯化等
酚类		酚羟基	酸性、取代、氧化、显色反应等
醛类		醛基	氧化(包括银镜反应)、还原等
羧酸		羧基	酸性、酯化等
酯类		$-COO-R$	水解等

考点五 有机物中原子的空间位置关系

【调研 7】桶烯(Barrelene)的结构简式如图所示,有关说法不正确的是

- A. 桶烯分子中所有原子在同一平面内
 B. 桶烯在一定条件下能发生加聚反应
 C. 桶烯与苯乙烯($C_6H_5CH=CH_2$)互为同分异构体
 D. 桶烯中的一个氢原子被氯原子取代,所得产物只有两种

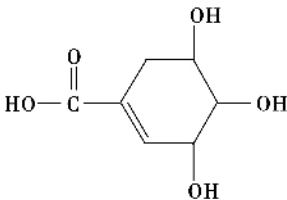


解析 根据桶烯的结构可知其中的原子不可能全部共平面;由于其中含有碳碳双键,所以可以发生加聚反应。桶烯的化学式为 C_8H_8 ,与苯乙烯的分子式相同,但二者的结构不同,所以二者互为同分异构体。根据桶烯的结构可知该物质中只存在两类氢原子,所以其一氯代物只有两种。答案为 A。

技巧点拨 有机物中涉及原子的空间位置关系时可以借助于甲烷、乙烯、乙炔和苯分子的结构进行分析。甲烷分子中最多有 3 个原子共平面,乙烯分子中 6 个原子共平面,乙炔分子中 4 个原子共直线,苯分子中 12 个原子共平面。

强化
闯关

1. (经典题)近年来,禽流感肆虐全球,给全球经济带来严重影响。现已发现八角茴香中含有一种抗禽流感病毒的重要成分——莽草酸,它的结构简式如右图所示。下列关于莽草酸



的说法中不正确的是

- A. 分子式为 $C_7H_{10}O_5$
 B. 可以使溴水褪色
 C. 可发生消去反应
 D. 该分子中的 7 个碳原子可能共平面
2. (经典题)2006 年 3 月 2 日英国《泰晤士报》报道说,英国食品标准局对英国与法国販售的芬达汽水、美年达橙汁等 230 种软饮料检测,发现含有高量的致癌化学物质——苯。报道指出汽水中如果同时含有苯甲酸钠(防腐剂, C_6H_5COONa)与维生素 C(抗氧化

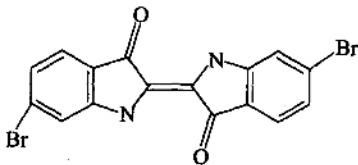
剂)结构式为 $HO-CH_2-\underset{\substack{| \\ OH}}{CH}-\underset{\substack{| \\ O}}{HC}=\underset{\substack{| \\ O}}{C}-OH$),可能会相互作用生成苯,苯与血

癌(白血病)的形成亦有密不可分的关系。下列有关说法一定不正确的是

- A. 苯是非极性分子
 B. 苯在一定条件下能发生取代反应和加成反应
 C. 维生素 C 在碱性溶液中能稳定存在
 D. 维生素 C 可溶于水
3. (变式题)泰雅紫是古代地中海沿岸出产的一种贵重染料,罗马帝王用法律规定,只有皇族与教主可穿这种紫色衣袍。当时人们是从小的紫蜗牛中提取它的,制备 1.5 g 泰

雅紫需要多达 12 000 只紫蜗牛, 现知其结构为如图所示的含溴有机化合物。下列说法不正确的是

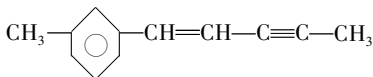
- A. 泰雅紫的分子式为 $C_{16}H_8N_2Br_2O_2$
 B. 泰雅紫存在同分异构体
 C. 泰雅紫属于烃的衍生物
 D. 检验泰雅紫中溴元素可直接加入硝酸银溶液, 看是否有浅黄色沉淀



4. (拔高题) 标准状况时 0.1 mol 的烃和 1 mol O_2 (过量) 混合, 完全燃烧后, 通过过量的 Na_2O_2 固体, 固体增重 15 g , 从 Na_2O_2 中逸出的全部气体的体积为 16.8 L (标准状况), 则该烃的分子式可能为

- A. C_4H_8 B. C_4H_{10} C. C_5H_{10} D. C_5H_{12}

5. (经典题) 在下图所示的分子中, 处于同一平面上的原子数最多可能是



- A. 12 个 B. 14 个 C. 18 个 D. 20 个

6. (改编题) 燃烧某一类有机物, 消耗 O_2 与所生成的 CO_2 的物质的量相等, 则:

(1) 该类有机物的通式为_____。

(2) 该类有机物中式量最小的 A 是_____ (填分子式), A 能与_____ (填名称) 反应, 生成银白色金属。

(3) 符合条件的物质 B 的式量为 A 的 3 倍, 能够发生分子内酯化反应, 且分子内有一个甲基, 其结构简式为_____。物质 B 还可以发生分子间脱水生成一种对环境友好的高分子材料(可自动降解), 则该高分子材料的结构简式为_____。

7. (拔高题) 有机物 A 由 C、H、O 三种元素组成。A 的相对分子质量不超过 170, 1 mol A 水解生成 1 mol B 和 1 mol C , B 中 C、H 两元素的质量分数之和为 68.4%, 且 B 遇 FeCl_3 溶液显紫色。C 中氧元素的质量分数为 50%, C 不能与 NaHCO_3 溶液反应。

(1) C 的结构简式: _____;

(2) B 的分子中应含_____个氧原子;

(3) A 的分子式为_____;

(4) B 的同分异构体有许多种, 其中分子中含酯基结构, 苯环上有两个取代基, 且遇 FeCl_3 溶液显紫色的结构有_____种。请写出其中 3 种同分异构体的结构简式, 要求 3 种分子所含取代基不完全相同。_____。

8. (改编题) 某烃的含氧衍生物 A 的相对分子质量为 240, 其中碳的质量分数为 80.0%, 氧的质量分数是氢的质量分数的 2 倍, 分子中含有 2 个苯环, 每个苯环上都只有一个取代基, 且该取代基无支链。A 在稀酸溶液中加热时发生水解反应, 得到 B 和 C, C 的相对分子质量为 108。

请回答下列问题：

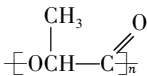
- (1) A 的分子式为_____ , C 的结构简式为_____ ;
- (2) B 有多种同分异构体 , 请按要求回答下列问题 :
- ① B 的同分异构体中 , 苯环上只有一个取代基的羟基醛有_____种 ;
- ② D 为 B 的同分异构体 , 属于酯 , 且苯环上的一氯取代物有 2 种 , 分子内只含一个甲基。请写出 D 的一种结构简式_____。

【参考答案】

1. D 根据莽草酸的结构可知其分子式为 $C_7H_{10}O_5$, 因其中含有羧基、醇羟基和碳碳双键 , 所以能够使溴水褪色 , 能够发生消去反应。
2. C 根据维生素 C 的结构可知其中含有酯类物质的官能团 , 所以在碱性条件下容易发生水解反应 , 又因维生素 C 中含有多个亲水基(—OH) , 所以维生素 C 可溶于水。
3. D 根据泰雅紫的结构可知其分子式为 $C_{16}H_8N_2Br_2O_2$, 根据其组成元素和结构可知该有机物有同分异构体存在 , 且属于烃的衍生物 ; 有机物中卤素原子检验的方法通常是先将该有机物在碱性条件下水解 , 再向水解产物中加入硝酸酸化 , 最后加入硝酸银进行检验。
4. C 设 0.1 mol 该烃的质量为 x , 由质量守恒关系可知 0.1 mol 烃与 1 mol O_2 的质量之和等于反应后固体增加的质量与逸出的 O_2 的质量之和 , 即 $x + 1 \text{ mol} \times 32 \text{ g/mol} = 15 \text{ g} + 32 \text{ g/mol} \times \frac{16.8 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}}$, 解得 $x = 7 \text{ g}$ 。则该烃的摩尔质量为 $7 \text{ g}/0.1 \text{ mol} = 70 \text{ g/mol}$, 故该烃为 C_5H_{10} 。
5. D 苯环上的 12 个原子一定在同一平面上 , 左边的甲基上最多有一个 H 原子在此平面上 , 根据烯烃、炔烃的分子结构 , 苯环右边的烯烃碳、炔烃碳及与碳相连的氢原子也可能在此平面上 , 右边的甲基最多有一个 H 原子在此平面上 , 共 20 个原子。
6. C 因该有机物完全燃烧时 , 消耗的氧气和产生的二氧化碳的物质的量相等 , 所以该有机物应满足如下通式 $C_x(H_2O)_y$ (x, y 为正整数) 。若要使对应的某有机物的式量最小 , 则必有 $x = y = 1$, 即化学式为 CH_2O , 则式量为其 3 倍的有机物的化学式为 $C_3H_6O_3$, 又因可以发生分子间酯化反应 , 故其结构中存在羧基和醇羟基 ; 又知结构中存在甲基 ,

所以其结构为 $CH_3-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{C}}}-\text{COOH}$, 对应的高聚物为 $[-\text{OCH}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{C}}}=\overset{\text{O}}{\parallel}]_n$ 。

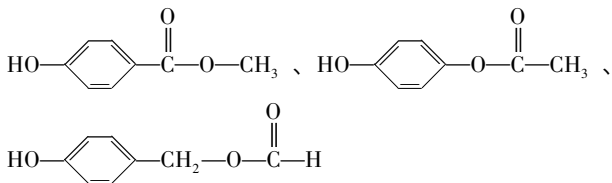
答案 (1) $C_x(H_2O)_y$ (x, y 为正整数) (2) CH_2O 银氨溶液 (3) $CH_3-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{C}}}-\text{COOH}$



7. 因 A 物质只含 C、H、O 三种元素 , 且能够水解产生 B 和 C , 根据 B、C 的性质可知 B 中含

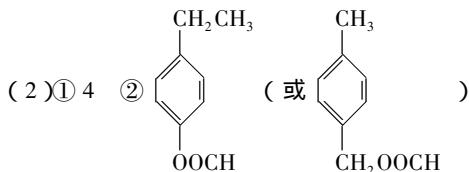
有羧基、酚羟基与苯环,所以 B 中至少含有 3 个氧原子。根据 A 的式量可知 B 中只能含有 3 个氧原子,所以 B 的分子式为 $C_8H_8O_3$; C 中至少含有一个羟基,所以可推出 C 的分子式为 CH_3OH 。对应 A 的分子式为 $C_9H_{10}O_3$ 。B 的同分异构体中,苯环上有两个取代基,且遇 $FeCl_3$ 溶液显紫色(说明其中含有酚羟基),含有酯基结构的可以是甲酸酯、苯甲酸酯,也可以是乙酸酯,所以满足题目条件的结构共有 9 种。

答案 (1) CH_3OH (2) B (3) $C_9H_{10}O_3$ (4) 9



8. 根据题目条件可知氧元素的质量分数为 $2/15$, 氢元素的质量分数为 $1/15$, 所以 A 分子中碳的原子个数为 16, 氢的原子个数为 16, 氧的原子个数为 2, A 的化学式为 $C_{16}H_{16}O_2$; 又因 A 分子中含有 2 个苯环, 每个苯环上都只有一个取代基, 该取代基无支链, 且能够发生水解反应得到式量为 108 的物质 C, 所以 A 属于酯类, 对应的 B 和 C 分别为羧酸和醇类物质。故 C 为 $C_6H_5-CH_2OH$, B 为 $C_6H_5-CH_2CH_2COOH$ 。

答案 (1) $C_{16}H_{16}O_2$ $C_6H_5-CH_2OH$



重点五 化学实验

重点 研析

化学实验是高考的重要考点之一,也是每年高考的必考内容,其考点主要包括基本仪器的使用、基本操作、物质的分离和提纯、物质的性质和制备、物质的检验和鉴别以及化学实验方案设计等。从近几年的理科综合试题来看,化学实验的命题通常综合考查化学实验的各个考点,因此复习的过程中不仅要明确课本实验的基本操作、物质分离和提纯的各种方法,而且善于分析课本实验方案的优劣(如课本中关于乙醇的催化氧化实验、苯的卤代实验、氢氧化亚铁的制备实验等)并从不同角度提出可能的改进方案,从而培养多角度思考问题的习惯,进行发散思维和求异思维的训练,从而培养创新意识。

重点
突破

一片绿叶便是一片春光。要留住春光,得使自己的生命像绿叶般旺盛、健康!

青春
之歌

典例 调研

考点一 基本仪器的使用和操作

【调研1】 某实验报告记录了如下数据,其中数据合理的是

- A. 用 10 mL 量筒量取 5.26 mL 稀硫酸
 B. 用托盘天平称量 11.7 g 氧化铜粉末
 C. 用广泛 pH 试纸测得某溶液的 pH 为 3.5
 D. 用酸式滴定管量取 10.5 mL 盐酸溶液

解析 量筒读数时一般到小数点后一位,托盘天平的读数精确到 0.1 g,pH 试纸的读数只能为整数,滴定管的读数估读到小数点后两位。答案为 B。

知识链接 1. 滴定管的 0 刻度在滴定管的上方,且刻度值从上到下逐渐增大,读数一般到 0.01 mL 2. 量筒没有 0 刻度,从下到上刻度值逐渐增大,一般精确到 0.1 mL 或 0.2 mL 起始刻度一般为其总量程的 10% 3. 温度计的 0 刻度在温度计的中间 4. 托盘天平的标尺中央数值是 0。

【调研2】 下列实验操作正确的是

- A. 配制 100 g 10% 的硫酸铜溶液时,称取 10 g 硫酸铜晶体溶解于 90 g 水中
 B. 测定硫酸铜晶体中结晶水含量时,须用小火缓慢加热,同时用玻璃棒轻轻搅拌硫酸铜晶体,防止晶体飞溅
 C. 为检验酸性溶液中的 Cl^- 和 SO_4^{2-} ,要先加硝酸银溶液,滤去沉淀后加硝酸钡溶液
 D. 配制一定物质的量浓度的硫酸溶液时,应将量取好的浓硫酸先放入烧杯中,然后加水稀释

解析 A 项中配制的硫酸铜溶液的浓度小于 10%;C 项中应先加入硝酸钡,过滤后再加入硝酸银,因为硫酸根离子也能与银离子反应产生沉淀;D 项中由于浓硫酸的稀释过程中放出热量,容易导致液体飞溅,所以应将水先加入烧杯中,再缓慢将浓硫酸注入水中,并且不断用玻璃棒进行搅拌。答案为 B。

知识链接 掌握化学基本操作要注意以下六个关系:

①长短关系(如洗气操作中“长管进,短管出”);②深浅关系(如导管、滴管深入容器中的深浅);③大小关系(如量器的量程);④上下关系(如实验装置安装顺序、冷凝水的方向);⑤先后关系(如配制溶液、检验试剂的加入顺序);⑥左右关系(如组装仪器、天平)。

考点二 物质的分离、提纯

【调研3】 下列混合物的分离或提纯操作中不正确的是

- A. 除去 N_2 中的少量 O_2 ,可通过灼热的 Cu 网后,收集气体
 B. 除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中混有的 Cl^- 离子,可用渗析的方法
 C. 除去乙醇中的少量 NaCl,可用蒸馏的方法
 D. 重结晶、滴定操作都可用于提纯物质

解析 滴定主要是测定物质含量或浓度的一种方法,不能用于物质的分离。答案为 D。



知识链接 物质分离的物理方法主要有(1)过滤(主要用于分离沉淀和溶液)(2)蒸馏(主要用于分离沸点相差较大的液体混合物)(3)萃取和分液(主要用于分离互不相溶的液体混合物)(4)盐析(例如从皂化液中分离肥皂、甘油、蛋白质的盐析)(5)渗析(主要用于分离大分子、胶体和小的分子、离子)(6)结晶和重结晶(例如除去硝酸钠溶液中少量的氯化钠,可利用二者的溶解度不同,降低溶液温度,使硝酸钠结晶析出,得到硝酸钠纯晶)(7)加热升华(欲除去碘中的沙子可采用此法)等。

考点三 物质的检验和鉴别

【调研4】 有关溶液中所含离子的检验,下列判断中正确的是

- A. 加入硝酸酸化,再滴加KSCN溶液后有血红色物质生成,则原溶液中一定有 Fe^{3+} 存在
- B. 加入盐酸有能使澄清石灰水变浑浊的气体生成,则原溶液中一定有大量的 CO_3^{2-} 存在
- C. 某溶液做焰色反应时火焰为黄色,则该溶液中一定有钠元素,可能有钾元素
- D. 分别含有 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 和 Na^+ 的四种盐酸溶液,只用NaOH溶液是不能一次性鉴别的

解析 A选项的溶液中也可能会含有亚铁离子而不含铁离子,因为硝酸具有氧化性,可以将亚铁离子氧化为铁离子;B选项溶液中可能含有碳酸氢根离子;C选项确定是否含有钾元素要透过蓝色的钴玻璃;D选项有颜色的离子为铜离子和亚铁离子,加入氢氧化钠溶液,含铜离子的溶液出现蓝色沉淀,含亚铁离子的溶液出现灰绿色沉淀,然后逐渐变成褐色最后变成红褐色,含镁离子的溶液出现白色沉淀,含钠离子的溶液没有现象。答案为C。

知识链接 常见的微粒的检验方法(1)氯离子的检验可以选用硝酸酸化的硝酸银溶液(2)硫酸根离子的检验可以选用酸和钡盐(3)硝酸根离子的检验可以选用稀硫酸和铜单质(4)铵离子的检验可以选用强碱溶液(5) SO_2 的检验可以选用品红溶液(6)碘单质的检验可以选用淀粉(7)铁离子的检验可以选用KSCN溶液或酚类物质(8)酚类物质的检验可以选用浓溴水或氯化铁溶液(9)醛类物质的检验可以选用银氨溶液或新制的氢氧化铜悬浊液等。

【调研5】 下列各组物质,只用一种试剂就可以鉴别的是

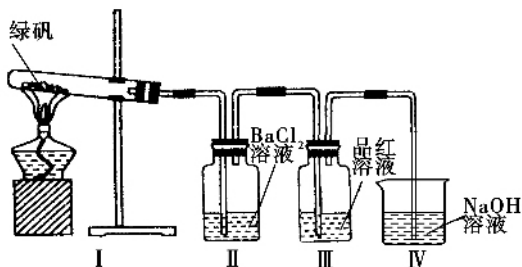
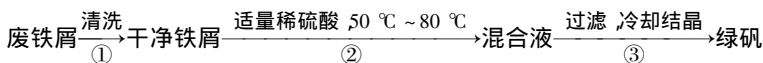
- ①四种黑色固体:FeO、Fe、CuO、C
- ②四种白色粉末: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4Cl 、 Na_2SO_4 、NaCl
- ③四种无色气体:氢气、氯化氢、二氧化硫、二氧化碳
- ④四种有机物:苯、四氯化碳、己烯、无水乙醇
- A. 只有①② B. 只有③④ C. 只有①②④ D. 全部

解析 ①中可以用盐酸或稀硫酸进行鉴别;②中可以用氢氧化钡溶液进行鉴别;③、④只选用一种试剂无法鉴别。答案为A。

知识链接 鉴别物质的方法很多,常考的主要有不用外加试剂进行鉴别(这类问题通常有如下几种情况:①该组物质中某些物质有特殊的颜色,然后利用该物质鉴别其他物质;②该组物质中无明显外观特征,可以考虑用加热或通过焰色反应进行鉴别;③以上方法不能鉴别时,也可以考虑用两两混合的方法进行鉴别;④如果被鉴别的物质只有两种,也可以通过滴加顺序的不同加以鉴别)、只用一种试剂进行鉴别、任选试剂进行鉴别等。

考点四 物质的制备和性质

【调研6】某化学实验探究小组拟用稀硫酸溶解已生锈的废铁屑制绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$),再通过实验探究硫酸亚铁受热分解生成何种产物。该小组的实验流程如下:



请填写和回答问题:

(1)废铁屑常附有油污,清洗的方法通常是把5% Na_2CO_3 溶液加入到盛有废铁屑的烧杯中,加热数分钟,倒掉溶液,再用蒸馏水洗涤铁屑2~3遍。上述操作中,加热的目的是_____。

(2)第②步操作中所发生的反应的离子方程式是_____。

(3)第③步操作中所用到的玻璃仪器有_____。

(4)用上图所示装置进行实验时,观察到装置II中产生白色沉淀,III中红色褪去,I中绿色晶体最终变为红棕色,则硫酸亚铁受热分解的化学方程式为_____。

当硫酸亚铁分解完全后测得I中剩余固体3.2 g,则II中产生沉淀的质量应为_____g。

解析 由于废铁屑表面有油渍,所以通常需要在碱性条件下进行洗涤,铁的表面通常有铁的氧化物存在,所以加入硫酸后,铁的氧化物会与硫酸反应,铁单质也会与硫酸反应,过滤时需要用到的玻璃仪器有烧杯、漏斗和玻璃棒;II中产生白色沉淀,说明该沉淀为硫酸钡,即硫酸亚铁分解产生了 SO_3 ,III中红色褪去,说明硫酸亚铁分解的产物中含有 SO_2 ,I中绿色晶体最终变为红棕色可知最终产生的固体物质为氧化铁。

答案 (1)促进 Na_2CO_3 水解,使溶液碱性增强,去油污能力增强 (2) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ (3)漏斗、烧杯、玻璃棒 (4) $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{SO}_3 \uparrow$ 4.66

知识链接 物质制备实验设计的要求 (1)原理正确 (2)步骤简单易行,便于操作;(3)原料来源丰富且低廉 (4)原料的利用率高 (5)产物单一,易于分离提纯 (6)污染少。另外,需要注意的是物质的制备涉及化学实验的多个方面,如基本仪器的使用、基本操作、实验安全、物质的分离提纯和误差分析等,解决好这类问题的关键在于正确地掌握化学实验的基本方法和基本技能。

考点五 实验方案设计

【调研7】 下列实验方案设计正确的是

- A. 分解高锰酸钾制氧气后,残留在试管壁上的黑色物质可用稀盐酸洗涤
 B. 失去标签的硝酸银溶液、稀盐酸、氢氧化钠溶液、氯化铝溶液,可选用碳酸铵溶液作鉴别试剂
 C. 用铜丝代替铂丝做焰色反应
 D. 在裂化汽油中加入酸性高锰酸钾,振荡后若紫色褪去即可证明其中含甲苯等苯的同系物

解析 A项中加热高锰酸钾后残留的固体物质是二氧化锰和锰酸钾,除去这些物质可以选用浓盐酸并加热;B项中只产生白色沉淀的是硝酸银溶液,只产生无色无味气体的是稀盐酸,只产生刺激性气味气体的是氢氧化钠溶液,既产生白色沉淀,又产生无色无味的气体的是氯化铝溶液;C项中铜丝燃烧时也有焰色;D项中可能含有甲苯等苯的同系物,也可能含有不饱和烃。答案为B。

误区警示 能够使酸性高锰酸钾褪色的有机物不仅是苯的同系物,还有不饱和烃、醛类物质等。

【调研8】 某未知溶液X中可能含有 K^+ 、 Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- ,检验其中是否含有 K^+ ,通常有如下两套实验方案。

方案一 焰色反应法

用洁净的玻璃棒蘸取未知液X置于酒精灯外焰上灼烧,观察到火焰呈黄色,则证明其中不含 K^+ 。对上述实验过程中的错误和疏漏之处加以纠正、补充:

方案二 亚硝酸钴钠法

在 CH_3COOH 酸化的溶液中, K^+ 与亚硝酸钴钠 $[Na_3Co(NO_2)_6]$ 反应生成黄色沉淀 $[K_2NaCo(NO_2)_6]$,该原理可用于 K^+ 的检验。注意 NH_4^+ 也能与 $Na_3Co(NO_2)_6$ 生成黄色沉淀,会干扰 K^+ 的检验。请你利用上述反应原理设计一个实验方案,检验未知溶液X中是否含有 K^+ 。

解析 利用焰色反应检验钾元素通常需要透过蓝色的钴玻璃观察火焰的焰色,且玻璃的主要成分中含有钠元素,对实验会产生干扰;根据实验目的可知应先加入碱溶液排除铵离子的干扰,然后再加入亚硝酸钴钠溶液,观察是否产生沉淀。

答案 方案一:应使用铂丝或无锈铁丝蘸取溶液,且应透过蓝色钴玻璃观察

举起来——让我们的青春在锤头上闪光;砸下去——让我们的壮志在生活的铁砧上激荡。

方案二:向未知溶液 X 中加入稍过量的 NaOH 溶液并加热,静置、冷却后取上层清液少许,用醋酸酸化后再加入亚硝酸钴钠,观察是否有黄色沉淀生成(或者取未知液 X 蒸干并灼烧,将所得固体溶于水,过滤,取少量滤液,用醋酸酸化后再加入亚硝酸钴钠,观察是否有黄色沉淀生成)

方法探究 实验方案的设计应注意以下问题(1)实验的简约性原则(2)实验的安全性原则(3)从环境保护的角度进行分析与考虑(4)根据实验的目的设计对应的实验方案和步骤,然后选择最优化的实验方案。

强化 闯关

1.(基础题)下表中实验操作能达到实验目的的是

选项	实验操作	实验目的
A	加新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 并加热	确定尿液中混有葡萄糖
B	滴加稀溴水	确定苯中混有苯酚
C	加入金属钠	确定酒精中混有醋酸
D	将石油裂解气通入酸性高锰酸钾	确定裂解气中含有乙烯

2.(易错题)下列实验操作与事故安全处理正确的是

- 金属钠着火时可用干粉灭火器扑灭
- 在硫酸铜晶体结晶水含量测定的实验中,称量操作至少需要四次
- 铜与浓硫酸反应时,用蘸有浓溴水的棉花放在导管口吸收多余的气体
- 在 250 mL 烧杯中加入 216 mL 水和 24 g NaOH 固体,配制 10% NaOH 溶液

3.(经典题)化学实验室中常将溶液或试剂进行酸化,下列酸化处理中正确的是

- 检验 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ 中含 Br 元素时,将 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ 和 NaOH 溶液混合加热后,加硫酸酸化
- 为提高 KMnO_4 溶液的氧化能力,用盐酸将 KMnO_4 溶液酸化
- 鉴别待测溶液中是否含有 Fe^{2+} 时,用硝酸酸化
- 鉴别溶液中是否含有 SO_4^{2-} 时,所加的氯化钡溶液可以用盐酸酸化

《试题调研》 第二辑

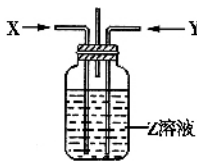
4.(能力题)某溶液可能含有 Na^+ 、 Ag^+ 、 Al^{3+} 、 AlO_2^- 、 S^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 NO_3^- 等离子中的数种。向此溶液中加入稀盐酸,有浅黄色沉淀和气体出现,此溶液的焰色为黄色。根据以上实验现象,下列结论中不正确的是

- 此溶液中一定有 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 Na^+
- 此溶液中可能有 AlO_2^- 、 CO_3^{2-}
- 此溶液中一定没有 Ag^+ 、 Al^{3+}
- 此溶液中可能有 S^{2-} 、 NO_3^-

5.(能力题)下列各组物质中,一定量的气体 X 和一定量的气体 Y 同时通入盛有溶液 Z 的洗气瓶中(如图所示)最终肯定有沉淀生成的是(假定实验过程中不发生倒吸现象)

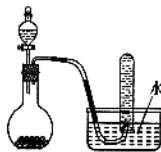


	X	Y	Z
A	CO ₂	SO ₂	CaCl ₂
B	NH ₃	SO ₂	BaCl ₂
C	NH ₃	CO ₂	CaCl ₂
D	Cl ₂	SO ₂	BaCl ₂



6. (变式题)右图是制取和收集某气体的实验装置,该装置可用于

- 过氧化钠固体和水反应制取 O₂
- 浓氨水和生石灰反应制取 NH₃
- 浓硝酸与铜反应制取 NO₂
- 浓盐酸和二氧化锰反应制取 Cl₂



7. (改编题)下列实验操作的先后顺序合理的是

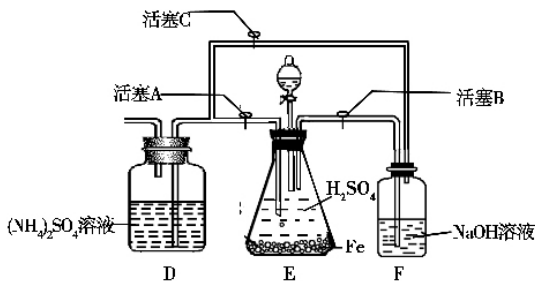
- 制取乙酸乙酯,应先将乙醇、乙酸混合,后加入到浓硫酸中
- 酸碱中和和滴定中,应先将锥形瓶用待测液润洗,后加入一定体积的待测液
- 配制 SnCl₂ 溶液时,应先将 SnCl₂ 固体溶于浓盐酸中,后加水稀释
- 用排水法收集气体时,先撤出酒精灯后从水中拿出导管

8. (经典题)下列说法正确的是

- 苯酚、淀粉、KI、乙酸、氢氧化钾四种溶液可用 FeCl₃ 溶液一次鉴别
- CH₃CH₂OH、CH₂=CHCOOH、CH₃CHO、CH₃COOH 四种溶液可用新制 Cu(OH)₂ 一次鉴别
- CaCl₂ 溶液中混有少量 HCl,可加入过量的 CaO,再过滤
- KCl 溶液中混有少量 KI,可通入足量 Cl₂ 后,再用乙醇进行萃取、分液

9. (创新题)摩尔盐[(NH₄)₂SO₄·FeSO₄·6H₂O]在空气中比一般亚铁盐稳定,是分析化学中常见的还原剂。某研究性学习小组设计了下面的实验装置来制备摩尔盐。

实验步骤:



(1) 把 30% NaOH 溶液和废铁屑混合、煮沸、冷却,将洗涤铁屑后的 NaOH 溶液装入 F 中。

(2) 在 E 中用处理过的铁屑和稀 H₂SO₄ 反应制取 FeSO₄。

(3) 将硫酸亚铁溶液与硫酸铵溶液混合,结晶得摩尔盐。

试回答下列问题:

(1) F 中的 NaOH 溶液的主要作用是_____。

(2) 铁屑和稀 H₂SO₄ 反应产生的氢气可赶走装置中的氧气及(NH₄)₂SO₄ 溶液中的溶解

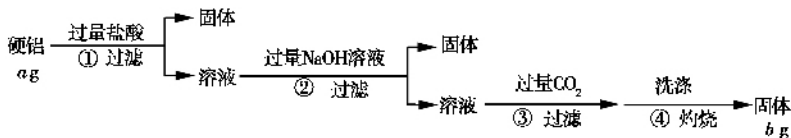
在生活的画卷中,偶尔抹上一道灰色,并不预示着你的沉沦,重要的是,能在灰色中提取绿色的希望。

氧 操作时应先关闭活塞_____ , 并同时打开活塞 _____。请写出铁屑和稀 H_2SO_4 反应产生的氢气的另外一个作用_____。

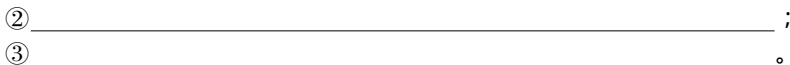
(3) 使摩尔盐结晶可采取两种方法 : ① 蒸发溶液 , 再自然冷却结晶 ; ② 不蒸发溶液 , 直接自然冷却结晶。你认为较好的方法是 _____。(填序号)

(4) 原料利用率高 , 副产品少 , 产生的有害废物少 , 保护环境是“绿色化学”的主要内涵。请写出此实验中能体现“绿色化学”的具体做法(至少写出两点): _____

10. (改编题) 某铝合金(硬铝)中含有铝、镁、铜、硅, 为了测定该合金中铝的含量, 有人设计了如下实验:



(1) 写出下列各步有关反应的离子方程式:



(2) 该样品中铝的质量分数是_____。

(3) 第②步中加入 $NaOH$ 溶液不足时, 会使测定结果_____ (填“偏高”、“偏低”或“不影响”, 下同);

第④步中的沉淀没有用蒸馏水洗涤时, 会使测定结果_____;

第④步对沉淀灼烧不充分时, 会使测定结果_____。

【参考答案】

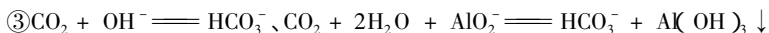
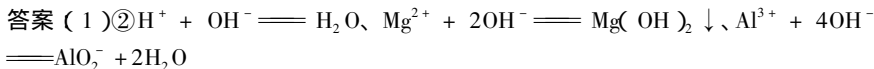
- A 检验酚类物质通常选用铁盐(酚类物质与铁离子结合呈紫色)或浓溴水(过量的浓溴水遇酚类物质产生白色沉淀), 因乙醇和醋酸均能与金属钠作用产生氢气, 所以检验酒精中是否有乙酸可以选用碳酸氢钠进行检验; D 项中只能说明裂解气中含有不饱和和烃, 但不能说明是否含有乙烯。
- B A 项中金属钠着火时由于产生的过氧化钠能够与 CO_2 反应而使金属钠继续燃烧, 因此通常采用砂子进行灭火; C 项中溴水具有挥发性, 且也容易对空气造成污染, 所以通常选用碱液吸收 SO_2 ; D 项中应使用 500 mL 的烧杯。
- D A 项中应使用硝酸进行酸化; B 项中高锰酸钾具有氧化性, 盐酸具有还原性, 二者发生氧化还原反应, 故应选用硫酸进行酸化; C 项中硝酸具有氧化性, 容易将亚铁离子氧化, 故应选用非氧化性的酸进行酸化。
- D 因加入稀盐酸产生浅黄色沉淀, 根据可能存在的离子分析知原溶液中一定含有硫离子和亚硫酸根离子; 又因溶液的焰色反应呈黄色, 故原溶液中一定含有钠离子, 根据离子共存可知一定不含银离子(不能与硫离子和亚硫酸根离子大量共存)和铝离子。



- (不能与硫离子和亚硫酸根离子大量共存)。
5. D A项中 CO_2 和 SO_2 均不与 CaCl_2 反应,所以一定不会产生沉淀;B项中若 SO_2 转化为亚硫酸根离子,则产生沉淀;若 SO_2 转化为亚硫酸氢根离子则没有沉淀;C项中若 CO_2 转化为碳酸根离子,则产生沉淀;若 CO_2 转化为碳酸氢根离子则没有沉淀。
6. A 根据发生装置可知反应不需要加热,根据收集装置可知产生的气体不溶于水,也不和水发生反应。
7. C A项中应将浓硫酸加入到乙酸和乙醇的混合溶液中;B项中锥形瓶不能用待测液润洗;D项中为防止倒吸,应将导管先从水中移出,再撤出酒精灯。
8. A B项中 $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ 、 CH_3COOH 用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 无法一次鉴别;C项中容易产生氢氧化钙杂质,可以向其中加入碳酸钙;D项中不能用乙醇作萃取剂(因乙醇可以和水互溶)。
9. 根据实验目的可知产生的氢气中可能含有少量酸性气体 CO_2 (来源于空气),故可知 NaOH 的作用是吸收 CO_2 气体;因亚铁离子容易被氧化,所以将硫酸亚铁溶液压入D之前应排出D中溶液中的氧气。

答案(1)除去混在氢气中的酸性气体 CO_2 (2)A、B、C 将E中产生的硫酸亚铁溶液压入D中 (3)② (4)用氢氧化钠溶液除去混在氢气中的酸性气体、氢氧化钠溶液重复使用、用氢气驱赶氧气防止亚铁盐被氧化等(或其他合理答案)

10. 若 NaOH 不足,则会导致氧化铝的质量偏小,测定结果偏低;没有洗涤会导致氧化铝的质量偏大,测定结果偏高。



(2) $\frac{9b}{17a} \times 100\%$ (3)偏低 偏高 偏高

重点六 化学计算

重点 研析

化学计算是中学化学的重要组成部分,也是高考的重要考点。从近几年的理科综合考试来看,化学计算中常使用的方法有守恒法、差量法、关系式法以及极端假设法和平均法等,从化学计算的类型来看,主要有数据图表型、推理分析型和缺条件型等。从命题形式来看,主要是以元素化合物为载体,以选择题、填空题的形式出现,而且化学计算的难度不大。因此,复习备考的过程中只需要掌握化学计算的基本方法、技巧和化学计算的几种重要题型即可,没有必要进行高难度的训练,需要注意的是,守恒法仍是计算题的重要方法之一。

重点
突破

像枫叶,在严霜中那么火红;像松柏,在朔风中那么苍翠;像腊梅,在冰雪中那么傲然——那才是生活的强者。

青春
之歌



典例 调研

考点一 化学计算的方法和技巧

【调研1】将铝粉与铁的氧化物 $\text{FeO} \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ 粉末配制成铝热剂,分成两份。一份直接放入足量的烧碱溶液中,充分反应后放出气体在标准状况下的体积为 15.68 L;另一份在高温下恰好反应完全,反应后的混合物与足量的盐酸反应后,放出的气体在标准状况下的体积为

- A. 11.20 L B. 15.68 L C. 22.40 L D. 31.36 L

解析 根据题目条件可知第一份与 NaOH 溶液反应时转移的电子的物质的量为 $\frac{15.68 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} \times 2 = 1.5 \text{ mol}$,第二份高温下刚好完全反应后产生的铁单质转化为亚铁离子时失去的电子的物质的量是第一份中铝失去电子的 $\frac{2}{3}$,所以第二份中转移的电子的物质的量为 1 mol,故产生的氢气在标准状况下的体积为 11.20 L。答案为 A。

技巧点拨 本题可以采用分步计算的方法求出铝的物质的量,进而求出铁的物质的量,最后求出氢气的体积,但这样计算显得比较繁琐。根据题目条件我们可以发现第二份铁的化合物中的铁元素先转化为 0 价的铁单质,后与盐酸反应转化为 +2 价的亚铁离子,而且这些转化过程所涉及反应均为氧化还原反应,所以可以根据得失电子守恒巧妙地避开繁琐的计算过程。

知识链接 化学计算中经常涉及到守恒法的应用问题,通常有原子数目守恒、质量守恒、电荷守恒(主要应用于离子方程式和溶液的配制等)和得失电子守恒(主要应用于氧化还原反应的计算中)等。

【调研2】已知 H_2 和 CO 在放电的条件下可以合成 HCHO,醛可以在镍粉作催化剂的情况下与氢气发生加成反应。

部分有机物的熔点、沸点

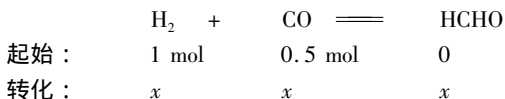
有机物	甲醇	乙醇	甲醛	乙醛
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	-93.9	-114.1	-92	-121
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	65	78.5	-21	20.8

(1)常温下,在一个体积为 10 L 的容器(体积不变)中通入 1 mol H_2 和 0.5 mol CO,在放电的条件下反应一段时间后,恢复到原来的温度,混合气体的压强减小为原来的 $\frac{4}{5}$,此时 H_2 的转化率为_____,容器中混合气体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2)①常温下将(1)中反应后所得的混合气体全部通过热的镍粉,反应一段时间后恢复到原来的温度和压强时混合气体的体积减少了 25%,剩余气体的平均相对分子质量为_____(小数点后保留 1 位)。

②常温下将①中反应后所得的混合气体全部通过热的镍粉,反应后将剩余气体恢复到标准状况,剩余气体体积 V 的取值范围是_____。

解析 (1)根据题目条件,设反应的氢气的物质的量为 x ,则可得

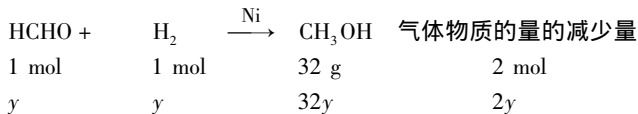


风化——结晶水合物在室温和干燥的空气里失去部分或全部结晶水的过程。
注意:自然条件。

一段时间： $1-x$ $0.5-x$ x

所以有 $1.5/(1.5-x)=5/4$ 解得 $x=0.3 \text{ mol}$ ，所以氢气的转化率为 30%，混合气体的平均密度为 $16 \text{ g}/10 \text{ L}=1.6 \text{ g/L}$ 。

(2)①设此过程中参加反应的氢气的物质的量为 y ，则有：



(1)中反应后混合气体 $0.7+0.2+0.3=1.2$ (mol)，故可得 $1.2/(1.2-2y)=10 \text{ L}/7.5 \text{ L}$ ，解得 $y=0.15$ (mol)。所以剩余气体的质量为 $16 \text{ g}-32 \text{ g/mol} \times 0.15 \text{ mol}=11.2 \text{ g}$ ，混合气体的物质的量为 $1.2 \text{ mol}-2 \times 0.15 \text{ mol}=0.9 \text{ mol}$ ，故混合气体的平均摩尔质量为 $11.2 \text{ g}/0.9 \text{ mol}=12.4 \text{ g/mol}$ ，即混合气体的平均相对分子质量为 12.4 g/mol 。

②若甲醛全部转化为甲醇，则剩余气体的物质的量为 $1.2 \text{ mol}-2 \times 0.3 \text{ mol}=0.6 \text{ mol}$ ，此时混合气体在标准状况下的体积为 13.44 L ，若甲醛不反应，对应的混合气体的物质的量为 1.2 mol ，此时对应混合气体在标准状况下的体积为 26.88 L ，所以最终所得混合气体的体积 V 的取值范围为： $13.44 \text{ L} < V < 26.88 \text{ L}$ 。

答案 (1)30% 1.6 (2)①12.4 ②13.44 L < V < 26.88 L

方法探究 化学计算的方法除了守恒法以外，常用的还有差量法(根据物质变化前后某种量发生变化的方程式或关系式，找出所谓“理论差量”。利用该法关键有两点：①弄清差量的原因；②弄清差量与什么量成比例)、平均值法(是一种将数学平均原理应用于化学计算的解题方法。它依据的数学原理是：两个数 A_1 和 A_2 的平均值为 A ，则 A 介于 A_1 和 A_2 之间。应用于混合物的分析(定量、定性)，常用的技巧：十字交叉法)、极端假设法(把所研究的对象或过程变化通过假设，推到理想的极限值，使因果关系变得十分明显，从而得出正确的判断，或者将化学问题抽象成数学的极限问题求解)等，解答过程中应善于根据题目的条件选择适当的计算方法。

考点二 数据图表型计算

【调研3】某些盐在溶液中结晶时，析出的晶体是结晶水合物。下表记录了 $t^\circ\text{C}$ 时 4 份相同的硫酸铜溶液中加入的无水硫酸铜的质量以及析出的硫酸铜晶体($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 的质量(温度维持不变)的实验数据：

硫酸铜溶液	①	②	③	④
加入的无水硫酸铜(g)	2.50	5.00	8.00	11.0
析出的硫酸铜晶体(g)	0.10	4.60	10.0	15.4

当加入 5.60 g 无水硫酸铜时，析出硫酸铜晶体的质量为

- A. 3.88 g B. 5.32 g C. 5.68 g D. 6.82 g

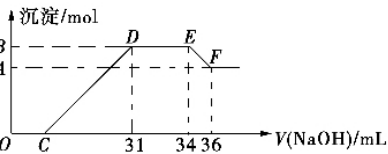
解析 根据表中数据分析可知加入 2.5 g 无水硫酸铜时，析出晶体的质量为 0.1 g，说明原溶液为不饱和溶液。加入 5 g 无水硫酸铜析出 4.60 g 晶体，说明在①的基础上每加入 1 g 无水硫酸铜就会析出 1.8 g 晶体，当加入 5.60 g 无水硫酸铜时可认为在①的基础上又加入

了 3.1 g 的无水硫酸铜 所以析出的晶体的总质量为 $0.10 \text{ g} + 1.8 \times 3.1 \text{ g} = 5.68 \text{ g}$ 。答案为 C。

技巧点拨 解答有关数据图表型试题时,关键在于分析图像和表格中的有关数据,从中发现隐含的规律,然后利用这些规律和结论分析解答有关问题,如本题中从表格中的数据可以分析得出:在①的基础上每加入 1 g 无水硫酸铜就会析出 1.8 g 晶体。

考点三 推理分析型计算

【调研 4】 实验研究发现,硝酸发生氧化还原反应时,硝酸的浓度越稀,对应还原产物中氮元素的化合价越低。现有一定量铝粉和铁粉的混合物与一定量很稀的硝酸充分反应,反应过程中无气体放出。在反应结束后的溶液中,逐滴加入 $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液,所加 NaOH 溶液的体积 (mL) 与产生沉淀的物质的量 (mol) 关系如图所示,则:



- (1) 图中 OC 段没有沉淀生成,此阶段发生反应的离子方程式为:_____。
- (2) 在 DE 段,沉淀的物质的量没有变化,则此阶段发生反应的离子方程式为:_____。上述现象说明溶液中_____结合 OH^- 的能力比_____强(填离子符号)。
- (3) B 与 A 的差值为:_____ mol。
- (4) B 点对应的沉淀量为:_____ mol, C 点对应的溶液体积为:_____ mL。

解析 根据图像可知 OC 段没有沉淀产生,说明酸过量,这时加入的碱溶液中和过量的酸,即对应的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$;从 C 点到 D 点开始产生沉淀并达到最大值,CD 段表示铁离子、铝离子和氢氧根离子的反应,DE 段随碱溶液的增加,沉淀的量保持不变,说明铁、铝与硝酸反应后的溶液中产生了铵离子,故对应的离子方程式为 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$;EF 段表示氢氧化铝的溶解,由此可知铝的物质的量为 $4 \text{ mol/L} \times 0.002 \text{ L} = 0.008 \text{ mol}$,因 B 点对应的沉淀为氢氧化铝和氢氧化铁的混合物的物质的量,而 A 点只表示氢氧化铁的物质的量,所以二者的差值等于铝的物质的量,即 0.008 mol ;由 DE 段消耗的 NaOH 的量可知铵离子的物质的量为 $4 \text{ mol/L} \times 0.003 \text{ L} = 0.012 \text{ mol}$;由得失电子守恒可得铁的物质的量为 $(0.012 \text{ mol} \times 8 - 0.008 \text{ mol} \times 3) / 3 = 0.024 \text{ mol}$,故可知铝离子和铁离子恰好完全转化为对应的沉淀时消耗的 NaOH 的物质的量为 0.096 mol ,对应的体积为 24 mL ,所以 C 点对应的体积为 7 mL 。

答案 (1) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 H^+ NH_4^+ (3) 0.008 (4) 0.032 7

技巧点拨 分析推理型计算题是目前高考的一种新题型,解答这类问题必须充分利用题目的条件、反应现象以及有关计算数据进行分析。如本题中首先根据沉淀量的变化分析铁、铝与硝酸反应后的溶液中存在的微粒,然后借助于图像中的拐点分析有关量的问题,进而进行推理计算。



考点四 缺条件型计算

【调研5】含等物质的量的 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 混合物(24.40 g)的溶液与 100 mL 盐酸反应。

(1)欲求标准况下生成 CO_2 的体积时,还缺少的数据是 _____(用 a 、 b 、 c 等表示,并注明单位);

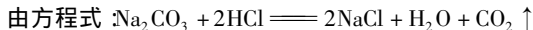
(2)在盐酸不足量时,将混合物的盐溶液逐滴滴入盐酸,求所需数据的取值范围及在标准状况下放出 CO_2 的体积(要有推理计算过程);

(3)若 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 不是等物质的量混合,则 24.40 g 固体与足量的盐酸完全反应时,在标准状况下生成 CO_2 气体的体积 V 的范围是:_____。

解析 (1)缺少盐酸的物质的量浓度,设为 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2)设 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 的物质的量分别为 x , 则:

$$106x + 138x = 24.40 \quad x = 0.1(\text{mol})$$



若盐酸恰好与混合物完全反应, $n_{\text{HCl}} = 0.1 \times 2 \times 2 = 0.4(\text{mol})$, 则 $c(\text{HCl}) = \frac{0.4}{0.1} = 4(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$ 。因为题设要求盐酸不足量,故 c 的取值范围是 $0 < c < 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

又因题给条件是将盐溶液逐滴滴入盐酸中,滴进的盐中的碳元素以 CO_2 形式逸出,

由以上方程可知: $V_{\text{CO}_2} = \frac{0.1 \times c \times 22.4}{2} = 1.12c(\text{L})$ 。

(3)由极端假设法可得 $3.9(\text{L}) < V_{\text{CO}_2} < 5.1(\text{L})$ 。

答案 (1)盐酸的物质的量浓度 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (2) $1.12c \text{ L}$ (3) $3.9(\text{L}) < V_{\text{CO}_2} < 5.1(\text{L})$

发散类比 一般来讲缺数据型计算题中通常是缺少反应中的某一个量,而缺少的量可以是某物质的质量、体积、浓度或摩尔质量等。这样由于条件的缺少,也可能导致题目的答案具有一定的开放性,而这也正是目前新课程改革的重要方面之一,因此复习过程中要善于从不同的角度分析和解决问题。

强化
闯关

1.(基础题)用水处理金属钠与碳化钙的混合物,有气体放出,此气体在催化剂作用下恰好反应生成另一种气体,后者完全燃烧时,需要3倍于其体积的氧气,则金属钠与碳化钙的物质的量之比是

A. 4:1

B. 1:4

C. 2:1

D. 1:2

2.(变式题)含碳4.8%的某生铁样品中,加入 $1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀硝酸 500 mL,完全反应后生成标准状况下的 NO 气体 3.36 L,要使溶液中的铁元素完全沉淀,需加入 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液的体积为

A. 275 mL

B. 350 mL

C. 560 mL

D. 700 mL

3.(易错题)用惰性电极电解一定浓度的硫酸铜溶液,通电一段时间后,向所得溶液中加入 $0.1 \text{ mol Cu}(\text{OH})_2$ 后恰好恢复到电解前的浓度和 pH。则电解过程中转移的电子数为

酸化 向某物质中加入稀酸使之呈酸性的过程。
注意 酸化时不能与原溶质发生化学反应。

知识
卡片

A. 0.4 mol B. 0.3 mol C. 0.2 mol D. 0.1 mol

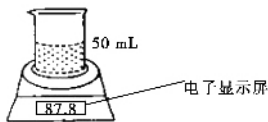
4. (经典题) FeS 与一定浓度的 HNO_3 反应, 生成 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 NO_2 、 N_2O_4 、 NO 和 H_2O , 当 NO_2 、 N_2O_4 、 NO 的物质的量之比为 4:1:4 时, 实际参加反应的 FeS 与 HNO_3 的物质的量之比为

A. 1:6 B. 2:15 C. 2:3 D. 16:25

5. (拔高题) 过渡元素高价化合物在酸性条件下有较强的氧化性, 如 KMnO_4 、 Na_2WO_4 (钨酸钠) 等, 钨的最高价为 +6 价。现有钨酸钠晶体 ($\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0.990 g 加水溶解后, 再加入一定量的锌和稀 H_2SO_4 , 反应生成一种蓝色化合物 (可看作含 +5 价、+6 价混合价态的钨的氧化物) 且无 H_2 产生。现用 0.044 mol/L KMnO_4 酸性溶液滴定这种蓝色化合物恰好将其氧化为一种黄色化合物, KMnO_4 中的 Mn^{7+} 被还原成 Mn^{2+} , 共消耗 KMnO_4 酸性溶液 8.20 mL (已知在酸性条件下氧化性: KMnO_4 大于 +6 价的钨的化合物)。上述蓝色化合物是

A. $\text{W}_{10}\text{O}_{21}$ B. W_8O_{22} C. $\text{W}_{10}\text{O}_{27}$ D. W_5O_{14}

6. (创新题) 某学生用电子天平和化学实验仪器测定铁铝合金中各组分含量, 其实验装置如右图所示。实验时, 取一块铁铝合金, 将其切成碎块后全部加入到盛有 50 mL 5 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液的烧杯中。试回答下列问题:



(1) 合金表面最先产生气泡的位置是 _____ (填“切口断面”或“非切口断面”), 反应的离子方程式是: _____。

(2) 合金表面会形成原电池, 其负极的电极反应式为: _____。

(3) 不同时间电子天平的读数如下表所示:

实验操作过程	时间/min	电子天平的读数/g
烧杯 + NaOH 溶液		80.0
烧杯 + 溶液 + 样品	0	87.8
	1	87.5
	2	87.3
	3	87.2
	4	87.2

则合金中铁的质量分数为 _____ (保留三位有效数字, 下同)。

(4) 上述 50 mL NaOH 溶液最多能溶解铁铝合金样品的质量为 _____。

7. (改编题) 为了测定溶液中 Ba^{2+} 的浓度, 做了以下实验:

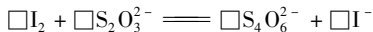
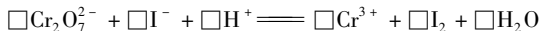
① 称取 0.1323 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶于适量的稀硫酸中, 再向其中加入过量的 KI 溶液与之反应, 反应后的溶液加入 27.00 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液时恰好反应完全。

② 另取 50.00 mL Ba^{2+} 溶液, 控制适当的酸度, 加入足量 K_2CrO_4 溶液, 得 BaCrO_4 沉淀,



钝化: 铝、铁 $\xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4, \text{HNO}_3]{\text{冷、浓}}$ 致密氧化膜 \rightarrow 阻止内层金属与酸继续反应。

沉淀经过滤、洗涤后,用适量稀盐酸溶解,使 CrO_4^{2-} 转化 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,再加入过量 KI 与之反应,反应后再同上述 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液反应,反应完全时,消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 24.00 mL。有关反应如下:



(1)配平上述离子方程式。

(2)上述两步可用_____作指示剂,其现象为_____。

(3)试计算溶液中 Ba^{2+} 的物质的量浓度。

8.(经典题)(1)将一定量氯化铁固体先加入含 1 mol HCl 的浓盐酸中,再加水配制成 1 L 溶液 A。结合离子方程式说明配制 A 时加入盐酸的原因_____;

(2)在 A 溶液中加入一块铜片,一段时间后取出,得溶液 B。写出铜片在 A 溶液中反应的离子方程式_____;

(3)在 B 中加铁粉 m g,充分反应后剩余固体 n g,过滤,从 1 L 滤液中取出 20 mL,向其中滴入 40 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液时, Cl^- 恰好沉淀完全。则:

①溶液 A 中 FeCl_3 的物质的量浓度是_____;

②铁粉不再溶解(铁粉有剩余)时, m 的取值范围是_____, n 的取值范围是_____ (用含 m 的代数式表示)。

【参考答案】

1. C 因产生的氢气和乙炔恰好完全反应,且产生的气体完全燃烧时消耗 3 倍于其体积的氧气,所以氢气和乙炔的物质的量之比为 1:1,故钠与碳化钙的物质的量之比为 2:1。

2. A 根据题目条件可知当铁元素全部沉淀时溶液中存在的溶质只有硝酸钠,即加入的氢氧化钠的物质的量等于溶液中剩余的硝酸根离子的物质的量,所以可得 $n(\text{NaOH}) = n(\text{NO}_3^-) = 1.4 \text{ mol/L} \times 0.5 \text{ L} - 3.36 \text{ L} / (22.4 \text{ L/mol}) = 0.55 \text{ mol}$,所以加入的氢氧化钠溶液的体积为 $0.55 \text{ mol} / (2 \text{ mol/L}) = 0.275 \text{ L} = 275 \text{ mL}$ 。

3. A 由于电解方程式为 $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \uparrow$,根据此方程式可知溶液减少的质量相当于 CuO 的质量,而加入氢氧化铜时发生的反应为 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$,所以上述过程中不仅硫酸铜被电解,同时还有水被电解。被电解的水的物质的量为 0.1 mol,故电解时转移的电子的物质的量为 0.4 mol。

4. A 设产生的 N_2O_5 的物质的量为 1 mol,所以可知反应过程中转移的电子的物质的量为 18 mol,根据得失电子守恒可知参加反应的 FeS 的物质的量为 2 mol,由于参与反应的硝酸分成了两部分,其中体现酸性的硝酸的物质的量为 $3n[\text{Fe}(\text{NO}_3)_3] = 3n(\text{FeS})$

$\times \frac{1}{3} = 2(\text{mol})$,作氧化剂的硝酸的物质的量为 10 mol,所以实际参加反应的 FeS 与

HNO_3 的物质的量之比为 $2:(10+2) = 1:6$ 。

5. C 设蓝色化合物中 W 的化合价为 x ,则根据得失电子守恒可得 $0.990/330 \times (6-x)$

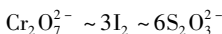


$= 0.044 \text{ mol/L} \times 0.008 \text{ L} \times (7-2)$,解得 $x=5.4$ 故蓝色化合物的化学式为 $\text{W}_{10}\text{O}_{27}$ 。

6. 由于合金的非切口面有氧化物存在,所以刚开始不能产生气泡,根据表中数据分析可知金属铝的质量为 5.4 g ,合金的质量为 7.8 g ,所以铁的质量为 2.4 g ,故其质量分数为 30.8% ; NaOH 的物质的量为 0.25 mol ,所以最多能溶解铝的质量为 6.75 g ,此时对应的合金的质量为 9.75 g 。

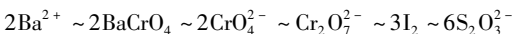
答案 (1) 切口断面 $2\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ (2) $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) 30.8% (4) 9.75 g

$$7. (3) n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \frac{0.1323 \text{ g}}{294 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.00045 \text{ mol}$$



$$n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 6n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 6 \times 0.00045 \text{ mol} = 0.0027 \text{ mol}$$

$$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{0.0027 \text{ mol}}{0.02700 \text{ L}} = 0.1 \text{ mol/L}$$



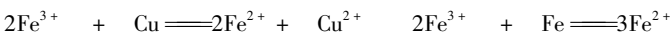
$$n(\text{Ba}^{2+}) = \frac{1}{3}n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{1}{3} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.02400 \text{ L} = 0.000800 \text{ mol}$$

$$c(\text{Ba}^{2+}) = \frac{0.000800 \text{ mol}}{0.05000 \text{ L}} = 0.016 \text{ mol/L}$$

答案 (1) 1 6 14 2 3 7 1 2 1 2

(2) 淀粉 溶液由蓝色变为无色 (3) 0.016 mol/L

8. (3) 根据 20 mL 滤液消耗的硝酸银的物质的量可求出 1 L 溶液中氯离子的物质的量为 4 mol ,其中盐酸提供的氯离子的物质的量为 1 mol ,所以可知氯化铁的物质的量为 1 mol ,故其浓度为 1 mol/L 。最终溶液中含有 2 mol FeCl_2 (根据氯离子守恒),因为 $n(\text{FeCl}_3) = 1 \text{ mol}$,所以加入铁的物质的量应大于 1 mol ,即 $m > 56$ 。设氯化铜的物质的量为 $x \text{ mol}$ ($0 < x < 0.5$) 则有:



$$2x \text{ mol} \quad x \text{ mol} \quad x \text{ mol} \quad (1-2x) \text{ mol} \quad \frac{1-2x}{2} \text{ mol}$$



$$x \text{ mol} \quad x \text{ mol} \quad x \text{ mol} \quad 0.5 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$$

故 $n = m - (\frac{1-2x}{2}) \times 56 - 56x + 64x - 0.5 \times 56 - 0.5 \times 56 = m + 64x - 56$,因 $0 < x < 0.5$,则

$$m - 56 < n < m - 24。$$

答案 (1) FeCl_3 溶于水易水解 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$,加盐酸可抑制水解

(2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ (3) ① 1 mol/L ② $m > 56$ $m - 56 < n < m - 24$



水化——烯、炔与 H_2O 发生加成生成新的有机物。如乙烯 $\xrightarrow{\text{水化}}$ 乙醇,乙炔 $\xrightarrow{\text{水化}}$ 乙醛。

难点透析

难点一 氧化还原反应及其应用

难点
阐释

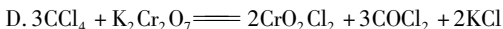
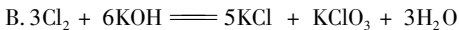
氧化还原反应在生产实践中应用极为广泛,它贯穿于中学化学的全过程,是高考命题的热点之一。在命题中经常涉及的知识及题型有 ①从氧化还原反应的角度来分析反应类型 ②判断化学反应中的氧化剂和还原剂、电子转移方向和数目 ③比较氧化性或还原性的强弱,判断氧化还原反应的可能性及反应产物 ④配平氧化还原反应方程式 ⑤氧化还原反应的有关计算。

复习建议 (1)对概念复习注意两点:一要理清知识线,即化合价升高——失电子——还原剂——氧化反应——氧化产物(或化合价降低——得电子——氧化剂——还原反应——还原产物);二在理解概念时抓实质,具体解题时抓特征,即从化合价的升降判断反应的类型、氧化剂、氧化产物等。(2)在氧化还原反应的判断和配平中灵活运用几个规律:电子守恒规律、性质强弱规律、价态归中规律、反应先后规律等。

典例
调研

考点一 氧化还原反应的判断

【调研1】下列反应中,属非氧化还原反应的是



解析 A、B 项中有单质出现,一定有元素化合价的升降,是氧化还原反应;C 项中的氧元素和铬元素的化合价发生了升降,也是氧化还原反应;D 项中虽然有新物质生成,但认真分析元素在反应前后的化合价,可发现所有元素化合价都没有发生升降,故 D 项属于非氧化还原反应。答案为 D。

技巧点拨 氧化还原反应的本质是电子的转移,表现为元素化合价的升降,所以解此类题的基本方法是看是否有元素化合价的变化。判断元素化合价时要善于运用化合价的规则。

考点二 氧化性、还原性的比较

【调研2】根据以下实验事实,判断四种微粒在酸性条件下,氧化性由强到弱的顺序是

①向 FeCl_3 溶液中滴加 KI 溶液,再加入 CCl_4 振荡, CCl_4 层呈紫红色

难点
透析

氢化(硬化)——液态油在一定条件下与 H_2 发生加成反应生成固态脂肪的过程。作用:植物油转变成硬化油后,性质稳定,不易变质,便于运输等。

知识
卡片



②向 FeCl_2 溶液中加入氯水,再加入 KSCN 溶液,呈红色

③向 KMnO_4 溶液中加入浓盐酸,振荡后紫色褪去

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

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

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

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

解析 ①中,依据氧化还原反应的规律,在同一氧化还原反应中氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性,即判断 $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$;②中加入 KSCN 后呈红色,说明有 Fe^{3+} 存在,由此判断 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$;③中紫色褪去,说明 KMnO_4 与浓盐酸发生氧化还原反应,应有 Cl_2 产生,故 $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2$ 。答案为 B。

知识链接 物质氧化性、还原性的常见判断方法:

(1)根据元素的化合价:物质中元素具有最高价,该元素只有氧化性;物质中元素具有最低价,该元素只有还原性;物质中元素具有中间价,该元素既有氧化性又有还原性。对于同一种元素,价态越高,其氧化性就越强;价态越低,其还原性就越强。

(2)根据氧化还原反应方程式:在同一氧化还原反应中

氧化性:氧化剂 > 氧化产物

还原性:还原剂 > 还原产物

氧化剂的氧化性越强,则其对应的还原产物的还原性就越弱;还原剂的还原性越强,则其对应的氧化产物的氧化性就越弱。

(3)根据反应的难易程度:注意 ①氧化还原性的强弱只与该原子得失电子的难易程度有关,而与得失电子数目的多少无关。得电子能力越强,其氧化性就越强;失电子能力越强,其还原性就越强。②同一元素相邻价态间不发生氧化还原反应。

(4)根据元素周期表判断。

(5)根据原电池、电解池的电极反应比较。

考点三 对有关氧化还原反应计算的考查

【调研 3】38.4 mg 铜跟适量的浓硝酸反应,铜全部作用后共收集到气体 22.4 mL (标准状况),反应消耗的 HNO_3 的物质的量可能是

A. 1.0×10^{-3} mol B. 1.6×10^{-3} mol C. 2.0×10^{-3} mol D. 2.2×10^{-3} mol

解析 氧化还原反应首先考虑电子守恒问题: $n(\text{Cu}) = 0.6 \times 10^{-3}$ mol, Cu 共失电子: 1.2×10^{-3} mol

$$\begin{cases} 3n(\text{NO}) + n(\text{NO}_2) = 1.2 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ n(\text{NO}) + n(\text{NO}_2) = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{cases} \quad \text{解得:} \begin{cases} n(\text{NO}) = 0.1 \times 10^{-3} \text{ mol} \\ n(\text{NO}_2) = 0.9 \times 10^{-3} \text{ mol} \end{cases}$$

$n(\text{HNO}_3) = 2 \times 0.6 \times 10^{-3} \text{ mol} + 0.1 \times 10^{-3} \text{ mol} + 0.9 \times 10^{-3} \text{ mol} = 2.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。答案为 D。



方法探究 氮元素全部被收集,可以从原子守恒的角度来认识:

$$n(\text{气体}) = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}, n(\text{气体中氮元素}) = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 2 \times 0.6 \times 10^{-3} \text{ mol} + 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} = 2.2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

解题讲审题、讲方法、讲技巧。绝不能只凭感觉没有思路。

【调研4】将0.08 mol KMnO_4 固体(质量为12.64 g)加热一段时间后,收集到 a mol O_2 ; 向反应后残留的固体中加入足量的浓盐酸,又收集到 b mol Cl_2 ,此时Mn元素全部以 Mn^{2+} 的形式存在于溶液中。

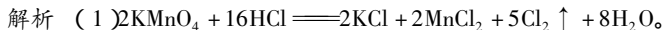
(1)请配平下列方程式:



(2)上式反应中的还原剂是_____,当还原剂失去1 mol 电子时,氧化产物的物质的量为_____。

(3) $a + b$ 的最大值为_____, $a + b$ 最小值为_____。

(4)当 $a + b = 0.18$ 时,残留固体的质量为_____。



(2)依据化合价变化情况,可较容易判断出还原剂是HCl,再根据氧化产物对应还原剂,即可得出结果。

(3)经对题目涉及的反应分析可知 $a + b$ 的最大值出现在只产生氯气时,即 $a = 0$ 时,则 $b = 0.2$, $\therefore a + b = 0.2$ 。

$a + b$ 的最小值出现在产生氧气为最大量时,根据方程式可知此时产生氧气0.04 mol,即 $a = 0.04$;根据电子守恒知产生的二氧化锰氧化盐酸产生氯气的量即 b 为 $\frac{0.4 - 0.16}{2} = 0.12$, $\therefore a + b = 0.16$ 。

(4)当 $a + b = 0.18$ 时 $4a + 2(0.18 - a) = 0.4$, $a = 0.02$,即产生氧气0.02 mol $\times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.64 \text{ g}$,由质量守恒可求出残留固体12 g。

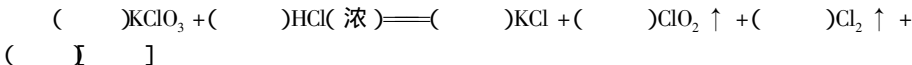
答案 (1)2 16 2 2 5 8 (2)HCl 0.5 mol (3)0.2 0.16 (4)12 g

技巧点拨 氧化还原反应比较典型的计算有:求氧化剂与还原剂物质的量之比或质量之比、计算参加反应的氧化剂或还原剂的量、确定反应前后某一元素的价态变化等。计算的关键是依据氧化剂得电子总数等于还原剂失电子总数,列出守恒关系式求解。

此外,像本题这种将氧化还原反应方程式配平与分析、讨论、计算相结合的题目,以及已知参加反应的氧化剂与还原剂的物质的量(或质量)之比,计算确定氧化产物与还原产物等新型题将是今后高考的趋势。

考点四 对氧化还原反应知识的综合考查

【调研5】 KClO_3 和浓盐酸在一定温度下反应会生成黄绿色的易爆物二氧化氯。其变化可表述为:



老化——橡胶、塑料等制品露置于空气中,因受空气氧化、日光照射而使之变硬发脆的过程。



(1) 请完成该化学方程式并配平(未知物化学式和系数填入框内)。

(2) 浓盐酸在反应中显示出来的性质是_____ (填写编号, 多选扣分)。

①只有还原性 ②还原性和酸性 ③只有氧化性 ④氧化性和酸性

(3) 产生 0.1 mol Cl_2 , 则转移的电子的物质的量为_____ mol。

(4) ClO_2 具有很强的氧化性, 因此常被用作消毒剂, 其消毒的效率(以单位质量得到的电子数表示)是 Cl_2 的_____ 倍。

解析 (1) 用元素守恒法观察分析题给反应, 可得出生成物中所缺项应该是水, 再观察反应式中各元素的化合价变化知, 只有氯元素的化合价发生了变化。根据氧化还原反应中化合价变化规律, 可知氯化钾中的氯元素转化到二氧化氯中(化合价降 1), 一部分盐酸中的氯元素转变成氯气(化合价升 1)。

(2) 浓盐酸既表现了还原性, 也表现了酸性。

(3) 每生成 1 mol Cl_2 转移了 2 mol 电子, 所以生成 0.1 mol Cl_2 要转移电子 0.2 mol。

(4) 氯气、二氧化氯作消毒剂, 实质上都是起氧化作用, 所以可以用这两种物质在氧化还原反应中得到的电子数来比较其消毒的效率。每摩尔氯气分子可得到 2 mol 电子, 每摩尔二氧化氯分子可得到 5 mol 电子, 再结合摩尔质量可比较单位质量的消毒效率。

答案 (1) $2\text{KCl} + 2\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KClO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2$ (2) ② (3) 0.2 (4) 2.63

技巧点拨 正确标定元素的化合价是做氧化还原反应试题的基础, 正确掌握概念、配平技巧、得失电子守恒法的应用是解题的关键。

【调研 6】单质铁溶于一定浓度的硝酸中反应的化学方程式如下:



请你用已掌握的知识研究出下列规律。

(1) c 、 g 、 h 的关系式是_____。

(2) b 、 c 、 d 、 f 的关系式是_____。

(3) d 、 f 、 g 、 h 的关系式是_____。

(4) 若 $a = 12$, 铁和硝酸恰好完全反应, 则 b 的取值范围是_____。

c 的取值范围是_____。

解析 (1) 这是考查反应前后 H、O 原子守恒关系。只要抓住“反应中 H^+ 全部转化为 H_2O ”、“NO 和 N_2O 全是由 NO_3^- 转变而来”, 必有“ $\text{NO}_3^- \xrightarrow{4\text{H}^+} \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ ”和“ $2\text{NO}_3^- \xrightarrow{10\text{H}^+} \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$ ”, 进而总结出“ $c = 4g + 10h$ ”。

(2) 这是考查电荷守恒关系。离子反应中反应物微粒所带的电荷数和生成物微粒所带的电荷数必定相等。 b 、 c 、 d 、 f 恰好是反应方程式中各种离子的化学计量数, 因此根据“ $b\text{NO}_3^- + c\text{H}^+ \rightarrow d\text{Fe}^{2+} + f\text{Fe}^{3+}$ ”就可计算出“ $c - b = 2d + 3f$ ”。

(3) 这是考查电子守恒关系。 d 、 f 、 g 、 h 恰好是与电子得失有关的化学计量数, 其中“ $d\text{Fe}^{2+} + f\text{Fe}^{3+}$ ”决定失电子总数; “ $g\text{NO} + h\text{N}_2\text{O}$ ”决定得电子总数, 所以有“ $2d + 3f = 3g + 8h$ ”。

(4) 可以用极限思维法来解决。这里要注意三个前提: 一是 $a = 12$; 二是铁和硝酸恰



硫化——向橡胶中加硫, 通过改变其结构(双键变单键)来改善橡胶的性能, 减缓其老化速度的过程。

好完全反应；三是每种物质的化学计量数均为正整数。12 mol Fe 完全反应时，只有当“ $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{N}_2\text{O}$ ”时消耗的 NO_3^- 最少（计算可得需 6 mol），只有当“ $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{NO}$ ”时消耗的 NO_3^- 最多（计算可得需 12 mol），所以有“ $6 < b < 12$ ”。从分析问题（1）的基础上可得出，12 mol Fe 完全反应时，只有当“ $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{N}_2\text{O}$ ”时消耗的 H^+ 最少（计算可得需 30 mol），只有当“ $\text{Fe} \longrightarrow \text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{NO}_3^- \longrightarrow \text{NO}$ ”时消耗的 H^+ 最多（计算可得需 48 mol），所以有“ $30 < c < 48$ ”。

答案 (1) $c = 4g + 10h$ (2) $c - b = 2d + 3f$ (3) $2d + 3f = 3g + 8h$ (4) $6 < b < 12$
 $30 < c < 48$

发散类 守恒思想是化学科学习的一种重要的思维方法。中学化学解题中主要的守恒有 4 个：①质量守恒——化学反应总是遵循质量守恒，其原因是任何化学反应前后，元素的种类和原子的个数均保持不变。如反应前后的质量守恒、反应过程中催化剂的质量守恒、溶液稀释与混合时溶质的质量守恒。②元素守恒——在一切物理、化学变化前后，物质中的各元素原子的物质的量始终保持守恒。如在复杂的变化过程中，能充分利用某些元素原子的物质的量守恒解题，不仅思路清晰，而且计算简便。③电子守恒——在氧化还原反应中，还原剂失去的电子总数与氧化剂得到的电子总数相等，这是运用得失电子数守恒进行化学计算的主要依据。④电荷守恒——电解质溶液总是呈电中性，电解质溶液中的阳离子所带正电荷总数与阴离子所带的负电荷总数相等。

强化 闯关

1. (基础题)世界卫生组织(WHO)将二氧化氯 ClO_2 列为 A 级高效安全灭菌消毒剂，它在食品保鲜、饮用水消毒等方面有着广泛应用，下列说法中正确的是

- A. 二氧化氯是强还原剂 B. 二氧化氯是强氧化剂
 C. 二氧化氯是次氯酸的酸酐 D. 二氧化氯的消毒效果比氯气低

2. (基础题)已知有如下反应：① $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ ② $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$ ③ $2\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + 2\text{I}^-$ ，则氧化性强弱顺序正确的是

- A. $\text{Fe}^{3+} > \text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$
 B. $\text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$
 C. $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$
 D. $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} > \text{Fe}^{3+} > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

3. (经典题)某金属单质跟一定浓度的硝酸反应，假定只产生单一的还原产物。当参加反应的单质与被还原硝酸的物质的量之比是 2:1 时，还原产物是

- A. NO_2 B. NO C. N_2O D. N_2

4. (变式题)某温度下，将 Cl_2 通入 NaOH 溶液中，反应得到 NaCl、NaClO、NaClO₃ 的混合液，经测定 ClO^- 与 ClO_3^- 的浓度之比为 1:3，则 Cl_2 与 NaOH 溶液反应时被还原的氯元素与被氧化的氯元素的物质的量之比为

难点
透析

裂化——在一定条件下，分子量、沸点高的烃断裂为分子量小、沸点低的烃的过程。

知识
卡片



- A. 21:5 B. 11:3 C. 4:1 D. 3:1
5. (易错题) M、N、P、E 四种元素, 有下列实验事实: ① $M + N^{2+}(\text{水溶液}) = M^{2+} + N$; ② $P(\text{冷}) + 2H_2O = P(OH)_2 + H_2 \uparrow$; ③ M 和 N 相连放入 E 的硫酸盐溶液中, 电极反应式为 $E^{2+} + 2e^- \rightarrow E$, $N - 2e^- \rightarrow N^{2+}$, 试判断它们还原性由强到弱的顺序是
- A. M、N、P、E B. M、N、E、P C. E、P、M、N D. P、M、N、E
6. (易错题) 已知 $M_2O_7^{2-} + 3S^{2-} + 14H^+ = 2M^{3+} + 3S \downarrow + 7H_2O$, 则 $M_2O_7^{2-}$ 中 M 的化合价为
- A. +2 价 B. +3 价 C. +4 价 D. +6 价
7. (经典题) 化合物 A、B、C 都只含有两种元素, 且 A、B 均含 X 元素。已知一定条件下可发生反应 $A + B = X + C$, X 是一种单质, 由此可知 X 元素
- A. 一定是金属元素
B. 一定是非金属元素
C. 可能是金属元素, 也可能是非金属元素
D. 无法确定
8. (变式题) 标准状况下, 往 100 mL 0.2 mol/L 的 $FeBr_2$ 溶液中通入一定体积的 Cl_2 , 充分反应后, 溶液中有 50% 的 Br^- 被氧化, 则通入的氯气的体积是
- A. 0.224 L B. 0.336 L C. 0.448 L D. 0.672 L
9. (拔高题) a mol 某单质 M 与含 b mol HNO_3 的硝酸溶液恰好完全反应。
- (1) 若 M 为 Cu, 则未被还原的 HNO_3 的物质的量为 _____ mol, 被还原的 HNO_3 的物质的量一定是 _____ mol。(用含 a 、 b 的式子表示)
- (2) 若 $a = 0.6$, M 仍为 Cu, 充分反应后, 共收集到标况下的气体 22.4 L, 则此时 $b =$ _____。
- (3) 若 $a:b = 1:4$, 恰好完全反应后, 假定硝酸的还原产物仅为 NO_2 , 则该单质 M 不可能是 _____。
- A. Fe B. Cu C. Ag D. C
- (4) 若 M 为 Mg, $b = 1$, 已知反应中转移了 0.8 mol 的电子, 则硝酸的还原产物可能是 _____。
- (5) 若 M 为 Fe, 且 $a:b = 1:3$, 若 HNO_3 被还原为 NO, 则 Fe 最终生成 _____。
- A. $Fe(NO_3)_3$ B. $Fe(NO_3)_2$
C. $Fe(NO_3)_3$ 和 $Fe(NO_3)_2$ D. 无法判断

【参考答案】

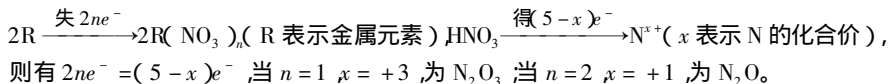
1. B. 二氧化氯中氯元素是 +4 价, 处于较高价态, 在作为灭菌消毒剂时化合价降低, 作氧化剂, 故 A 项错误, B 项正确; 酸酐一般是指酸分子失去一个水分子后剩余的部分, 且相应酸酐中中心原子的化合价与原酸中相同, 故 C 项错误; 在 D 项中, 每摩尔氯气分子可得到 2 mol 电子, 每摩尔二氧化氯分子可得到 5 mol 电子, 所以消毒效率二氧化氯

酯化——醇与酸生成酯和水的过程。

高,故D项错误。

2. C 依据同一氧化还原反应中氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性,由①得到氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$,由②得到氧化性 $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$,由③得到氧化性 $\text{I}_2 > \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$,综合可得正确顺序选C。

3. C 根据电子得失守恒可知:



4. C 方法一(常规法)在该反应中 Cl_2 既作氧化剂又作还原剂,假设生成 ClO^- 的物质的量为 x ,生成 ClO_3^- 的物质的量为 $3x$,生成 Cl^- 的物质的量为 y ,则依据得失电子守恒可得 $1 \cdot x + 5 \cdot 3x = 1 \cdot y$,解得 $y = 16x$,故被还原的氯元素与被氧化的氯元素的物质的量之比为 4:1。

方法二(验证法):依据得失电子守恒,分别将四组数据代入,检验哪组符合题意即可。

5. D P 与冷水反应,说明P是强还原剂,M在溶液中能置换出N,说明M不与水反应,且还原性 $M > N$,所以还原性 $P > M$;依据 $\text{E}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{E}$ 、 $\text{N} - 2e^- \rightarrow \text{N}^{2+}$ 说明还原性 $N > \text{E}$,所以选答案D。

6. D 本题容易错选A项。错误原因是:读完后马上就做,先求 x ,求出 x 后就忘记应该求M的化合价,直接选了A项。

7. B 根据题意:1)A、B、C 都是化合物 2)A、B 均含X元素 3)反应生成单质X,可以推知该反应为“归中型”氧化还原反应。即化合物A、B中X元素的化合价“一高一低”(一个高于0价,一个低于0价),两者共同作用生成X单质(化合价为0)。由于金属元素在化合物中只呈现正价态,不可能有负价态,因此可以肯定X不是金属元素;只有非金属元素在化合物中才既可呈正价态,又可呈负价态,并在一定条件下可以发生归中反应。例如 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \rightleftharpoons 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$,所以X应该是非金属。

8. C 由于 Fe^{2+} 还原性比 Br^- 强,当往 FeBr_2 中通入氯气时,发生的反应依次为:1) $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ 2) $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ 。因此溶液中反应的情况应该是 Fe^{2+} 被完全氧化并有 50% Br^- 被氧化。根据电子得失关系, Fe^{2+} 、 Br^- 失去的电子总数 ($0.02 \text{ mol} + 0.02 \text{ mol} = 0.04 \text{ mol}$) 等于 Cl_2 得到的电子总数。由于每个 Cl_2 分子在反应中得到 2 个电子,因此 Cl_2 的物质的量为 0.02 mol ,其体积为 0.448 L 。

9. (1)根据金属与氧化性酸(硝酸)的反应实质——硝酸既作氧化剂,又起酸的作用,因此反应恰好完全反应,故未被还原的 HNO_3 的物质的量为 $2a \text{ mol}$,被还原的 HNO_3 的物质的量一定是 $(b - 2a) \text{ mol}$ 。

(2)应用(1)中关系式 $b - 2a = 1$,代入 $a = 0.6$,可得此时 $b = 2.2$ 。

(3)Ag 与浓 HNO_3 反应生成 NO_2 ,但两者比例不是 1:4。

(4)依据得失电子守恒,可计算出硝酸的还原产物中氮元素的化合价为 2 个 +1 价或 1 个 -3 价和一个 +5 价,即还原产物为 N_2O 或 NH_4NO_3 。

 难点
透析

硝化(磺化)——苯环上的H被 $-\text{NO}_2$ 或 $-\text{SO}_3\text{H}$ 取代的过程。

 知识
卡片


(5) 采取极端假设法, 依据反应方程式就可得到正确答案。

答案 (1) $2a - b - 2a$ (2) 2.2 (3) C (4) N_2O 或 NH_4NO_3 (5) C

难点二 化学平衡移动及有关计算

难点 阐释

本专题是高考考查的重点, 题型以选择题和填空题为主, 考点主要有以下几个方面: ①平衡状态的判断; ②平衡移动的原因及平衡移动后结果的分析; ③平衡状态的比较(等效平衡); ④化学平衡的计算。

复习建议: ①理解化学平衡的含义, 掌握化学平衡与化学反应速率之间的内在联系: 化学反应速率的变化是影响化学平衡状态的根本原因。②理解勒夏特列原理的含义, 掌握浓度、温度、压强等条件对化学平衡移动的影响。外界条件改变, 化学平衡就移动。反应的平衡状态与反应条件(浓度、温度、压强)有关, 与反应过程(正向、逆向、一次加料、分步加料)无关。

典例 调研

考点一 化学平衡状态的判定

【调研1】一定温度下, 向 a L 密闭容器中加入 $2 \text{ mol NO}_2(\text{g})$ 发生如下反应 $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, 此反应达到平衡状态的标志是

- A. 混合气体的密度不再变化
B. 混合气体的平均相对分子质量不再变化
C. 混合气体中 NO_2 、 NO 、 O_2 的物质的量之比为 $2:2:1$
D. 单位时间内生成 $2n \text{ mol NO}$, 同时消耗 $2n \text{ mol NO}_2$

解析 此可逆反应中的反应物和生成物均为气体, 质量不变、容积不变, 则不论是否达到平衡, 混合气体的密度都不会变化, A 项不正确; 又因反应为气体总物质的量增大的反应, $m(\text{总})$ 不变, 则当混合气体的平均相对分子质量不再变化时, 说明混合气体中各组分浓度不再变化, 故 B 项正确; 平衡的标志与 NO_2 、 NO 、 O_2 的物质的量之比没有关系, 故 C 项错误; 单位时间内无论平衡与否, 每生成 $2n \text{ mol NO}$ 时一定要消耗 $2n \text{ mol NO}_2$, 故 D 项不正确。答案为 B。

技巧点拨 解答此类题主要是理解平衡状态的特征, 从宏观、微观角度仔细分析, 同时还必须考虑具体的反应。如 $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ 的气相反应在一定条件下: 当 $a + b = c + d$ 时, 无论平衡怎样移动, 气体的总分子数、平均摩尔质量、密度等均不改变。

考点二 图像的识别与分析

【调研2】在某密闭容器中, 可逆反应: $A(\text{g}) + B(\text{g}) \rightleftharpoons xC(\text{g})$ 符合图像(1)所示关系。由此推断, 对图像(2)的说法中不正确的是

- A. $p_3 > p_4$, y 轴表示 A 的转化率
B. $p_3 > p_4$, y 轴表示 B 的质量分数

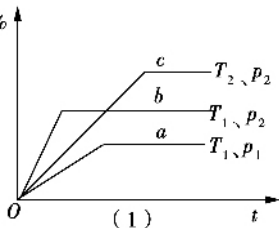


C. $p_3 > p_4$ y 轴表示混合气体的密度

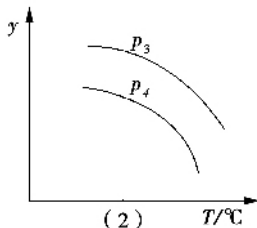
D. $p_3 > p_4$ y 轴表示混合气体的平均相对分子质量

解析 由图像(1)的三

个拐点的位置可知,在压强不变时(比较 b 、 c),曲线 b 先达到平衡状态,故 $T_1 > T_2$;压强不变时,降温($T_1 \rightarrow T_2$)时(比较 b 、 c), $C\%$ 增大,说明平衡正向移动,则正反应为放热反应。



当温度不变时(比较 a 、 b),曲线 b 先达到平衡状态,则压强 $p_2 > p_1$,增大压强($p_1 \rightarrow p_2$)时(比较 a 、 b), $C\%$ 增大,即平衡正向移动,则 $x < 2$,即 $x = 1$ 。



由图像(2)知,保持体系压强不变,升高温度,平衡逆向移动,A、B的转化率、 $C\%$ 、混合气体的平均相对分子质量、混合气体的密度均减小,而A、B的质量分数增大。若保持体系温度不变,增大压强,平衡正向移动,A、B的转化率、 $C\%$ 、混合气体的平均相对分子质量、混合气体的密度均增大。答案为B。

技巧点拨 解答此类题目时,要做到(1)分析给出反应的特点:是否可逆;反应的热效应(吸热或放热);反应物和生成物的状态及化学方程式两边气体物质的化学计量数之和的大小比较。(2)分析给出图像的特点:达到平衡所需时间的长短;条件的变化(温度变化和压强大小);外界条件改变时,各种物理量的变化情况。(3)掌握判断方法:通过“拐点”、“断点”和曲线的变化情况(包括突变),以及“定一议二”法对问题进行判断分析。

考点三 对等效平衡的考查

【调研3】 在一固定容积的密闭容器中,充入2 mol A和1 mol B发生如下反应:
 $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons xC(g)$ 达到平衡后,C的体积分数为 $w\%$ 。若维持容器体积和温度不变,按0.6 mol A、0.3 mol B和1.4 mol C为起始物质,达到平衡后,C的体积分数也为 $w\%$ 则 x 的值为

- A. 只能为2 B. 只能为3 C. 可能为2或3 D. 无法确定

解析 两种不同的加入情况达到平衡后,C的体积分数均为 $w\%$,说明这两种加入情况达到平衡状态后,为等效平衡,在恒温恒容条件下,若 $x=2$,将0.6 mol A、0.3 mol B和1.4 mol C等价转化成2 mol A、1 mol B,与第一种加入情况相同,因此等效。若 $x=3$,那么此可逆反应就成为反应前后气体化学计量数之和相等的反应,将0.6 mol A、0.3 mol B和1.4 mol C,等价转换成 $46/30$ mol A $23/30$ mol B,两者之比为2:1,与第一种情况加入的A、B的量等比例,因此等效。答案为C。

知识链接 (1)同温同体积下达到平衡时,对应物质的体积分数、质量分数均相同。分两种情况:

A. 对于反应前后气体体积有变化的化学反应:

进行等效转化后,对应物质起始投料的物质的量(mol)均相同。

难点透析

2. 吸收洗涤法:欲除去二氧化碳中混有的少量氯化氢和水,可使混合气体先通过饱和碳酸氢钠溶液后,再通过浓硫酸。



B. 对于反应前后气体体积没有变化的化学反应：

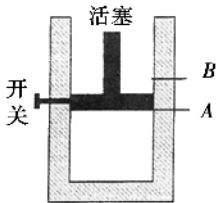
进行等效转化后，对应物质起始投料的物质的量(mol)成比例。

(2) 同温同压(即体积可变化)下达到平衡时，对应物质的质量分数、体积分数、物质的量浓度均相同：

进行等效转化后，对应物质起始投料的物质的量(mol)成比例。

考点四 化学平衡的综合计算

【调研4】 恒温时在一容积可变的密闭容器中(如右图，打开开关活塞可上下自由移动)发生可逆反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 开始时将活塞固定在A点，向其中分别加入1 mol N_2 和4 mol H_2 达到平衡后 NH_3 的物质的量为 m mol。



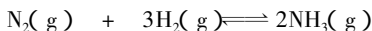
(1) 维持温度不变，若开始时加入0.4 mol N_2 ，要求反应达到平衡后， NH_3 的物质的量仍为 m mol，则加入 H_2 的物质的量为 _____ mol，加入 NH_3 的物质的量为 _____ mol。

(2) 维持温度不变，若开始时分别加入 a mol N_2 、 b mol H_2 和 c mol NH_3 ，要求反应达到平衡后 NH_3 的物质的量仍为 m mol，则 a 、 b 、 c 三者之间的关系为 _____。

(3) 在最初1 mol N_2 和4 mol H_2 反应达到平衡后，将开关打开，使活塞可以上下自由移动，再向其中加入 x mol N_2 、 y mol H_2 和1 mol NH_3 ，维持温度不变，平衡后活塞到达B点(体积扩大0.5倍)， NH_3 的物质的量为1.5 m mol，但 NH_3 的物质的量分数保持不变，则 $x =$ _____ mol， $y =$ _____ mol。

(4) 维持温度不变，使活塞可以自由上下移动，若开始时加入 a mol N_2 、 b mol H_2 和 z mol NH_3 ，平衡后 NH_3 的物质的量分数保持不变，则 $z =$ _____ mol，平衡时 NH_3 的物质的量为 _____ mol(都用 a 、 b 表示)，且 a 、 b 必须满足的关系为 _____。

解析 分析题意可知(1)、(2)两问是在恒温恒容(开始时将活塞固定在A点)条件下的等效平衡，此时改变条件后要与原平衡等效，只需进行等效转化后，对应物质起始的物质的量(mol)与原来相同即可。

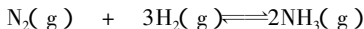


原投料	1 mol	4 mol	0
投料①	0.4 mol	y mol	z mol
投料②	a mol	b mol	c mol

解得 $y = 2.2$ $z = 1.2$

将 c mol NH_3 全部转化为 N_2 和 H_2 ，分别得到 $a + c/2 = 1$ $b + 3c/2 = 4$ ，此时与原投料相同，即等效。

(3)、(4)两问是在恒温恒压(开关打开，使活塞可以上下自由移动)条件下的等效平衡，此时改变条件后要与原平衡等效，只需进行等效转化后，对应物质起始的物质的量(mol)与原来成比例即可。



3. 沉淀过滤法 欲除去硫酸亚铁溶液中混有的少量硫酸铜，加入过量铁粉，待充分反应后，过滤除去不溶物。

原料	1 mol	4 mol	0
投料③	x mol	y mol	1 mol
投料④	a mol	b mol	z mol

将 1 mol NH_3 完全转化, 得到 N_2 为 0.5 mol, H_2 为 1.5 mol。容器体积扩大 0.5 倍, 即有 $x + 0.5 = 1 \times 0.5$ $y + 1.5 = 4 \times 0.5$ 解得 $x = 0$ $y = 0.5$ 。

同样, 将 z mol NH_3 完全转化为 N_2 和 H_2 , 且满足 $n(\text{N}_2) : n(\text{H}_2) = 1 : 4$, 即 $(z/2 + a) : (3z/2 + b) = 1 : 4$, 解得 $z = 2b - 8a$ 。

将 $(2b - 8a)$ mol NH_3 完全转化为 N_2 和 H_2 后, $n(\text{N}_2) = (a + b - 4a)$ mol, $n(\text{H}_2) = (b + 3b - 12a)$ mol, 且有 $[n(\text{N}_2) + n(\text{H}_2)](1 + 4) = m'/m$, 解得 $m' = (b - 3a)m$, 且 a, b 必须满足的关系为 $4a < b$ 。

答案 (1) 2.2 1.2 (2) $a + c/2 = 1$ $b + 3c/2 = 4$ (3) 0 0.5 (4) $2b - 8a$
 $(b - 3a)m$ $4a < b$

技巧点拨 掌握化学平衡计算的一般格式——三段分析法：

	$m\text{A}(\text{g})$	$+ n\text{B}(\text{g})$	$\rightleftharpoons p\text{C}(\text{g})$	$+ q\text{D}(\text{g})$
起始：	a	b	0	0
变化：	x	nx/m	px/m	qx/m
平衡：	$a - x$	$b - nx/m$	px/m	qx/m

计算时, 根据题意恰当假设, 列出各物质的起始量、转化量、平衡量, 找到相关量之间的关系, 列出方程式求解。化学平衡计算要善于用不同的计算方法, 如守恒法、等效法、极端假设法、差量法等。

强化
闯关

1. (经典题) N_2 和 H_2 在一定条件下的密闭容器中反应并达到平衡时, 其压强为 p_1 , N_2 的浓度与 NH_3 的浓度均为 c mol/L, 保持温度不变, 将容器的体积压缩为原来的 1/2, 当达到新的平衡时, 下列说法中不正确的是

- A. 新的平衡体系中, N_2 的浓度小于 $2c$ mol \cdot L⁻¹ 大于 c mol \cdot L⁻¹
 - B. 新的平衡体系中, NH_3 的浓度小于 $2c$ mol \cdot L⁻¹ 大于 c mol \cdot L⁻¹
 - C. 新的平衡体系中, 压强小于 $2p_1$
 - D. 新的平衡体系中, 气体密度是原平衡体系的 2 倍
2. (经典题) 在相同条件下 ($T = 500$ K) 相同体积的甲乙两容器 (存在催化剂), 甲中充入 1 克 SO_2 和 1 克 O_2 , 乙中充入 2 克 SO_2 和 2 克 O_2 , 下列叙述不正确的是
- A. 反应速率: 乙 > 甲
 - B. 平衡时混合物中 SO_2 的体积分数: 乙 > 甲
 - C. SO_2 的转化率: 乙 > 甲
 - D. 平衡时 O_2 的体积分数: 甲 > 乙
3. (易错题) 将 1 mol SO_2 和 1 mol O_2 通入一体积不变的密闭容器中, 在一定温度和催化剂作用下, 反应达到平衡, SO_3 为 0.3 mol。若此时移走 0.5 mol O_2 和 0.5 mol SO_2 , 则重新达到平衡后, SO_3 的物质的量为

4. 加热升华法: 欲除去碘中的沙子, 可采用此法。

难点
透析

知识
卡片



- A. 0.3 mol
C. 小于 0.15 mol
- B. 0.15 mol
D. 大于 0.15 mol, 小于 0.3 mol

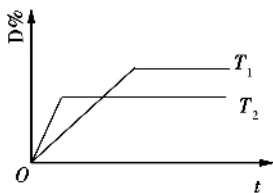
4. (创新题) 在一定温度下, 将等物质的量的 A 和 B 充入一密闭容器中, 发生如下反应:
 $A(\text{气}) + 2B(\text{气}) \rightleftharpoons 2C(\text{气})$, 反应达到平衡时, 若 A 和 B 的物质的量之和与 C 相等,
 则此时 A 的转化率为

- A. 40% B. 50% C. 60% D. 70%

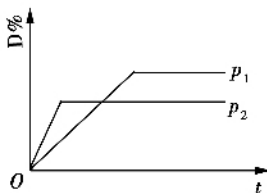
5. (变式题) 将 2.0 mol SO_2 气体和 2.0 mol SO_3 气体混合于体积固定的密闭容器中, 在一定条件下发生反应
 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$, 达到平衡时 SO_3 为 n mol。在相同温度下, 分别按下列配比在相同密闭容器中放入起始物质, 平衡时 SO_3 等于 n mol 的是

- A. 1.6 mol SO_2 + 0.3 mol O_2 + 0.4 mol SO_3
 B. 4.0 mol SO_2 + 1.0 mol O_2
 C. 2.0 mol SO_2 + 1.0 mol O_2 + 2.0 mol SO_3
 D. 3.0 mol SO_2 + 1.0 mol O_2 + 1.0 mol SO_3

6. (拔高题) 对于可逆反应
 $mA(\text{g}) + nB(\text{s}) \rightleftharpoons pC(\text{g}) + qD(\text{g})$ 反应过程中, 其他条件不变时, 产物 D 的质量分数为 $D\%$ 与温度 T 或压强 p 的关系如图所示, 请判断下列说法正确的是



(1)



(2)

- A. 降温, 化学平衡向正反应方向移动
 B. 使用催化剂可使 $D\%$ 有所增加
 C. 化学方程式中气体的化学计量数 $m > p + q$
 D. B 的颗粒越小, 正反应速率越快, 有利于平衡向正反应方向移动

7. (拔高题) 在一容积固定的密闭容器中, 保持一定温度, 在一定条件下进行反应:

$A(\text{g}) + 2B(\text{g}) \rightleftharpoons 3C(\text{g})$, 已知加入 1 mol A 和 3 mol B 且达平衡后生成 a mol C, 问:

- (1) 平衡时 C 在反应混合气体中的体积分数是 _____ (用字母 a 表示)。
 (2) 在相同实验条件下, 若在同一容器中改为加入 2 mol A 和 6 mol B, 达平衡后, C 的物质的量为 _____ mol (用字母 a 表示)。此时 C 在反应混合气中的体积分数 _____ (填“增大”、“减少”或“不变”)。
 (3) 在相同实验条件下, 若在同一容器中改为加入 2 mol A 和 8 mol B, 若要求平衡后 C 在反应混合气中的体积分数不变, 则还应加入 C 为 _____ mol。
 (4) 在同一容器中加入 n mol A 和 $3n$ mol B, 在平衡时 C 的物质的量为 m mol, 若改变实验条件, 可以使 C 的物质的量在 $m \sim 2m$ 之间变化, 那么 n 与 m 的关系应是 _____ (用字母 m, n 表示)。

【参考答案】

1. B 由于改变条件——容器的体积缩小(保持温度不变,将容器的体积压缩为原来的1/2)相当于增大压强,原平衡向生成 NH_3 的方向移动。假定平衡不发生移动,则有 N_2 、 H_2 、 NH_3 的浓度均等于原来的2倍,但由于平衡右移,导致 N_2 、 H_2 的浓度小于原来的2倍, NH_3 的浓度大于原来的2倍,故A项正确,B项不正确,平衡向气体总体积减小的方向移动,所以新的平衡体系中,压强小于 $2p_1$,故C项正确,因为混合气体总质量不变,总体积变为原来的1/2,故在新平衡体系中,气体密度是原平衡体系的2倍,故D项正确。

2. B 若将乙容器的容积扩大为甲的两倍,则甲乙为等效平衡(恒温恒压下投料成比例),再将乙容器容积恢复到原体积,则压强增大,反应速率增大,平衡向生成 SO_3 的方向移动,A、C、D项都正确,B项是错误的。

3. C 移走0.5 mol SO_2 和0.5 mol O_2 相当于起始时只有0.5 mol SO_2 和0.5 mol O_2 ,若将此时的容积缩小为原容器容积的一半,则前后为等效平衡, SO_3 的物质的量为0.15 mol,再将容器扩大到原容积,平衡逆向移动,则 SO_3 的物质的量小于0.15 mol。

4. A 常规思维:根据化学平衡的一般计算方法,设A、B、C三种物质的变化量分别为 x 、 $2x$ 、 $2x$,然后利用“A和B的物质的量之和与C相等”列出方程式,解出A的变化量 x ,从而求出A的转化率。

另类思维:按非可逆反应考虑,设均为1 mol的A、B,则只有0.5 mol A参加反应,转化率为50%,但因为是可逆反应,所以A的转化率应小于50%,选A。

5. B 提示:依据恒温恒容下建立等效平衡的条件:投料量相等,将备选项中 O_2 完全转化后,得如下数据:

A. 1.0 mol SO_2 + 1.0 mol SO_3

B. 2.0 mol SO_2 + 2.0 mol SO_3

C. 4.0 mol SO_3

D. 1.0 mol SO_2 + 3.0 mol SO_3

与题干比较,可知只有B项符合题意。

6. A 这类图像题的解题方法是“先拐先平”,即曲线先折拐的首先达到平衡,以此判断温度或压强的高低,再依据外界条件对平衡的影响确定答案。

7. (1)属于化学平衡的基本计算:

	$\text{A}(\text{g})$	+	$2\text{B}(\text{g})$	\rightleftharpoons	$3\text{C}(\text{g})$
起始:	1 mol		3 mol		0
转化:	$a/3$ mol		$2a/3$ mol		a mol
平衡:	$(1 - a/3)$ mol		$(3 - 2a/3)$ mol		a mol

依题意解得:平衡时,C在反应混合气体中的体积分数是 $a/4$ 。

(2)属于等效平衡问题,C的体积分数不变,物质的量是原来的2倍。

(3)将C转化为A和B,使 $n(\text{A}):n(\text{B})=1:3$ 即可。

(4)若C的物质的量为 m 时,求得 $n > m/3$;若C的物质的量为 $2m$ 时,求得 $n > 2m/3$;

综合两种情况 n 与 m 的关系应是 $n > 2m/3$ 。

答案:(1) $a/4$ (2) $2a$ 不变 (3)6 (4) $n > 2m/3$

难点透析

6. 溶液结晶法(结晶和重结晶)欲除去硝酸钠溶液中少量的氯化钠,可利用二者的溶解度不同,降低溶液温度,使硝酸钠结晶析出,得到硝酸钠纯晶。

知识
卡片



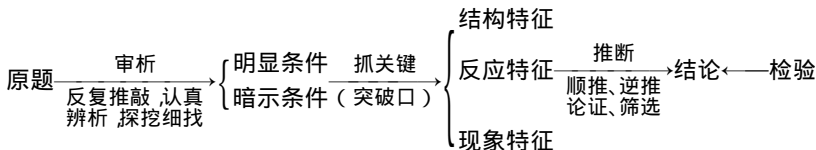
难点三 元素化合物推断题

难点 阐释

元素化合物推断题是依据元素化合物之间相互转化时所产生的一系列现象,进行推理判断,确定有关的物质。在高考试题中此类题目既能考查考生对学科主干知识的掌握程度,又能考查考生分析问题、解决问题的能力,题目往往覆盖知识面广、综合性强、思维容量大,具有一定的难度。

解题的关键是:依据物质的特性(特殊性质、特殊现象、特殊反应等),确定突破口;大胆猜想、进行验证。此外答题时必须注意看清题目所问内容,切忌答非所问,必须注意各种化学用语、表达式的书写,以免出现“会做不得分”的现象。

解题的基本程序是:读题→审题→解题→验证。



典例 调研

考点一 微粒特征结构型推断题

【调研1】甲、乙、丙、丁为短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O₂反应的化学方程式是_____。

(4)丁的元素符号是_____。

(5)丁的氧化物的晶体结构与_____的晶体结构相似。

解析 此题突破口应在(1)小题的提示:“与钙离子组成”、“离子化合物”、“跟水反应”、“产生一种可燃性气体”。综合以上信息,联系所学化学反应知此离子化合物为CaC₂,从而知电子总数应均为14。电子数为14的微粒还有N₂、CO和Si,丁为原子故为Si。

答案 (1)CaC₂ + 2H₂O = C₂H₂↑ + Ca(OH)₂

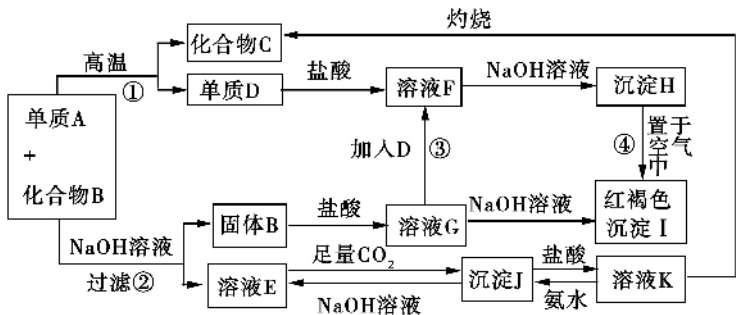
(2)Fe₂O₃ + 3CO $\xrightarrow{\Delta}$ 3CO₂ + 2Fe (其他合理答案也给分,如:CO + H₂O $\xrightarrow{\text{催化剂}}$ CO₂ + H₂、2CO + SiO₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2CO₂ + Si等) (3)N₂ + O₂ $\xrightarrow{\text{放电}}$ 2NO (4)Si (5)金刚石

误区警示 (1)此题在审题时有的考生断章取义,从“短周期元素”和“电子总数相等”入手,主观认为应是 $10e^-$ 或 $18e^-$,从而思维局限于 $10e^-$ 或 $18e^-$ 中去寻找。(2)有些考生答题顾此失彼,漏、错写方程式条件、符号,或写出的答案只符合上述信息中的某一部分。

技巧点拨 微粒结构特征常是解无机推断题的突破口,要求掌握常见的 $10e^-$ 和 $18e^-$ 结构的特点,还要熟知一些特殊微粒的结构特点,例如 CaC_2 中的 C_2^{2-} 、 Na_2O_2 中的 O_2^{2-} 等。做题时既要注重考虑常见的规律性的东西,又不要被规律所局限,注意有时需跳出规律去思考(此类题目一定有较为明显的暗示,注意审题)。

考点二 反应现象型(外显型)框图推断题

【调研2】 由单质A和化合物B两种粉末组成的混合物,在一定条件下可按下图所示关系进行转化:



请回答:

- (1) A、B 的化学式分别为: _____。
- (2) 写出反应①的化学方程式: _____。
- (3) 写出反应②、③的离子方程式: _____。
- (4) 若要保存 F 溶液,应采取什么措施,为什么? _____。

解析 这道题目虽然涉及到的物质很多,但突破口明显,H为 $Fe(OH)_2$,I为 $Fe(OH)_3$ 。由E、J、K之间的转化关系可推测为含铝化合物之间的相互转化,固体单质A+化合物B→化合物C+单质D,这样的特征反应有: $Al + Fe_xO_y \rightarrow$ 或者 $C + Fe_xO_y \rightarrow$,从假设、代入、验证入手,不难推出A为Al,B为 Fe_2O_3 。

答案 (1) Al Fe_2O_3 (2) $2Al + Fe_2O_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe + Al_2O_3$

(3) $2Al + 2OH^- + 2H_2O = 2AlO_2^- + 3H_2 \uparrow$ $2Fe^{3+} + Fe = 3Fe^{2+}$

(4) 在F溶液中加入少量的铁粉和少量的稀盐酸,防止 Fe^{2+} 被氧化,抑制 $FeCl_2$ 水解

难点
透析

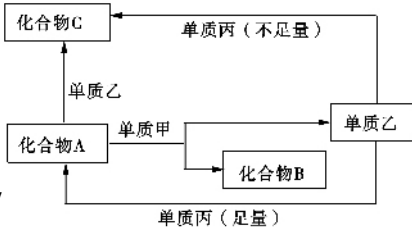
8. 分液法:欲将密度不同且互不相溶的液体混合物分离,可采用此法,如将苯和水分离。



技巧点拨 反应现象型框图题的解题依据是试题中所给的明确信息(反应现象或反应条件)。这是做框图题的第一步(审题),如果明确的信息在框图的最后,则题目的思维特点就是逆向思维或无定向思维。哪里有信息,哪里就是起点。对于反应条件的信息,只要转化到相应的物质上,问题就不难解决。

考点三 反应原理型(理论型)框图推断题

【调研3】 A、B、C是中学化学中常见的无机物,且各由两种元素组成;甲、乙、丙是三种常见的单质,这些化合物和单质间存在如图所示转化关系(这些转化关系都不需要使用催化剂)。请回答下列问题:



(1)若甲在转化中为还原剂,是常见金属,乙是常见非金属单质,且甲、乙、丙都由短周期元素组成。则A的结构式是_____,A与甲反应的化学方程式是_____。

(2)若甲在转化中为氧化剂,是常见非金属气态单质,丙是常见金属,甲、乙、丙中只有甲由短周期元素组成,且乙与甲同主族,与丙同周期,乙也有强氧化性,通常条件下反应都在溶液中进行。则:

①单质丙是(写元素符号)_____。

②A与乙反应的离子方程式为_____。

③当A与甲的物质的量之比为2:3时,A与甲恰好完全反应,并符合上图所示转化关系,则A的溶液跟甲反应的离子方程式为_____。

解析 (1)由A+甲(金属)→B+乙(固体非金属C、S、Si等),可以推测甲为Mg,乙为C,A为CO₂,B为MgO,代入验证即可。

(2)乙和金属丙反应,丙足量生成A,丙不足量生成C,而A+乙→C,显然金属丙为变价金属,推测为Fe。中学考查的内容一般不会超越教材,通过联想,应为Fe、FeCl₂、FeCl₃或Fe、FeBr₂、FeBr₃之间的转化,代入验证即可迎刃而解。

答案 (1)O=C=O 2Mg+CO₂ $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 2MgO+C

(2)①Fe ②2Fe²⁺+Br₂====2Fe³⁺+2Br⁻

③3Cl₂+2Fe²⁺+4Br⁻====2Fe³⁺+2Br₂+6Cl⁻

知识链接 本题考查了中学化学的置换反应这一重要知识点。在2006年全国高考中就出现了让考生书写任意三个不同类型的置换反应方程式的试题,可见这一知识点的重要性。下面总结如下:

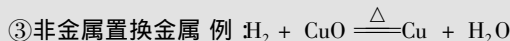
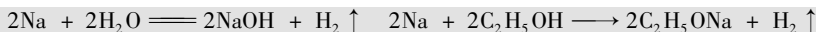
(1)还原性置换 ①金属置换金属 例 Zn+CuSO₄====ZnSO₄+Cu

Cu+2AgNO₃====Cu(NO₃)₂+2Ag 2Al+Fe₂O₃ $\xrightarrow{\text{高温}}$ Al₂O₃+2Fe(铝热反应)

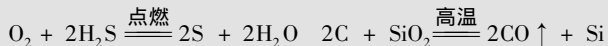
②金属置换非金属 例 Fe+2HCl====FeCl₂+H₂↑



9. 渗析法 欲除去胶体中的离子,可采用此法。如除去氢氧化铁胶体中的氯离子。



(2)氧化性置换——非金属置换非金属



考点四 抽象型框图推断题

【调研4】 A、B、C、D为四种气体单质,在一定条件下,B可以分别和A、C、D化合生成甲、乙、丙,C和D化合生成化合物丁。

已知甲、乙、丙每个分子含有的电子数相等,并且甲、乙、丙、丁有如下关系:

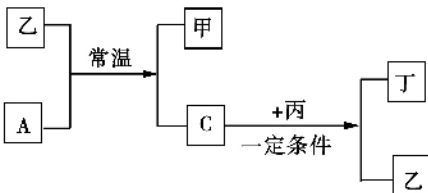
(1)单质B的分子式是_____;

单质D的结构式是_____。

(2)单质A跟化合物乙反应的化学方程式:_____。

(3)单质C跟化合物丙反应的化学方程式:_____。

(4)试根据化合物丙、丁中D元素的价态,判断丙和丁能否在一定条件下反应,若能反应写出化学方程式:_____。若不能反应写出原因:_____。



解析 由题目中“甲、乙、丙每个分子含有的电子数相等”,则推测可能是 $10e^-$ 或 $18e^-$ 的化合物,而这类化合物主要为氢化物,可知B为 H_2 ,甲、乙、丙可能为 CH_4 、 NH_3 、 H_2O 、 HF 或 SiH_4 、 PH_3 、 H_2S 、 HCl ,但由于A、B、C、D为气体单质,则甲、乙、丙为 NH_3 、 H_2O 、 HF 。其余部分即可结合图示迅速完成。

判断丙和丁能否在一定条件下反应,实质是考查氧化还原反应中的“归中规律”的实际应用。

答案 (1) H_2 $\text{N} \equiv \text{N}$ (2) $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$ (3) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (4) $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow{\text{一定条件}} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

技巧点拨 抽象型框图题主要是通过物质间的关系来确定物质组成元素,所以要注意图形与反应类型的结合,通过反应类型,并与反应规律结合来判断物质组成。要求考生在复习中注意积累、归纳有关重要反应类型及其常见代表性反应。

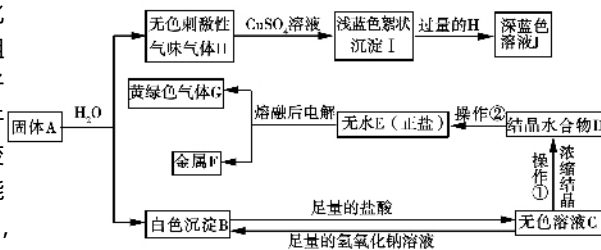
难点
透析

10. 综合法 欲除去某物质中的杂质,可采用以上各种方法或多种方法综合运用。



考点五 综合型推断题

【调研 5】 已知离子化合物 A 由两种短周期元素组成,且 A 中阴、阳离子的电子层结构相同。从固体 A 开始,可以发生如框图所示变化,已知 Cu^{2+} 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 均能与气体 H 形成 $[\text{Cu}(\text{H})_4]^{2+}$,此离子在溶液中呈深蓝色。



(1) 从实验室用集气瓶收集气体 G 和气体 H。则收集气体 G 的方法是_____。检验气体 H 已收集满的方法是_____。

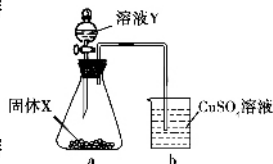
(2) 在实验室进行操作①时,除了使用酒精灯、铁架台、铁圈及夹持仪器外,还缺少的玻璃仪器是_____。在进行操作②时,应在 HCl 的气氛中加热脱水,其目的是_____。

(3) F 位于元素周期表第_____周期_____族,写出其最高价氧化物对应的水化物的电子式_____。写出反应 $\text{A} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{B} + \text{H}$ 的化学方程式_____。

(4) 某学生设计如图装置,将产生的气体 H 通入硫酸铜溶液,制得深蓝色溶液 J。现有下列试剂:

- ①稀 NaOH 溶液 ② H_2O_2 溶液 ③浓氨水 ④ NH_4Cl 溶液
⑤生石灰 ⑥消石灰 ⑦碳酸氢钠

(I) a 中的试剂,固体 X 应是_____ (填序号),溶液 Y 应是_____ (填序号)。



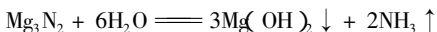
(II) 你认为使用装置 b 时存在的主要缺点:_____ (用简明文字叙述)。

解析 (1) 中考查氯气和氨气的收集、检验方法,是基本实验操作。(2) 中是蒸发结晶操作的仪器使用以及防止盐类水解的具体操作知识。(3) 中由图示,含金属 F 的氯化物(盐)与足量氢氧化钠溶液得到白色沉淀,说明金属 F 应是 Mg。(4) 中是对 NH_3 的制取和收集知识的考查,是中学化学的重点掌握内容。

答案 (1) 用向上排空气法(或排饱和食盐水法)把湿润的红色石蕊试纸粘在玻璃棒上(或用镊子夹取湿润的红色石蕊试纸)靠近集气瓶口,观察试纸颜色变化,若试纸变为蓝色则证明已收集满 NH_3 (其他答案只要合理同样得分)

(2) 玻璃棒 防止 MgCl_2 在加热时水解

(3) Ⅲ A $[\text{H} \times \text{O} \times] \text{Mg}^{2+} [\times \text{O} \times \text{H}]^-$



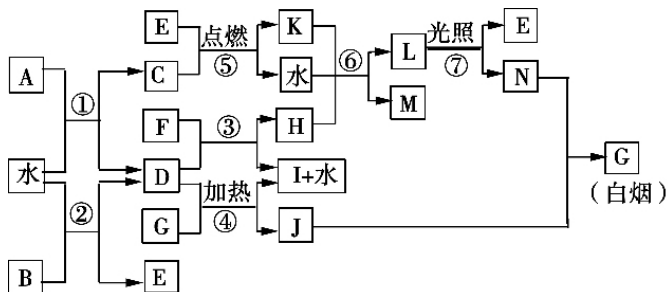
(4) (I) ⑤ ③ (II) 易发生倒吸



技巧点拨 无机推断题涉及到的知识面很广,如物质结构、计算、实验以及与生活环境、工业生产等相关知识,是一种综合性很强的题目。若要解决这类题目,最好立足于酸、碱、盐、单质、化合物间的基本转化关系,有意识地跨越中学各知识板块去展开思考。一般来讲,涉及的物质都是教材中常见的物质,这也是一个思考的出发点。

强化闯关

1.(经典题)下图表示各物质之间的转化关系。已知:A、B、I都是 XY_2 型化合物,且阳离子相同,A、B晶体中阴、阳离子个数比都是1:1,但I晶体中阴、阳离子个数比是2:1,I常用作干燥剂。



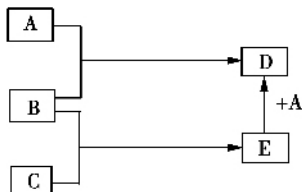
请按要求填空:

(1)G的电子式是_____。

(2)反应⑥的化学方程式是_____,已知C的燃烧热是 $1\ 300\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,表示C的燃烧热的热化学方程式是_____。

(3)根据上图中物质之间的转化关系及题中所给信息判断B的化学式是_____。

2.(改编题)已知A、B、C均为常见的单质,其中A为金属,B、C为非金属,在一定条件下相互转化关系如图所示(反应条件和部分产物已省略)。请回答:



(1)若常温下B、C均为气体,D为黑色晶体,A在周期表中的位置为_____,E的电子式为_____,A和E在一定条件下反应生成D的化学方程式为_____。

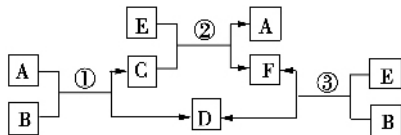
(2)若常温下B为气体,C为黑色固体,则金属A的原子结构示意图为_____,E的结构式为_____,A和E在一定条件下反应生成D的化学方程式为_____,工业上制作机械部件时通常是利用A的_____(填“纯金属”或“合金”)。

3.(变式题)A、B、C、D、E、F六种物质在一定条件下有如下所示的相互转化关系,所有反应物和生成物均已给出。

难点透析

2. 蒸馏冷却法 在沸点上差值大。如乙醇(水)加入新制的CaO吸收大部分水再蒸馏。



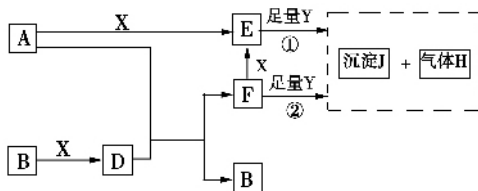


(1)若反应①、②、③均为水溶液中的置换反应，A、D、E为卤素单质，则A、D、E的氧化性由强到弱的顺序为_____ > _____ > _____(填物质代号)其中A的化学式是_____。

(2)若B是水，C是一种有磁性的化合物，E是一种无色、无味的有毒气体，则反应①的化学方程式是_____。

(3)若B为一种淡黄色固体，绿色植物的光合作用和呼吸可实现自然界中D和E的循环。在反应②中，若C、E的物质的量之比为17:11，则反应的化学方程式是_____。反应③的化学方程式是_____。

4.(易错题)下图所示反应有直接进行的，也有在溶液中进行的，其中部分产物已略去。已知：A是固体单质，B、X、H为气体单质，D属于可溶于水的强电解质，一个D分子中含有18个电子。



(1)化学式B为_____，F为_____；

(2)写出D的电子式_____，液态D能否导电_____ (填“能”或“否”)；

(3)A是一种非常重要的工业产品。据统计，地球上每年由于腐蚀而消耗的A约占A年产量的10%。A发生腐蚀的主要原因是(填写下面的选项序号)_____；

a. 直接与氧气发生化学腐蚀 b. 通过原电池反应发生腐蚀 c. 因溶于水而消耗掉
若你选定选项a或c，请写出相应的化学方程式；若你选定选项b，请写出负极的电极反应式：_____；

(4)已知H的密度比空气的密度大，则①中所涉及的反应的化学方程式为：_____。

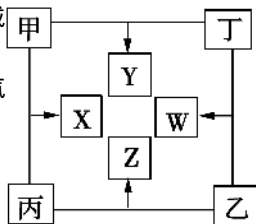
5.(拔高题)甲、乙、丙、丁四种单质在点燃条件下可两两化合生成X、Y、Z、W四种化合物，它们相互转化的关系如右图所示。

已知①甲、乙、丙为短周期常见元素组成的单质，常温下均为气体；丁是日常生活中的一种常见金属；

②常温下X是一种无色液体，Y是黑色固体；

③丙在乙中燃烧生成的气体Z极易溶于水；

④丁与Z的水溶液反应会生成丙和另一种物质M；



3. 过滤法 溶与不溶。

4. 升华法 $\text{SiO}_2(\text{I}_2)$ 。



⑤将丁放入 W 的水溶液中也生成 M。

请回答：

(1)丁在甲和 X 同时存在条件下 会发生电化学腐蚀 其电极反应的方程式为 负极 _____ 正极 _____。

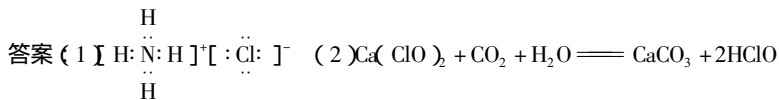
(2)将少量 W 的饱和溶液滴入沸腾的 X 中 反应的化学方程式为 _____。

(3)写出由 Y 制取丁的化学方程式(任写一个) _____。

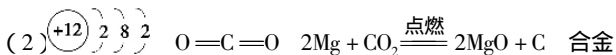
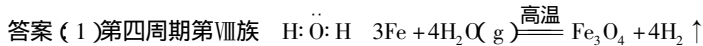
(4)若在一定条件下丁分别与 X 及 Z 的水溶液反应 生成等物质的量的气体 则消耗丁的物质的量之比 _____。

【参考答案】

1. 由“ I 晶体中阴、阳离子个数比是 2:1 I 常用作干燥剂 ”,可推知 I 为 CaCl_2 A、B 的阳离子都是钙离子 能够与水反应 阴、阳离子个数比都是 1:1 确定是 CaC_2 和 CaO_2 。由反应图示 可确定 D 是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 由 $\text{G} + \text{D} \rightarrow \text{I} + \text{H}_2\text{O} + \text{J}$ 确定 G 是 NH_4Cl J 是 NH_3 进而确定 N 是 HCl , E 是 O_2 C 是 C_2H_2 K 是 CO_2 L 是 HClO 等。



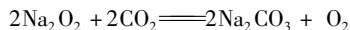
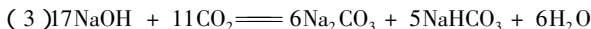
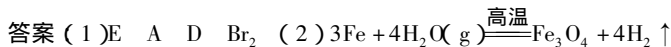
2. 本题是一道开放性推断题 (1)(2)答案都是符合图示要求的。着手点在于常见金属单质 A 教材中学习的主要有 Na、Mg、Al、Fe 再依据 (1)题意中 D 为黑色晶体 则在四种金属的常见化合物中 只有铁的氧化物是黑色晶体 则断定 A 为 Fe。依据 (2)中 C 为黑色固体 则 C 是碳 碳的化合物 E 被金属 A 还原的反应 很容易想到 $\text{CO}_2 + \text{Mg} \rightarrow$ 。



3. (1)中卤素单质在水溶液中的置换反应 属于氧化性置换 所以氧化性强弱的顺序比较容易判断 又因 F_2 非常容易与水反应 F_2 在氯化钠溶液中置换不出 Cl_2 则 A 是 Br_2 。

(2)中由“ C 是一种有磁性的化合物 ”,可确定 C 为 Fe_3O_4 其他容易推出 :A 为 Fe B 为 H_2O , D 为 H_2 E 为 CO F 为 CO_2 。

(3)中淡黄色固体容易联想到 B 可能为 Na_2O_2 再由 D 和 E 的循环可以推测是 O_2 和 CO_2 。



4. 首先依据“ D 属于可溶于水的强电解质,一个 D 分子中含有 18 个电子 ”,可以判定 D 是 HCl 则 B、X 是 H_2 和 Cl_2 结合 $\text{A} + \text{D} \rightarrow \text{B} + \text{F}$,初步断定 B 是 H_2 A 是金属 再由图示

难点
透析

5. 萃取 如用 CCl_4 来萃取 I_2 水中的 I_2 。

中 $A \rightarrow E$ 、 $F \rightarrow E$ 的转化,可推出 A 是 Fe,沉淀 J 是氢氧化铁,气体 H 密度比空气的密度大,在 Cl_2 和 O_2 中应该选择 O_2 ,最终可推出 Y 是 Na_2O_2 。

答案 (1) H_2 $FeCl_2$ (2) $H \times \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{Cl}}$ 否 (3) b $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$

(4) $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$ $FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$

5. 由丁是一种常见金属,且与甲得到的化合物 Y 是黑色固体,可确定丁是 Fe, Y 是 Fe_3O_4 , 甲是 O_2 , 由 (1) 中发生电化学腐蚀,推出 X 是 H_2O , 丙是 H_2 , 再依据有关信息,可进一步确定 Z 是 HCl, 乙是 Cl_2 , W 是 $FeCl_3$ 。

答案 (1) $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$ $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$

(2) $FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\Delta} Fe(OH)_3(\text{胶体}) + 3HCl$

(3) $Fe_3O_4 + 4CO \xrightarrow{\text{高温}} 3Fe + 4CO_2$ (或用 H_2 、C 作还原剂) (4) 3:4

难点四 有机物推断题

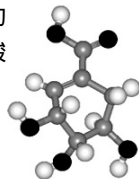
难点 阐释

有机物推断题是历年高考的必考考点之一,通常命题多以社会生活中遇到的有机物或新合成的有机物为载体,考查有机物结构的推断、同分异构体的书写、有机反应方程式的书写以及各类有机物之间的相互转化关系等,解答这类问题首先应明确题目给定的条件,然后对题目给定条件加工处理、内化并加以应用。

典例 调研

考点一 根据有机物模型推断有机物

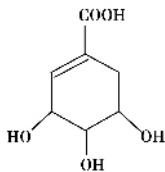
【调研 1】 莽草酸是目前世界上被证明可以对抗禽流感的药物达菲的原材料,莽草酸可从八角茴香中提取。已知莽草酸的球棍结构模型如图所示,试回答下列问题:



(1) 莽草酸的分子式为 _____ ;

(2) 莽草酸的结构式为 _____ 。

解析 根据莽草酸的球棍模型可知灰色球表示碳原子,白色球表示氢原子,黑色球表示氧原子,所以其分子式为 $C_7H_{10}O_5$; 根据价键关系可知其结构为



答案 参见解析

方法探究 有机物的结构模型主要有球棍模型和比例模型,一般来讲确定球棍模型对应的有机物的结构时可以根据原子形成共价键的数目(如碳原子可形成4个共价键、氢原子只能形成1个共价键、氧原子形成2个共价键等)来确定原子种类,然后根据共价键数目确定有机物对应的结构,进而分析该有机物的性质。

考点二 根据有机物性质推断结构

【调研2】 化学式为 $C_4H_8O_4$ 的有机物 A 有如下性质:

- ① $1 \text{ mol A} + 1 \text{ mol NaOH} \longrightarrow \text{正盐}$
- ② $1 \text{ mol A} \xrightarrow{\text{足量 Na}} 1.5 \text{ mol 气体}$
- ③ $A + \text{RCOOH (或 ROH)} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{有香味的物质 (R 为烃基)}$

已知:具有 $\begin{array}{c} | \\ \text{—C—OH} \\ | \\ \text{OH} \end{array}$ 结构的有机物不能稳定存在。根据以上信息,试回答:

- (1) A 的结构中肯定含有的官能团是(填名称)_____。
- (2) 若 A 分子中含有甲基,其结构简式为_____或_____。
- (3) 已知上述任一种 A 分子内脱水均可形成有香味的四元环状化合物,写出任一反应的化学方程式,并注明反应类型_____。

解析 (1) 根据 A 物质的性质可知 A 中既含有羧基,又含有羟基,根据①、②中量的关系可知 A 中含有1个羧基和2个羟基。(2) 若 A 中含有甲基,则 A 的结构为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ 或 $\text{HOCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})\text{COOH}$ 。

答案 (1) 羧基(醇)羟基

(2) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ $\text{HOCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})\text{COOH}$

(3) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \begin{array}{c} \text{HO—CH—C=O} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3\text{—CH—O} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ 取代反应

或酯化反应(或 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH—C—COOH} \\ | \\ \text{OH} \end{array} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3\text{—C—C=O} \\ | \quad | \\ \text{CH}_2\text{—O} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ 取代反应或酯化反应)

知识链接 能够与金属钠反应的官能团有:羟基和羧基;能够发生银镜反应的有机物:醛类、甲酸、甲酸盐、甲酸酯、葡萄糖等含有醛基的有机物;能够连续两次被氧化的有机物:烯烃、伯醇;遇铁盐变紫色的是酚类物质等。

方法探究 一般根据有机物的性质推断有机物,可以先根据有机物性质确定该有机物中所含有的官能团,然后用分子式减去各官能团中的原子,分析残留基团可能出现的结构,从而确定有机物的结构。如本题中根据 A 的性质可确定 A 中含有羟基和羧基以及它们的数目,然后分析其可能出现的结构。

难点
透析

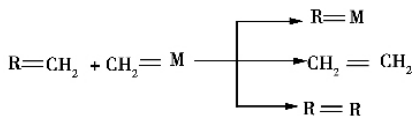
7. 增加法 把杂质转化成所需要的物质。如 $\text{CO}_2(\text{CO})$ 通过热的 CuO ; $\text{CO}_2(\text{SO}_2)$ 通过饱和的 NaHCO_3 溶液。

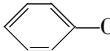
知识
卡片



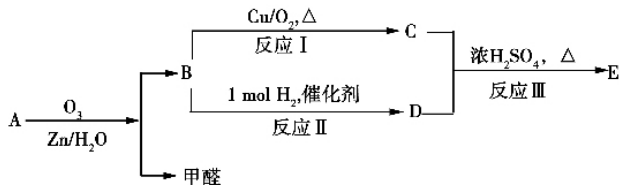
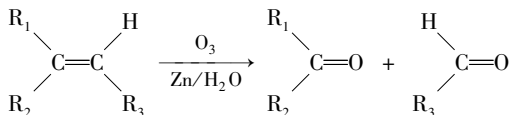
考点三 根据信息推断有机物

【调研3】2005年10月5日瑞典皇家科学院颁发了诺贝尔化学奖,授予美法三位科学,他们发现了烯烃里的碳碳双键会被拆散、重组,形成新分子,这种过程被命名为烯烃复分解反应。烯烃复分解反应如下图所示:



(1)某烯烃A分子式 C_9H_{10} ,它和金属卡宾($\text{CH}_2=\text{M}$)发生烯烃复分解反应的一种产物为 。则A的结构简式为_____ ,写出A与金属卡宾($\text{CH}_2=\text{M}$)发生烯烃复分解反应后,产物中属于烯烃类的结构简式(除A外)_____。

(2)已知在一定条件下,烯烃可发生下列反应,生成羰基化合物:



其中E的分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{O}_2$ 。根据上述信息,回答下列问题:

①写出E的结构简式:

E _____。

写出下列反应类型:反应II _____,反应III _____。

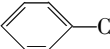
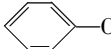

②写出B和新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 发生反应的化学方程式:

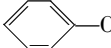
_____。

③C有多种同分异构体,写出苯环上无甲基且属于酯类的任意两种同分异构体:

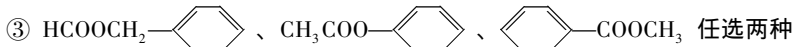
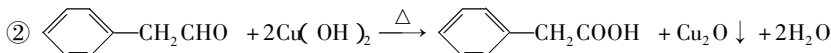
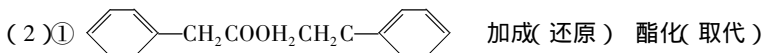
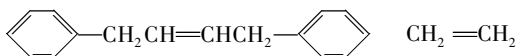
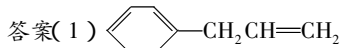
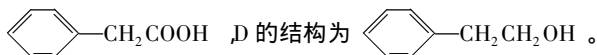
_____。

解析 (1)因为A的分子式为 C_9H_{10} ,且与金属卡宾反应后产生

 ,所以A的结构为 。A与金属卡宾反应后的产物为 、 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 。

(2)根据臭氧氧化原理可知B的结构为  ,C的结构为

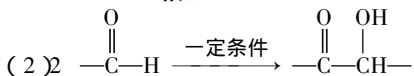
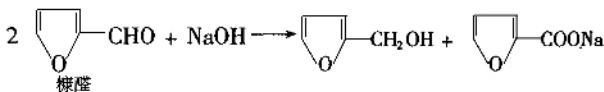




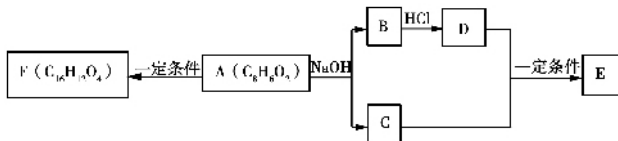
技巧点拨 信息型有机推断题一般来讲首先应分析题目给定的信息, 然后进行加工整理, 提取出有用的信息, 如本题中烯烃的复分解反应原理、烯烃的氧化原理等, 然后利用这些信息解答题目中给定的问题。

考点四 根据同分异构体推断有机物

【调研 4】已知 (1) 醛(如糠醛)在碱作用下, 可以发生如下反应:



(3) 化合物 A ~ F 之间的转化关系如下图所示。其中化合物 A 是含有苯环的醛类化合物, 且苯环上的一氯代物没有同分异构体; 1 mol C 能与足量的金属钠反应生成标准状况下 22.4 L 氢气。



根据上述信息, 请回答下列问题:

(1) A 生成 B 和 C 的反应是() F 不可以发生的反应有()。

A. 氧化、还原反应 B. 加成反应 C. 消去反应 D. 酯化反应

(2) 写出 A 生成 B 和 C 的化学方程式: _____。

(3) C 和 D 在不同条件下反应, 可以得到不同的有机物 E。写出等物质的量的 C 和 D 在一定条件下生成链状有机物 E 的化学方程式: _____; 写出等物质的量的 C 和 D 在一定条件下生成高聚物 E 的化学方程式: _____。

(4) 写出有机物 F 的一种可能的结构简式: _____。

难点
透析

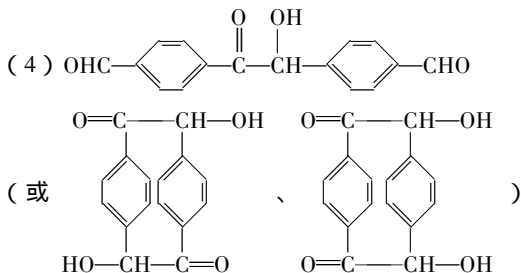
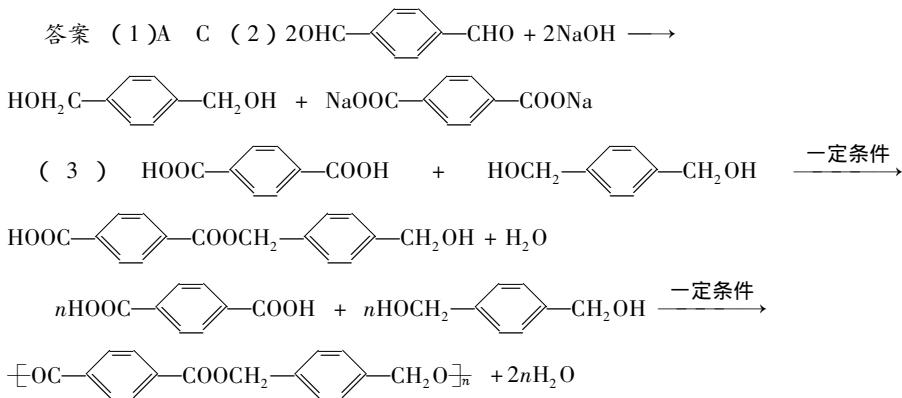
9. 转化法: 两种物质难以直接分离, 加药品变得容易分离, 然后再还原回去。如 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 先加 NaOH 溶液把 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 溶解, 过滤, 除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,

知识
卡片



解析 根据 A 是含有苯环的醛类化合物,且苯环上的一氯代物没有同分异构体,可知 A 的结构为 $\text{OHC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 。

由题中信息(1)可知,A 与 NaOH 反应生成 $\text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{OH}$ 和 $\text{NaOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COONa}$;再由 B 和 HCl 反应生成 D,可知 B 为 $\text{NaOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COONa}$, C 为 $\text{HOH}_2\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{OH}$, D 为 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 。又由框图中转化关系可知 2 分子 A 在一定条件下能生成 1 分子 F,再结合信息(2)则问题可迎刃而解。

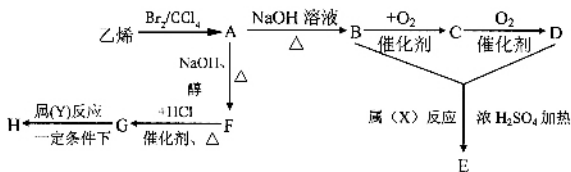


知识链接 通过解答本题我们可以发现醛类物质能够在碱性条件下发生歧化反应产生醇和羧酸,而且醛基和醛基之间可以发生加成反应。



强化
闯关

1. (基础题) 由乙烯和其他无机原料合成环状酯 E 和 高分子化合物 H 的示意图如下:



请回答下列问题:

(1) 写出结构简式: A _____, F _____, C _____。

(2) 反应类型: X _____, Y _____。

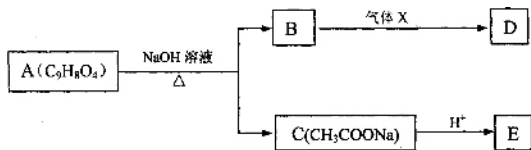
(3) 写出化学反应方程式:

A → B _____,

G → H _____。

(4) 若环状酯 E 在 NaOH 溶液中共热, 则发生反应的化学方程式为: _____。

2. (基础题) A 为药用有机物, 从 A 出发可发生下图所示的一系列反应。已知 A 在一定条件下能和醇发生酯化反应, A 分子中苯环上的两个取代基连在相邻的碳原子上; D 不能跟 NaHCO₃ 溶液反应, 但能跟 NaOH 溶液反应。



试回答:

(1) A 转化为 B、C 时, 涉及到的反应类型有 _____、_____;

(2) E 的两种同分异构体 Q、R 都能在一定条件下发生银镜反应, R 能跟金属钠反应放出氢气, 而 Q 不能。Q、R 的结构简式分别为: Q _____、R _____;

(3) 气体 X 的化学式为 _____, D 的结构简式为 _____;

(4) A 在加热条件下与 NaOH 溶液反应的化学方程式为 _____。

3. (改编题) 有机物 A (C₇H₁₁Cl₃O₂) 在 NaOH 水溶液中加热, 生成有机物 B 和 C。

(1) 产物 B (C₄H₁₀O₃) 分子中含有甲基, 官能团分别连在不同碳原子上, 它与甘油互为同系物。

① B 分子中的官能团名称是 _____。

② B 可能的结构简式为 _____、_____。

③ B 不可能发生的反应有 _____。

a. 消去反应

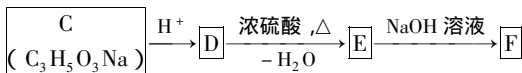
b. 加成反应

c. 水解反应

d. 氧化反应

难点
透析

(2) C ~ F 有下图所示的转化关系。C、D、E、F 分子中均不含甲基, 其中 E 能跟 B 发生酯化反应。

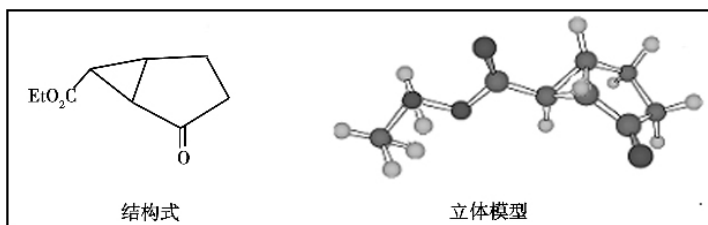


① D 的结构简式为_____。

② F 在一定条件下可转化为 PAAS(高分子化合物, 常用作食品增稠剂), 该反应的化学方程式为_____。

(3) 如何通过实验证明 A 分子中含有氯元素, 简述实验操作。_____。

4. (创新题) 下图是某药物中间体的结构示意图:

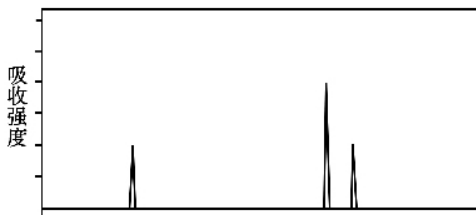


试回答下列问题:

(1) 观察上面的结构式与立体模型, 通过对比指出结构式中的“Et”表示_____; 该药物中间体分子的化学式为_____。

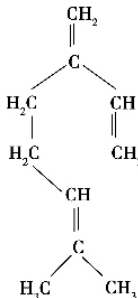
(2) 请你根据结构示意图, 推测该化合物所能发生的反应及所需反应条件_____。

(3) 解决有机分子结构问题的最强有力的手段是核磁共振氢谱(PMR)。有机化合物分子中有几种化学环境不同的氢原子, 在 PMR 中就有几个不同的吸收峰, 吸收峰的面积与 H 原子数目成正比。

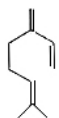


现有一种芳香族化合物与该药物中间体互为同分异构体, 其模拟的核磁共振氢谱图如上图所示, 试写出该化合物的结构简式:_____。

5. (经典题) 松节油是生产高级香料的重要原料, 是绿色可再生资源。



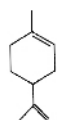
(1)月桂烯是松节油中的常见组分,月桂烯的结构简式为 ,也可简称为



其分子式是 _____ ,可以发生的化学反应有 _____ 。(选填序号)

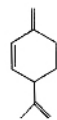
- ①加成反应 ②消去反应 ③酯化反应 ④氧化反应

(2)下列物质也是松节油中的常见组分:



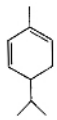
柠檬烯

①



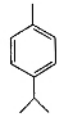
双戊烯

②



α-水芹烯

③

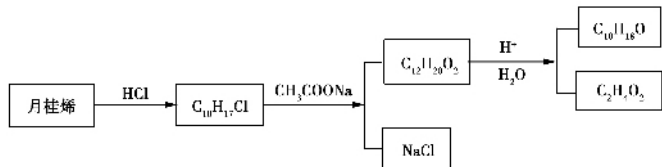


对伞花烃

④

这些物质中,与月桂烯互为同分异构体的是 _____ (选填序号)。

(3)有机物 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 是无色油状液体,具有铃兰香气。它的一种合成路线如下所示:

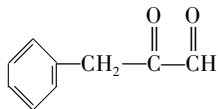


1 mol $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 与适量的碳酸氢钠溶液反应生成二氧化碳 22.4 L (标准状况); $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 能够使溴水褪色。经测定, $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 分子中含有三个甲基,其中一个甲基不在分子碳链的两端; $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 分子中有一个碳原子连接着四个不同的原子或原子团。请回答下列问题:

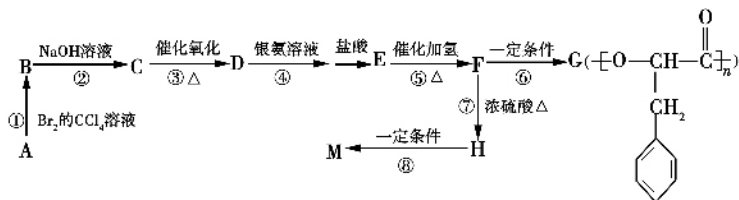
- ① $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 与碳酸氢钠溶液反应的离子方程式是 _____。
- ② $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 分子所含官能团的名称是 _____、_____。
- ③ 有机物 $\text{C}_{10}\text{H}_{17}\text{Cl}$ 的结构简式是 _____。
- ④ $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_2$ 在氢氧化钠存在条件下水解的化学方程式是 _____。

难点透析

6. (变式题) 烃 A 有下图转化关系, 图中每个字母表示一种有机物, D 的结构简式为



G 与 M 是由不同方式形成的高分子化合物。



(1) 高分子 G 的相对分子质量为_____。

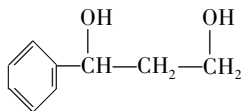
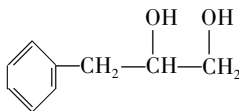
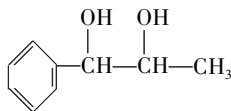
(2) 写出 A 的结构简式: _____。

(3) 写出反应②、⑧的化学方程式, 注明反应类型: _____。

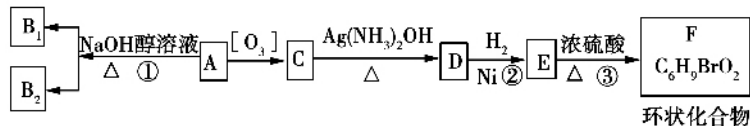
② _____;

⑧ _____。

(4) C 的二元醇的同分异构体中, 含苯基($\text{C}_6\text{H}_5\text{—}$)且一个碳原子上最多只含一个羟基的有 5 种, 请写出剩余 2 种的结构简式: _____。



7. (拔高题) 某有机化合物 A, 其相对分子质量为 161, 该化合物中除含有 C、H 元素外还含有卤族元素, 且分子中只含有一个甲基。化合物 A ~ F 的转化关系如图所示, 其中 1 mol C 可生成 1 mol D 和 2 mol Ag, B_1 和 B_2 均为较稳定的五元环状化合物, 且互为同分异构体。



已知 (1) $\text{R}_1\text{—}\begin{matrix} \text{R}_2 & \text{H} \\ | & | \\ \text{C} & = & \text{C} \\ | & & | \\ \text{R}_3 & & \end{matrix}\text{—R}_3 \xrightarrow{[\text{O}_3]} \text{R}_1\text{—}\begin{matrix} \text{R}_2 \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{O} \end{matrix}\text{—R}_3 + \text{R}_3\text{—}\begin{matrix} \text{O} \\ || \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{matrix}$

(2) 一个碳原子形成碳碳双键的结构(即 —C=C=C— 不稳定)。

请回答下列问题:

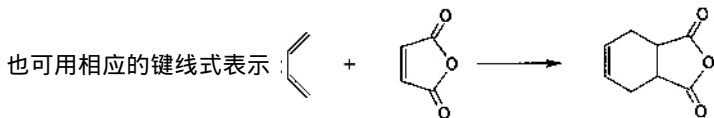
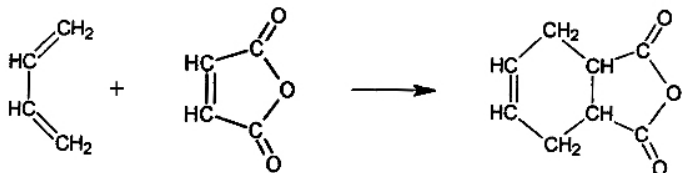
(1) 化合物 A 含的官能团是_____、_____。

(2) ①、②、③的反应类型分别是_____、_____、_____。

(3) 写出 A、F 的结构简式：A _____、F _____。

(4) 写出 C→D 反应的化学方程式 _____。

8. (拔高题) 下面是有名的 Diels - Alder 反应的一个实例：

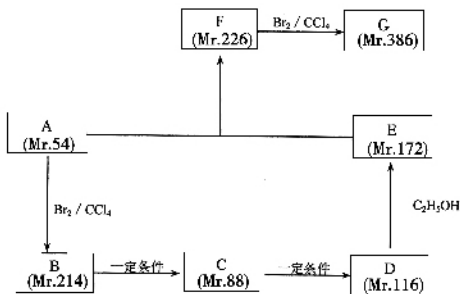


分析上述变化, 回答下列问题：

(1) 写出下列反应产物的结构简式：



(2) 以某链烃 A 为起始原料合成化合物 G 的路径如下图所示(图中 Mr 表示相对分子质量)：



① 指出反应类型 B→C：_____，F→G：_____。

② 写出下列物质的结构简式：

A：_____，F：_____。

③ 写出下列反应的化学方程式：

B→C：_____；

D→E：_____。

【参考答案】

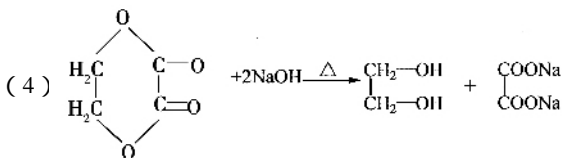
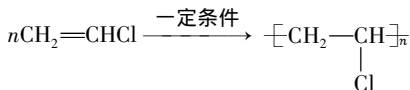
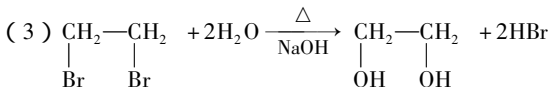
1. 根据图示转化关系可知 A 为 $BrCH_2CH_2Br$, B 为 $HOCH_2CH_2OH$, C 为 $OHCCHO$, D 为

5. 稀释浓硫酸时, 烧杯中先装一定量蒸馏水后再沿器壁缓慢注入浓硫酸。

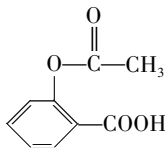
HOOC-COOH, F 为乙炔, G 为氯乙烯, H 为聚氯乙烯。

答案 (1) $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$ $\text{CH}\equiv\text{CH}$ $\text{OHC}-\text{CHO}$

(2) 酯化反应 加聚反应

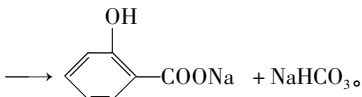


2. 由题目中的信息可知, A 分子中含有苯环和羧基, 已知 A 的分子式($\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$), 分析苯环上的残留基并结合题中转化关系, 可知 A 中含有羧基和酯基, 则 A 的结构简式为



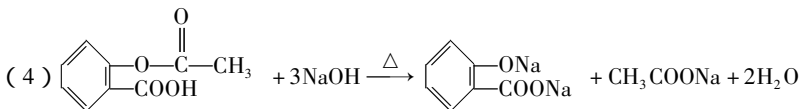
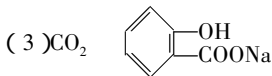
。题中已给出 C 为 CH_3COONa , 则 B 为 $\begin{array}{c} \text{ONa} \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{COONa} \end{array}$; 又因 B

能与气体 X 反应生成 D, 则可判定发生了如下反应: $\begin{array}{c} \text{ONa} \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{COONa} \end{array} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



答案 (1) 水解反应(或取代反应) 中和反应(或复分解反应)

(2) HCOOCH_3 HOCH_2CHO



3. 根据 B 的分子式及 B 与甘油互为同系物可知 B 中含有 3 个羟基, E 能与 B 发生酯化反应, 说明 E 中含有羧基, D 转化为 E 的过程中发生的是消去反应, 则说明 D 中含有醇羟基、羧基, 结合题中条件, 可知 D 的结构简式为 $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$, E 为 $\text{CH}_2=$

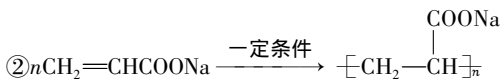


6. 点燃 H_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等可燃气体时, 先检验纯度再点燃。

CHCOOH F 为 $\text{CH}_2=\text{CHCOONa}$ 。

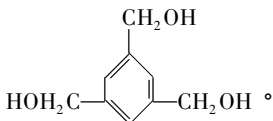
答案 (1) ① 羟基 ② $\text{HOCH}_2-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{OH}$ $\text{HOCH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{CH}_3)(\text{OH})$ ③ b, c

(2) ① $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$

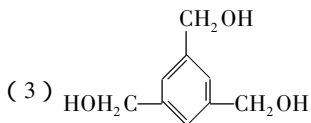


(3) 取 A 与 NaOH 反应后的上层溶液, 加入过量稀 HNO_3 , 滴加 AgNO_3 溶液有白色沉淀生成, 说明 A 中含有氯元素

4. 根据该有机物的结构式和立体模型可知 Et 表示乙基, 其分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}_3$, 结构中含有酯类物质的官能团, 所以能够在碱性条件下发生水解反应; 根据核磁共振氢谱图可知该芳香族化合物有三种信号峰, 且信号峰的强度比为 1:2:1, 所以可得其结构为



答案 (1) 乙基 $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}_3$ (2) 与 NaOH 溶液在加热条件下发生反应

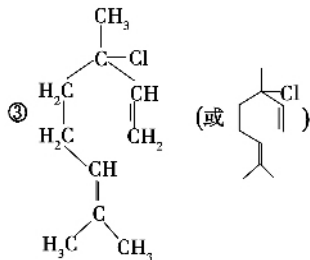


5. (3) $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_2$ 在酸性条件下生成 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 和 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, 且 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 能与 NaHCO_3 溶液反应生成气体, 则很明显 $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_2$ 发生了水解反应, $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 为乙酸, $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 为醇。月桂烯中有 3 个碳碳双键, 经过一次加成反应, 还有 2 个碳碳双键, 故 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 中有碳碳双键和羟基。再结合题中 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 的相关条件, 可确定 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ 的结构式。

答案 (1) $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ ①④ (2) ①③

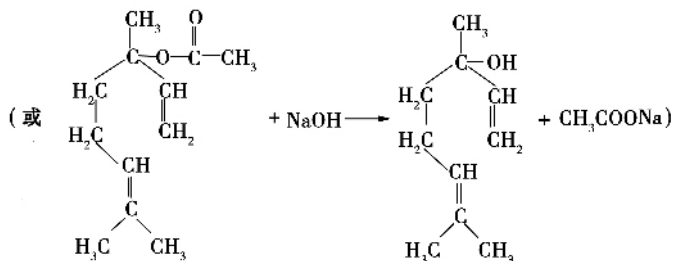
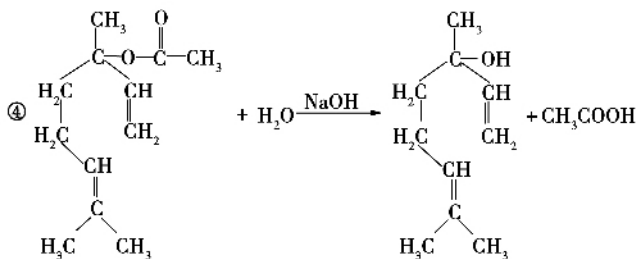
(3) ① $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

② 碳碳双键 羟基

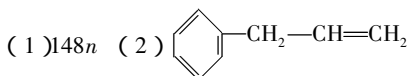


7. 检验卤代烃分子中的卤元素时, 在水解后的溶液中先加稀 HNO_3 中和碱液, 再加 AgNO_3 溶液。

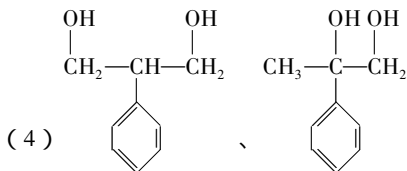
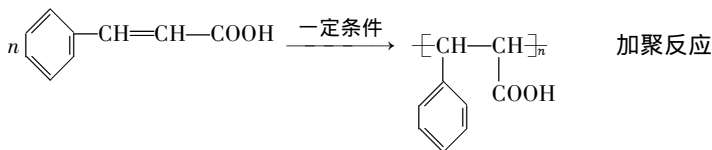
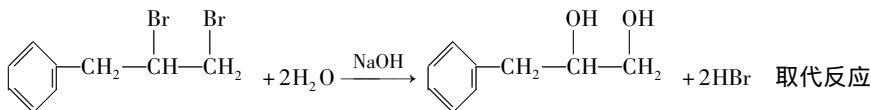




6. 本题从 D 入手, 通过正推、逆推不难得出 A、B、C、E、F 的结构; G 是由 F 通过缩聚反应生成的, 则 M 必定是通过加聚反应生成的。结合 F 的结构可知, F 通过分子内脱水形成具有碳碳双键的 H。



(3)

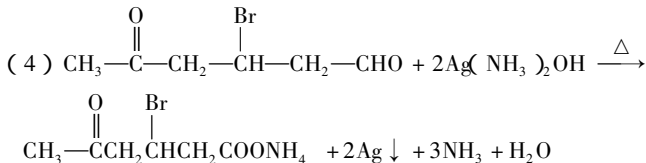
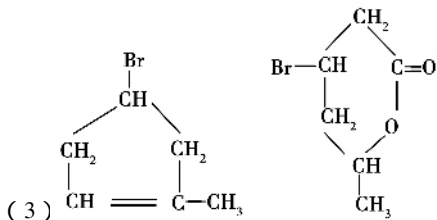


7. 由转化关系可知, 1 分子 A 生成 1 分子 F, F 中有 6 个碳原子和 1 个溴原子, 则 A 中也

含有 6 个碳原子和 1 个溴原子 ; 又知 A 中含有 1 个甲基 , 有 3 个氢原子。用残基法分析 , A 分子中还应有 6 个氢原子 ; 由题目中信息 (1) 可知 , A 中应该含有一个碳碳双键 , 则根据碳原子成键规律 , 可确定 A 为环状结构。

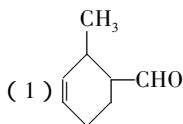
答案 (1) —Br 碳碳双键

(2) 消去 加成 酯化

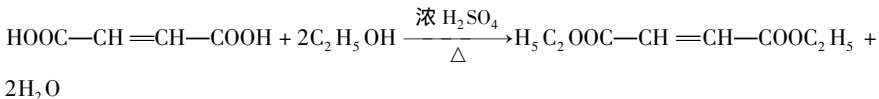
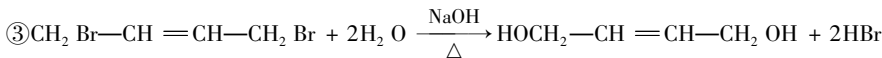
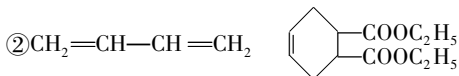


8. (2) A 为相对分子量为 54 的直链烃 , 则容易得出 A 为 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 。A 与 Br_2 反应得到 B (Mr. 214) , 则 B 为 $\text{BrHC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHBr}$; 同样 , 由已知的相对分子量和反应条件依次推出其余各物质。

答案 :



(2) ①取代反应(或水解反应) 加成反应



9. 做固体药品之间的反应实验时 , 先单独研碎后再混合。

难点五 评价探究型实验

难点 阐释

评价探究型实验是目前高考的重要内容,也是化学实验中较难的知识,而且随着新课程标准的实施,这类试题在高考中出现的可能性越来越大。因为实验决定了化学考试的成败,因此复习好这部分内容,对高考至关重要。复习有关综合性的实验时,关键是要善于思考,同时注意对实验中出现的异常现象进行分析,要牢牢掌握化学实验的基本技能和基本操作。

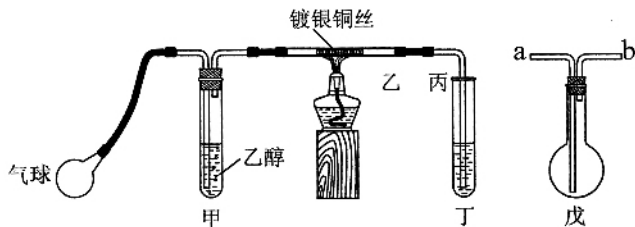
典例 调研

考点一 实验方案的评价与设计

【调研1】 I. 中学课本中介绍了如下实验:把一端弯成螺旋状的铜丝放在酒精灯外焰加热,待铜丝表面变黑后立即把它插入盛有约 2 mL 乙醇的试管里,反复操作几次。

请你评价若用上述方法制取乙醛存在哪些不足(写出两点):_____。

II. 某课外活动小组利用下图装置进行乙醇的催化氧化实验并制取乙醛,图中铁架台等装置已略去,粗黑线表示乳胶管。请填写下列空白:



(1) 甲装置常常浸在 70~80℃ 的水中,目的是_____。

(2) 实验时,先加热玻璃管乙中的镀银铜丝,约 1 分钟后鼓入空气,此时铜丝即呈红热状态。若把酒精灯撤走,控制一定的鼓气速度,铜丝能长时间保持红热直到实验结束。

① 乙醇的催化氧化反应是_____反应(填“放热”或“吸热”),该反应的化学方程式为_____。

② 控制鼓气速度的方法是_____。若鼓气速度过快则会_____。若鼓气速度过慢则会_____。

(3) 若试管丁中用水吸收产物,则要在乙、丙之间接上戊装置,其连接方法是(填戊装置中导管代号):乙接_____,_____接丙;若产物不用水吸收而是直接冷却,应将试管丁浸在_____中。

解析 由于课本中采用的是多次加热铜丝并插入乙醇溶液的方法,所以操作起来很麻烦,另外这样会导致乙醇的转化率较低,根据实验中的现象可知乙醇的催化氧化为放热反应,为防止倒吸,应在乙和丙之间增加一安全瓶,所以戊中导管的连接顺序为 b、a。

答案 I. 操作麻烦、乙醇转化率低(其他合理答案均可) II. (1)使生成乙醇蒸气的速率加快 (2)①放热 $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ ②控制甲中单位时间内的气泡数 带走过多热量,难以保证反应所需温度 反应放热太少,不能达到反应所需温度 (3)b、a 冰水

方法探究 一般来讲,如果实验过程中可能引起倒吸现象,通常需增加一防倒吸的装置,如本题中在乙和丙之间增加戊装置。

考点二 反应原理的探究

【调研2】(1)请填写下表中空白,完成检验明矾中的阴离子和阳离子的实验设计。

操作	现象	结论或离子方程式
①取少量明矾放入烧杯中,加适量蒸馏水,并搅拌,配成稀溶液,在三支试管中分别加入约0.5 mL稀明矾溶液。		
②在第一支试管中滴加 NaOH 溶液至过量。	溶液中的现象是_____	反应的离子方程式:_____ _____
③在第二支试管中滴加_____。	溶液中有白色沉淀产生	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
④对第三支试管溶液用_____。	_____	证明有 K^+
⑤另取少量明矾晶体,放入一支干燥试管中,用酒精灯加热。	在试管内壁和管口有水珠产生	证明有结晶水

(2)在常温下,取两片质量相等、外形相同、表面经过砂纸打磨(完全除掉了氧化膜)的铝片,分别加入到盛有体积相同、 $c(\text{H}^+)$ 均为 3 mol/L 的稀硫酸和稀盐酸溶液的两支试管中,发现铝片在稀盐酸中产生氢气的速率明显比在稀硫酸中快。请你对上述现象的原因提出假设并用设计实验方案来验证你的假设。

你的假设是:假设一:_____;

假设二:_____。

你的实验方案是(说明实验步骤、现象和结论)_____

解析 (1)向明矾中加入过量的 NaOH 溶液,先产生白色沉淀,后沉淀消失,硫酸根

难点透析

11. 中和滴定实验时,用蒸馏水洗过的滴定管先用标准液润洗后再装标准液,移液管先用待测液润洗后再移取液体;滴定管读数时先等一二分钟后再读数;

知识
卡片



离子的检验可以选用钡盐溶液,钾离子的检验可以通过焰色反应。(2)根据铝与盐酸和硫酸反应的不同现象可以提出如下假设,氯离子的存在促进了氢离子与金属铝的反应或者硫酸根离子的存在抑制了氢离子与铝的反应。

答案(1)

	先有白色沉淀出现,后逐渐溶解直至消失	$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^{-} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^{-} \rightleftharpoons \text{AlO}_2^{-} + 2\text{H}_2\text{O}$
③盐酸酸化的 BaCl_2 溶液		
④洁净的铂丝蘸取后酒精灯火焰上灼烧,并透过蓝色的钴玻璃观察	火焰呈紫色	

(2)假设一 Cl^{-} 能促进金属铝和 H^{+} 的反应;

假设二 SO_4^{2-} 对 H^{+} 与金属铝的反应起抑制作用。

方案①取两片质量相等、外形相同无氧化膜的铝片,分别加入到盛有体积相同、 $c(\text{H}^{+})$ 为 3 mol/L 的稀硫酸的两支试管中,在其中一支试管中不加入任何试剂,在另一支试管中加入少量 NaCl 固体,观察反应速率的变化情况,即可证明反应中 Cl^{-} 是否起促进作用。

②再取两片质量相等、外形相同无氧化膜的铝片,分别加入到盛有体积相同、 $c(\text{H}^{+})$ 为 3 mol/L 的稀盐酸的两支试管中,在其中一支试管中加入少量 Na_2SO_4 固体,在另一支试管中不加入任何试剂,观察反应速率的变化情况,即可证明反应中 SO_4^{2-} 是否起抑制作用。

技巧点拨 解答涉及反应原理的探究性实验时,应根据题目给定的条件,分析其中产生不同现象的原因,针对这些原因提出可能的假设,然后根据提出的假设设计有关实验进行验证。如本题中盐酸与硫酸分别与铝反应的现象不同,根据溶液的组成分析可知两溶液的差别之处是阴离子不同而已,所以可以通过不同之处进行质疑,从而设计实验进行验证。

考点三 探究产物的成分

【调研3】氢氧化铜是一种常用试剂。例如利用新制氢氧化铜验证葡萄糖的还原性。

I. 实验室制取新制氢氧化铜悬浊液的操作方法:在试管里加入 10% 的氢氧化钠溶液 2 mL ,滴入 2% 的硫酸铜溶液 $4 \sim 6$ 滴,振荡即成。这样操作的目的是_____。

下面是三个研究性学习组分别从不同层面开展研究性学习活动:

II. 研究性学习小组甲对教材实验结论“乙醛与新制氢氧化铜反应生成的红色沉淀是 Cu_2O ”提出质疑,他们认为红色沉淀不一定是氧化亚铜。为了确定红色沉淀的成分,开展了如下研究:



提出猜想：_____。

查阅资料 ①氧化亚铜属于碱性氧化物 ②+1价的铜离子在酸性条件易发生自身氧化还原反应 ③在空气中灼烧氧化亚铜生成氧化铜。

设计方案：

方案1 取该红色沉淀溶于足量的稀硝酸中,观察溶液颜色变化

方案2 取该红色沉淀溶于足量的稀硫酸中,观察是否有残渣

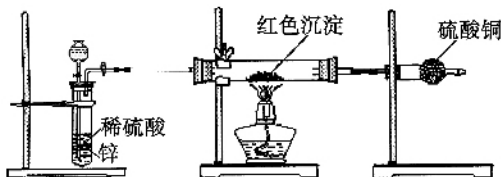
方案3 称取红色沉淀 $a\text{ g}$,在空气中充分灼烧至完全变黑,并在干燥器里冷却,再称重,反复多次至固体恒重,称得质量为 $b\text{ g}$,比较 $a、b$ 关系

方案4 取红色固体沉淀装入试管里,加入酸化的硝酸银溶液,观察是否有银白色银析出

你认为合理的方案是_____。

III. 研究性学习小组乙针对小组甲的质疑,设计新的探究方案,装置如图所示。你认为要测定上述红色沉淀成分必须测定下列哪些物理量：_____。

①通入氢气的体积 ②反应前,红色沉淀+硬质试管的总质量 ③完全反应后红色固体+硬质试管的总质量 ④实验前,干燥管质量 ⑤硬质试管质量 ⑥锌粒质量 ⑦稀硫酸中含溶质的量 ⑧实验后,干燥管质量



IV. 研究性学习小组丙上网查阅新闻得知“2005年诺贝尔化学奖授予了三位研究绿色化学的科学家”。绿色化学强调对环境友好,实现零排放。“变废为宝”符合绿色化学要求。他们收集上述红色沉淀制备化学试剂——蓝矾。请你帮助他们设计一个简单且符合绿色化学要求的实验方案：_____。

解析 由于铜单质也为红色,所以产生的红色物质可能为铜单质或铜与氧化亚铜的混合物,由于方案1中铜或氧化亚铜均容易被硝酸氧化,所以该方案不可;方案2中不仅要观察是否有残渣,还需要观察溶液的颜色方可;方案4中由于硝酸银溶液呈酸性,所以氧化亚铜容易发生歧化反应产生铜单质,进而与硝酸银反应产生银单质。

答案 I. 确保氢氧化钠过量,使氢氧化铜呈悬浊状 II. 红色沉淀可能是铜或铜与氧化亚铜的混合物(或红色固体中可能含有铜) 方案3 III. ②③⑤ IV. 在空气中充分灼烧该红色固体至全部转化成氧化铜,加入足量稀硫酸溶解,蒸发、结晶、过滤、洗涤,用滤纸吸干或通入惰性气体带走水分

误区警示 本题如果不能全面分析题目提供的信息,很容易误选方案2(没有考虑铜不与稀硫酸反应,而氧化亚铜与稀硫酸反应时不仅有残渣,而且溶液的颜色也会发生变化)和方案4(没有考虑硝酸银溶液中银离子水解导致溶液呈酸性)。

难点
透析

12. 做焰色反应实验时,每做一次,铂丝应先沾上稀盐酸放在火焰上灼烧到无色时,再做下一次实验。

考点四 探究生活中化学物品的成分或使用条件

【调研4】“过氧乙酸”是广泛用于医院、地面、门窗、汽车等方面的消毒液。下面是市售过氧乙酸的商品标签：

过氧乙酸	技术要求
甲、乙溶液各 500 mL 用法 把本品甲溶液 1 份,乙溶液 1 份在玻璃或塑料容器内混合放 24 小时,即可稀释使用	含量不少于 10%,一般可以用 50 倍纯水稀释使用(浓度为 0.2%)

配制过氧乙酸消毒液的甲、乙溶液的主要成分各是什么?某校研究性学习小组为此进行以下研究,请你完成下列相关内容:

①查阅资料 过氧乙酸消毒液是由 H_2O_2 、 H_2O 、 CH_3COOH 及少量 H_2SO_4 混合后反应生成以过氧乙酸 (CH_3COOOH) 为主要消毒成分的溶液。 CH_3COOOH 容易放出原子氧,它与空气中微生物机体作用,达到灭菌目的。 H_2O_2 在酸性介质中稳定,是一种强氧化剂。

②提出假设:_____。

③实验验证:

实验主要步骤	实验主要现象

④得出结论:_____。

解析 根据题目给定的条件知双氧水在酸性条件下较稳定,所以一瓶溶液中应含有双氧水和硫酸,另一瓶溶液中含有醋酸;由于双氧水具有氧化性,所以能够使有机色素褪色,而两瓶溶液中均含有酸,所以验证时可以向溶液中分别滴加石蕊试液,观察溶液颜色的变化。

答案 ②甲溶液的主要成分是 H_2O_2 、 H_2O 、 H_2SO_4 ,乙溶液的主要成分是 CH_3COOH 、 H_2O (分别设为“ H_2O_2 、 H_2O ”和“ CH_3COOH 、 H_2SO_4 、 H_2O ”给分,但设为“ H_2O_2 、 CH_3COOH ”共存一瓶则不给分,其他合理假设也可给分) ③取少量甲、乙溶液,分别加入几滴紫色石蕊试剂,充分振荡,甲溶液先变成红色,后又褪为无色;乙溶液由无色变成红色 ④甲溶液的主要成分是 H_2O_2 、 H_2O 、 H_2SO_4 ,乙溶液的主要成分是 CH_3COOH 、 H_2O

技巧点拨 探究性试题解答的一般思路是:①根据题目条件提出假设;②根据提出的假设合理地设计实验进行实验验证;③通过实验现象从而得出结论。如本题中既然过氧乙酸消毒液是由 H_2O_2 、 H_2O 、 CH_3COOH 及少量 H_2SO_4 混合后反应产生的,那么根据这些物质的共存原则,以及 H_2O_2 的性质(在酸性介质中稳定),从而分析出甲、乙两溶液的组成。这类试题应该说也是当今化学教学的一个趋势。

强化
闯关

1.(创新题)教材中对“铝热反应”的现象有这样的描述：“反应放出大量的热,并发出耀眼的光芒”;纸漏斗的下部被烧穿,有熔融物落入沙中”。又已知 Al 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 Fe 的熔点、沸点数据如下:

物质	Al	Fe_2O_3	Al_2O_3	Fe
熔点(℃)	660	1 462	2 054	1 535
沸点(℃)	2 467	—	(2 980)	2 750

(1)某同学推测,铝热反应所得到的熔融物应是铁铝合金。理由是:该反应放热能使铁熔化,而铝的熔点比铁低,此时液态的铁和铝熔合形成铁铝合金,你认为他的解释是否合理?答:_____(填“合理”或“不合理”)。

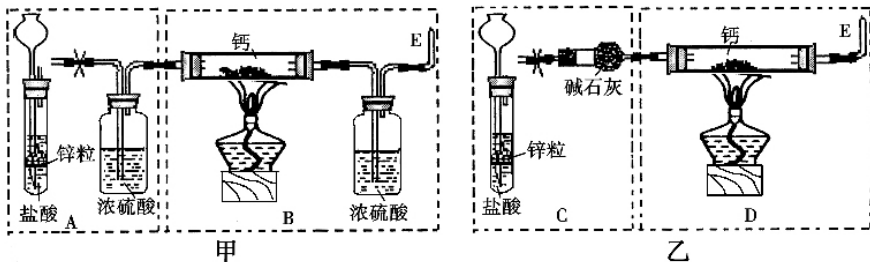
(2)设计一个简单的实验方案,证明上述所得的块状熔融物中含有金属铝。填写下列表格:

所用试剂	氢氧化钠溶液
实验操作及现象	
有关反应的化学方程式	

(3)实验室欲溶解此熔融物,下列试剂中最好的是_____(填序号),理由是:_____。

- A. 浓硫酸 B. 稀硫酸 C. 稀硝酸 D. NaOH 溶液

2.(创新题)已知碱金属或碱土金属(II A)与 H_2 在隔绝空气加热时可以发生反应,生成离子型金属氢化物,如 NaH 、 CaH_2 等,它们易与水反应。现有甲、乙两位同学分别设计了制备 CaH_2 的实验,装置如图所示,铁架台等夹持固定仪器已略去。



请回答下列问题:

(1)锌与盐酸反应的离子方程式为_____。 CaH_2 的电子式为:_____。

(2)最后实验结果显示,两位同学的实验装置设计都有缺陷。

甲装置的不足之处是_____。

难点
透析

乙装置的不足之处是_____；

(3) 请你从两套装置中选取你认为合理的虚线框部分,按从左到右的顺序组装一套制取 CaH_2 的合理装置(用序号 A、B、C……表示)_____。

(4) 检查完正确装置的气密性后,加入药品,先通入 H_2 ,并在 E 处收集 H_2 检验纯度至达标之后,将 E 处气体点燃,再点燃酒精灯加热硬质玻璃管。试回答检验 E 出口处 H_2 纯度至达标的理由是_____。

(5) 一定质量的钙平均分成两份,前一份直接与足量的水反应,后一份完全转化成 CaH_2 后再与足量的水反应,则两种情况下产生的 H_2 的体积比(在同一状况下)为 $V_{(\text{前})}:V_{(\text{后})} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

3. (变式题)为了探究“淀粉溶液遇碘(I_2)的显色反应”,经查阅资料得知:常温下,淀粉溶液检验碘的反应灵敏度极高。当有 I^- 存在时, I^- 浓度不低于 $1 \times 10^{-7} \text{ g/mL}$ 即可显色,而淀粉溶液的浓度在十万分之五左右即能与碘反应呈现浅蓝色。碘遇淀粉呈现蓝色的灵敏度还受其他多种因素的影响,如淀粉的种类、试剂的浓度和温度等。例如当温度升高到 50°C 时,碘—淀粉就不易显色,已显色的溶液,温度越高褪色也越快。请根据下表设计方案(实验均在室温条件下进行),预测溶液的酸碱性对碘—淀粉显色灵敏度的影响及原因。

实验步骤 试管序号	向 3 支试管内各加 3 mL 淀粉溶液,分别滴加如下试剂各 10 滴	再向混合液中各滴入 3 滴碘—碘化钾水溶液后,振荡,并对比,预计可能的现象	推测可能的原因
①	蒸馏水	显蓝色	
②	稀盐酸		
③	氢氧化钠稀溶液		

由上述实验,可能得出的结论是_____。

4. (拔高题) I. 下表是某超市出售的“淮牌”加碘精制盐的有关说明:

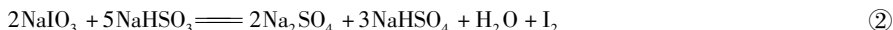
产品标准号	Q/320000JYJ03-2004
许可证号	食盐批字第 100070 号
配料表	精制盐、碘酸钾
含碘量	$35 \pm 15 \text{ mg/kg}$
卫生许可证号	东卫食字(2005)第 00015 号
分装日期	见封口
储藏方法	通风、防潮
食用方法	根据烹调所需适量加入
食品标签认可号	苏食签(2002)007 号

- II. 下面是某网站上刊出的有关碘及碘的化合物的有关信息:

自然界中碘主要以碘化物和碘酸盐的形式存在。碘在海水中的含量甚微($5 \times$



$10^{-8}\%$),但海洋中某些生物如海带、海藻等具有选择性吸收和聚积碘的能力,因而干海藻是碘的一个重要来源。目前世界上碘主要来自智利硝石,其中含碘 $0.02\% \sim 1\%$,智利硝石中碘主要以碘酸钠(NaIO_3)的形式存在。通常情况下碘是一种紫黑色固体,易升华,只能少量溶于水得棕黄色的碘水溶液,但易溶于苯、四氯化碳等有机溶剂,紫色的碘蒸气有刺激性气味,能强烈刺激眼、耳、鼻、气管等粘膜,吸入较多的碘蒸气会发生中毒,甚至造成死亡。碘遇淀粉(面粉的主要成分)会出现明显的蓝色。碘离子(I^-)具有明显的还原性,而高价态的碘则具有较强的氧化性:



反应①是从海藻灰中提取碘的主要反应,反应②是从智利硝石中提取碘的主要反应。

根据以上信息,回答下列问题:

(1)反应①、反应②的离子方程式是(亚硫酸氢钠的电离方程式是: $\text{NaHSO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HSO}_3^-$)

反应①:_____ ,反应②:_____。 I_2 在反应①中是_____ (填“氧化”或“还原”,下同)产物,在反应②中是_____产物。

(2)请你设计实验探究上述“淮牌”精制盐中是否真的含有碘元素。

实验名称 探究“淮牌”精制盐中是否含有碘元素

实验目的 ①认识碘酸钾中的碘元素转变成碘单质的化学反应;

②_____。

实验原理(提示:结合题中信息和实验目的进行分析)_____。

实验用品(提示:实验用品通常包括仪器和药品,根据你设计的实验填写)_____。

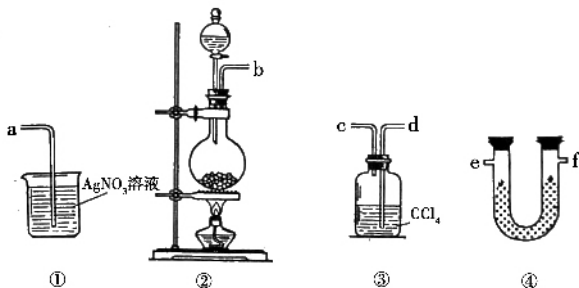
实验步骤(用准确、简洁的语言填写下表)

实验步骤	实验现象	化学方程式或实验结论
	固体在水中溶解	
	溶液出现棕黄色	$2\text{IO}_3^- + 5\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{H}^+ + 5\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$
		“淮”牌精制盐中含有碘元素

5.(改编题)为了证明在实验室制备 Cl_2 的过程中会有水蒸气和 HCl 挥发出来,甲同学设计了如下图所示的实验装置,按要求回答问题。

16. 浓 H_2SO_4 不慎洒到皮肤上,先迅速用布擦干,再用水冲洗,最后再涂上 $3\% \sim 5\%$ 的 NaHCO_3 溶液。沾上其他酸时,先水洗,后涂 NaHCO_3 溶液。





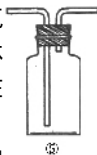
(1) 请根据甲同学的意图, 连接相应的装置, 接口顺序:

b 接 _____, _____ 接 _____, _____ 接 a。

(2) U 形管中所盛试剂的化学式为 _____。

(3) 装置③中 CCl_4 的作用是 _____。

(4) 乙同学认为甲同学的实验有缺陷, 不能证明最终通入 AgNO_3 溶液中的气体只有一种。为了确保实验结论的可靠性, 证明最终通入 AgNO_3 溶液的气体只有一种, 乙同学提出在某两个装置之间再加装置⑤。你认为装置⑤应加在 _____ 之间(填装置序号)。瓶中可以放入 _____。



(5) 丙同学看到甲同学设计的装置后提出无需多加装置, 只需将原来烧杯中的 AgNO_3 溶液换成其他溶液。你认为可将溶液换成 _____, 如果观察到 _____ 的现象, 则证明制 Cl_2 时有 HCl 挥发出来。

6. (经典题) 在足量的稀氯化亚铁溶液中加入 1~2 滴液溴, 振荡后溶液变为黄色。

(1) 甲同学认为这不是发生化学反应所致, 使溶液变黄色的物质是: _____ (填粒子的化学式, 下同); 乙同学认为这是发生化学反应所致, 使溶液变黄色的物是 _____。

(2) 现提供以下试剂:

A. 酸性高锰酸钾溶液

B. 氢氧化钠溶液

C. 四氯化碳

D. 硫氰化钾溶液

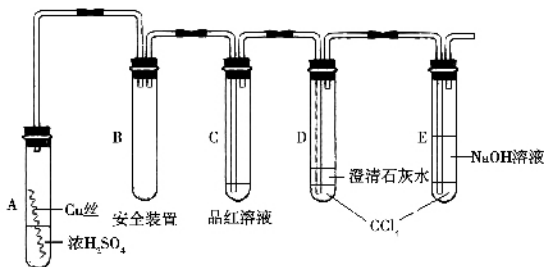
请判断哪位同学的推断是正确的, 并用两种方法加以验证, 写出选用的试剂编号及实验中观察到的现象。

同学正确	选用试剂	实验现象
第一种方法		
第二种方法		

(3) 根据上述实验推测, 若在稀溴化亚铁溶液中通入氯气, 首先被氧化的离子是 _____, 若选用淀粉碘化钾溶液来判断哪位同学的推断是正确的, 你认为是否可行? 理由是: _____。

7. (创新题) 某研究性学习小组为研究 Cu 与浓 H_2SO_4 的反应, 设计如下实验探究方案(装

置中的固定仪器和酒精灯均未画出)：



实验选用细铜丝、98.3% H_2SO_4 、品红溶液、澄清石灰水、 CCl_4 、 NaOH 溶液等药品，铜丝被卷成螺旋状，一端没入浓 H_2SO_4 中，另一端露置在液面上方。

以下是该学习小组部分交流记录及后续探究实验的记录：

材料一 小组交流摘录

学生 1 加热前，无现象发生，加热后，液面下铜丝变黑，产生气泡，有细小黑色颗粒状物质从铜丝表面进入浓硫酸中，黑色物质是什么？值得探究！

学生 2 我也观察到黑色颗粒状物质，后来逐渐转变为灰白色固体，我想该灰白色固体极有可能是未溶于浓硫酸的 CuSO_4 。

学生 3 你们是否注意到液面以上的铜丝也发黑，而且试管上部内壁有少量淡黄色 S 固体凝聚，会不会液面以上的铜丝与硫发生了反应？我查资料发现 $2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S}$ (黑色)。

材料二 探究实验剪辑

实验 1 将光亮的铜丝在酒精灯火焰上灼烧变黑，然后插入稀硫酸中，铜丝重新变得光亮，溶液呈蓝绿色，将光亮的铜丝置入加热的硫蒸气中变黑，然后插入稀硫酸中无变化。

实验 2 截取浓硫酸液面上方变黑的铜丝，插入稀硫酸中无变化，将浓硫酸液面下方变黑的铜丝，插入稀硫酸，黑色明显变浅，溶液呈蓝绿色。

实验 3 将溶液中的黑色颗粒状物质，经过滤、稀硫酸洗、蒸馏水洗、干燥后放入氧气流中加热，然后冷却，用电子天平称重发现质量减少 10% 左右。

根据上述材料回答下列问题：

(1) A 试管上方的长导管的作用是_____，D、E 两支试管中 CCl_4 的作用是_____。

(2) 加热过程中，观察到 A 试管中出现大量白色烟雾，起初部分烟雾在试管上部内壁析出淡黄色固体物质，在持续加热浓硫酸(沸腾)时，淡黄色固体物质又慢慢地消失。写出淡黄色固体消失的化学反应方程式：_____。

(3) 对 A 试管中的浓 H_2SO_4 和铜丝进行加热，很快发现 C 试管中品红溶液褪色，但始终未见 D 试管中澄清石灰水出现浑浊或沉淀。你的猜想是：_____。设计实

难点
透析

18. 酸(或碱)流到桌子上，先加 NaHCO_3 溶液(或醋酸)中和，再水洗，最后用布擦。

知识
卡片



验证你的猜想：_____。

(4)根据上述研究,结合所学知识,你认为液面下方铜丝表面的黑色物质成分是____。(写化学式)

【参考答案】

1. 本题是课本实验的延伸和拓展。(1)铝与氧化铁反应后的产物为铁和氧化铝,根据表中的有关数据分析可知,铁与铝能够形成合金,故该同学的解释是合理的。(2)根据铁和铝性质的差异性,欲检验铝的存在,可以将合金置于NaOH等强碱性溶液中。(3)根据合金的成分,要使合金全部溶解,可以向其中加入稀硫酸或盐酸。

答案(1)合理(2)取适量样品置于试管中,加入氢氧化钠溶液,有气体产生 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ (3)B 稀硫酸能完全溶解此熔融物,并且不造成环境污染(或浓硫酸会使铁、铝钝化,稀硝酸溶解金属时,会产生氮氧化物,污染空气,NaOH溶液不能溶解铁)

2. 根据图中的装置可以发现甲装置中没有除去杂质HCl的装置;乙中没有防止空气中的水蒸气和氧气进入D中的措施。

答案(1) $\text{Zn} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ $[\text{H}]^- \text{Ca}^{2+} [\text{H}]^-$ (2)制 H_2 装置后缺少除HCl气体的装置(或者答不能除去 H_2 中的HCl气体,对产物有影响)制 CaH_2 装置后缺少干燥装置(或者答没有防止空气中的水蒸气和氧气进入反应管的措施)(3)C、B(4)①为了安全,防止 H_2 不纯点火爆炸;②保证产品的纯度,防止空气中氧气与钙加热时反应使产品不纯(5)1:2

3. ②中由于碘单质与水的反应为可逆反应,当加入盐酸后,抑制了碘单质与水的反应,使得碘单质的浓度较①、③中碘单质的浓度大,所以显色更灵敏;③中由于碘单质与NaOH溶液反应,使得碘单质浓度减小,所以可能不出现蓝色。

答案:②可能蓝色显现更灵敏,抑制了碘单质与水的可逆反应,碘单质的浓度比另2支试管内浓度大;③可能不出现蓝色,碘单质与碱发生反应,使碘单质浓度过低或消失(或碱液破坏了淀粉分子的结构)

酸性条件下,碘—淀粉显色更灵敏;碱性条件下,显色较迟钝,甚至不显色

4. 由于食盐中碘元素的存在形式为碘酸盐,所以为检验碘的存在可以将碘元素转化为碘单质,然后利用淀粉检验碘单质的存在,根据题目给定的信息可知,欲使碘酸钾转化为碘单质可以向食盐溶液中加入 NaHSO_3 。

答案(1) $2\text{I}^- + 4\text{H}^+ + \text{MnO}_2 = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$

$2\text{IO}_3^- + 5\text{HSO}_3^- = 3\text{H}^+ + 5\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$ 氧化 还原

(2)实验目的:②认识碘单质的检验方法

实验原理:用 NaHSO_3 还原 KIO_3 生成单质碘,再用淀粉检验碘单质的存在

实验用品:试管、滴管、“淮”牌精制盐、亚硫酸氢钠溶液、淀粉溶液



实验步骤	实验现象	化学方程式或实验结论
1. 取食盐少许于一支试管中,加入适量的水,振荡,使食盐全部溶解		食盐及碘酸钾能溶于水
2. 向上述溶液中滴加适量的亚硫酸氢钠溶液,振荡		
3. 再向上述溶液中滴加淀粉溶液,振荡,观察现象	溶液变成蓝色	

5. 水蒸气的检验可以选用无水硫酸铜, HCl 的检验可以选用硝酸银溶液, 由于氯气遇水后能够产生氯离子, 所以检验 HCl 之前需除去氯气。

答案 (1) e f d c 或 f e d c (2) CuSO_4 (3) 吸收 Cl_2 (4) ①③ 湿润的淀粉 KI 试纸 (或湿润的有色布条) (5) 紫色石蕊试液 紫色石蕊试液变红而不褪色

6. 因甲同学认为不是化学反应所致, 所以使溶液变黄色的物质是溴单质, 而乙同学则认为是化学反应所致, 根据题目条件可知该物质为铁离子。

答案 (1) Br_2 Fe^{3+}

(2)

乙同学正确	选用试剂	实验现象
第一种方法	C	有机层无色
第二种方法	D	溶液变红

(3) Fe^{2+} 不可行, 因为 Br_2 和 Fe^{3+} 都能把 I^- 氧化成 I_2

7. 根据装置图分析可知长直导管的作用为冷凝、回流, 而四氯化碳的作用则是防止液体倒吸, 根据中学化学知识可知淡黄色物质为单质硫。

答案 (1) 冷凝、回流 防止倒吸 (2) $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) 由于 SO_2 溶解度较大, 生成了 $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ 溶液的缘故 取样后, 向其中加入氢氧化钠溶液, 观察是否有沉淀生成 (或者加热、加盐酸检验 SO_2 气体等方法) (4) CuO 、 CuS 、 Cu_2S

20. 用 pH 试纸时, 先用玻璃棒蘸取待测溶液涂到试纸上, 再把试纸显示的颜色跟标准比色卡对比, 定出 pH。



视野开拓



视点 1 研究性学习

课题 整体法与隔离法

课题
概述

整体法和隔离法是物理学中常用的方法,从近年的高考来看,这些方法在化学中也会经常用到,尤其是有关溶解度的计算和化学平衡中的等效平衡等。在学习的过程中如果能够将这一思想迁移,将会起到事半功倍之效。

典例
调研

【调研 1】铜和镁的合金 4.6 g 完全溶于浓硝酸,若反应中硝酸被还原只产生 4 480 mL 的 NO_2 气体和 336 mL 的 N_2O_4 气体(已折算到标况),在反应后的溶液中加入足量的氢氧化钠溶液,生成沉淀的质量为

- A. 9.02 g B. 8.51 g C. 8.26 g D. 7.04 g

解析 分析题意可知,硝酸得电子的物质的量等于金属转变为氢氧化物沉淀时增加的氢氧根离子的物质的量,即 $4.48/22.4 + (0.336/22.4) \times 2 = 0.23$ (mol),所以沉淀的质量为 $4.6 + 0.23 \times 17 = 8.51$ (g)。答案为 B。

技巧点拨 一般涉及混合物的计算时,特别是多组分的计算,利用题目的条件不可能将所有物质的有关量求出时,我们应注意根据题目给定的条件,从中分析出可能存在的关系,然后利用整体法进行求解,如本题就利用整体法求解避免了繁琐的计算过程。

【调研 2】在一定温度下,某无水盐 R 在水中的溶解度为 23 g,向 R 的饱和溶液中加入 B g 该无水盐,保持温度不变,析出 R 的结晶水合物 W g,从原饱和溶液中析出溶质 R 的质量为

- A. $(W-B)\frac{23}{123}$ g B. $(W-B)\frac{23}{77}$ g C. $(W-B)\frac{23}{100}$ g D. $(W-\frac{77}{23}B)$ g

解析 本题考查溶解度知识,根据题目条件,可以将溶液分成两部分来分析:由于原溶液为饱和溶液,而析出晶体后剩余的溶液仍为饱和溶液,因此溶液减少的部分为饱和溶液,且溶液质量的减少量为 $(W-B)$ g,所以从原溶液中析出溶质的质量为 $(W-B) \times 23/123$ g。答案为 A。

发散思维 溶解度的计算关键在于如何寻找饱和溶液的问题,本题中实际就是将原来的溶液隔离成两部分,然后利用饱和溶液的有关知识解答与溶解度有关的计算问题。等效平衡中的某些问题也可以采用分隔法进行解答。



21. 配制和保存 Fe^{2+} 、 Sn^{2+} 等易水解、易被空气氧化的盐溶液时,先把蒸馏水煮沸(赶走 O_2),再溶解,并加入少量的相应金属粉末和相应酸。

视点
集训

1. 将某温度下的 KNO_3 溶液 190 g 蒸发掉 10 g 水恢复到原温度, 或向其中加入 5 g KNO_3 固体, 均可使溶液达到饱和, 则该温度下 KNO_3 溶解度是
- A. 10 g B. 50 g C. 90 g D. 100 g

2. 环己醇、丙酮 (CH_3COCH_3) 和戊醛 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$) 的混合物 2.000 g 完全燃烧后, 所得气体通过 P_2O_5 吸收瓶, 吸收瓶增重 1.998 g, 则混合物的平均分子量为
- A. 71.75 B. 74.75 C. 81.33 D. 86.00
3. 在一定温度和压强下, 有如下反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$, 将 1.6 mol SO_2 和 0.8 mol O_2 放入一容积可变的密闭容器中, 测得容器的起始容积为 100 L。经一段时间后, 反应达到平衡, 测得混合气体的密度为 $1.6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。请回答下列问题:
- (1) 达平衡时混合气体的体积为 _____, SO_2 的转化率为 _____;
- (2) 若起始时加入 $a \text{ mol SO}_2$ 、 $b \text{ mol O}_2$, 且 $a:b=2:1$, 在同样温度和压强下, 反应达到平衡时, 测得混合气体的容积为 120 L。则 a 、 b 的值分别为 $a =$ _____ $b =$ _____;
- (3) 若容器为体积不变的密闭容器, 其容积为 100 L。起始时加入 $x \text{ mol SO}_2$ 、 $y \text{ mol O}_2$ 和 $z \text{ mol SO}_3$, 反应达平衡时, 温度和压强与(2)完全相同, 容器内各气体的体积分数也与(2)达平衡时的情况完全相同。则 x 、 y 应该满足的关系式为 _____, x 、 z 应该满足的关系式为 _____。

【参考答案】

1. B 根据题目条件可将 190 g 溶液分成两部分, 一部分为 180 g 饱和溶液, 另一部分为 10 g 水, 向原溶液中加入 5 g KNO_3 固体, 溶液达到饱和, 实际上就是向 10 g 水中加入 5 g KNO_3 , 溶液达到饱和, 所以可知该温度下 KNO_3 的溶解度为 50 g。
2. C 根据题目条件可知水的物质的量为 $1.998 \text{ g} / (18 \text{ g/mol}) = 0.111 \text{ mol}$, 则原混合物中氢原子的物质的量为 0.222 mol, 根据上述有机物分子式可知碳元素的物质的量为 0.111 mol, 所以氧元素的质量为 $2.000 \text{ g} - 0.222 \text{ mol} \times 1 \text{ g/mol} - 0.111 \text{ mol} \times 12 \text{ g/mol} = 0.446 \text{ g}$, 混合物的物质的量为 $0.446 \text{ g} / (16 \text{ g/mol})$, 混合物的平均分子量为 $32 / 0.446 = 71.75$ 。
3. (1) 根据题目条件可知, 由于反应物和生成物均为气态, 所以反应前后气体的质量保持不变, 即反应后混合气体的质量为 $1.6 \text{ mol} \times 64 \text{ g/mol} + 0.8 \text{ mol} \times 32 \text{ g/mol} = 128 \text{ g}$, 反应后气体的体积为 $128 \text{ g} / (1.6 \text{ g/L}) = 80 \text{ L}$, 由于温度和压强一定, 气体的体积比等于物质的量之比, 故物质的量减小为原来的 $4/5$, 再根据方程式可得 SO_2 的转化率为 60% (2) 根据题目条件可知(2)和(1)为等效平衡, (2)达到平衡时, 容器的体积为(1)达到平衡时的 1.5 倍, 所以起始时(2)的反应物的物质的量为(1)的 1.5 倍, 即 $a = 2.4 \text{ mol}$, $b = 1.2 \text{ mol}$;
- (3) 由于(3)达到平衡时和(2)各组分的百分含量相同, 但(3)中容器的容积为定值, 此

视野
开拓

22. 称量药品时, 先在盘上各放二张大小、质量相等的纸(腐蚀药品放在烧杯或玻璃器皿中), 再放药品。加热后的药品, 先冷却, 后称量。

知识
卡片

时我们可以利用隔离法把(2)的平衡状态看成两部分,一部分看成100 L(此时相当于起始加入的 SO_2 和 O_2 的物质的量分别为2 mol和1 mol),另一部分看成20 L,那么(3)和(2)隔离出的100 L应完全等效。结合恒温恒容下的等效平衡可得 $x:y=2:1$ $x+z=2$ 。

答案 (1) 80 L 60% (2) 2.4 1.2 (3) $x:y=2:1$ $x+z=2$

视点2 前沿热点

热点 信息

1. 据2006年5月的报道:齐齐哈尔第二制药厂用丙二醇代替二甘醇,生产了一批假药,给病人的生命带来了很大的危害。

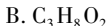
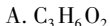
2. 青藏铁路于2006年7月1日全线通车,为防止旅客出现高原反应,列车上特备有氧气罐。

3. 中新网洛杉矶7月4日电,两度拖延发射又有泡沫裂缝伤痕的“发现”号航天飞机于东部时间2006年7月4日下午2点37分55秒成功发射。

链接 高考

药品的合成以及药品主要成分、性质的考查是有机化学中的热点之一,涉及的考点可以是有机物的化学式和同分异构体的书写、性质推断及有机合成推断等。

【调研1】 据报道:齐齐哈尔第二制药厂,用丙二醇代替二甘醇,生产了一批假药,给病人的生命带来了很大的危害。则丙二醇的化学式为



解析 根据丙二醇的名称可知该物质中含有3个碳原子和两个羟基,所以该物质的化学式为 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$ 。答案为B。

发散思维 有关药品、食品安全问题经常在化学中出现,这类问题不仅考查物质的化学式,也可以考查药物的合成、根据结构推测药物的性质(需要掌握各类有机官能团的性质)以及结构的推断等。

【调研2】 物质X是中学化学中的常见物质,X既能与稀硫酸反应,又能与氢氧化钠溶液反应。

(1)若X为氧化物,X的化学式是_____。

(2)若X为单质,X用于焊接钢轨时发生反应的化学方程式是_____。

(3)若X与稀硫酸反应生成无色无味的气体A,与浓氢氧化钠溶液加热反应生成气体B。等物质的量的A和B在水溶液中反应又生成X。

X与稀硫酸反应的离子方程式是_____;

X与足量稀氢氧化钠溶液反应的离子方程式是_____。



①在宇航器中,可以不断地将座舱内的空气通过盛有金属过氧化物(以过氧化钠为例)的容器,以除去 A。反应的化学方程式是_____。

②科学家设计出新的航天飞机内的空气更新系统。其中一步是 A 和氢气在 200 ~ 250℃ 时,镍催化作用下,生成甲烷和另一种物质。该反应的化学方程式是_____。

解析 既能与硫酸反应又能与强碱反应的常见氧化物是氧化铝,常见单质是金属铝。因 X 与硫酸反应产生气体 A,又能与 NaOH 溶液在加热时产生气体 B,所以可推出 A 为 CO₂, B 为 NH₃,对应的 X 为 NH₄HCO₃。

答案 (1) Al₂O₃ (2) 2Al + Fe₂O₃ $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2Fe + Al₂O₃ (3) HCO₃⁻ + H⁺ = H₂O + CO₂ ↑ NH₄⁺ + HCO₃⁻ + 2OH⁻ = NH₃ · H₂O + CO₃²⁻ + H₂O ① 2CO₂ + 2Na₂O₂ = 2Na₂CO₃ + O₂ ② CO₂ + 4H₂ $\xrightarrow[200 \sim 250 \text{ } ^\circ\text{C}]{\text{Ni}}$ CH₄ + 2H₂O

发散思维 有关航天飞机和航天飞船的问题还可以考查航天飞机燃料问题(通常考查热化学方程式的书写、产物判断等)、飞船的材料问题、宇航员的供氧问题和航天飞机用的燃料电池中电极反应式的书写等。

**视点
集训**

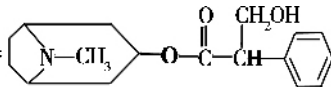
1. 2005 年中国防治禽流感药物研究取得重大突破,从中药材提取的金丝桃素对人工感染的 H5N1 亚型禽流感家禽活体具有良好的治愈率。已知金丝桃素的结构简式如图所示,下列有关说法正确的是

A. 金丝桃素的分子式为 C₁₇H₂₂O₃N

B. 金丝桃素在 NaOH 溶液中加热反应得到两种芳香族化合物

C. 金丝桃素能与浓硫酸和浓硝酸的混合液反应

D. 1 mol 金丝桃素最多能与 4 mol H₂ 发生加成反应



2. 中新网洛杉矶 7 月 4 日电,两度拖延发射又有泡沫裂缝伤痕的“发现”号航天飞机于东部时间 2006 年 7 月 4 日下午 2 点 37 分 55 秒成功发射。火箭升空时,由于与大气层的剧烈摩擦,产生高温。为了防止火箭温度过高,在火箭表面涂一种特殊的涂料,关于该涂料的性质描述中最有可能的是

A. 在高温下不熔化

B. 在高温下可分解气化

C. 在常温下就分解气化

D. 该涂料不可能分解

3. 青藏高原上水烧开的温度低于 100℃。试根据此原理分析下列问题。如图所示,夹子开始处于关闭状态,将液体 A 滴入试管②与气体 B 充分反应,打开夹子,可发现试管①

视野
开拓

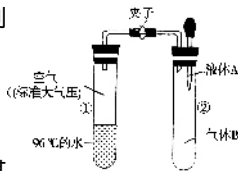
高三学生能量消耗大,若时常在上课时感觉饿,可以带些牛奶、面包去学校,在课间及时补充能量。

关注
健康



内的水立刻沸腾了。则液体 A 和气体 B 的组合不可能是下列的

- A. 氢氧化钠溶液、二氧化碳
B. 水、氨气
C. 氢氧化钠溶液、一氧化氮
D. 水、二氧化氮



4. 提供氧气的方法很多,实验室中常用双氧水快速制取氧气,某课外兴趣小组对双氧水(H_2O_2 水溶液)做了如下实验探究。

(1)将质量相同但聚集状态不同的 MnO_2 分别加入 5 mL 5% 的双氧水中,并用带火星的木条检测放出的气体。测定结果如下:

催化剂 (MnO_2)	操作情况	观察结果	反应完成所需的时间
粉末状	混合不振荡	剧烈反应,使木条复燃	3.5 分钟
块状		反应较慢,火星红亮但木条未复燃	30 分钟

①写出 H_2O_2 反应的化学方程式_____。

②实验结果说明催化剂作用的大小与_____有关。

(2)取三份含有等量 H_2O_2 ,但质量分数不同的双氧水,分别向其中加入 1 克 MnO_2 粉末。测定结果如下:

双氧水体积	操作情况	反应完成所需的时间	收集到气体体积	反应后液体温度
$a_1\%$ 的 150 mL	混合不振荡	11 分钟	539 mL	24 °C
$a_2\%$ 的 15 mL		1 分 20 秒	553 mL	56 °C
$a_3\%$ 的 7.5 mL		9 秒	562 mL	67 °C

请简要说明:

①反应完成所需的时间不同的原因:_____。

②反应后液体温度不同的原因:_____。

③收集到气体体积不同的原因:_____。

(3)向含有酚酞的 NaOH 稀溶液中逐滴滴入 10% 的双氧水,红色褪去。

①已知双氧水显弱酸性,试写出 H_2O_2 的电离方程式:_____。

②小组讨论红色褪去的原因时,甲同学认为是双氧水显酸性所致;乙同学认为是双氧水有较强氧化性所致。设计一个简单实验来说明是甲对还是乙对。(简要文字说明)

_____。

【参考答案】

1. C 根据金丝桃素的结构可知其分子式为 $C_{17}H_{23}O_3N$,金丝桃素在 NaOH 溶液中加热反应只能得到一种芳香族化合物,1 mol 金丝桃素最多能与 3 mol H_2 发生加成反应。

2. B 根据题目信息可知作为火箭表面的材料应在高温下容易挥发或分解气化。



3. C 青藏高原上水烧开的温度低于 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 是因为青藏高原上压强小于一个大气压的缘故。打开夹子, 试管①中 $96\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水此时沸腾了, 说明整个系统内部的压强减小了, 即②中的气体被消耗使系统内气体的物质的量减小, 结合选项可知只有 C 项中气体的物质的量保持不变, 其他几项中气体的物质的量均会减小。
4. (1) 根据实验可知粉末状二氧化锰的催化效果比块状二氧化锰的催化效果好, 即催化剂作用的大小与催化剂的表面积有关。(2) 通过对比, 不难找出原因。(3) 若酚酞是被双氧水氧化而褪色, 则再加 NaOH 溶液不变红。

答案 (1) ① $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ② 催化剂的表面积(聚集状态) (2) ① 双氧水质量分数不同, 液体温度不同 ② 反应放热相同, 但液体的体积不同 ③ 液体的体积不同, 液体温度不同(影响气体在溶液中的溶解量) (3) ① $\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HO}_2^- + \text{H}^+$ (或 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HOO}^- + \text{H}^+$) ② 在褪色溶液中再逐滴加入 NaOH 稀溶液, 若红色恢复说明甲对, 若红色不恢复则说明乙对

饭前饭后半小时内不要从事紧张的脑力劳动或剧烈运动, 也不宜边吃饭边看书。用餐的速度直接影响消化吸收, 最理想的用餐时间是 20 ~ 30 分钟。





原创题探讨

原创 调研

【调研 1】 在两个容积相同的容器中,一个盛有 HCl 气体,另一个盛有 H₂ 和 Cl₂ 的混合气体。在同温同压下,两容器内的气体一定具有相同的

- A. 原子数 B. 密度 C. 质量 D. 质子数

解析 根据阿伏加德罗定律的推论,在相同条件下,气体的体积相同,则气体的物质的量相同。但对混合气体来讲,含有 H₂ 和 Cl₂ 的物质的量不确定,则其密度、质量数也不能确定。因为无论是 HCl 还是 H₂ 和 Cl₂ 的混合气体,都是双原子分子,只要总物质的量一定,则原子数一定是分子数的 2 倍,所以选项 A 正确。

变式 1: 在两个容积相同的容器中,一个盛有 HCl 气体,另一个盛有 H₂ 和 Cl₂ 的混合气体。在同温同压下,两容器内的气体可能具有相同的(B C D)

- A. 原子数 B. 密度 C. 质量 D. 质子数

变式 2: 同温同压下两个容积相等的贮气瓶,一个装有 C₂H₄,另一个装有 C₂H₂ 和 C₂H₆ 的混合气体。两瓶内的气体一定具有相同的(C)

- A. 质量 B. 原子总数 C. 碳原子数 D. 密度

技巧点拨 关于阿伏加德罗定律及其推论的考查,是高考试题的经典题型。学习中,必须真正理解、掌握定律的实质(在相同的温度和压强下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子),以物质的量为中心,多进行变式转换练习和思考,解答时才会游刃有余。

【调研 2】 向 100 mL 1 mol/L AlCl₃ 溶液中加入 70 mL 5 mol/L NaOH 溶液,充分反应后,则铝元素以两种形式存在,其物质的量之比为多少?

解析 已知 $n(\text{AlCl}_3) = 0.1 \text{ L} \times 1 \text{ mol/L} = 0.1 \text{ mol}$ $n(\text{NaOH}) = 0.07 \text{ L} \times 5 \text{ mol/L} = 0.35 \text{ mol}$

解法 1: 用常规分析法——逐步分析计算

先将所有的 0.1 mol Al³⁺ 完全沉淀,消耗 0.3 mol OH⁻,生成 0.1 mol Al(OH)₃ 沉淀。过量的 0.05 mol OH⁻ 又溶解 0.05 mol Al(OH)₃,生成 0.05 mol AlO₂⁻。

所以 $n(\text{NaAlO}_2) : n[\text{Al}(\text{OH})_3] = 0.05 \text{ mol} : (0.1 - 0.05) \text{ mol} = 1 : 1$ 。

解法 2: 从反应物总量及方程式性质方面考虑——总方程式法

$n(\text{AlCl}_3) = 0.1 \text{ mol}$ $n(\text{NaOH}) = 0.35 \text{ mol}$ $n(\text{AlCl}_3) : n(\text{NaOH}) = 2 : 7$

按此比例写出化学方程式为 $2\text{Al}^{3+} + 7\text{OH}^- = x\text{AlO}_2^- + (2-x)\text{Al}(\text{OH})_3 + y\text{H}_2\text{O}$

利用电荷守恒解得 $x = 1$, 所以 $n(\text{NaAlO}_2) : n[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1 : 1$ 。

解法 3: 运用学科规律——守恒法

充分反应后溶液中的溶质为 NaAlO₂ 和 NaCl。利用电荷守恒得 $n(\text{Na}^+) = n(\text{AlO}_2^-)$



+ $n(\text{Cl}^-)$,即 $n(\text{AlO}_2^-) = n(\text{Na}^+) - n(\text{Cl}^-) = 0.35 \text{ mol} - 0.3 \text{ mol} = 0.05 \text{ mol}$ 。

又根据铝元素守恒 $n(\text{Al}^{3+}) = n[\text{Al}(\text{OH})_3] + n(\text{AlO}_2^-)$,即 $n[\text{Al}(\text{OH})_3] = n(\text{Al}^{3+}) - n(\text{AlO}_2^-) = 0.1 \text{ mol} - 0.05 \text{ mol} = 0.05 \text{ mol}$ 。

所以 $n(\text{NaAlO}_2) : n[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1 : 1$ 。

技巧点拨 在复习中,通过一题多解,可以培养思维的广阔性和活跃性。对反应的分析越接近实质,越能发现简捷的规律——技巧。

【调研3】 往 100 mL 溴化亚铁溶液中缓慢通入 2.24 L(标准状况)氯气,反应完成后溶液中有 $\frac{1}{3}$ 的溴离子被氧化成溴单质。求原溴化亚铁溶液的物质的量浓度。

解析 **解法 1:** 电子守恒法。由提示知,还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, Br^- 部分被氧化,故 Fe^{2+} 已全部被氧化。

设原 FeBr_2 的物质的量浓度为 x ,根据氧化还原反应中,得电子总数等于失电子总数,可得 $(x + 2x \times \frac{1}{3}) \times 0.1 \text{ L} \times 1 = 2 \times \frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$, $x = 1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解法 2: 电中性法。反应后所得溶液中的离子有 Fe^{3+} 、 Cl^- 和 Br^- (剩余 $\frac{2}{3}$) (不考虑溶液中微量的 H^+ 和 OH^-) ,则有(同上所设):

$$0.1 \text{ L} \times 3x = 0.1 \text{ L} \times \frac{2}{3} \times 2x + 2 \times \frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$$
 , $x = 1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

发散类比 对于氯气通入溴化亚铁溶液中发生的反应,在化学试题中出现的频率较高,主要考查氧化还原反应的顺序性和得失电子守恒关系。

当 $n(\text{FeBr}_2) : n(\text{Cl}_2) = 2 : 1$ 时,发生的反应为 $6\text{FeBr}_2 + 3\text{Cl}_2 = 4\text{FeBr}_3 + 2\text{FeCl}_3$;

当 $n(\text{FeBr}_2) : n(\text{Cl}_2) = 2 : 3$ 时,发生的反应为 $2\text{FeBr}_2 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 2\text{Br}_2$;

当 $2/3 < n(\text{FeBr}_2) : n(\text{Cl}_2) < 2$ 时,反应的产物既有 FeBr_3 ,又有 Br_2 。

对这类由于反应物之间物质的量之比不同产生产物不同的反应,可以利用数轴表示法帮助记忆和理解。

【调研4】 在一个 1 L 的密闭容器中,加入 2 mol A 和 1 mol B,发生下述反应:

$2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) = 3\text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$,达到平衡时,C 的浓度为 1.2 mol/L ,C 的体积分数为 $a\%$ 。维持容器的体积和温度不变,按下列配比作为起始物质,达到平衡后,C 的浓度仍是 1.2 mol/L 的是

- A. 3 mol C + 1 mol D
- B. 1 mol A + 0.5 mol B + 1.5 mol C + 0.5 mol D
- C. 1 mol A + 0.5 mol B + 1.5 mol C
- D. 4 mol A + 2 mol B

解析 本题属于恒温恒容条件下的等效平衡问题,只要满足将新条件下的物质投料完全转化为起始条件下的投料,若物质的量完全相同,则等效。例如:A 项中,3 mol C + 1 mol D 相当于 2 mol A 和 1 mol B ;B 项中,将 1.5 mol C + 0.5 mol D 完全转化成 1 mol A + 0.5 mol B ,再加上原来的 1 mol A + 0.5 mol B ,正好与原起始投料相同,故选项 A、B 与原

来等效, 答案为 AB。

变式 1: 维持容器的体积和温度不变, 按下列配比作为起始物质, 达到平衡后, C 的体积分数仍是 $a\%$ 的是(AB)

- A. 3 mol C + 1 mol D
 B. 1 mol A + 0.5 mol B + 1.5 mol C + 0.5 mol D
 C. 1 mol A + 0.5 mol B + 4.5 mol C + 1.5 mol D
 D. 4 mol A + 2 mol B

变式 2: 维持容器的压强和温度不变, 按下列配比作为起始物质, 达到平衡后, C 的浓度仍是 1.2 mol/L (或 C 的体积分数仍是 $a\%$) 的是(ABD)

- A. 3 mol C + 1 mol D
 B. 1 mol A + 0.5 mol B + 1.5 mol C + 0.5 mol D
 C. 1 mol A + 0.5 mol B + 1.5 mol C
 D. 4 mol A + 2 mol B

变式 3: 在一个 1 L 的密闭容器中, 加入 2 mol A 和 1 mol B, 发生下述反应 $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 3C(g) + D(s)$, 达到平衡时, C 的浓度为 1.2 mol/L , C 的体积分数为 $a\%$ 。维持容器的体积和温度不变, 按下列配比作为起始物质, 达到平衡后, C 的体积分数仍是 $a\%$ 的是(ABC)

- A. 3 mol C + x mol D ($x > 0.6$)
 B. 1 mol A + 0.5 mol B + 1.5 mol C + x mol D ($x > 0.1$)
 C. 2 mol A + 1 mol B + x mol D ($x \geq 0$)
 D. 1 mol A + 0.5 mol B + 4.5 mol C + x mol D ($x > 0.4$)

技巧点拨 对于等效平衡问题的计算和分析, 一直是高考命题的重点和热点。通常的解题方法有极值法、模型法、守恒法等。解题的关键是弄清可逆反应中各物质的状态, 理解各种条件下(恒温恒容、恒温恒压)的等效平衡投料关系。

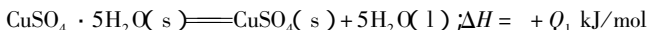
原创
 精选

- 用即热饭盒盛装食物, 可以得到热烘烘的饭菜。原因是即热饭盒的底部装有混有镁、铁粉末的高密度聚乙烯, 进行简单的操作后水和镁就会发生剧烈的化学反应, 放出热量便可使食物变热, 其中铁可能是
 - 一种反应物
 - 催化剂
 - 起导热作用
 - 增大镁与水分子的接触机会
- 某地一辆满载砒霜的大货车翻下山坡, 滑下河道, 导致部分砒霜散落到河水中, 砒霜的主要成分是 As_2O_3 , 剧毒, 国家明令禁止将它用于生产灭鼠剂。 As_2O_3 是两性偏酸性氧化物, 其晶体在 193°C 升华, 微溶于水, 并生成 H_3AsO_3 。根据媒体的相关报道以及所给信息, 判断下列说法中正确的是
 - 砒霜含有离子键
 - As_2O_3 是砷酸 (H_3AsO_4) 的酸酐
 - As_2O_3 的晶体为原子晶体



- D.事故发生后采取的应急措施可以是向受过砒霜污染的河水中撒入生石灰
3. 2005年诺贝尔化学奖被授予“在烯烃复分解反应研究方面作出贡献”的三位科学家。“烯烃复分解反应”是在金属钨、钨等催化剂的作用下，碳碳双键断裂并重新组合的过程。如两分子烯烃 $RCH=CHR'$ 用上述催化剂作用会生成两种新的烯烃 $RCH=CHR$ 和 $R'CH=CHR'$ 。若让丙烯发生上述“复分解反应”，最不可能生成的新烯烃是
- A. 2-丁烯 B. 1-丁烯 C. 乙烯 D. 丙烯

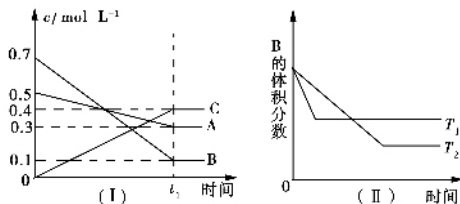
4. 已知胆矾溶于水时溶液温度降低。胆矾分解的热化学方程式为：



室温下，若将 1 mol 无水硫酸铜溶解为溶液时放热 Q_2 kJ，则 Q_1 与 Q_2 的关系为

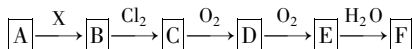
- A. $Q_1 > Q_2$ B. $Q_1 = Q_2$ C. $Q_1 < Q_2$ D. 无法比较

5. $T^\circ\text{C}$ 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 (I) 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 (II) 所示，则下列结论正确的是

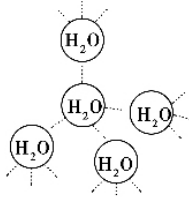


- A. 在 $(t_1 + 10)$ min 时，保持其他条件不变，增大压强，平衡向逆反应方向移动
- B. $(t_1 + 10)$ min 时，保持容器体积不变，通入稀有气体，平衡向逆反应方向移动
- C. 其他条件不变，升高温度，正、逆反应速率均增大，且 A 的转化率增大
- D. $T^\circ\text{C}$ 时，在相同容器中，若由 0.4 mol/L A、0.4 mol/L B 和 0.2 mol/L C 反应，达到平衡后，C 的浓度仍为 0.4 mol/L

6. 下列关系图中，A 是一种正盐，B 是气态氢化物，C 是单质，F 是强酸。当 X 无论是强酸还是强碱时都有如下转化关系（其他产物及反应所需条件均已略去）；当 X 是强碱时，过量的 B 跟 Cl_2 反应除生成 C 外，另一产物是盐酸盐。下列说法中不正确的是



- A. 当 X 是强酸时，A、B、C、D、E、F 中均含同一种元素，F 是 H_2SO_4
- B. 当 X 是强碱时，A、B、C、D、E、F 中均含同一种元素，F 是 HNO_3
- C. B 和 Cl_2 的反应是氧化还原反应
- D. 当 X 是强酸时，C 在常温下是气态单质
7. 水是我们熟悉的物质。每个水分子都能被其他 4 个水分子包围形成如图所示的四面体单元，由无数个这样的四面体再通过氢键可相互连接成一个庞大的分子晶体——冰。



(1) 氢键的形成使冰的密度比水_____，氢键有方向性和饱和性，故平均每个水分子最多形成_____个氢键。

(2) 实验测得冰中氢键的作用能为 18.8 kJ/mol，而冰的熔化热为



5.0 kJ/mol,说明_____。

8. 现有浓度均为 0.1 mol/L 的五种电解质溶液 ① Na_2CO_3 、
② NaHCO_3 、③ NaAlO_2 、④ CH_3COONa 、⑤ NaOH 。

(1) 若分别含上述溶质的五种溶液 pH 相同时,其物质的量浓度由大到小的顺序是:_____
(填编号,下两空亦同)。

(2) 将五种溶液稀释相同倍数时,其 pH 变化最大的是_____。

(3) 上述五种溶液中,分别加入 FeCl_3 溶液,能产生无色无味气体产生的是_____。

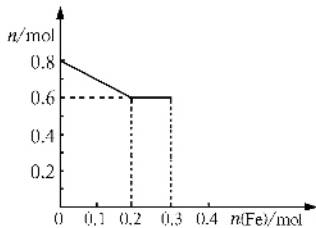
(4) 将上述①、②、③、④四种溶液两两混合,有一对溶液相互间能发生反应,写出该反应的离子方程式_____。

9. 有三份不同质量的铁粉样品①、②、③,甲、乙、丙三位同学各取一份样品分别与含有 0.8 mol HNO_3 的稀硝酸反应,反应后硝酸和铁均无剩余,且硝酸的还原产物只有 NO 。据此回答下列问题:

(1) 甲取样品①,反应后的溶液中铁只以 Fe^{3+} 离子的形式存在,则样品①的质量为_____g。

(2) 乙取样品②,反应后的溶液中既含有 Fe^{3+} 、又含有 Fe^{2+} 离子,则样品②的质量(设为 a g)范围是_____。

(3) 丙取样品③,将其慢慢加入到稀硝酸中,并不断搅拌,反应过程中溶液里 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 NO_3^- 三种离子中的一种离子的物质的量的变化曲线如右图所示,则该曲线表示的是_____物质的量变化的曲线,请在此图中再画出另外两种离子的物质的量的变化曲线。

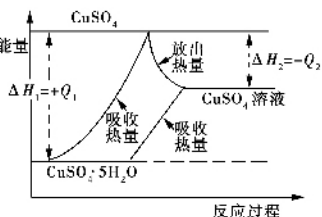


【参考答案】

1. B 题目中的信息指出:“水和镁就会发生剧烈的化学反应,放出热量便可使食物变热”,所以反应物是水和镁,再联系通常条件下水和镁反应比较缓慢,在这里铁一定是起催化剂的作用了,故答案选 B。
2. D 结合题目信息,可以确定 As_2O_3 是分子晶体(沸点低),分子中含有共价键。判断某氧化物是否是某酸的酸酐的最简单方法是,分析某酸和酸酐中中心原子的化合价,若二者化合价相同,则属于该酸的酸酐,故 B 错误。向河水中撒入生石灰的目的是为了中和生成的 H_3AsO_3 。
3. B 分析信息中反应的实质 $\text{RCH}=\text{CHR}'$ 在催化剂的作用下从双键处断开,再自由组合成新的烯烃。所以对于丙烯 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$,断开后得到两种自由基: $\text{CH}_2=$ 和 $=\text{CH}-\text{CH}_3$,则它们自由组合不可能得到 1-丁烯。
4. A 根据胆矾溶于水吸热,无水硫酸铜溶于水放热,以及胆矾加热生成无水硫酸铜的热化学方程式可得,胆矾、无水硫酸铜及硫酸铜溶液三者能量高低关系如图所示。从图中可得 Q_1 和 Q_2 的关系是 $Q_1 > Q_2$,故答案选 A。
5. D 由图(I)可知,反应到 t_1 时已经达到平衡,再有平衡时 A、B 减少的量和 C 增加的量求



出该可逆反应的化学方程式为 $A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 所以当保持其他条件不变,增大压强,平衡向正反应方向移动,故 A 项错误;保持容器体积不变,通入稀有气体,平衡不移动,故 B 项也错误;由图(II)可知, $T_1 > T_2$,且随温度升高,B 的体积分数增大,说明正反应是放热反应,故升高温度,正、逆反应速率均增大,但 A 的转化率减小, C 项错误;在 D 项中,将 0.2 mol/L C 完全转化为 A、B,加上 0.4 mol/L A、0.4 mol/L B,与开始时的投料完全相等,故等效, D 项正确。



6. D 由 B 是气态氢化物,可以初步判定为 H_2S 或 NH_3 ,不可能是甲烷,因氯气不能将甲烷氧化为单质碳,且后面的转化是连续两步氧化得到酸性氧化物,最后溶于水成酸。因 B 和 Cl_2 反应,产物是单质 C 和盐酸盐,元素化合价发生了变化,则该步反应一定是氧化还原反应,综合叙述可知正确答案为 D。

7. (1)据常识可知冰的密度比水小。由于氢键的饱和性(水分子结构中氧原子只剩 2 对电子可以与其他水分子中的氢原子形成氢键),所以平均每个水分子最多形成 2 个氢键。

(2)假设液态水中不存在氢键,则当冰全部变成液态水时,所有的氢键将全部破坏,则冰的熔化热应为 18.8 kJ/mol,而不是 5.0 kJ/mol,所以假设不成立,证明液态水中仍然存在大量氢键。

答案 (1)小 (2)液态水中仍然存在大量氢键

8. (1)因盐溶液的碱性是由于弱酸的阴离子水解所致,当不同种弱酸与同一种强碱($NaOH$)反应得到的盐溶液 pH 相同时,则弱酸酸性越强,对应的盐溶液浓度越大。即:由酸性 $CH_3COOH > H_2CO_3 > HCO_3^- > H_3AlO_3$,得出结论:④ > ② > ① > ③ > ⑤。

(2)因盐溶液随稀释过程水解程度增大, OH^- 增多,故稀释相同倍数后, $NaOH$ 溶液的 pH 变化大。

(3)加入 $FeCl_3$ 溶液, Na_2CO_3 和 $NaHCO_3$ 溶液分别与 $FeCl_3$ 发生双水解,相互促进,产生沉淀和气体(CO_2)。

(4)两种离子发生双水解。

答案 (1)④②①③⑤ (2)⑤ (3)①②

(4) $HCO_3^- + H_2O + AlO_2^- \rightleftharpoons Al(OH)_3 \downarrow + CO_3^{2-}$

9. (1)反应的化学方程式为 $Fe + 4HNO_3 \rightleftharpoons Fe(NO_3)_3 + NO \uparrow + 2H_2O$,由参加反应的硝酸的物质的量 0.8 mol,可以得出 $n(Fe) = 0.2 \text{ mol}$,故 $m(Fe) = 11.2 \text{ g}$ 。

(2)假设全部为 Fe^{3+} ,则反应方程式为 $Fe + 4HNO_3 \rightleftharpoons Fe(NO_3)_3 + NO \uparrow + 2H_2O$,故 $m(Fe) = 11.2 \text{ g}$ 。

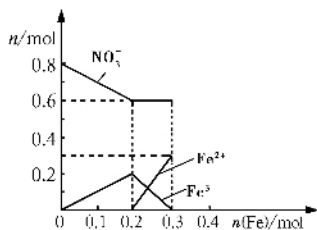
假设全部为 Fe^{2+} ,则反应方程式为 $3Fe + 8HNO_3 \rightleftharpoons 3Fe(NO_3)_2 + 2NO \uparrow + 4H_2O$ 故当全部为 Fe^{2+} 时, $n(Fe) = 0.3 \text{ mol}$,故 $m(Fe) = 16.8 \text{ g}$ 。所以样品②的质量(设为 a g)范围是: $11.2 < a < 16.8$ 。



(3) 由开始时 $n(\text{H}^+) = n(\text{NO}_3^-) = 0.8 \text{ mol}$, 可知随着反应的进行, 当加入铁的物质的量到 0.2 mol 时, NO_3^- 减少 0.2 mol (得失电子守恒), 故该曲线表示的是 NO_3^- 物质的量变化的曲线。从加入铁 0.2 mol 开始, 不再有气体放出, Fe^{3+} 被单质铁还原为 Fe^{2+} , 故 Fe^{3+} 物质的量减少至为 0 , Fe^{2+} 物质的量增加至 0.3 mol 。

答案 (1) 11.2 (2) $11.2 < a < 16.8$ (3) NO_3^-

曲线图如图所示



大声哭喊——找个僻静的所在, 尽情地大声哭喊。这种哭喊可使心理得到尽情宣泄, 同时, 由不良情绪产生的毒素, 也可“哭喊”出身心。

高考大预测



命题
导语

本套试卷严格按照新的《理科综合考试大纲》进行设计,不仅注重对化学学科主干知识的考查,同时又注重对基础知识的考查(如第21题等);注意利用化学视角去解决生产、生活中的问题(如第1题、第2题等);同时试题的命制也注意了与新课标课程的接轨,体现新课标课程中新的理念和思想(如第

17题、第22题等);试题突显能力的考查,强化思维的科学性和创造性,强化对实验的考查,力求显现本学科的特色。本套试卷的难度系数为0.61左右。

本试卷分第I卷(选择题)和第II卷(非选择题)两部分。满分100分,考试时间90分钟。

可能用到的相对原子质量:H—1 C—12 N—14 O—16 Fe—56

第I卷(选择题 共48分)

一、选择题(每小题只有一个选项符合题意,每小题3分,共48分)

1. 法新社2006年4月4日报道,天文学家在太空中发现了一个长4 630亿千米的甲醇气团,这一天文发现为揭示“原始气体如何形成巨大恒星”提供了有力依据,下列有关甲醇的说法中正确的是

- A. 甲醇能使蛋白质变性
- B. 甲醇能发生消去反应
- C. 甲醇不能被催化氧化
- D. 甲醇与钠反应比水与钠反应剧烈

2. 2005年诺贝尔化学奖获得者施罗克等人发现金属钼的卡宾化合物可以作为非常有效的

烯烃复分解催化剂。工业上冶炼钼的化学原理为:① $2\text{MoS}_2 + 7\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{MoO}_3 + 4\text{SO}_2$ ② $\text{MoO}_3 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; ③ $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{MoO}_4 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ ④ $\text{H}_2\text{MoO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{MoO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ⑤用还原剂将 MoO_3 还原成金属钼。

则下列说法正确的是

- A. MoS_2 煅烧产生的尾气可直接排空
- B. MoO_3 不溶于氢氧化钠溶液
- C. H_2MoO_4 是一种强酸
- D. 利用 H_2 、CO和Al分别还原等量的 MoO_3 ,消耗还原剂的物质的量之比为3:3:2

3. 设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值,下列叙述中正确的是

- A. 常温常压下 8.8 g CO_2 和 N_2O 混合物中所含有的原子数为 $0.6N_A$

睡好觉——睡眠有助于克服恶劣情绪,稳心定神。一觉醒来,心情就会好多了。



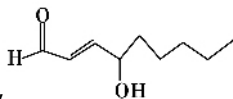
- B. Cu 和足量的稀硝酸反应产生 4.48 L 气体时,转移的电子数为 $0.6N_A$
- C. 标准状况下 3.36 L 丁烷中含有的非极性键数为 $0.6N_A$
- D. 1 L 0.2 mol/L 的硫酸铁溶液中含有的硫酸根离子数为 $0.2N_A$
4. 据媒体报道,以氢氧燃料电池为动力的公交车即将在北京试运行。质子交换膜燃料电池(PEMFC)常作为电动汽车的动力源。该燃料电池以氢气为燃料,空气为氧化剂,铂作催化剂,导电离子是 H^+ 。下列对该燃料电池的描述中正确的是
- ①正极反应为 $O_2 + 4H^+ + 4e^- = 2H_2O$ ②负极反应为 $2H_2 - 4e^- = 4H^+$
- ③总的化学反应为 $2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2H_2O$ ④氢离子通过电解质向正极移动
- A. ①②③ B. ②③④ C. ①②④ D. ①②③④
5. 为提纯下列物质(括号内为少量杂质),有关除杂试剂和分离方法的选择均正确的是

选项	被提纯物质	除杂试剂	分离方法
A	己烷(己烯)	溴水	分液
B	乙酸乙酯(乙酸)	乙醇	蒸馏
C	KNO_3 (NaCl)	水	降温结晶过滤
D	$NaHCO_3$ (溶液)(Na_2CO_3)	盐酸	—

6. 有 a、b、c、d 四瓶不同物质的溶液,它们分别是 $Ba(OH)_2$ 溶液、 Na_2CO_3 溶液、 $MgCl_2$ 溶液和稀硫酸中的某一种(物质的量浓度均为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)。为了鉴别以上物质,操作如下:各取少量溶液进行两两混合,实验现象如右表所示,表中“↓”表示生成沉淀或微溶化合物;“↑”表示生成气体;“—”表示观察不到明显现象。下列说法正确的是

	a	b	c	d
a		↓	↓	↑
b	↓		↓	—
c	↓	↓		↓
d	↑		↓	

- A. a 是稀硫酸
- B. b 可能是 Na_2CO_3 溶液
- C. c 是 $Ba(OH)_2$ 溶液
- D. d 是 $MgCl_2$ 溶液
7. 最新研究表明生命起源于火山爆发,因为火山爆发产生的气体中含有 1% 的羰基硫(COS)。已知羰基硫与二氧化碳的结构相似,但能在氧气中完全燃烧,下列有关羰基硫的说法正确的是
- A. 1 mol 羰基硫在氧气中完全燃烧时转移 6 mol 电子
- B. 羰基硫沸点比 CO_2 低
- C. 羰基硫分子中只有 C 原子满足 8 电子结构
- D. CO_2 和 COS 结构相似都是非极性分子
8. 食品化学家 A·Saari Csallany 和 Christine Seppanen 说,当豆油被加热到油炸温度($185 \text{ }^\circ\text{C}$)时,会产生右图所示高毒性物质,

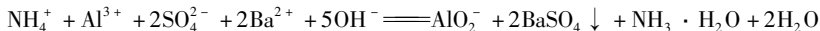


许多疾病和这种有毒物质有关,如帕金森症。下列关于这种有毒物质的判断不正确的是

- A. 该物质最多可以和 2 mol H₂ 发生加成反应
- B. 该物质的分子式为 C₈H₁₅O₂
- C. 该物质分子中含有三种官能团
- D. 该物质属于烃的衍生物

9. 下列反应的离子方程式正确的是

- A. 铜片插入氯化铁溶液中 $\text{Cu} + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^{2+}$
- B. 电解饱和食盐水 $2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+ \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$
- C. 向溴化亚铁溶液中通入过量的氯气 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
- D. 向硫酸铝铵 [NH₄Al(SO₄)₂] 溶液中滴加足量 Ba(OH)₂ 溶液



10. 原子的核电荷数小于 18 的某元素 X, 其原子的电子层数为 n, 最外层电子数为 2n + 1, 原子核内质子数是 2n² - 1。下列有关元素 X 的说法中不正确的是

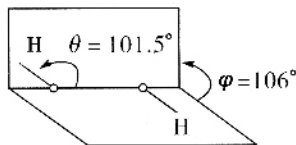
- A. 元素 X 能形成化学式为 X(OH)₃ 的碱
- B. 元素 X 可能形成化学式为 KXO₃ 的含氧酸钾盐
- C. 元素 X 原子的最外层电子数和核电荷数肯定为奇数
- D. 元素 X 能与某些金属元素形成化合物

11. 2005 年美国《Science》上发表论文, 宣布发现了一种 Al 的超原子结构, 这种超原子 (Al₁₃) 是以 1 个 Al 原子在中心, 12 个 Al 原子在表面形成的三角二十面体结构。这种超原子具有 40 个价电子时最稳定。下列说法不正确的是

- A. Al₁₄ 与 II A 族元素性质相似
- B. Al₁₃ 与卤素性质类似
- C. Al₁₃ 在气相中与 HI 反应的方程式可表示为 :Al₁₃ + HI \rightleftharpoons HAl₁₃I
- D. Al₁₃ 超原子中 Al 原子间是通过离子键结合的

12. 我国科学家卢嘉锡与法裔加拿大科学家 Gignere 巧妙地利用尿素 (H₂NCONH₂) 和 H₂O₂ 形成加合物 H₂NCONH₂ · H₂O₂, 不但使 H₂O₂ 稳定下来, 而且结构也没有发生改变, 得到了可供衍射实验的单晶体。经测定 H₂O₂ 结构如下图所示, 结合以上信息, 有关 H₂O₂ 的说法不正确的是

- A. H₂NCONH₂ 与 H₂O₂ 是通过氢键结合的
- B. H₂O₂ 是极性分子
- C. H₂O₂ 既有氧化性又有还原性
- D. H₂NCONH₂ · H₂O₂ 属于离子化合物



13. 将 5.6 g 铁粉放入一定量某浓度的硝酸溶液中,待铁粉全部溶解后,共收集到 NO、NO₂(其他气体忽略不计)混合气体 0.15 mol,该混合气体中 NO 与 NO₂ 的体积比可能是
A. 1:2 B. 2:1 C. 3:2 D. 3:1
14. 向容积为 2 L 的密闭容器中充入 2 mol X 气体和 1 mol Y 气体,在一定条件下发生如下反应 $2X(g) + Y(g) \rightleftharpoons 3R(g)$;经 2 s 后达到平衡,测得 R 气体的浓度为 0.6 mol/L。下列说法中错误的是
A. 用物质 X 表示该反应在 2 s 内的平均反应速率为 0.2 mol/(L·s)
B. 平衡时物质 X 与 Y 的转化率相等
C. 其他条件不变,加压缩小容器体积时平衡不移动,气体密度和平均相对分子质量增大
D. 其他条件不变,向容器中再加入 1 mol R 气体,达到新的平衡后,R 的体积分数不变
15. 某温度下,V mL 不饱和 NaNO₃ 溶液 a g,蒸发掉 b g 水或加入 b g NaNO₃ 固体(恢复到原温度)均可使溶液达到饱和,则下列量的计算结果正确的是
A. 该温度下 NaNO₃ 的溶解度为 100 g
B. 原不饱和溶液中 NaNO₃ 的质量分数为 $\frac{500(a-b)}{a}\%$
C. 原不饱和溶液中 NaNO₃ 的物质的量浓度为 $\frac{100(a-b)}{17}$ mol/L
D. 原不饱和溶液的密度为 $\frac{a+b}{V}$ g/mL
16. 现有两种正盐的稀溶液,分别是 a mol/L NaX 溶液和 b mol/L NaY 溶液,下列说法不正确的是
A. 若 $a = b$, $\text{pH}(\text{NaX}) > \text{pH}(\text{NaY})$,则相同浓度时酸性 $\text{HX} < \text{HY}$
B. 若 $a = b$ 并测得 $c(\text{X}^-) = c(\text{Y}^-) + c(\text{HY})$,则 HX 是强酸, HY 是弱酸
C. 若 $a > b$,测得 $c(\text{X}^-) = c(\text{Y}^-)$,可推出溶液中 $c(\text{HX}) > c(\text{HY})$,且浓度相同时,酸性 $\text{HX} < \text{HY}$
D. 若将两溶液等体积混合,测得 $c(\text{X}^-) + c(\text{Y}^-) + c(\text{HX}) + c(\text{HY}) = 0.1$ mol/L,则可推出 $a = b = 0.1$ mol/L

第 II 卷(非选择题 共 52 分)

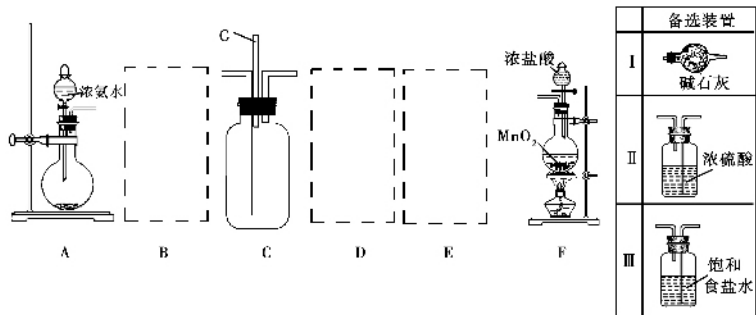
二、实验题(本题包括 2 小题,共 17 分)

17. (6 分)某同学将两瓶消毒液混合使用时,结果产生了氯气。该同学为进一步确定两种消毒液的成分,进行了如下实验探究:

(a)用 pH 试纸测量,甲瓶中消毒液 $\text{pH} = 12$,乙瓶中消毒液 $\text{pH} = 2$,且都能很快使 pH 试纸褪色。

- (b)取少量乙瓶中的溶液,向其中加入 MnO_2 粉末,产生大量氧气,并闻到一股醋酸气味。
 (c)取少量甲瓶中的溶液,向其中加入硝酸酸化的 $AgNO_3$ 溶液;取少量乙瓶中的溶液,向其中加入盐酸酸化的 $BaCl_2$ 溶液,均有白色沉淀产生。
- (1)甲瓶中的消毒剂一定含有的阴离子是 OH^- 和 _____、_____。乙瓶中的消毒剂一定含有 H^+ 、 OH^- (少量)、 CH_3COO^- 、_____ (离子)和 H_2O 、 CH_3COOH 、_____ (分子)。
 (2)将甲瓶和乙瓶溶液混合时还产生了氧气,写出该反应的离子方程式:

18. (11分)某学生利用以下装置探究氯气和氨气之间的反应。其中 A、F 分别为氨气和氯气的发生装置, C 为纯净干燥的氯气和氨气的反应装置。



请回答下列问题:

- (1)装置 F 中发生反应的离子方程式 _____。
 (2)装置 A 中的烧瓶内固体可选用 _____ (选填以下选项的代号)
 A. 碱石灰 B. 生石灰 C. 二氧化硅 D. 五氧化二磷 E. 烧碱
 (3)虚线框内应添加必要的除杂装置,请从上图的备选装置中选择,并将编号填入下列相应横线上。
 B _____、D _____、E _____。
 (4)氯气和氨气在常温下相混就会反应生成氯化铵和氮气,该反应的化学方程式为: _____。装置 C 内出现浓厚的白烟并在容器内壁凝结,请设计一个实验方案鉴定该固体就是氯化铵: _____。
 (5)从装置 C 的 G 处逸出的尾气可能含有污染环境的气体,如何处理? _____。

三、填空题(本题包括 5 小题,共 28 分)

19. (7分)短周期元素 A、B、C、D 的原子序数依次增大。其中①B、C、D 的原子序数之比等于 2:3:4;②B 与 D 同主族,C 与 D 同周期;③A 的气态氢化物能使湿润的红色石蕊

淋浴——淋浴时空气中能产生一种安神的活性分子,不快时,不妨洗洗淋浴,会一身轻松。



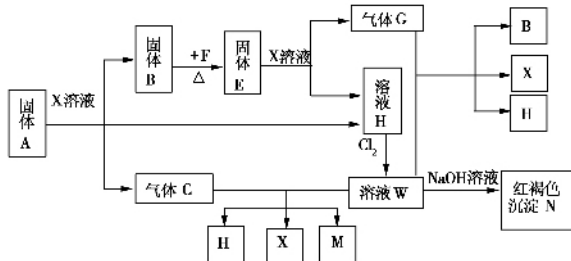
试纸变蓝。

(1) A、B、C、D 的元素符号依次是 _____、_____、_____、_____。

(2) A 的气态氢化物的电子式 _____。

(3) D 离子和 _____ 原子的电子层结构相同, D 离子的原子结构示意图为 _____。

20. (6分) 从固体物质 A 出发, 有下图所示的一系列变化。其中气体 C 与气体 G 反应可以生成固体单质 B, 反应所需条件和生成的水没有标出。试分析填空:



(1) 写出下列物质的化学式: N _____; A _____。

(2) 写出下列反应的离子方程式:

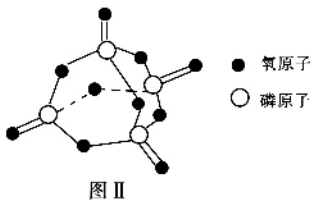
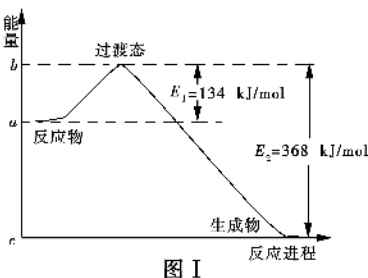


21. (4分) 1918年, Lewis 提出反应速率的碰撞理论:

反应物分子间的相互碰撞是反应进行的必要条件, 但并不是每次碰撞都能引起反应, 只有少数碰撞才能发生化学反应。能引发化学反应的碰撞称之为有效碰撞。

(1) 20世纪30年代, Eyring 和 Pelzer 在碰撞理论的基础上提出化学反应的过渡态理论: 化学反应并不是通过简单的碰撞就能完成的, 而是在反应物到生成物的过程中经过一个高能量的过渡态。图 I 是 NO_2 和 CO 反应生成 CO_2 和 NO 过程中能量变化示意图, 请写出 NO_2 和 CO 反应的热化学方程式: _____;

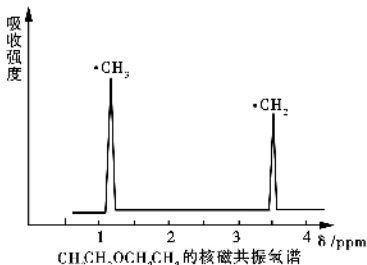
(2) 进一步研究表明, 化学反应的能量变化 (ΔH) 与反应物和生成物的键能有关。键能可以简单地理解为断开 1 mol 化学键时所需吸收的能量。下表是部分化学键的键能数据:



化学键	P—P	P—O	O=O	P=O
键能/ kJ · mol ⁻¹	197	360	499	x

已知白磷的燃烧热为 2 378.0 kJ/mol,白磷完全燃烧的产物结构如图 II 所示,则上表中 $x =$ _____。

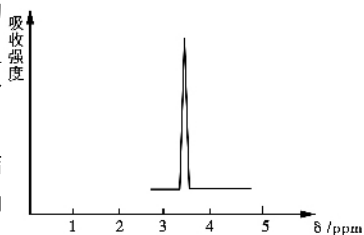
22. (5 分)瑞士科学家库尔特·维特里希在利用核磁共振技术测定有机物分子的三维结构的研究方面获得了 2002 年诺贝尔化学奖。在有机物分子中,不同的氢原子核磁共振谱中给出的峰值(信号)也不同。根据峰值(信号)可以确定有机物分子中氢原子的种类和数目。例如二乙醚的结构简式为: $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_3$,其核磁共振谱中给出的峰值(信号)有两个,如图所示:



(1)下列物质中,其核磁共振氢谱中给出的峰值(信号)只有一个的是 _____ (多选扣分)。

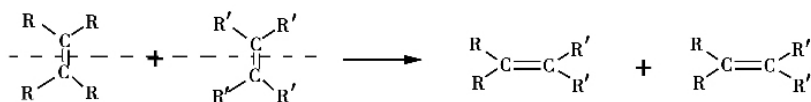
- A. CH_3CH_3 B. CH_3COOH C. $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ D. CH_3OCH_3

(2)化合物 A 和 B 的分子式都为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$,A 的核磁共振氢谱如右图所示,A 的结构简式为 _____,请预测 B 的核磁共振氢谱上有 _____ 个峰(信号)。



(3)用核磁共振氢谱的方法来研究 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的结构,请简要说明根据核磁共振氢谱的结果来确定 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 分子结构的方法: _____。

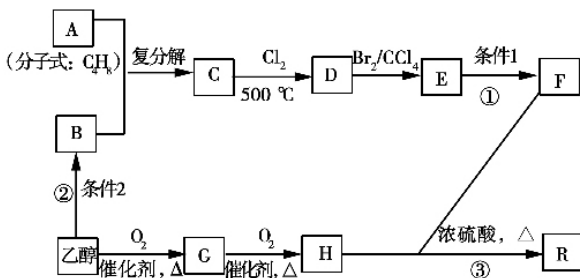
23. (6 分)2005 年诺贝尔化学奖由法国科学家 Yves Chauvin、美国科学家 Robert H. Orubbs、Richard R. Schrock 共同获得。他们在烯烃复分解反应的研究与应用方面作出了贡献。已知烯烃的交叉复分解反应机理为双键断裂,换位连接。可表示为:



小米——小米中含有丰富的色氨酸。色氨酸能促进大脑细胞分泌出一种使人欲睡的神经递质——五羟色氨,使大脑活动受到暂时的抑制,人就容易入睡。

又已知 $R-CH_2-CH=CH_2 + Cl_2 \xrightarrow{500\text{ }^\circ\text{C}} R-CHCl-CH=CH_2 + HCl$ 。

有机物 R 是烃的含氧衍生物(分子式为 $C_9H_{14}O_6$)，常用作纤维的增塑剂以及化妆品等，F 也可由油脂水解得到，有机物 R 的合成路线如下：



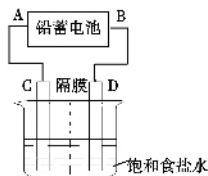
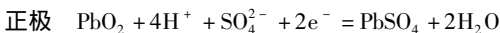
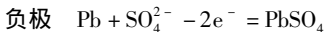
试回答下列问题：

- (1) 写出反应①、②的反应条件：条件 1 _____，条件 2 _____。
- (2) 写出结构简式：A：_____；E：_____。
- (3) 写出反应③的化学方程式：_____。

四、计算题(本题包括 1 小题，共 7 分)

24. (7 分) 右图是用铅蓄电池为电源，模拟氯碱工业电解饱和食盐水的装置图(C、D 均为石墨电极)。

已知：铅蓄电池在放电时发生下列电极反应



- (1) 请写出电解饱和食盐水的化学方程式_____。
- (2) 若在电解池中 C 极一侧滴 2 滴酚酞试液，电解一段时间后，未呈红色，说明蓄电池的 A 极为_____极。
- (3) 用铅蓄电池电解 1 L 饱和食盐水(食盐水足量、密度为 1.15 g/cm^3)
- ① 若收集到 11.2 L(标准状况下)氯气，则至少转移电子_____mol。
- ② 若蓄电池消耗 H_2SO_4 2 mol，则可收集到 H_2 的体积(标准状况下)为_____L。
- ③ 若消耗硫酸 a mol，电解后除去隔膜，所得溶液中 NaOH 的质量分数表达式为(假设氯气全部排出)_____ (用含 a 的代数式表达)。

【参考答案】

1. A 醇类、醛类、酸、碱、重金属盐、加热、紫外线等能够使蛋白质变性；由于甲醇中与羟基相连的碳原子没有邻位碳，所以不能发生消去反应；甲醇能够被氧化为甲醛；因甲醇

比水难电离出氢离子,所以甲醇与金属钠的反应较水与金属钠的反应缓和。

2. D 由于上述过程中产生了 SO_2 气体,而 SO_2 气体会污染大气,所以不能直接排放到大气中,根据反应②、③可知 MoO_3 是酸性氧化物,所以能够与 NaOH 溶液反应;由反应③可知 H_2MoO_4 是一种弱酸,根据得失电子守恒可知 D 项正确。
3. A B 项中没有气体所处的外界条件,C 项中非极性键的数目为 $0.45N_A$,D 项中硫酸根离子数目为 $0.6N_A$ 。
4. C 根据题目信息可知该燃料电池以氢气为燃料,导电离子是氢离子,所以负极应是氢气失去电子而转化为氢离子,正极氢离子和氧气反应产生水,所以氢离子由负极移向正极。
5. C A 项中可以采用蒸馏的方法除去杂质;B 项中可以加入饱和碳酸钠溶液,然后分液;D 项可以通入 CO_2 气体。
6. C 由于 a 能够产生两种沉淀和一种气体,所以 a 为碳酸钠溶液,d 为稀硫酸;因 b 与 d 混合无明显现象,所以 b 为氯化镁溶液,c 为氢氧化钡溶液。
7. A 由于羰基硫形成的晶体为分子晶体,且式量较 CO_2 大,所以羰基硫沸点比 CO_2 高;羰基硫分子中所有原子均满足 8 电子结构; CO_2 是非极性分子, COS 是极性分子。
8. B 根据给定有机物的结构可知该有机物中存在醛基、碳碳双键、醇羟基,其化学式为 $\text{C}_9\text{H}_{16}\text{O}_2$ 。
9. D A 项中电荷不守恒;B 项中应为 $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow$;C 项中通入过量的氯气时,溴离子也会被氧化。
10. A 若 $n=1$ 此时最外层电子数为 3,不成立;若 $n=2$ 则最外层电子数为 5,核内质子数为 7,对应的元素为氮元素;若 $n=3$ 此时最外层电子数为 7,核内质子数为 17,所以此时该元素为氯元素。
11. D 结合题意,已知这类超原子当具有 40 个价电子时最稳定,则 Al_{14} 中的价电子数为 $3 \times 14 = 42$,所以 Al_{14} 失去两个电子就稳定了,性质类似于 II A 族元素的性质,而 Al_{13} 的价电子数为 39,所以 Al_{13} 不稳定,要稳定就必须得到一个电子,从而与卤素性质类似;在 Al_{13} 中,原子和原子间是通过共价键结合的,不是通过离子键结合的,要形成离子键,就必须有阴阳离子。C 选项中 HI 与 Al_{13} 是气相反应,则为正确的。
12. D 根据 H_2O_2 的结构可知其为极性分子,其中含有极性键和非极性键,根据 H_2O_2 中氧元素的价态知它既具有氧化性又具有还原性,根据题目给定的信息可知尿素和 H_2O_2 结合时结构没有发生变化,联系已经学过的微粒间作用力知识可知二者是通过氢键结合的,形成的物质仍为共价化合物。
13. A 设 NO 和 NO_2 的物质的量分别为 x, y , 则可得 $x + y = 0.15$, 根据得失电子守恒可得 $0.2 \leq 3x + y \leq 0.3$, 解得 $0.025 \leq x \leq 0.075$, $0.075 \leq y \leq 0.125$, 故 $0.2 \leq x/y \leq 1$ 。所以只

蜂蜜——蜂蜜具有补中益气、安五脏等功效,其对纠正失眠作用明显。可用蜂蜜 3 茶匙,加适量温开水,每晚喝一次。



有 A 项满足。

14. C 增大压强缩小容器的体积,平衡不移动,混合气体的密度增大,但平均相对分子质量保持不变;D 项和题干中的平衡是等效平衡。
15. A 根据题目条件可知 NaNO_3 在题目给定温度下的溶解度为 100 g,原不饱和溶液中 NaNO_3 的质量分数为 $\frac{50(a-b)}{a}\%$;原不饱和溶液中 NaNO_3 的物质的量浓度为 $\frac{100(a-b)}{17V}\text{mol/L}$,原不饱和溶液的密度为 $\frac{a}{V}\text{g/mL}$ 。
16. D A 项中 $a=b$, $\text{pH}(\text{NaX}) > \text{pH}(\text{NaY})$,说明 X^- 的水解程度较 Y^- 大,故 A 项正确;B 项中说明 $c(\text{X}^-) = c(\text{Na}^+)$,所以 HX 为强酸,HY 为弱酸;C 项中说明 X^- 的水解程度较 Y^- 大,故 C 项正确;D 项中可得 $a+b=0.2\text{mol/L}$ 。
17. 因甲瓶溶液的 pH 为 12,说明甲瓶溶液呈碱性,乙瓶中消毒液 pH=2,说明乙瓶溶液呈酸性;由 (b)说明乙中含有双氧水,由 (c)说明甲中含有氯离子,乙含有硫酸根离子,又因甲可以消毒,遇乙后产生氯气,故甲中含有次氯酸根离子。

答案 (1) $\text{ClO}^- \quad \text{Cl}^- \quad \text{SO}_4^{2-} \quad \text{H}_2\text{O}_2$ (每空 1 分) (2) $2\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = \text{O}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (或 $2\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{O}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CH}_3\text{COO}^-$) (2 分)

解题回顾 本题为探究型实验题,主要是通过有关实验现象分析消毒剂的成分,注重考生分析问题和处理问题能力的考查。

18. 根据 F 装置可知 F 为制取氯气的发生装置,则 A 为制取氨气的发生装置,所以 A 中的固体可以选用碱石灰、生石灰和烧碱;B 处需要除去氨气中的水蒸气,所以选用 I;D、E 处主要除去氯气中的水蒸气和 HCl 气体,所以 D 处选 II, E 处选 III。

答案 (1) $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分) (2) ABE (1 分) (3) I II III (3 分) (4) $3\text{Cl}_2 + 8\text{NH}_3 = 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$ (2 分) 取适量该白色固体与浓氢氧化钠溶液共热,产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的无色气体;另取适量该白色固体溶于水后加硝酸银溶液,产生不溶于稀硝酸的白色沉淀 (2 分) (5) 可将尾气通过装有足量稀氢氧化钠溶液的洗气瓶后再排入空气中 (1 分)

解题回顾 本题考查氨气和氯气的制法及其除杂、铵离子的检验等,一般涉及气体的除杂问题时应根据制取气体的原理分析其中可能存在的杂质气体,然后选用对应的除杂药品和装置。

19. 设 B、C、D 的原子序数依次为 $2x$ 、 $3x$ 、 $4x$,因 B、D 同主族,所以 $4x - 2x = 8$,解得 $x = 4$,所以 B、C、D 的原子序数依次为 8、12、16, B、C、D 分别为氧、镁、硫,因 A 的气态氢化物能使湿润的红色石蕊试纸变蓝,且原子序数小于 8,所以 A 为氮元素。



答案 (1) N O Mg S (2) $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \cdot \text{N} \cdot \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$ (3) Ar $\left(+16 \right) 2 8 8$ (每空 1 分)

解题回顾 本题考查元素周期表的有关知识,解答有关元素周期表的问题时,注意分析题目给定的信息和条件(如本题中 B、C、D 的原子序数之间的关系, A 的气态氢化物的性质等)。

20. 因 N 为红褐色沉淀,所以 W 中含有铁离子,溶液 H 中含有亚铁离子,且 X 为盐酸溶液,又气体 C 与气体 G 反应可以生成固体单质 B,可知 G 为 H_2S , C 为 SO_2 , F 为 Fe。

答案 (1) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ FeSe_2O_3 (每空 1 分) (2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$
 $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ (每空 2 分)

解题回顾 本题为无机框图推断题,一般解答无机框图推断题应找出题眼,然后借助于框图转化关系分析。无机框图推断的题眼有物质的颜色、三角转化关系、连续氧化等。

21. (1) 因反应物能量高于生成物能量,所以 NO_2 和 CO 反应为放热反应,对应的热化学方程式为 $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$; $\Delta H = -234 \text{ kJ/mol}$ (2) $+197 \text{ kJ/mol} \times 6 + 499 \text{ kJ/mol} \times 5 - 360 \text{ kJ/mol} \times 12 - 4x = -2378.0 \text{ kJ/mol}$ 解得 $x = 434 \text{ kJ/mol}$ 。

答案 (1) $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$; $\Delta H = -234 \text{ kJ/mol}$ (2) 434 (每空 2 分)

解题回顾 本题以信息形式考查热化学方程式,化学反应中的能量变化可以根据反应物和生成物能量的相对大小进行判断和计算,也可以通过化学键的断裂和形成中键能的变化进行判断和计算。

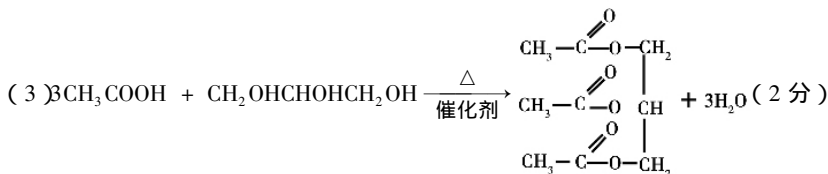
22. (1) 根据题目信息可知乙烷中 6 个氢原子的性质完全一样,故只有一个信号峰;醋酸中有两类氢原子,故有两个信号峰;乙酸甲酯中有两类氢原子,故有两个信号峰;甲醚中 6 个氢原子性质相同,故只有一个信号峰,所以答案为 A、D (2) 根据核磁共振氢谱可知 A 的结构对称,所以 A 为 $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$; B 为 Br_2CHCH_3 , 因此 B 中有两个信号峰。

答案 (1) AD (1 分) (2) $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ (1 分) Br_2CHCH_3 (1 分) (3) 若图谱中给出了 3 个吸收峰(信号),则说明 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的结构是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$; 若图谱中给出了 1 个吸收峰(信号)则说明 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的结构是 CH_3OCH_3 (2 分)

解题回顾 本题考查有机物结构的推断方法——核磁共振氢谱法,解答这类问题实际是对题目给定信息的理解和应用,同时这部分内容也是新课标新增加的内容,因此以后高考中出现的可能性较大。

23. 根据框图转化可知 B 为乙烯、G 为乙醛、H 为乙酸;因 A 与乙烯反应只产生 C,可知 A 为 2-丁烯, C 为丙烯;又根据题意可知 C 物质在 500°C 光照条件下主要是烯烃中的氢原子被氯原子取代的过程,故 D 为 $\text{ClCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$, E 为 $\text{CH}_2\text{ClCHBrCH}_2\text{Br}$, F 为丙三醇。

答案 (1) 氢氧化钠水溶液, 加热, 浓硫酸, 170 °C (加热) (每空 1 分) (2) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$
 $\text{CH}_2\text{ClCHBrCH}_2\text{Br}$ (每空 1 分)



解题回顾 有机物中能够连续氧化的通常有伯醇和烯烃, 解答有机推断与合成题, 一方面需要注意题目给定的信息, 另一方面需要考虑物质间的转化关系和特征反应 (如能够发生银镜反应的物质中含有醛基, 遇铁离子显紫色的有机物是酚类物质等)。

24. 根据 C 极附近的实验现象可知 C 极为电解池的阳极, 与电源的正极相连, 根据电解方程式可得产生 11.2 L (标准状况下) 氯气, 转移的电子的物质的量为 1 mol。

答案 (1) $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ (2 分) (2) 正极 (1 分) (3) ① 1 (1 分) ② 22.4 (1 分)

$$\textcircled{3} w(\text{NaOH}) = \frac{40a}{1000 \times 1.15 - \frac{a}{2}(71+2)} \times 100\% \quad (2 \text{ 分})$$

解题回顾 本题考查电解的有关计算, 一般涉及电解的有关计算时可以借助于氧化还原反应中得失电子守恒建立关系式, 然后根据有关量进行计算。

标 标 标 标 标 标

标 标 标 标

3'