

杜志建 主编



# 试题 调研

高分宝典系列

高考意见领袖

2012高考成功计划

## 高考 决战

# 压轴

# 大题



YZLI0890144927

高考命题专家指出：

高考试卷命制，容易题：中档题：难题=3：5：2。

压轴大题就是高考中“区分考生，选拔人才”的“难题”。决战压轴大题，攻下高考难题，跨入名校也容易。

# ◀ 化学 ▶

考“一本”，上“211”“985”大学，此书不可不看

天星教育图书

登陆www.tesoon.com享受增值

上网登陆·增值服务

CHISO SINCE 1988 新疆青少年出版社

®

# 试题 调研

高分宝典系列

高考意见领袖

2012高考成功计划

高考  
决战

# 压轴大题



YZLI0890144927

主 编：杜志建

编 委 会：蒋玉军 李锡琴 宋克金 杨东方 金庆中 高呈宝  
 笱亚娟 蔡迎春 陈昌胜 张振广 刘 森 刘立栋  
 李新运 李 航 韩海格 赵献华 景志国

本册主编：赵献华

## ◀ 化学 ▶

CHISO 新疆青少年出版社

图书在版编目(CIP)数据

试题调研·高考决战压轴大题·化学/杜志建主编. —乌鲁木齐:  
新疆青少年出版社, 2011. 6  
ISBN 978 - 7 - 5371 - 9827 - 1

I. ①试… II. ①杜… III. ①中学化学课 - 高中 - 升学参  
考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 109555 号

出版人:徐江  
策划:王启全  
责任编辑:多艳萍  
责任校对:刘娜  
封面设计:天星美工室

试题调研·高考决战压轴大题 化学  
杜志建 主编

出版:新疆青少年出版社  
社址:乌鲁木齐市北京北路 29 号 邮政编码:830012  
电话:0991 - 7833936(编辑部), 0371 - 68698015(邮购部)  
网址:<http://www.qingshao.net>

发行:新疆青少年出版社营销中心 电话:0991 - 7833979 7833965  
经销:各地新华书店 法律顾问:钟麟 13201203567  
印刷:泰亨有限责任公司

开本:787mm × 1092mm 1/16 版次:2011年7月第1版  
印张:14.5 印次:2011年7月第1次印刷  
字数:399千字  
书号:ISBN 978 - 7 - 5371 - 9827 - 1  
定价:21.80元

# 成功在我，成功在握

## ——《高分宝典》丛书序

在我还是孩童时，就梦想成功/那时的成功/是央求父母购买的一个个小玩具/在我求学时，就期待成功/那时的成功/是老师的期许/是优异成绩带给家人的喜悦/亲爱的读者，你现在的成功又是什么呢

是的，每个人都渴望成功。但是，很多时候，对成功我们总是求之而不得，这让人苦恼无比。譬如，现在的你，可能在为学业发愁，因为升学而倍感压力。

“怎么办？”你一次次焦虑地问自己，问自己何时可以成功。

其实，你不必如此。成功，虽然没有捷径，但是，真的有方法。

《高分宝典》系列丛书就是你实现大学梦想的法宝。该丛书包括《高考5年真题分类详解》《高考必备题型1000例》《高考突破难点100讲》《高考状元纠错笔记》和《高考决战压轴大题》。这5套图书功能各异，但合起来又构成一个有机整体。

《高考5年真题分类详解》对2007—2011年全国各省市高考真题进行命题研究和分类详细解析，告诉你高考命题的规律，让你知道每一个考点在高考中怎么考，以及如何复习备考。

《高考必备题型1000例》由权威名师总结出高考必考题型，每一题型以经典母题讲解通性通法，帮你实现“弄懂一道题，攻克一类题”的愿望。

《高考突破难点100讲》根据历年高三学生在学习过程中普遍存在的问题，总结提炼出100个难点，并聘请名师讲解，帮你化难为易，一一破解学习难题。让你从此“理解”不难，“运用”不难，“得分”也不难。

《高考状元纠错笔记》收集多位高考状元平时密不外传的错题本精华，让你分享他们的成功经验。该书汇集各个学科最具训练价值的易错试题，让你在平时充分暴露学习问题，高考才没问题。

《高考决战压轴大题》聚焦那些“拉开分差”的题目，讲解压轴大题的破题思路、答题技巧，展示满分答题过程。立志考过“一本”线，上“211”“985”大学的考生，此书不可不看。

在策划这5套图书时，我们受毛泽东点评《二十四史》的启发，独创“旁批”设计，在正文两旁，通过【规律】【技巧】【拓展】【闪记】……对正文进行发散性和补充性讲解，让你学会举一反三，真正提高分析问题和解决问题的能力。

**从真题开始，锁定备考靶心；紧接着熟悉必考题型，掌握通性通法。**

**再突破难点，扫除得分障碍；还需纠正错误，减少无谓失分。**

**最后攻克压轴大题，圆梦象牙塔。**

这就是为你打造的高考成功计划。按此计划前行，一步一个脚印，成功定在掌控之中。

来年6月，希望你可以告诉我们：“是的，成功在我，成功在握！”

# 目录

# Contents

## 第一部分 化学基本理论综合型试题

题型综述 .....	001
压轴一 有关化学反应的能量应用型 .....	002
典例调研 .....	002
大题闯关 .....	006
答案与解析 .....	008
压轴二 有关氧化还原反应综合应用型 .....	010
典例调研 .....	010
大题闯关 .....	013
答案与解析 .....	014
压轴三 有关化学反应速率和化学平衡综合应用型 .....	016
典例调研 .....	016
大题闯关 .....	020
答案与解析 .....	025
压轴四 有关电解质溶液综合应用型 .....	029
典例调研 .....	029
大题闯关 .....	032
答案与解析 .....	034
压轴五 有关电化学原理设计、探究与综合应用型 .....	036
典例调研 .....	036
大题闯关 .....	039
答案与解析 .....	042
压轴六 有关元素周期律与化学反应的能量综合型 .....	044
典例调研 .....	044
大题闯关 .....	046
答案与解析 .....	047

## 第二部分 无机综合应用型试题

题型综述 .....	050
压轴七 与离子反应相结合的综合推断型 .....	051

典例调研 .....	051
大题闯关 .....	053
答案与解析 .....	055
压轴八 与元素周期表、周期律相结合的推断型 .....	057
典例调研 .....	057
大题闯关 .....	059
答案与解析 .....	061
压轴九 与元素及其化合物知识相结合的推断型 .....	064
典例调研 .....	064
大题闯关 .....	066
答案与解析 .....	069
压轴十 与无机框图相结合的推断型 .....	072
典例调研 .....	072
大题闯关 .....	075
答案与解析 .....	077
压轴十一 元素推断与化学反应原理综合应用型 .....	079
典例调研 .....	079
大题闯关 .....	083
答案与解析 .....	085

## 第三部分 实验评价与探究型试题

题型综述 .....	087
压轴十二 有关物质组成的评价与探究型 .....	088
典例调研 .....	088
大题闯关 .....	092
答案与解析 .....	094
压轴十三 有关物质性质的评价与探究型 .....	097
典例调研 .....	097
大题闯关 .....	099
答案与解析 .....	102
压轴十四 有关物质制备的评价与探究型 .....	105

典例调研	105	压轴二十二	根据有机物结构和性质推断型	155
大题闯关	107	典例调研	155	
答案与解析	110	大题闯关	158	
<b>压轴十五</b>	<b>有关化学原理的评价与探究型</b>	112	答案与解析	160
典例调研	112	<b>压轴二十三</b>	<b>根据给予信息推断型</b>	163
大题闯关	114	典例调研	163	
答案与解析	116	大题闯关	165	
<b>压轴十六</b>	<b>有关工艺流程分析型</b>	118	答案与解析	168
典例调研	118	<b>压轴二十四</b>	<b>根据有机特征反应推断型</b>	172
大题闯关	120	典例调研	172	
答案与解析	122	大题闯关	174	
<b>压轴十七</b>	<b>有关定量实验分析型</b>	126	答案与解析	176
典例调研	126	<b>压轴二十五</b>	<b>根据限定原料合成型</b>	178
大题闯关	130	典例调研	178	
答案与解析	132	大题闯关	182	
		答案与解析	184	
<b>第四部分 物质结构与性质型试题</b>				
<b>题型综述</b>	135	<b>压轴二十六</b>	<b>根据给定合成路线合成型</b>	187
<b>压轴十八</b>	<b>有关原子结构与性质的应用型</b>	136	典例调研	187
典例调研	136	大题闯关	191	
大题闯关	137	答案与解析	192	
答案与解析	139	<b>压轴二十七</b>	<b>根据给定信息合成型</b>	195
<b>压轴十九</b>	<b>有关分子结构与性质的应用型</b>	140	典例调研	195
典例调研	140	大题闯关	199	
大题闯关	141	答案与解析	202	
答案与解析	143	<b>第六部分 化学与技术型试题</b>		
<b>压轴二十</b>	<b>有关晶体结构与性质的应用型</b>	145	<b>题型综述</b>	205
典例调研	145	<b>压轴二十八</b>	<b>化学与资源的开发利用型</b>	206
大题闯关	147	典例调研	206	
答案与解析	148	大题闯关	208	
<b>压轴二十一</b>	<b>有关物质结构与性质综合</b>	149	答案与解析	210
<b>应用型</b>	149	<b>压轴二十九</b>	<b>材料结构、制造与应用型</b>	211
典例调研	149	典例调研	211	
大题闯关	151	大题闯关	213	
答案与解析	153	答案与解析	214	
<b>第五部分 有机化学综合型试题</b>				
<b>题型综述</b>	154	<b>压轴三十</b>	<b>化学与工农业生产相结合型</b>	215
		典例调研	215	
		大题闯关	217	
		答案与解析	219	
<b>附:《试题调研》大面积命中 2011 高考试题</b>				
				221

## 第一部分

# 化学基本理论综合型试题

### 题型综述

化学基本理论内容较多,一直是高考的重点和难点,主要包括化学反应中的热量变化、化学反应中电能与化学能的变化、化学反应速率与化学平衡、电解质溶液及氧化还原反应等基础理论。

化学反应中的热量变化在教材中篇幅较少,难度不大,其重点是热化学方程式的书写或正误判断、盖斯定律的计算。

电化学的考查重点主要集中在原电池原理和电解原理上,包括原电池和电解池的电极名称及电极反应式的判断,根据原电池和电解原理分析反应产物、反应现象和电解质溶液的变化情况,有关原电池和电解产物的判断和计算等,其中新型电池和燃料电池在近几年的高考中频频出现。备考时,要理解重要概念,掌握好原电池和电解池的工作原理,熟悉常见高考题型的解题方法。

化学反应速率部分的内容比较简单,着重掌握化学反应速率的表示方法和计算,理解外界条件(浓度、压强、温度、催化剂等)对化学反应速率的影响。化学平衡部分的理论性较强,图像问题较复杂,掌握起来不太容易。高考考查的重点主要集中在化学平衡的标志、化学平衡常数、外界条件对化学平衡的影响等几个方面,题目常结合图像进行考查。在复习过程中,应理解重要的概念和规律,结合典型例题和习题,思考各类题型的解题思路、方法、规律。

氧化还原反应知识贯穿于中学化学之始终,考查面广,常考查得较有深度,有较高的区分度。其考查点主要集中在氧化还原反应概念的理解和氧化还原反应方程式的配平上,需掌握氧化还原反应中的基本概念,能结合反应判断物质氧化性和还原性的强弱,运用化合价升降法配平氧化还原反应方程式。

电解质溶液部分包括弱电质的电离、盐类的水解和沉淀溶解平衡等重要知识点。备考时需要从化学平衡移动的角度理解弱酸、弱碱和水的电离平衡的移动,盐类水解平衡的移动,沉淀溶解平衡的移动;掌握溶液 pH 的计算方法,理解溶液的酸碱性含义及与 pH 的关系。了解盐类水解的规律和盐类水解的应用,能够结合溶液中的电荷平衡和物料平衡比较溶液中离子浓度的大小。沉淀溶解平衡是新课标新增的内容,在新标高考中已成为考查的热点之一,要求能根据难溶物质的溶度积常数进行溶液中离子浓度的计算或判断沉淀的生成、溶解或转化。

## 压轴一 有关化学反应的能量应用型

### 典例调研

#### 知识必备

##### 反应热的计算

(1) 根据热化学方程式计算。解答这类试题的关键：一要弄清楚燃烧热的含义，二要注意反应热与化学计量数的关系。

(2) 根据键能计算。解答这类试题时一定要将所有反应物和生成物的化学键数目计算清楚，否则极易出错。

(3) 应用盖斯定律进行计算。使用盖斯定律必须明确，化学反应过程的热效应跟反应途径无关，只跟反应的始态和终态有关。



#### 高分攻略

##### 书写热化学方程式常见的错误

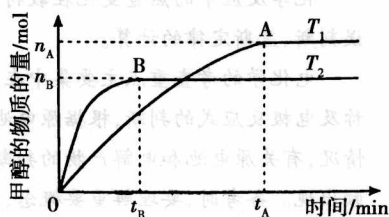
- (1) 漏标物质的聚集状态，或所标状态与题目不符。
- (2) 反应热单位错误。
- (3) 反应热的数值与化学计量数不对应。
- (4) 对燃烧热、中和热的概念理解不清，错写反应热的数值。
- (5) 书写反应热时，漏写正负号。

#### 典例 1

(2011·新课标全国卷) 科学家利用太阳能分解水生成的氢气在催化剂作用下与二氧化碳反应生成甲醇，并开发出直接以甲醇为燃料的燃料电池。已知  $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{CO}(\text{g})$  和  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$  的燃烧热  $\Delta H$  分别为  $-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  和  $-726.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。请回答下列问题：

- (1) 用太阳能分解 10 mol 水消耗的能量是 \_\_\_\_\_ kJ；
- (2) 甲醇不完全燃烧生成一氧化碳和液态水的热化学方程式为 \_\_\_\_\_；

(3) 在容积为 2 L 的密闭容器中，由  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  合成甲醇，在其他条件不变的情况下，考查温度对反应的影响，实验结果如图所示(注： $T_1$ 、 $T_2$  均大于  $300 \text{ }^\circ\text{C}$ )；



下列说法正确的是 \_\_\_\_\_ (填序号)；

① 温度为  $T_1$  时，从反应开始到反应达到平衡，生成甲醇的平均速率为  $v(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{n_A}{t_A} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

② 该反应在  $T_1$  时的平衡常数比  $T_2$  时的小

③ 该反应为放热反应

④ 处于 A 点的反应体系的温度从  $T_1$  变到  $T_2$ ，达到平衡时

$\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CH}_3\text{OH})}$  增大

(4) 在  $T_1$  温度时，将 1 mol  $\text{CO}_2$  和 3 mol  $\text{H}_2$  充入一密闭恒容容器中，充分反应达到平衡后，若  $\text{CO}_2$  的转化率为  $\alpha$ ，则容器内的压强与起始压强之比为 \_\_\_\_\_；

(5) 在直接以甲醇为燃料的燃料电池中，电解质溶液为酸性，负极的反应式为 \_\_\_\_\_、正极的反应式为 \_\_\_\_\_。理想状态下，该燃料电池消耗 1 mol 甲醇所能产生的最大电能为 702.1 kJ，则该燃料电池的理论效率为 \_\_\_\_\_ (燃料电池的理论效率是指电池所产生的最大电能与燃料电池反应所能释放的全部能量之比)。

#### 破题思路

本题主要考查反应热、热化学方程式的书写、化学平衡、转化率及燃料电池等知识，意在考查考生综合运用知识分析问题以及理论联系实际的能力。(1) 由氢气的燃烧热可知，水分解





的反应热为  $\Delta H = +285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 那么分解 10 mol 水消耗的能量为 2 858 kJ。(2) 由题意可知: ①  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3/2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -726.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; ②  $\text{CO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。由盖斯定律, ① - ②得:

$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -443.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) ① 反应速率等于物质的量浓度除以时间, 而不是物质的量除以时间, ② 由图可知,  $T_2 > T_1$ , 平衡时,  $T_1$  温度下甲醇的物质的量大, 说明降温平衡正向移动, 则  $T_1$  时的平衡常数较大, ③ 正反应为放热反应, ④ 从  $T_1$  到  $T_2$ , 平衡左移,  $n(\text{H}_2)/n(\text{CH}_3\text{OH})$  增大。

(4) 由三段式:  $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

起始量 (mol)	1	3	0	0
转化量 (mol)	$\alpha$	$3\alpha$	$\alpha$	$\alpha$
平衡量 (mol)	$1 - \alpha$	$3 - 3\alpha$	$\alpha$	$\alpha$

根据密闭恒容器中压强之比等于物质的量之比得:  $(1 - \alpha + 3 - 3\alpha + \alpha + \alpha) \div (1 + 3) = 1 - \frac{\alpha}{2}$ 。

(5) 以甲醇为燃料的燃料电池, 电解质溶液为酸性, 则生成  $\text{H}^+$ , 负极反应式为  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ , 正极氧气参与反应:  $3/2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{O}$ , 根据理论效率的计算方法, 该燃料电池的理论效率为  $\frac{702.1 \text{ kJ}}{726.5 \text{ kJ}} \times 100\% \approx 96.6\%$ 。

**满分解答** (1) 2 858

(2)  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -443.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3) ③④

(4)  $1 - \frac{\alpha}{2}$

(5)  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \quad \frac{3}{2}\text{O}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{O} \quad 96.6\%$

**典例 2** (2010 · 天津卷) 二甲醚是一种重要的清洁燃料, 也可替代氟利昂作制冷剂, 对臭氧层无破坏作用。工业上可利用煤的气化产物(水煤气)合成二甲醚。

请回答下列问题:

(1) 煤的气化的主要化学反应方程式: \_\_\_\_\_。

(2) 煤的气化过程中产生的有害气体  $\text{H}_2\text{S}$  用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收, 生成两种酸式盐, 该反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

(3) 利用水煤气合成二甲醚的三步反应如下:

①  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H = -90.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

②  $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -23.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

③  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -41.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

总反应  $3\text{H}_2(\text{g}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$  的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_;

一定条件下的密闭容器中, 该总反应达到平衡, 要提高 CO 的转化率, 可以采取的措施是 \_\_\_\_\_ (填字母代号)。

- a. 高温高压                      b. 加入催化剂  
c. 减少  $\text{CO}_2$  的浓度              d. 增加 CO 的浓度  
e. 分离出二甲醚



## 高分技巧

(1) 能量变化的表示方法, 通常用热化学方程式的形式表达, 考查的重点是书写热化学方程式或涉及能量的简单计算。主要有两种考查形式: 一是直接给出一定量的反应物, 根据反应的能量变化, 写出反应的热化学方程式; 另一种是给出若干个反应, 利用盖斯定律将所给的热化学方程式进行简单计算, 得出相应的热化学方程式或进行反应热的简单计算。

(2) 能量之间的转化关系成为试题综合性的纽带。热能转化为电能, 将热化学方程式与原电池结合起来; 电能转化为化学能, 又可将电解池与氧化还原反应联系起来。总之, 能量间的相互转化使氧化还原反应、电极反应、简单化学计算等很好地结合在一起。

## 知识必备

**书写热化学方程式的注意事项**

(1) 热化学方程式中要注明  $\Delta H$  的符号, 放热反应的  $\Delta H$  为“-”, 吸热反应的  $\Delta H$  为“+”, 单位一般为  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 中学阶段所用  $\Delta H$  一般是在  $25^\circ\text{C}$ 、101 kPa 下测定的, 可不注明反应温度和压强。

(3) 热化学方程式中的化学计量数不表示物质的分子或原子个数, 仅表示该物质的物质的量, 可用整数表示, 也可用分数表示。

(4) 注明反应物和生成物的聚集状态(s、l、g或aq),热化学方程式中不用“↓”或“↑”符号。不用“→”而用符号“ $\rightleftharpoons$ ”表示。

(5) 热化学方程式中的热量表示反应完成时的热量,对于可逆反应中的反应热表示的不是达到平衡时的热量变化。

(4) 已知反应② $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 某温度下的平衡常数为400。此温度下,在密闭容器中加入 $\text{CH}_3\text{OH}$ ,反应到某时刻测得各组分的浓度如下:

物质	$\text{CH}_3\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{OCH}_3$	$\text{H}_2\text{O}$
浓度( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	0.44	0.6	0.6

①比较此时正、逆反应速率的大小: $v_{\text{正}}$  \_\_\_\_\_  $v_{\text{逆}}$ (填“>”、“<”或“=”)。

②若加入 $\text{CH}_3\text{OH}$ 后,经10 min反应达到平衡,此时 $c(\text{CH}_3\text{OH}) =$  \_\_\_\_\_ ;该时间内反应速率 $v(\text{CH}_3\text{OH}) =$  \_\_\_\_\_ 。

**破题思路** 本题主要考查元素化合物的性质、盖斯定律的应用、化学反应速率的计算及化学平衡的影响因素等重要知识点。

(1) 水煤气的主要成分是CO和 $\text{H}_2$ ,因此生成水煤气的反应是煤在高温下与水蒸气反应,化学方程式为 $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$ 。

(2) 氢硫酸与 $\text{H}_2\text{CO}_3$ 均是二元弱酸, $\text{H}_2\text{S}$ 与 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液反应生成两种酸式盐,即 $\text{NaHCO}_3$ 和 $\text{NaHS}$ ,故化学方程式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaHS}$ 。

(3) 根据盖斯定律,观察目标方程式应是① $\times 2 +$ ② $+ ③$ 所得,故 $\Delta H = 2 \times (-90.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) + (-23.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) + (-41.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -246.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

由于该反应的正反应是放热反应,则升高温度平衡左移,CO的转化率减小;加入催化剂,平衡不移动,CO的转化率不变;减少 $\text{CO}_2$ 的浓度、分离出二甲醚,平衡右移,CO的转化率增大;增加CO的浓度,平衡右移,但CO的转化率降低;故选c、e。

(4) ①此时的浓度商 $Q = \frac{0.6 \times 0.6}{0.44^2} \approx 1.86 < 400$ ,则反应未达到平衡状态,反应正向进行,因此 $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ 。

②设平衡时甲醇转化的浓度为 $2x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则生成物二甲醚和水蒸气的浓度均为 $(0.6 + x) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,甲醇的平衡浓度为 $(0.44 - 2x) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,有:

$$\frac{(0.6 + x)^2}{(0.44 - 2x)^2} = 400, \text{解得 } x = 0.2.$$

故甲醇的平衡浓度为 $0.44 - 2x = 0.04 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$ 。由表可知甲醇的起始浓度为 $(0.44 + 0.6 \times 2) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.64 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,故 $v(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{1.64 - 0.04}{10} = 0.16 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1})$ 。

**满分解答** (1)  $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$

(2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaHS}$

(3)  $-246.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  ce

(4) ① > ②  $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

**典例3** 甲醛是一种重要的化工产品,可利用甲醇催化脱氢制得。甲醛与气态甲醇转化的能量关系如图所示。

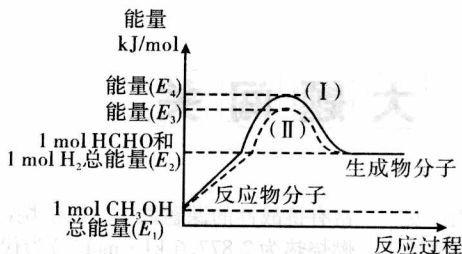


### 高分技巧

#### 反应热的计算方法

(1) 运用盖斯定律:一定条件下,一个化学反应无论是一步完成还是分几步完成,其反应的总热效应是相同的。反应热只与反应的始态和终态有关,而与反应进行的途径无关。根据盖斯定律可将已知反应相加或相减,计算与之相关的未知反应的反应热。

(2) 运用键能:反应热与键能的关系: $\Delta H =$  反应物键能之和 - 生成物键能之和。



(1) 甲醇催化脱氢转化为甲醛的反应是\_\_\_\_\_ (填“吸热”和“放热”)反应。

(2) 过程 I 与过程 II 的反应热是否相同? \_\_\_\_\_, 原因是\_\_\_\_\_。

(3) 写出甲醇催化脱氢转化为甲醛的热化学方程式\_\_\_\_\_。

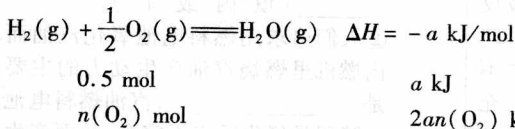
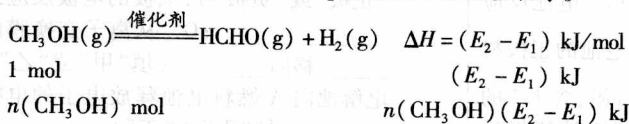
(4) 甲醇催化脱氢转化为甲醛的过程中, 如果要使反应温度维持在  $700\text{ }^\circ\text{C}$ , 需向体系中通入空气, 则进料甲醇与空气的物质的量的理论比值为\_\_\_\_\_ [假设:  $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) = H_2O(g)$   $\Delta H = -a\text{ kJ/mol}$ , 空气中氧气的体积分数为 0.2]。

**破题思路** (1) 根据图像可以看出, 1 mol  $CH_3OH$  的总能量  $E_1$  小于 1 mol HCHO 和 1 mol  $H_2$  的总能量  $E_2$ , 因此甲醇催化脱氢转化为甲醛的反应是吸热反应。

(2) 一个化学反应的反应热与反应的始态和终态有关, 与反应的途径无关, 故过程 I 与过程 II 的反应热相同。

(3) 甲醇催化脱氢转化为甲醛的热化学方程式为  $CH_3OH(g) \xrightarrow{\text{催化剂}} HCHO(g) + H_2(g)$   $\Delta H = (E_2 - E_1)\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4) 如果要使甲醇催化脱氢转化为甲醛的反应温度维持在  $700\text{ }^\circ\text{C}$ , 则该反应吸收的热量恰与  $H_2$  燃烧放出的热量相等。

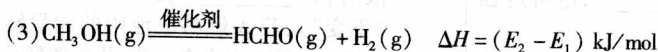


则  $n(CH_3OH)(E_2 - E_1) = 2an(O_2)$ , 即  $n(CH_3OH) : n(O_2) =$

$$\frac{2a}{E_2 - E_1}, \text{ 则 } n(CH_3OH) : n(\text{空气}) = \frac{2a}{5(E_2 - E_1)}。$$

**满分解答** (1) 吸热

(2) 相同 一个化学反应的反应热仅与反应的起始状态和最终状态有关, 而与反应的途径无关



(4)  $\frac{2a}{5(E_2 - E_1)}$

## 知识必备

(1) 吸热反应和放热反应: 若反应物的总能量大于生成物的总能量, 则反应为放热反应,  $\Delta H < 0$ 。若反应物的总能量小于生成物的总能量, 则反应为吸热反应,  $\Delta H > 0$ 。

注意: 不能根据反应条件去判断反应是吸热还是放热, 需要加热才能进行的反应不一定是吸热反应, 不需要加热就能进行的也不一定是放热反应。

(2) 物质所具有的能量、键能与物质本身的稳定性的关系: 一般物质的能量越低越稳定, 键能越大越稳定。



## 高分攻略

### 热化学方程式正误判断

(1) 首先看是否正确注明了物质的聚集状态, 因为反应物和产物的聚集状态不同, 反应热的数值就不同。

(2) 看  $\Delta H$  的正、负号是否正确,  $\Delta H$  的单位是否正确。

(3) 热化学反应方程式中化学计量数表示物质的量, 要看反应物的物质的量与  $\Delta H$  是否成比例。

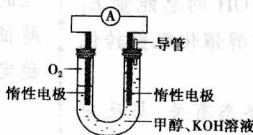
# 大题闯关

1. 我国作为世界上最大的汽车生产和消费国,发展汽车工业必须要走新能源汽车之路。预计到2020年,我国电动汽车年产量将达到100万辆。

(1) 用甲醇(CH<sub>3</sub>OH)作汽车燃料可降低汽车尾气污染。已知用合成气(CO和H<sub>2</sub>)合成1 mol液态甲醇,吸收的热量为131.9 kJ,请写出反应的热化学方程式为\_\_\_\_\_。

已知:  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) + 3/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -594.1 \text{ kJ/mol}$ , 请写出液态甲醇燃烧生成二氧化碳和水蒸气的热化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 依据甲醇燃烧的反应原理,设计如图所示的电池装置。



①该电池正极的电极反应式为\_\_\_\_\_。

②工作一段时间后,测得溶液的pH减小,该电池的总离子反应方程式为\_\_\_\_\_。

(3) LiFePO<sub>4</sub>电池具有稳定性高、安全、对环境友好等优点,可用于电动汽车。电池反应为  $\text{FePO}_4 + \text{Li} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{LiFePO}_4$ , 电池的正极材料是LiFePO<sub>4</sub>, 负极材料是石墨, 含Li<sup>+</sup>的导电固体为电解质。放电时电池正极反应为\_\_\_\_\_。

放电时电池内部Li<sup>+</sup>向\_\_\_\_\_移动, \_\_\_\_\_(填“可”或“不可”)加入硫酸以提高电解质的导电性, 充电过程中, 电池正极材料的质量\_\_\_\_\_ (填“增加”、“减少”或“不变”)。

(4) 如果采用LiFePO<sub>4</sub>电池电解500 mL KNO<sub>3</sub>和Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>的混合溶液, 其中c(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) = 7.0 mol/L, 用石墨作电极电解此溶液, 通电一段时间后, 两极均收集到22.4 L气体(标准状况)。c(K<sup>+</sup>) = \_\_\_\_\_, 电解过程中消耗Li \_\_\_\_\_ g。

2. 能源危机促使世界各国寻找新的替代能源和对已有能源“高效利用”的技术研发。设计燃料电池使汽油氧化直接产生电流是本世纪最

富有挑战性的课题之一。以丁烷(已知丁烷的燃烧热为2877.6 kJ·mol<sup>-1</sup>)为代表回答下列问题:

(1) ①表示丁烷燃烧的热化学方程式: \_\_\_\_\_;

②正丁烷的燃烧热:2878 kJ·mol<sup>-1</sup>, 异丁烷的燃烧热:2869 kJ·mol<sup>-1</sup>, 正丁烷转化为异丁烷的过程中\_\_\_\_\_ (填“放出”或“吸收”)能量。

(2) 最近有人制造了一种燃料电池, 一个电极通入空气, 另一个电极通入汽油蒸气(主要成分为丁烷), 电池的电解质是掺杂了Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的ZrO<sub>2</sub>晶体, 它在高温下能传导O<sup>2-</sup>。



氯碱工业是最基本的化学工业之一, 它的产品除应用于化学工业本身外, 还广泛应用于轻工业、纺织工业、冶金工业、石油化学工业以及公用事业。如图是燃料电池和氯碱工业联合示意图。

①A燃料电池的乙极是\_\_\_\_\_ (填“正极”或“负极”), 该极的电极反应式为\_\_\_\_\_; O<sup>2-</sup>从离子交换膜的\_\_\_\_\_移向\_\_\_\_\_ (填“甲”或“乙”); B电解池向A燃料电池释放电子的电极是\_\_\_\_\_ (填“丙”或“丁”)。

②人们追求用燃料电池氧化汽油而不在内燃机里燃烧汽油产生动力的主要原因是\_\_\_\_\_; 汽油燃料电池最大的障碍是氧化反应不完全, 从而产生\_\_\_\_\_堵塞电极的气体通道, 有人估计完全避免这种副反应至少还需10年, 这正是新一代化学家的历史使命。

③B电解池丙室发生的电极反应方程式为\_\_\_\_\_, 电解过程中丁室溶液的pH\_\_\_\_\_ (填“增大”、“减小”或“不变”), 若A燃料电池中的能量转换率为80% (设丁烷完全氧化, 化学能转化为电能的部分为有效转换率, 其余能量以热能的形式释放出去), B电解池中的能量利用



率为 100%，则当 B 电解池中产生 44.8 L  $H_2$  (标准状况下) 时，A 燃料电池转移的电子数为 \_\_\_\_\_ mol。

3. 合成气的主要成分是一氧化碳和氢气，可用于合成二甲醚等清洁燃料。用天然气获得合成气过程中可能发生的反应：

- ①  $CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$   
 $\Delta H_1 = +206.1 \text{ kJ/mol}$
- ②  $CH_4(g) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g) + 2H_2(g)$   
 $\Delta H_2 = +247.3 \text{ kJ/mol}$
- ③  $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$   
 $\Delta H_3$

请回答下列问题：

(1) 在一密闭容器

中进行反应

①，测得  $CH_4$

的物质的量浓

度随反应时间

的变化如图 1 所示。

反应进行的前 5 min 内， $v(H_2) =$  \_\_\_\_\_；10 min 时，改变的外界条件可能是 \_\_\_\_\_。

(2) 如图 2 所示，在甲、乙两容器中分别充入等物质的量的  $CH_4$  和  $CO_2$ ，使甲、乙两容器的初始容积相等，在相同温度下发生反应②，并维持反应过程中温度不变。已知甲容器中  $CH_4$  的转化率随时间变化的图像如图 3 所示，请在图 3 中画出乙容器中  $CH_4$  的转化率随时间变化的图像。

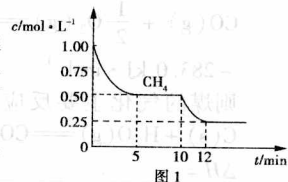


图 1

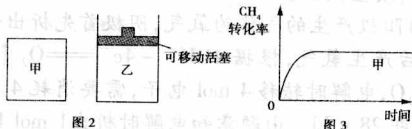


图 2

图 3

(3) 反应③中  $\Delta H_3 =$  \_\_\_\_\_。800 °C 时，反应③的化学平衡常数  $K = 1.0$ ，某时刻测得该温度下的密闭容器中各物质的物质的量见下表：

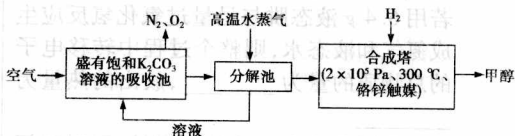
CO	$H_2O$	$CO_2$	$H_2$
0.5 mol	8.5 mol	2.0 mol	2.0 mol

此时反应③中正、逆反应速率的关系式是 \_\_\_\_\_ (填序号)。

- a.  $v_{正} > v_{逆}$
- b.  $v_{正} < v_{逆}$
- c.  $v_{正} = v_{逆}$
- d. 无法判断

4. 为减小和消除  $CO_2$  对环境的影响，一方面世界各国都在限制  $CO_2$  的排放量，另一方面科学家加强了对  $CO_2$  创新利用的研究。最近有科学家提出“绿色自由”构想，把空气吹入碳酸钾溶

液中，然后再把  $CO_2$  从溶液中提取出来，经化学反应后使之变为可再生燃料甲醇。“绿色自由”构想技术流程如下：



(1) 在合成塔中，若有 4.4 kg  $CO_2$  与足量  $H_2$  恰好完全反应，可放出 4 947 kJ 的热量，试写出合成塔中发生反应的热化学方程式是 \_\_\_\_\_。

(2) 以甲醇为燃料制作新型燃料电池，电池的正极通入  $O_2$ ，负极通入甲醇，在酸性溶液中甲醇与氧气作用生成水和二氧化碳。该电池负极发生的反应为  $CH_3OH + H_2O - 6e^- = CO_2 + 6H^+$ ，则正极发生的反应是 \_\_\_\_\_；放电时， $H^+$  移向电池的 \_\_\_\_\_ (填“正”或“负”)极。

(3) 常温常压下，饱和  $CO_2$  水溶液的  $pH = 5.6$ ， $c(H_2CO_3) = 1.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 。若忽略水的电离及  $H_2CO_3$  的二级电离，则  $H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$  的平衡常数  $K$  为 \_\_\_\_\_ (已知： $10^{-5.6} = 2.5 \times 10^{-6}$ )。

(4) 常温下，0.1 mol/L  $NaHCO_3$  溶液的  $pH$  大于 8，则溶液中  $c(H_2CO_3)$  \_\_\_\_\_  $c(CO_3^{2-})$  (填“>”、“=”或“<”)，原因是 \_\_\_\_\_ (用离子方程式和必要的文字说明)。

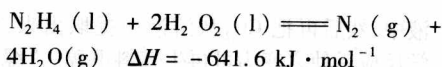
(5) 小李同学拟用沉淀法测定空气中  $CO_2$  的体积分数，查得  $CaCO_3$ 、 $BaCO_3$  的溶度积 ( $K_{sp}$ ) 分别为  $4.96 \times 10^{-9}$ 、 $2.58 \times 10^{-9}$ 。应该选用的试剂是 \_\_\_\_\_。

5. 2010 年 8 月 24 日 15 时 10 分，我国在酒泉卫星发射中心用“长征二号丁”运载火箭成功将“天绘一号”卫星送入预定轨道。

请回答下列有关问题：

(1) “长征二号丁”运载火箭一级推进剂采用四氧化二氮作为氧化剂，燃料是液态偏二甲肼 ( $C_2H_8N_2$ )，火箭起飞时的反应产物都是无毒的气体；请你写出该反应的化学方程式： \_\_\_\_\_；请你解释火箭上升过程中尾部呈现红棕色的原因： \_\_\_\_\_。

(2) 某些运载火箭推进器中装有肼 ( $N_2H_4$ ) 和过氧化氢，当二者混合时即产生气体，并放出大量的热。已知：



若用 6.4 g 液态肼与足量过氧化氢反应生成氮气和液态水,则整个过程中转移电子的总物质的量为 \_\_\_\_\_,放出的热量为 \_\_\_\_\_。

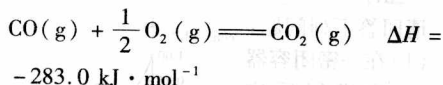
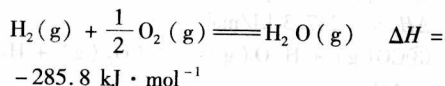
(3) 未来我国将建立自己的空间站,届时空间站需要再生性的燃料电池。这种电池工作的基本原理是有太阳光时利用太阳能电池板收集电能并将水电解,没有太阳光时利用燃料  $\text{H}_2$ 、氧化剂  $\text{O}_2$  构成原电池,提供电能。若用  $\text{KOH}$  浓溶液作为该原电池的电解液,写出负极反应式: \_\_\_\_\_。

(4) 飞船或空间站中的宇航员新陈代谢的气体中含有二氧化碳、水蒸气,而呼吸需要的是氧气。请你利用自己所学的化学知识设计一个能够循环处理飞船或空间站内气体的方法,写出化学方程式: \_\_\_\_\_。

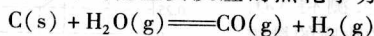
6. 能源是国民经济发展的重要基础,我国目前使用的能源主要是化石燃料。

(1) 在  $25^\circ\text{C}$ 、 $101 \text{ kPa}$  时,  $16 \text{ g CH}_4$  完全燃烧生成液态水时放出的热量是  $890.31 \text{ kJ}$ , 则  $\text{CH}_4$  燃烧的热化学方程式是 \_\_\_\_\_。

(2) 已知:  $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g) \quad \Delta H = -437.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

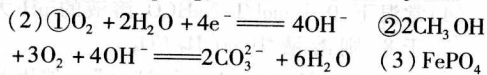
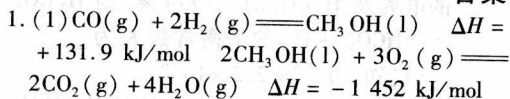


则煤的气化主要反应的热化学方程式:



$\Delta H = \text{_____} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

### 答案与解析



(4)  $3 \text{ mol/L}$   $28$

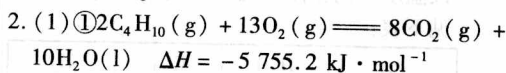
**【解析】** 本题以汽车所涉及的能源和电源问题为命题的出发点,综合考查了能量变化的表示方法及能量之间的转化问题,试题有一定的梯度,对基础知识的运用能力要求较高。(1)根据反应物  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$ 、生成物  $\text{CH}_3\text{OH}$  可正确写出化学方程式,并标出反应物、生成物的聚集状态和  $\Delta H$ 。运用盖斯定律,将  $2\text{H}_2(g) + \text{CO}(g) + 3/2\text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H = -594.1 \text{ kJ/mol}$  减去  $\text{CO}(g) + 2\text{H}_2(g) = \text{CH}_3\text{OH}(l) \quad \Delta H = +131.9 \text{ kJ/mol}$  后,再乘以 2 可得出结果。

(2) 通入  $\text{O}_2$  的一极为正极,甲醇发生氧化反应,应作负极,电解质溶液为  $\text{KOH}$  溶液,能将反应产生的  $\text{CO}_2$  消耗掉,甲醇燃烧的反应式为  $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{CO}_2 + 4\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,将以上两式进行合并,可得到电池的总离子反应方程式为  $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 放电时,负极反应为  $\text{Li} - \text{e}^- = \text{Li}^+$ ,总反应

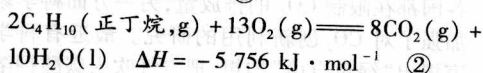
减去负极反应可得正极反应为  $\text{FePO}_4 + \text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{LiFePO}_4$ ,负极产生  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Li}^+$  向正极移动,由于  $\text{Li}$  能与硫酸发生反应,不可以加入硫酸增强导电性,充电时负极充当阴极与外接电源的负极相连,正极充当阳极与外接电源的正极相连,阳极反应为  $\text{LiFePO}_4 - \text{e}^- = \text{FePO}_4 + \text{Li}^+$ ,质量减少。

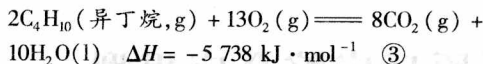
(4) 阳极产生的气体为氧气,阴极首先析出铜,然后产生氢气,根据  $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ,电解时转移 4 mol 电子,需要消耗 4 mol  $\text{Li}$ ,即  $28 \text{ g Li}$ 。由题意知电解时析出 1 mol  $\text{H}_2$ ,结合电荷守恒得出阴极析出 1 mol  $\text{Cu}$ ,  $c(\text{Cu}^{2+}) = 2 \text{ mol/L}$ ,最后得出  $c(\text{K}^+) = 3 \text{ mol/L}$ 。



② 放出 (2) ① 负极  $\text{C}_4\text{H}_{10} + 13\text{O}_2^{2-} - 26\text{e}^- = 4\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$  甲 乙 丙 ② 燃料电池具有较高的能量利用率 碳粒 ③  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$  增大 5

**【解析】** (1)  $2\text{C}_4\text{H}_{10}(g) + 13\text{O}_2(g) = 8\text{CO}_2(g) + 10\text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H = -5755.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  ①

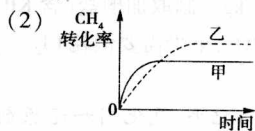




利用盖斯定律将②-③再除以2得  $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{正丁烷}, \text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_{10}(\text{异丁烷}, \text{g}) \quad \Delta H = -9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 该反应为放热反应。

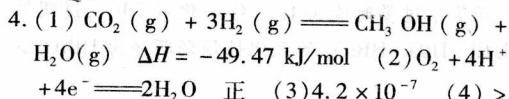
(2) ①丁烷发生氧化反应作负极, 向外电路释放电子; 正极通入的是氧气, 因该电池的电解质为非水电解质, 故正极反应方程式为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{O}^{2-}$ ,  $\text{O}^{2-}$  向负极移动。②燃料电池的能量转换率超过80%, 而普通的燃料利用率才30%, 故燃料电池具有较高的能量利用率; 当汽油燃料氧化不充分时, 会产生碳粒, 从而堵塞通气管道。③氯碱工业的阳极反应为  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$ , 阴极反应为  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow$ , 故阴极附近水的电离平衡被破坏, 溶液的碱性增强, pH 增大; 由阴极反应可知生成44.8 L  $\text{H}_2$ , 电解池中转移电子4 mol, 利用电子守恒推知 A 燃料电池转移电子数为  $\frac{4 \text{ mol}}{80\%} = 5 \text{ mol}$ 。

3. (1) 0.3 mol/(L·min) 升高温度(或充入水蒸气)



(3) -41.2 kJ/mol a

**【解析】** (1) 应根据图像先计算5 min内  $\text{CH}_4$  的平均反应速率, 再计算  $\text{H}_2$  的生成速率。10 min时, 改变的条件不可能是增大容器体积, 否则改变条件的瞬间  $\text{CH}_4$  的浓度应减小。改变的条件可能是升高温度(或充入水蒸气)。(2) 甲容器中反应开始后压强增大, 乙容器中反应开始后压强不变、体积增大, 可看成是由甲容器减压得到, 故乙容器中的反应速率小、 $\text{CH}_4$  的转化率大。(3) 根据盖斯定律可知, 反应①-反应②=反应③, 则  $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 = 206.1 \text{ kJ/mol} - 247.3 \text{ kJ/mol} = -41.2 \text{ kJ/mol}$ 。结合题给信息可知,  $Q = (2 \times 2) / (0.5 \times 8.5) \approx 0.9412 < 1.0$ , 该反应向正反应方向进行,  $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ 。

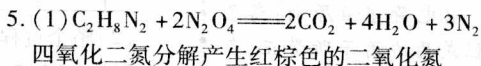


$\text{NaHCO}_3$  溶液中既存在  $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$ , 也存在  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  的水解程度大于其电离程度 (5)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$

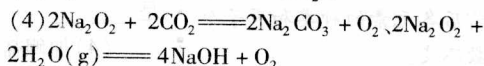
**【解析】** (1) 饱和碳酸钾溶液吸收空气中的二氧化碳, 生成碳酸氢钾, 进入分解池后, 碳酸氢钾溶液受热后生成  $\text{CO}_2$ , 在催化剂作用下  $\text{CO}_2$  与氢气合成甲醇。结合质量守恒, 写出化学方程式:  $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2)  $\text{O}_2$  在酸性条件下的电极反应是  $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ , 在碱性条件下的电极反应是  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$ , 此燃料电池在酸性条件下进行, 电极反应是前者。(3)  $K = c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+) / c(\text{H}_2\text{CO}_3) \approx 4.2 \times 10^{-7}$ 。

(4) 碳酸氢钠溶液中  $\text{HCO}_3^-$  既能水解, 又能电离, 溶液呈碱性, 表明溶液中  $\text{HCO}_3^-$  的水解程度大于其电离程度, 因此  $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{CO}_3^{2-})$ 。(5)  $\text{BaCO}_3$  的溶度积小于  $\text{CaCO}_3$  的, 应选择生成碳酸钡为宜。

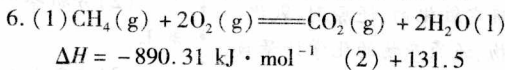


(2) 0.8 mol 163.5 kJ



**【解析】** (1) 四氧化二氮与偏二甲肼反应的产物为二氧化碳、氮气和氢气; 火箭上升过程中, 泄漏的四氧化二氮分解产生红棕色的二氧化氮。

(2) 6.4 g 肼的物质的量为 0.2 mol, 1 mol 肼完全被过氧化氢氧化为氮气与水时转移电子 4 mol, 故 0.2 mol 肼反应生成液态水时转移电子 0.8 mol; 由盖斯定律可知: 液态肼与过氧化氢反应生成液态水的热化学方程式为  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + 2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -817.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 故 0.2 mol 肼放出的热量为  $0.2 \text{ mol} \times 817.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 163.5 \text{ kJ}$ 。(4) 利用  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与二氧化碳、水蒸气反应生成氧气的原理可以处理飞船、空间站中新陈代谢的“废气”。



**【解析】** (1) 根据提供信息, 1 mol 甲烷完全燃烧生成液态水时放出 890.31 kJ 的热量, 因此其热化学方程式为  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -890.31 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(2) 设提供的三个反应依次为①、②、③, 根据盖斯定律,  $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  可以通过①-②-③得到, 因此该反应的  $\Delta H = -437.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +131.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

## 压轴二 有关氧化还原反应综合应用型

### 典例调研

#### 知识必备

配平氧化还原反应方程式的原则

①电子得失守恒原则：反应中还原剂失电子总数等于氧化剂得电子总数；

②电荷守恒原则：离子方程式两边离子所带正、负电荷总数相等；

③质量守恒原则：反应前后各元素的种类和原子个数不变。



#### 高分技巧

配平氧化还原反应方程式的方法

①逆向配平法：部分氧化还原反应、自身氧化还原反应等宜用逆向配平法，即选择氧化产物、还原产物为基准物。

②缺项配平法：一般先确定氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的化学计量数，再通过比较反应物与生成物，确定缺项物质，最后观察配平。

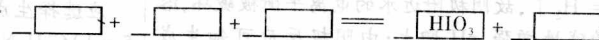
③有机氧化还原反应方程式的配平：有机物中元素的化合价一般氢元素显+1价，氧元素显-2价，然后根据化合价的代数和为零计算碳元素的平均化合价。

#### 典例1

向盛有 KI 溶液的试管中加入少许  $\text{CCl}_4$  后滴加氯水， $\text{CCl}_4$  层变成紫色。如果继续向试管中滴加氯水，振荡， $\text{CCl}_4$  层会逐渐变浅，最后变成无色。

完成下列填空：

(1) 写出并配平  $\text{CCl}_4$  层由紫色变成无色的化学反应方程式(如果系数是 1, 不用填写)：



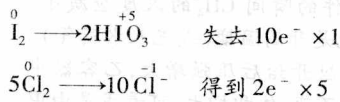
(2) 整个过程中的还原剂是\_\_\_\_\_。

(3) 把 KI 换成 KBr, 则  $\text{CCl}_4$  层变为\_\_\_\_\_色；继续滴加氯水， $\text{CCl}_4$  层的颜色没有变化。 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HIO}_3$ 、 $\text{HBrO}_3$  氧化性由强到弱的顺序是\_\_\_\_\_。

(4) 加碘盐中含碘量为 20 mg ~ 50 mg/kg。制取加碘盐(含  $\text{KIO}_3$  的食盐) 1 000 kg, 若用 KI 与  $\text{Cl}_2$  反应制  $\text{KIO}_3$ , 至少需要消耗  $\text{Cl}_2$  \_\_\_\_\_ L(标准状况, 保留 2 位小数)。

**破题思路** 本题考查氧化还原反应的配平、氧化剂和还原剂、氧化性强弱的判断及化学计算等知识。

(1) 向盛有 KI 溶液的试管中滴加氯水，氯气首先氧化 KI 生成单质碘，氯气过量时  $\text{I}_2$  继续被氧化，生成  $\text{HIO}_3$ 。 $\text{CCl}_4$  层由紫色变成无色的反应是氯气将  $\text{I}_2$  氧化成  $\text{HIO}_3$  的过程，配平过程如下：



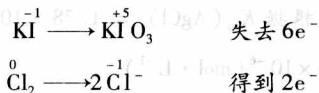
根据得失电子守恒和质量守恒，可配平： $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{HIO}_3 + 10\text{HCl}$ 。

(2) 分析整个过程中化合价升高的都是 I 元素，故还原剂为 KI 和  $\text{I}_2$ 。

(3) 氯气也能将 KBr 氧化，生成单质溴而使  $\text{CCl}_4$  层呈红棕色，继续滴加氯水， $\text{CCl}_4$  层的颜色没有变化，说明氯水不能继续氧化  $\text{Br}_2$ ，则氧化性  $\text{HBrO}_3 > \text{Cl}_2$ 。而氯水过量时能将  $\text{I}_2$  继续氧化成  $\text{HIO}_3$ ，说明氧化性  $\text{Cl}_2 > \text{HIO}_3$ ，因此  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HIO}_3$ 、 $\text{HBrO}_3$  的氧化性强弱顺序为  $\text{HBrO}_3 > \text{Cl}_2 > \text{HIO}_3$ 。

(4) 用 KI 与氯水反应制  $\text{KIO}_3$  的过程较复杂，可以根据得失电子守恒计算。按最小值计算时，1 000 kg 加碘食盐中含碘 20 g，根据质量守恒可知： $n(\text{KIO}_3) = n(\text{I}) = \frac{20 \text{ g}}{127 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$ 。





根据得失电子守恒可得,  $n(\text{Cl}_2) \times 2 = n(\text{KIO}_3) \times 6$ , 故至少需要消耗  $\text{Cl}_2$  的体积  $V(\text{Cl}_2) = \frac{20 \text{ g}}{127 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 3 \times 22.4 \text{ L/mol} \approx 10.58 \text{ L}$ 。

**【满分解答】** (1)  $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HIO}_3 + 10\text{HCl}$  (2)  $\text{KI}$ 、 $\text{I}_2$   
(3) 红棕  $\text{HBrO}_3 > \text{Cl}_2 > \text{HIO}_3$  (4) 10.58

**【典例 2】** 用高效的二氧化氯 ( $\text{ClO}_2$ ) 替代液氯进行消毒, 可避免产生对人体健康有害的有机氯代物。

(1) 工业上,  $\text{ClO}_2$  常用  $\text{NaClO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液混合并加硫酸酸化后反应制得, 则化学反应方程式为 \_\_\_\_\_, 在该反应中  $\text{NaClO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  的物质的量之比为 \_\_\_\_\_。

(2) 有效氯含量是含氯消毒剂的一个重要指标, 有效氯含量的定义: 与  $\text{HI}$  反应生成相同量的  $\text{I}_2$  所需  $\text{Cl}_2$  的质量与指定含氯消毒剂的质量之比, 常用百分数表示。则  $\text{ClO}_2$  的有效氯含量是 \_\_\_\_\_。

(3) 化学小组的同学欲对用  $\text{ClO}_2$  消毒过的自来水进行氯元素含量的测定(假定  $\text{ClO}_2$  全部转化为  $\text{Cl}^-$ ), 他们进行了如下实验: 向 30.00 mL 水样中加几滴  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  溶液作指示剂, 用  $0.001\ 000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ AgNO}_3$  溶液滴定, 当有砖红色  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  沉淀出现时, 达滴定终点, 此时用去  $\text{AgNO}_3$  溶液 12.12 mL。

①水样中  $\text{Cl}^-$  的物质的量浓度是 \_\_\_\_\_。

②已知  $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.78 \times 10^{-10}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 2.00 \times 10^{-12}$ 。如在滴定终点时, 测得溶液中  $\text{CrO}_4^{2-}$  的浓度是  $5.000 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。试计算此时溶液中  $\text{Cl}^-$  的浓度是 \_\_\_\_\_。

**【破题思路】** (1) 根据题意, 发生的反应:  $\text{NaClO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{ClO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

反应中元素化合价变化情况:  $\text{Na} \overset{+5}{\text{ClO}_3} \rightarrow \overset{+4}{\text{ClO}_2} \uparrow$ ,  $\text{Na}_2 \overset{+4}{\text{SO}_3} \rightarrow \overset{+6}{\text{Na}_2\text{SO}_4}$

根据得失电子守恒和质量守恒定律, 可配平反应:  $2\text{NaClO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

根据配平的反应方程式可得  $n(\text{NaClO}_3) : n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 2 : 1$ 。

(2) 根据题意可知, 2 mol  $\text{HI}$  被氧化生成 1 mol  $\text{I}_2$ , 反应中转移 2 mol 电子, 消耗氧化剂  $\text{Cl}_2$  71 g。若用  $\text{ClO}_2$  氧化  $\text{HI}$  得到 1 mol  $\text{I}_2$ , 反应方程式为  $2\text{ClO}_2 + 10\text{HI} \longrightarrow 5\text{I}_2 + 2\text{HCl} + 4\text{H}_2\text{O}$ , 则消耗  $\text{ClO}_2$  的物质的量为  $\frac{2}{5} \text{ mol}$ , 其质量为 27 g。因此  $\text{ClO}_2$  的有效氯含量为  $\frac{71 \text{ g}}{27 \text{ g}} \times 100\% \approx 263\%$ 。

(3) ①溶液中发生的离子反应:  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow$ , 则  $n(\text{Ag}^+) = n(\text{Cl}^-) = 0.001\ 000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 12.12 \times 10^{-3} \text{ L} = c(\text{Cl}^-) \times 30.00 \times 10^{-3} \text{ L}$ , 因此  $c(\text{Cl}^-) = 4.040 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

②在滴定终点时,  $c(\text{CrO}_4^{2-}) = 5.000 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 根据  $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 2.00 \times 10^{-12}$ , 则  $c(\text{Ag}^+) = \sqrt{\frac{2.00 \times 10^{-12}}{5.000 \times 10^{-3}}} = 2.00 \times$

### 知识必备

#### 物质氧化性、还原性强弱比较

(1) 据得失电子难易程度: 易失电子的物质还原性强; 易得电子的物质氧化性强。注意: 得失电子数目多少  $\neq$  得失电子能力大小。

(2) 据反应方程式比较: 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。

(3) 据金属活动性顺序及非金属活动性顺序: 金属单质的还原性按金属活动性顺序表中顺序逐渐减弱, 对应的阳离子氧化性逐渐增强 ( $\text{Fe}^{3+}$  除外); 非金属单质的氧化性按非金属活动性顺序逐渐减弱, 对应的阴离子还原性逐渐增强。

(4) 据原电池、电解池的电极反应比较: ①还原性: 负极  $>$  正极。②用惰性电极电解混合溶液时, 在阴极先放电的阳离子的氧化性较强, 在阳极先放电的阴离子的还原性较强。