

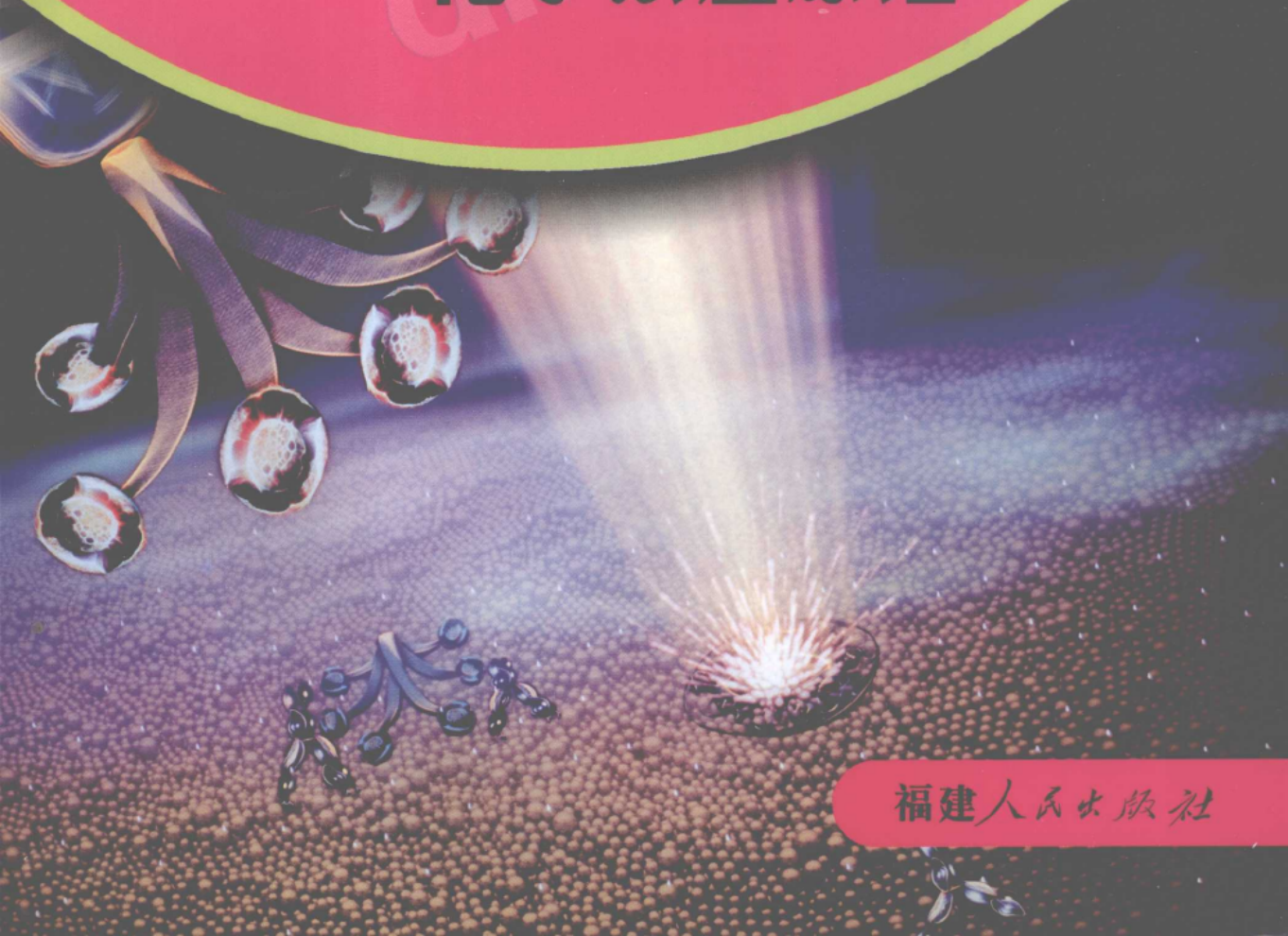
山东科技版

顶尖系列  
高中

# 顶尖课课练

## 化学 (选修)

### 化学反应原理



福建人民出版社

顶尖系列

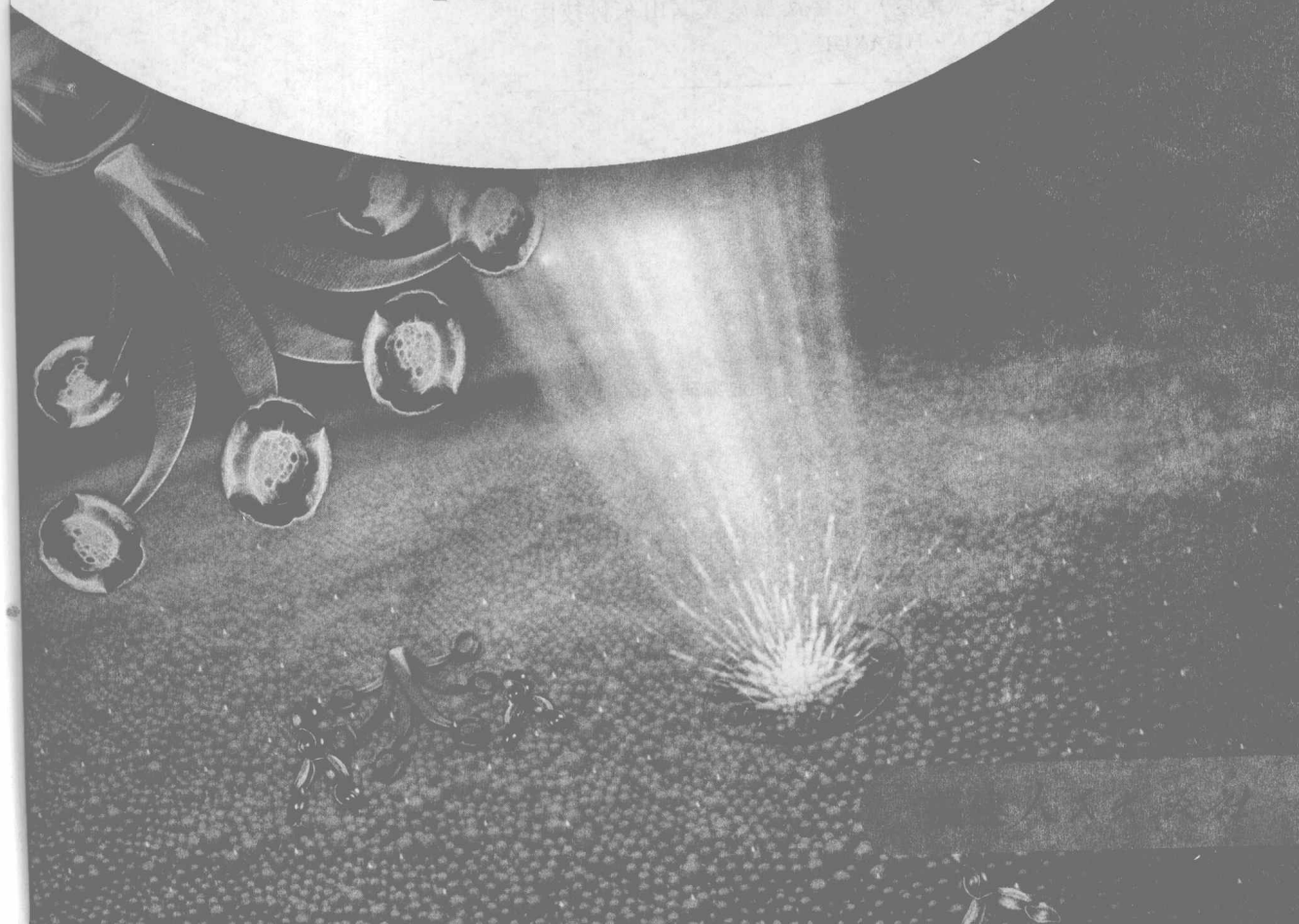
高中

山东科技版

# 顶尖课课练

## 化学 (选修)

### 化学反应原理



本书主编：

吴启建 傅兴春

本书编写人员（按姓氏笔画排序）：

吴启建 邹 标 罗银富 黄炳金 傅兴春 曾 虹

山东教育出版社

# 高中化学必修1

(必修) 化学

高中化学必修1

顶尖课课练·化学（选修）化学反应原理（山东科技版）

DINGJIAN KEKELIAN · HUAXUE

出 版：福建人民出版社  
地 址：福州市东水路76号 邮政编码：350001  
电 话：0591-87604366（发行部） 87521386（编辑室）  
电子邮件：zmnyslx@126.com  
网 址：<http://www.fjpph.com>  
发 行：福建省新华书店  
印 刷：福建省地质印刷厂  
地 址：福州市塔头路2号 邮政编码：350011  
开 本：787毫米×1092毫米 1/16  
印 张：9.5  
字 数：237千字  
版 次：2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷  
书 号：ISBN 978-7-211-05787-0  
定 价：17.20元

本书如有印装质量问题，影响阅读，请直接向承印厂调换  
版权所有，翻印必究

# 编写说明

本书是在课程标准和教学要求的基础上，配合教材进行编写的。在编写过程中听取了各地一线教师的宝贵意见，尽可能地从教学实践出发，运用教学规律，体现课改精神，力求做到好用、实用、爱用。

本书的具体栏目及其特点为：



## 名师解惑

对本节的重难点、易混易淆的概念进行透析，透析的内容配上相应的典型例题进行解析和评注，利于学生及时巩固所学知识。



## 同步练习

精选涵盖本节主要知识点和重难点的题目，分课时进行练习，注重新意。每个课时中设“基础过关”和“更进一步”，以区分题目的难易梯度。



## 探究应用

利用学生身边易得的器材，设计小实验，提出猜想、方案等，培养学生的探究能力。



## 实验园地

选取本节的主要教师演示实验和学生实验，训练学生规范的实验现象描述与操作技能。



## 归纳整合

通过“知识网络”、“范例精析”与“综合练习”，对本章知识进行梳理、整合和巩固。

为了使用更方便，书中部分内容采用活页形式，分别是各章质量检测卷和模块质量检测卷，以及全书的“部分参考答案”。质量检测卷根据题目难易梯度分为A、B卷。“部分参考答案”对全书的练习题给答案，对较难的题目加上“提示”。

在编写过程中，难免有不足之处，恳望读者不吝赐教，以便我们改进。我们的联系方式为：

邮编：350001

地址：福州市东水路76号福建人民出版社文教编辑室

邮箱：zmnyslx@126.com

编者

# 目录

contents

## 第1章 化学反应与能量转化/1

## 活页部分

第1节 化学反应的热效应/1

第2节 电能转化为化学能——电解/11

第3节 化学能转化为电能——电池/18

归纳整合/29

化学反应原理(山东科技版)质量检测卷(一)

第1章(A卷)/1

化学反应原理(山东科技版)质量检测卷(二)

第1章(B卷)/5

化学反应原理(山东科技版)质量检测卷(三)

第2章(A卷)/9

化学反应原理(山东科技版)质量检测卷(四)

第2章(B卷)/13

化学反应原理(山东科技版)质量检测卷(五)

第3章(A卷)/17

化学反应原理(山东科技版)质量检测卷(六)

第3章(B卷)/21

化学反应原理(山东科技版)质量检测卷(七)

模块检测(A卷)/25

化学反应原理(山东科技版)质量检测卷(八)

模块检测(B卷)/29

部分参考答案/1

## 第2章 化学反应的方向、限度与

### 速率/34

第1节 化学反应的方向/34

第2节 化学反应的限度/37

第3节 化学反应的速率/47

第4节 化学反应条件的优化——工业合成氨/54

归纳整合/57

## 第3章 物质在水溶液中的行为/62

第1节 水溶液/62

第2节 弱电解质的电离 盐类的水解/69

第3节 沉淀溶解平衡/82

第4节 离子反应/87

归纳整合/101

# 第1章 化学反应与能量转化

## 第1节 化学反应的热效应

### 名师解惑

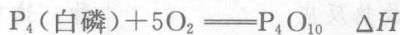
#### 1. 反应热和焓变的比较。

|         | 反 应 热   | 焓 变  |
|---------|---|--|
| 含 义     | 化学反应在一定的温度下进行, 反应所释放或吸收的热量  | 生成物的总焓与反应物的总焓之差  |
| 符 号     | $Q$   | $\Delta H$ ( $\Delta H < 0$ 表示放热, $\Delta H > 0$ 表示吸热) |
| 单 位     | $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   |  |
| 联 系     | $\Delta H$ 是化学反应在恒定压强下 (即敞口容器中进行的化学反应) 且不与外界进行电能、光能等其他能量的转化时的反应热 ( $Q_p$ ); $\Delta H = Q_p$ , 中学阶段二者通用   |  |
| 计 算 方 法 | ① $Q_p = \Delta H = H(\text{生成物}) - H(\text{反应物})$<br>② $Q_p = \Delta H = \text{旧键断裂时需要吸收的总能量} - \text{新键形成时所释放的总能量}$<br>③ $Q_p = \Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和}$ (常用于定量计算)<br>④ $Q_p = \Delta H = \text{生成物的总能量} - \text{反应物的总能量}$ (常用于定性判断)<br>对表达式③④的理解: 反应物的键能越小, 稳定性越弱, 能量就越高, 破坏它需要用的能量就越多; 生成物的键能越大, 稳定性越强, 能量就越低, 生成它释放的能量就越多 |  |

**例 1** 白磷 ( $\text{P}_4$ ) 是正四面体构型的分子, 当与氧气作用形成  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  时, 每两个磷原子之间插入一个氧原子, 此外, 每个磷原子又以双键结合一个氧原子。

(1) 化学反应可视为旧键断裂和新键形成的过程。现提供以下化学键的键能 ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ):  
 $\text{P}-\text{P}$  键: 198;  $\text{P}-\text{O}$  键: 360;  $\text{O}=\text{O}$  键: 498;  $\text{P}=\text{O}$  键: 585。

试根据这些数据, 计算出以下反应的  $\Delta H$  的值:



(2)  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  极易与水化合, 反应过程可表示为形式:  $\text{P}-\text{O}-\text{P} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{P}-\text{OH}$ 。若每个  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  分子与四个水分子发生化合反应, 写出该反应的化学方程式。

**解析** (1) 化学反应过程是旧的化学键断裂、新的化学键形成的过程, 所以可以用反应物、生成物的键能来计算  $\Delta H$ :

$$\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和}$$

要根据化学键变化来计算白磷燃烧的 $\Delta H$ , 必须弄清 $P_4$ 、 $P_4O_{10}$ 分子中的共价键类型、共价键数目。根据题给信息可分别画出白磷和 $P_4O_{10}$ 分子结构示意图(如图 1.1-1 所示), 观察后可得,  $P_4$ 中共有 6 个 P—P 键,  $P_4O_{10}$ 中有 12 个 P—O 键、4 个 P=O 键。 $P_4$ 燃烧的化学方程式为 $P_4 + 5O_2 = P_4O_{10}$ , 所以反应物键能总和为 $6 \times 198 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 5 \times 498 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 3\ 678 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 生成物键能总和为 $12 \times 360 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 4 \times 585 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 6\ 660 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; 因此, 白磷转化为 $P_4O_{10}$ ,  $\Delta H = 3\ 678 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 6\ 660 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -2\ 982 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

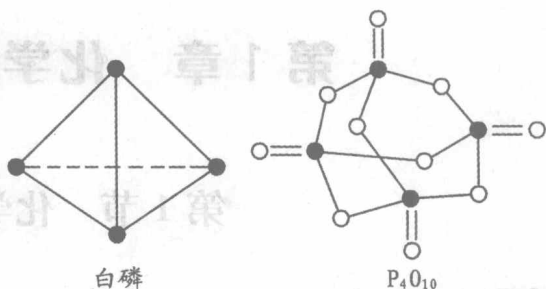


图 1.1-1

(2) 分析后可得出, 4 个  $H_2O$  参加反应会断裂 4 个 O—P 键。再结合  $P_4O_{10}$  分子结构示意图(如图 1.1-2 所示)分析得出可能有两种断裂方式: 第一种情况是①②③④(或②④⑤⑥等)处的 P—O 键断裂, 产物有两种,  $H_3PO_4$  和  $H_5P_3O_{10}$ ; 若在②③④⑤(或①②④⑥等)处断裂, 产物只有一种  $H_4P_2O_7$ 。由于题中指出发生的是“化合反应”, 所以应是后一种情况。反应的化学方程式为 $P_4O_{10} + 4H_2O = 2H_4P_2O_7$ 。

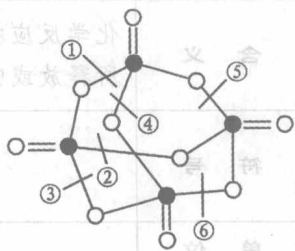


图 1.1-2

答案 (1)  $\Delta H = -2\ 982 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; (2)  $P_4O_{10} + 4H_2O = 2H_4P_2O_7$ 。

评注 (1) 题中的新信息可分成三部分: 一是从化学键角度剖析化学反应实质; 二是给出了 P—P、P—O 等四种共价键的键能数据; 三是有关  $P_4$ 、 $P_4O_{10}$  分子结构的信息。要求解题者从众多的信息中抽象出计算  $\Delta H$  的规律, 并计算出白磷燃烧反应的反应热。此小题既考查了有关  $\Delta H$  计算的基础知识, 又考查了学生捕获信息的能力。(2) 在前一小题的基础上, 又给出两条信息: 一是  $P_4O_{10}$  的水解反应实质上是“P—O—P”转化为“2P—OH”; 二是一个  $P_4O_{10}$  分子可与四个水分子发生化合反应。此问设计新颖, 难度较大, 但仔细分析题目中“化合反应”四字, 难点迎刃而解。此小题也考查学生自学能力和读题是否仔细。

## 2. 放热反应和吸热反应的比较。

| 项目 \ 类型 | 放热反应 ( $\Delta H < 0$ )   | 吸热反应 ( $\Delta H > 0$ )   |
|---------|---|---|
| 定义      | 有热量放出的化学反应  | 吸收热量的化学反应   |
| 形成原因    | 反应物所具有的总能量高于生成物所具有的总能量, 那么在发生化学反应时, 有一部分能量就会转变成热能等形式释放出来, 这就是放热反应 | 反应物所具有的总能量小于生成物所具有的总能量, 那么在发生化学反应时, 反应物就需要吸收能量才能转化为生成物, 这就是吸热反应                           |
| 常见反应    | 燃料的燃烧, 酸碱中和反应, 金属与酸的反应, 大多数化合反应                                   | $C + CO_2$ , $H_2 + CuO$ , $C + H_2$ , $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O + NH_4Cl$ , 大多数分解反应, 电离, 水解等 |
| 注意      | 对于可逆反应而言, 如果其正反应为放热反应, 则其逆反应一定是吸热反应                               |   |

例2 对下列化学反应热现象, 不正确的说法是 (4 卷 9)。

- A. 放热的反应发生时不必加热  
 B. 化学反应一定有能量变化  
 C. 吸热反应需要加热后才能发生  
 D. 化学反应热效应数值与参加反应物质的多少有关

解析 化学反应的发生一定有能量的变化, 化学反应的能量变化与反应物、生成物所具有的能量有关。若反应物的总能量高于生成物的总能量, 反应放热; 若反应物的总能量低于生成物的总能量, 反应吸热。不论是吸热还是放热, 反应热效应的数值均与参加反应的物质的多少有关。故 B、D 项是正确的。反应表现为吸热或放热, 是对整个反应而言, 与反应开始是否加热没有必然的关系, 不能得出吸热反应需要加热, 放热反应不必加热就能进行的结论。事实上, 有些放热反应需要加热才能开始反应, 如燃料的燃烧; 有些吸热反应不需要加热也可以进行, 如  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的反应就是这样的。因而 A、C 项是错误的。故应选 AC。

评注 此题考查化学反应热效应的基础知识和帮助学生正确理解放热反应与吸热反应区别和联系, 纠正许多学生的错误观念——“放热反应不用加热, 吸热反应一定要加热”。

### 3. 中和热的测定。

简易量热计装置: 由内外两个筒组成, 外筒的外壁覆盖有保温层, 内筒插有搅拌器和温度计。

实验原理:  $Q = -C(T_2 - T_1)$ , 式中:  $C$  表示体系的热容,  $T_1$ 、 $T_2$  分别表示反应前后的体系温度。

我们在通常的计算中把溶液近似地看作水, 因此体系的热容

$$C = C(\text{H}_2\text{O})m(\text{H}_2\text{O}) = 4.18 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \times m(\text{H}_2\text{O})$$

需要注意的是此时水的质量的单位应为 kg, 则反应热:

$$Q = -4.18 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \times m(\text{H}_2\text{O}) \times (T_2 - T_1)$$

注意事项:

(1) 为尽量减少反应过程中的热量损失, 实验中采取的措施有: 保温瓶加盖板, 内塞泡沫塑料保温; 环形玻璃棒搅拌使反应充分进行; 操作迅速。

(2) 根据中和热的定义“酸碱在稀溶液中发生中和反应生成 1 mol 水时所放出的热量”。该实验测量的是中和反应的反应热而不是中和热, 因为反应生成 0.1 mol 的水。

例3 50 mL 0.50 mol · L<sup>-1</sup> 盐酸与 50 mL 0.55 mol · L<sup>-1</sup> NaOH 溶液在如图 1.1-3 所示的装置中进行中和反应, 通过测定反应过程中所放出的热量可计算中和热。回答下列问题:

(1) 从实验装置上看, 图中尚缺少的一种玻璃用品是 \_\_\_\_\_。

(2) 烧杯间填满碎纸条的作用是 \_\_\_\_\_。

(3) 大烧杯上如不盖硬纸板, 求得的中和热数值 \_\_\_\_\_。

(填“偏大”、“偏小”或“无影响”)。

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

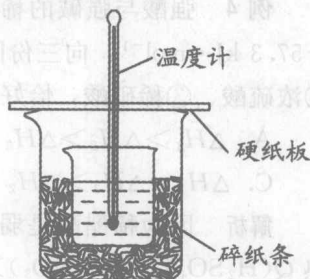


图 1.1-3



(5) 用相同浓度和体积的氨水代替 NaOH 溶液进行上述实验, 测得的中和热的数值会       ; 用浓硫酸代替盐酸溶液进行上述实验, 测得的中和热的数值会       。(填“偏大”、“偏小”或“无影响”)

**解析** 本实验成败的关键是准确测量反应后的温度。因此所用装置必须保温、绝热且可使体系温度尽快达到一致, 故缺少的仪器应为环形玻璃搅拌棒。(2) 碎纸条的作用是减少实验过程中的能量损失。(3) 不盖硬纸板会损失部分热量, 故所测结果偏小。(4) 中和反应的反应热与酸碱完全反应生成水的量有关, 所以放出的热量会有变化; 而“中和热”是生成 1 mol 水时放出的热量, 与酸碱是否过量无关, 所以中和热不会变。(5) 由于弱酸弱碱的中和热等于  $H^+$  与  $OH^-$  生成  $H_2O$  时的反应热加上其电离时吸热, 所以数值偏小。浓硫酸溶于水放热, 所以热值偏大。

**答案** (1) 环形玻璃搅拌棒; (2) 减少实验过程中的热量损失; (3) 偏小; (4) 不相等; 相等; 中和热是指酸跟碱发生中和反应生成 1 mol  $H_2O$  所放出的能量, 与酸碱的用量无关; (5) 偏小; 偏大。

**评注** 此题考查中和反应热测定实验中的基础知识, 即反应用的仪器——量热计的组成、反应的原理, 及反应中的注意事项。内容全面, 能让学生深入理解此实验的要点、难点。

#### 4. 燃烧热和中和热的比较:

|             | 燃烧热   | 中和热  |
|-------------|---|--|
| <b>定义</b>   | 在 101 kPa 时, 1 mol 物质完全燃烧生成稳定的化合物时所放出的热量  | 在稀溶液中, 酸跟碱发生中和反应而生成 1 mol $H_2O$ 的反应热  |
| <b>单位</b>   | $kJ \cdot mol^{-1}$   |  |
| <b>联系</b>   | 都为放热反应 $\Delta H < 0$ , 表达时为正值, 如中和热为 $57.3 kJ \cdot mol^{-1}$ , 而不写为中和热为 $-57.3 kJ \cdot mol^{-1}$ |  |
| <b>注意事项</b> | 1 mol 物质完全燃烧, 如碳的燃烧热为生成 $CO_2$ 而不是 $CO$ , $H_2$ 在常温下的燃烧热为生成液态水而不是气态水                                | 生成 1 mol $H_2O$ , 稀溶液 (避免溶解放热), 强酸、强碱的中和热都为 $57.3 kJ \cdot mol^{-1}$ (实质都是 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ , 弱酸、弱碱电离吸热, 中和热小于 $57.3 kJ \cdot mol^{-1}$ ) |

**例 4** 强酸与强碱的稀溶液发生中和反应的热效应:  $H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l) \quad \Delta H = -57.3 kJ \cdot mol^{-1}$ , 向三份同体积 1 L  $0.5 mol \cdot L^{-1}$  的 NaOH 溶液中加入下列物质: ①稀醋酸、②浓硫酸、③稀硝酸, 恰好完全反应的焓变  $\Delta H_1$ 、 $\Delta H_2$ 、 $\Delta H_3$  的关系正确的是 ( )。

A.  $\Delta H_1 > \Delta H_2 > \Delta H_3$

B.  $\Delta H_1 < \Delta H_3 < \Delta H_2$

C.  $\Delta H_1 = \Delta H_3 > \Delta H_2$

D.  $\Delta H_1 > \Delta H_3 > \Delta H_2$

**解析** 因为稀醋酸是弱电解质, 在电离时吸热, 浓硫酸溶于水时放热。故中和时放出的中和热  $Q(H_2SO_4) > Q(HNO_3) > Q(CH_3COOH)$ 。又因放热反应中,  $\Delta H$  为负值, 即  $\Delta H = -Q$ , 故  $\Delta H_2 < \Delta H_3 < \Delta H_1$ , 选 D。

**评注** 此题 (1) 考查学生对中和热定义的理解, 即中和热为什么是稀溶液之间的反应, 为什么只有稀的强酸、强碱反应的中和热才是相同的; (2) 考查学生是否会比较  $\Delta H$  的大小, 即  $\Delta H$  大小比较必须带上符号。

#### 5. 书写热化学方程式的注意事项。

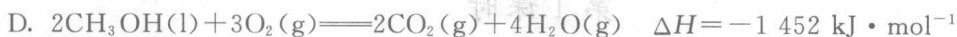
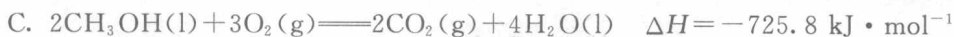
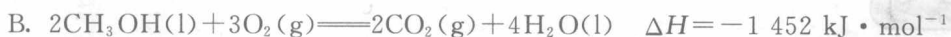
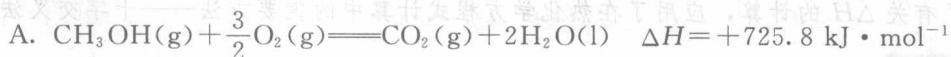
(1) 反应物和生成物要标明其聚集状态, 用 g、l、s 分别代表气态、液态、固态。

(2) 在化学方程式右端要注明反应热，反应热用符号  $\Delta H$  表示，并与热化学方程式用空格隔开； $\Delta H$  的单位一般采用  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。当  $\Delta H < 0$  时，体系能量降低，为放热反应；当  $\Delta H > 0$  时，体系能量升高，为吸热反应。

(3) 热化学方程式中各物质前的化学计量数不表示分子个数，只表示物质的量，因此可以是整数或分数。

(4) 对于相同物质的反应，当化学计量数不同时，其  $\Delta H$  也不同，即  $\Delta H$  的值与计量数成正比，当化学反应逆向进行时，数值不变，符号相反。

例5 在  $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $101\text{ kPa}$  下， $1\text{ g}$  甲醇燃烧生成  $\text{CO}_2$  和液态水时放热  $22.68\text{ kJ}$ ，下列热化学方程式正确的是 ( )。



解析 这种题型一般先看  $\Delta H$  的符号，因为所有的燃烧都是放热，所以  $\Delta H$  应是负值，排除 A，然后看方程式中各物质的状态是否符合题意，如题在  $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $101\text{ kPa}$  下甲醇为液态，排除 A 答案，燃烧生成液态水排除 D 答案。再计算  $1\text{ mol}$  甲醇（即  $32\text{ g}$ ）燃烧生成  $\text{CO}_2$  和液态水放热： $32 \times 22.68\text{ kJ} = 725.8\text{ kJ}$ 。 $2\text{ mol}$  甲醇燃烧放热  $1\,452\text{ kJ}$ 。故选 B。

评注 此题考查热化学方程式书写中的注意事项及有关热化学方程式的简单计算，较基础，且有一定技巧。如果学生能适当应用排除法会起到事半功倍的效果。

### 6. 盖斯定律及其应用。

不管化学反应是一步完成或分几步完成，其反应热是相同的。

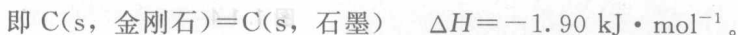
化学反应的焓变 ( $\Delta H$ ) 只与反应体系的始态和终态有关，而与反应的途径无关。

若多步化学反应相加减可得到新的化学反应，则新反应的反应热即为上述多步反应的反应热加减后的值。

注意：(1) 计量数的变化与反应热数值的变化要对应；(2) 反应方向发生改变反应热的符号也要改变；(3) 伴随着两个或多个方程式的加减处理时， $\Delta H$  的计算一定要带上正负号。

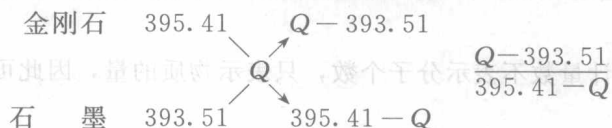
例6 1840年，盖斯根据一系列实验事实得出规律，他指出：“若一个反应可以分步进行，则各步反应的反应热总和与这个反应一次发生时的反应热相同。”这是在各反应于相同条件下完成时的有关反应热的重要规律，称为盖斯定律。已知金刚石和石墨分别在氧气中完全燃烧的热化学方程式为  $\text{C}(\text{s}, \text{金刚石}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -395.41\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ， $\text{C}(\text{s}, \text{石墨}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -393.51\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则金刚石转化为石墨时的热化学方程式为\_\_\_\_\_。由此看来，更稳定的碳的同素异形体为\_\_\_\_\_。若取金刚石和石墨混合晶体共  $1\text{ mol}$  在  $\text{O}_2$  中完全燃烧，产生热量为  $Q\text{ kJ}$ ，则金刚石和石墨的物质的量之比为\_\_\_\_\_ (用含  $Q$  的代数式表示)。

解析 由盖斯定律，要得到金刚石和石墨的转化关系，可将两个热化学方程式相减（左边减左边，右边减右边）。设反应的热效应为  $\Delta H$ ，则  $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -395.41\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 393.51\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -1.90\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。



可见金刚石转化为石墨放出热量,说明石墨的能量更低,比金刚石稳定。

由十字交叉法,可得二者物质的量比:



答案  $C(s, \text{金刚石}) \rightleftharpoons C(s, \text{石墨}) \quad \Delta H = -1.90 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; 石墨;  $\frac{Q - 393.51}{395.41 - Q}$

评注 此题(1)考查了学生对盖斯定律的理解和应用,并将 $\Delta H$ 的符号与能量的高低、物质的稳定性联系起来,综合比较。但在盖斯定律的应用上较简单,没有出现复杂的方程式相加减。(2)考查了有关 $\Delta H$ 的计算,应用了在热化学方程式计算中的重要方法——十字交叉法。



### 同步练习

### 第1课时

#### 基础过关

- (2007 高考广东卷第 62 题) 下列说法正确的是 ( )。
  - 需要加热的化学反应都是吸热反应
  - 中和反应都是放热反应
  - 原电池是将电能转化为化学能的一种装置
  - 水力发电是将化学能转化为电能的过程
- 下列反应中生成物总能量高于反应物总能量的是 ( )。
  - 碳酸钙受热分解
  - 乙醇燃烧
  - 铝粉与氧化铁粉末反应
  - 焦炭在高温下与水蒸气反应
- 已知化学反应  $2C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ 、 $2CO(s) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g)$  都是放热反应。据此判断,下列说法中不正确的是(其他条件相同) ( )。
  - 56 g CO 和 32 g  $O_2$  所具有的总能量大于 88 g  $CO_2$  所具有的总能量
  - 12 g C 所具有的能量一定高于 28 g CO 所具有的能量
  - 12 g C 和 16 g  $O_2$  所具有的总能量大于 28 g CO 所具有的总能量
  - 将一定质量的 C 燃烧,生成  $CO_2$  比生成 CO 时放出的热量多
- (2007 高考广东卷第 14 题) 将  $V_1$  体积  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HCl 溶液和  $V_2$  体积未知浓度的 NaOH 溶液混合均匀后测量并记录溶液温度,实验结果如图 1.1-4 所示(实验中始终保持  $V_1 + V_2 = 50 \text{ mL}$ )。下列叙述正确的是 ( )。
  - 做该实验时环境温度为  $22^\circ\text{C}$
  - 该实验表明化学能可能转化为热能
  - NaOH 溶液的浓度约为  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
  - 该实验表明有水生成的反应都是放热反应

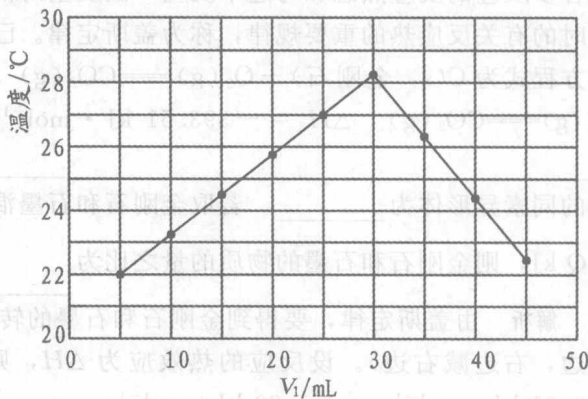
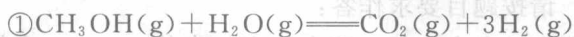


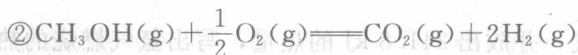
图 1.1-4

## 更进一步

5. (2007 高考江苏卷第 7 题) 甲醇质子交换膜燃料电池中将甲醇蒸气转化为氢气的两种反应原理是



$$\Delta H = +49.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

下列说法正确的是 ( )。

- A.  $\text{CH}_3\text{OH}$  的燃烧热为  $192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 B. 反应①中的能量变化如图 1.1-5 所示  
 C.  $\text{CH}_3\text{OH}$  转变成  $\text{H}_2$  的过程一定要吸收能量  
 D. 根据②推知反应  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$  的  $\Delta H > -192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
6. 完全燃烧一定质量的无水乙醇, 放出的热量为  $Q$ 。为完全吸收生成的  $\text{CO}_2$ , 并使之生成正盐  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 消耗掉  $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液 500 mL, 则燃烧 1 mol 酒精放出的热量是 ( )。
- A.  $0.2Q$       B.  $0.1Q$       C.  $5Q$       D.  $10Q$
7. A 元素得电子变成阴离子时放出的能量比 B 元素得电子变成阴离子时放出的能量大, 那么下列判断正确的是 ( )。
- A. 氧化性  $\text{A}^- > \text{B}^-$       B. 还原性  $\text{A}^- > \text{B}^-$       C. 氧化性  $\text{A} > \text{B}$       D. 还原性  $\text{A} > \text{B}$

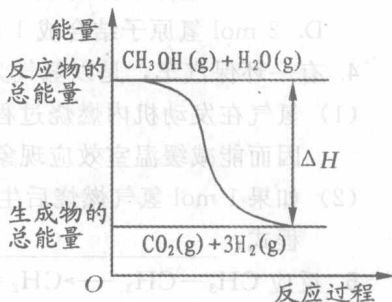


图 1.1-5

## 第 2 课时

## 基础过关

1. 下列说法错误的是 ( )。
- A. 热化学方程式中各物质前的化学计量数不表示分子个数, 只代表物质的量  
 B. 热化学方程式未注明温度和压强时,  $\Delta H$  表示标准状况下的数据  
 C. 同一化学反应, 化学计量数不同,  $\Delta H$  值不同; 化学计量数相同而状态不同,  $\Delta H$  值也不相同  
 D. 化学反应过程所吸收或放出的热量与参加反应的物质的物质的量成正比
2.  $25^\circ\text{C}$ 、 $101 \text{ kPa}$  下,  $2 \text{ g}$  氢气燃烧生成液态水, 放出  $285.8 \text{ kJ}$  热量, 表示该反应的热化学方程式正确的是 ( )。
- A.  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 B.  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 C.  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 D.  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
3.  $\text{H}(\text{g}) + \text{H}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -435.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 这个式子说明的意义是 ( )。

- A. 氢原子的能量比氢分子的能量低  
 B. 1 个氢原子与 1 个氢原子结合生成 1 个氢分子, 且放出 435.7 kJ 的能量  
 C. 1 mol 氢分子分解成 2 mol 氢原子要吸收 435.7 kJ 的能量  
 D. 2 mol 氢原子结合成 1 mol 氢分子要吸收 435.7 kJ 的能量
4. 有一环保汽车, 是以氢气为燃料的, 请按题目要求作答:  
 (1) 氢气在发动机内燃烧过程中, 生成物只有水蒸气, 不会使空气中的\_\_\_\_\_含量偏高, 因而能减缓温室效应现象的发生。  
 (2) 如果 1 mol 氢气燃烧后生成水蒸气, 并放出 241.8 kJ 的热量, 写出氢气燃烧的热化学方程式: \_\_\_\_\_。

5. 反应  $\text{CH}_3-\text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2$  中, 有关化学键的键能如下:

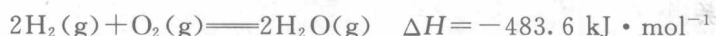
| 化学键                                   | C—H   | C=C   | C—C   | H—H   |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 键能/ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ | 414.4 | 615.3 | 347.4 | 435.3 |

该反应的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_。

### 更进一步

6. 下列各组热化学方程式中,  $\Delta H_1 > \Delta H_2$  的是 ( )。
- ①  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$        $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_2$   
 ②  $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$        $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2$   
 ③  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_1$        $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2$   
 ④  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$        $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) \quad \Delta H_2$
- A. ①                      B. ④                      C. ②③④                      D. ①②③

7. 已知两个热化学方程式:



现有炭粉和  $\text{H}_2$  组成的悬浮气共 0.2 mol, 使其在  $\text{O}_2$  中完全燃烧, 共放出 63.53 kJ 的热量, 则炭粉与  $\text{H}_2$  的物质的量之比是 ( )。

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

8. (1) 已知:



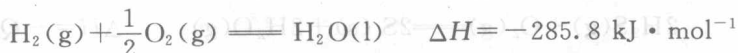
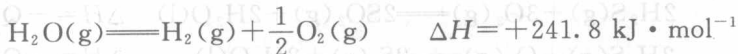
发射卫星以肼(即  $\text{N}_2\text{H}_4$ ) 的气体为原料, 以  $\text{NO}_2$  为氧化剂, 两种物质反应生成氮气和 水蒸气, 试写出该反应的热化学方程式: \_\_\_\_\_。

- (2) 设在 (1) 问答案中的反应热为  $\Delta H_1$ , 若是生成液体水, 对应的反应热为  $\Delta H_2$  (保持各物质的化学计量数不变), 则  $\Delta H_2$  的绝对值比  $\Delta H_1$  的绝对值\_\_\_\_\_ (填“大”、“小”或“相等”)。
- (3) 如果发射卫星以肼(即  $\text{N}_2\text{H}_4$ ) 为原料, 以  $\text{N}_2\text{O}_4$  为氧化剂, 等物质的量的肼在  $\text{N}_2\text{O}_4$  中完全燃烧放出的热量比在  $\text{NO}_2$  中完全燃烧放出的热量\_\_\_\_\_ (填“大”、“小”或“相等”)。

## 第3课时

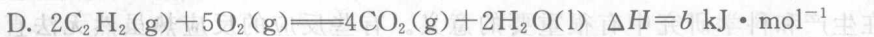
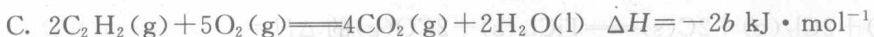
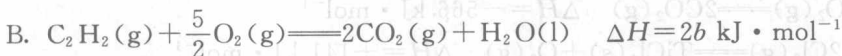
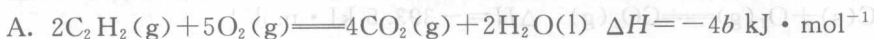
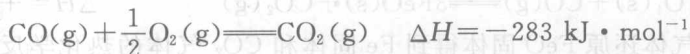
## 基础过关

1. 已知热化学方程式:



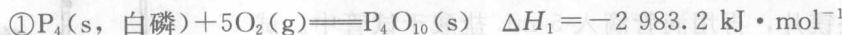
当 1 g 液态水变为水蒸气时, 其热量变化是 ( )。

- A. 吸热 88 kJ      B. 吸热 2.44 kJ      C. 放热 44 kJ      D. 吸热 44 kJ
2. (2005 高考全国卷第 13 题) 已知充分燃烧  $a$  g 乙炔气体时生成 1 mol 二氧化碳气体和液态水, 并放出热量  $b$  kJ, 则乙炔燃烧的热化学方程式正确的是 ( )。

3. 在 36 g 碳不完全燃烧所得气体中, CO 占  $\frac{1}{3}$  体积,  $\text{CO}_2$  占  $\frac{2}{3}$  体积, 且

与这些碳完全燃烧相比, 损失的热量是 ( )。

- A. 172.5 kJ      B. 1 149 kJ      C. 283 kJ      D. 517.5 kJ
4. 科学家盖斯曾提出: “不管化学过程是一步完成或分几步完成, 这个总过程的热效应是相同的。” 利用盖斯定律可测得某些特别反应的热效应。已知下面两个热化学方程式:



则白磷转化为红磷的热化学方程式为 \_\_\_\_\_

相同状况下, 能量较低的是 \_\_\_\_\_; 白磷的稳定性比红磷 \_\_\_\_\_ (填“高”或“低”)。

5. 火箭推进器中盛有强还原剂液态肼 ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) 和强氧化剂液态双氧水。当把 0.4 mol 液态肼和 0.8 mol  $\text{H}_2\text{O}_2$  混合反应, 生成氮气和 水蒸气, 放出 256.7 kJ 的热量 (相当于 25 °C、101 kPa 下测得的热量)。

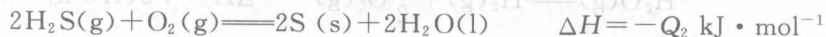
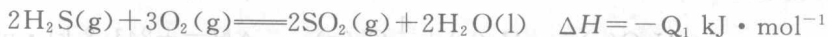
(1) 反应的热化学方程式为 \_\_\_\_\_

(2) 又已知  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = +44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则 16 g 液态肼与液态双氧水反应生成液态水时放出的热量是 \_\_\_\_\_ kJ。

- (3) 此反应用于火箭推进,除释放大量的热和快速产生大量气体外,还有一个很大的优点是\_\_\_\_\_。

### 更进一步

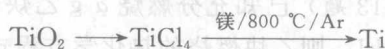
6. 根据以下三个热化学方程式:



判断  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$  三者的关系,正确的是( )。

- A.  $Q_1 > Q_2 > Q_3$       B.  $Q_1 > Q_3 > Q_2$       C.  $Q_3 > Q_2 > Q_1$       D.  $Q_2 > Q_1 > Q_3$

7. (2005 高考广东题) 由金红石 ( $\text{TiO}_2$ ) 制取单质 Ti, 涉及的步骤为:



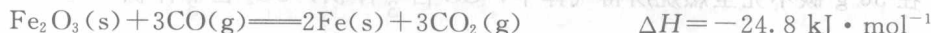
已知: ①  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

②  $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -566 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

③  $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{TiCl}_4(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +141 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

则  $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{C}(\text{s}) \longrightarrow \text{TiCl}_4(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g})$  的  $\Delta H =$ \_\_\_\_\_。

8. 盖斯定律在生产和科学研究中有很重要的意义。有些反应的反应热虽然无法直接测得,但可通过间接的方法测定。现根据下列三个热化学反应方程式:



写出 CO 气体还原 FeO 固体得到 Fe 固体和  $\text{CO}_2$  气体的热化学反应方程式:\_\_\_\_\_



### 探究应用

如图 1.1-6 所示,把试管放入盛有  $25^\circ\text{C}$  饱和石灰水的烧杯中,试管开始放入几小块镁片,再用滴管滴入 5 mL 盐酸于试管中。试回答下列问题:

- (1) 实验中观察到的现象是\_\_\_\_\_。

- (2) 产生上述现象的原因是\_\_\_\_\_。

- (3) 写出有关的离子方程式:\_\_\_\_\_。

- (4) 由实验推知,  $\text{MgCl}_2$  溶液和  $\text{H}_2$  的总能量\_\_\_\_\_镁片和盐酸的总能量(填“大于”、“等于”或“小于”)。

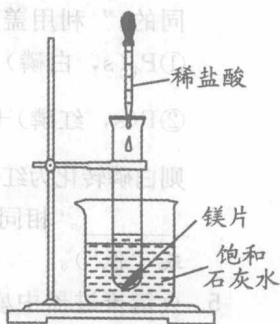


图 1.1-6



### 实验园地

某同学想探究酸碱中和反应是否是放热反应,进行下列实验操作:取溶质质量分数为 20%

的稀硫酸 30 mL, 用温度计测出其温度为 20 °C。然后向其中加入 5.6 g 氢氧化钠固体, 恰好完全反应。再用温度计测出温度为 28 °C。由此, 该同学得出氢氧化钠与稀硫酸发生的中和反应是放热反应的结论。请回答下列问题。

(1) 该同学所得结论的依据是否科学? \_\_\_\_\_ (填“科学”或“不科学”), 理由是 \_\_\_\_\_。

(2) 根据本实验的目的, 请你改进他的实验操作: \_\_\_\_\_。

## 第2节 电能转化为化学能——电解

### 名师解惑

1. 怎样判断电解池的阴、阳极?

(1) 看电源正、负极。若与电源正极相连, 则为阳极; 与电源负极相连, 则为阴极。

(2) 看电极周围元素价态的升降。口诀为“阳失氧, 阴得还”, 即阳极失电子, 化合价升高发生氧化反应; 阴极得电子, 化合价降低发生还原反应。

(3) 看电子的流向。若是电子流出的电极, 则为阳极。注意: 电源内电路电子流向为正极流向负极 (如图 1.1-7)。

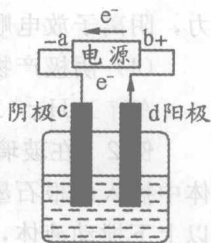


图 1.1-7

例 1 图 1.1-8 中能验证饱和食盐水 (含酚酞) 电解产物的装置是 ( )。

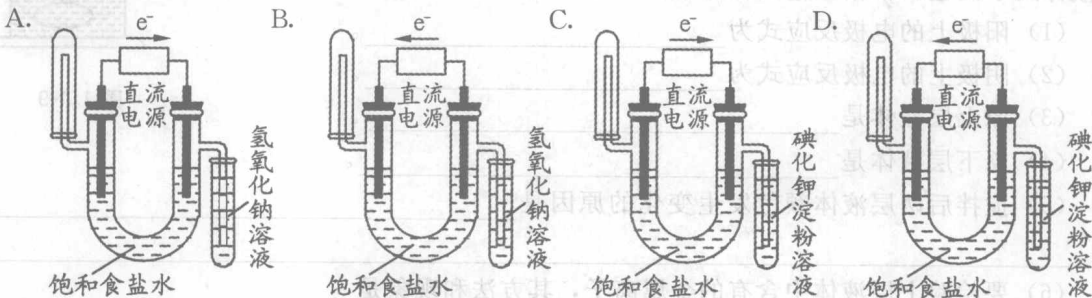


图 1.1-8

**解析** 由电解原理可知, 电解饱和食盐水时, 阳极 (电子流出的一极) 发生反应:  $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{e}^-$ , 可用 KI-淀粉溶液来检验产生的  $\text{Cl}_2$ ; 阴极 (电子流入的一极) 发生反应:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow$ , 消耗水中  $\text{H}^+$ , 而使溶液中  $c(\text{OH}^-)$  增大, 酚酞试液变红。结合所给图示, 电子流方向与题要求一致的有 B、D 两个选项。但因 B 选项不能检出是否产生  $\text{Cl}_2$ , 所以 B 不符合题意, 故应选 D。

**评注** 本题看似简单, 但隐藏着几个知识点: (1) 电解池中阴阳极的判断, 即电解池中, 电子流出的一极为阳极; (2) 电解饱和食盐水的电极产物及其检验方法, 即电解饱和食盐水阳极产生的氯气用淀粉 KI 溶液检验, 而阴极产生氢气和氢氧化钠, 产生的氢氧化钠用酚酞检验。

2. 电极反应式的书写及电解产物的判断。

(1) 书写电极反应式的一般思路: 对于惰性电极而言, 根据放电顺序分别把溶液中阴阳离子



排序；写出排在最前面的离子的电极反应式。

(2) 书写电极反应式的注意事项：遵循“阳失氧，阴得还”的规则（切勿写反）；电极反应式的左右两边电荷守恒；若  $H^+$  或  $OH^-$  放电，电极方程式可写成离子形式，电解方程式必须写  $H_2O$ ；“ $\text{——}$ ”上标明“通电”二字。

如：惰性电极电解硫酸铜溶液电极式书写过程为

①分析溶液中存在的离子有： $Cu^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $H^+$ 、 $OH^-$ ；

②阳极有  $SO_4^{2-}$ 、 $OH^-$ ，阴极有  $Cu^{2+}$ 、 $H^+$ ；

③根据放电顺序排序：阳极  $OH^- > SO_4^{2-}$ ，阴极  $Cu^{2+} > H^+$ ；

④写出电极式：阳极  $4OH^- \text{——} 2H_2O + O_2 \uparrow + 4e^-$ ，阴极  $2Cu^{2+} + 4e^- \text{——} 2Cu$ ；

总反应方程式： $2CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\text{通电}} 2Cu + O_2 \uparrow + 2H_2SO_4$

(3) 阳极产物的判断首先看电极，若是活性电极（金属活动性顺序表 Ag 以前）作阳极，则电极材料失电子，电极溶解。若是惰性电极（Pt、Au、石墨），则只看溶液中的离子的失电子能力，阴离子放电顺序： $S^{2-} > I^- > Br^- > Cl^- > OH^-$ （水）。

(4) 阴极产物的判断直接根据阳离子放电顺序进行判断：

$Ag^+ > Hg^{2+} > Fe^{3+} (\rightarrow Fe^{2+}) > Cu^{2+} > H^+$ （酸） $> Pb^{2+} > Sn^{2+} > Fe^{2+} > Zn^{2+} > (H^+)$ （水）。

**例 2** 在玻璃圆筒中盛有两种无色的互不相溶的中性液体。上层液体中插入两根石墨电极，圆筒内还放有一根下端弯成环状的玻璃棒，可以上下搅动液体，装置如图 1.1-9 所示。接通电源，阳极周围的液体呈棕色，且颜色由浅变深，阴极上有气泡产生。停止通电，取出电极，用搅拌棒上下剧烈搅动。静置后液体又分成两层，下层液体呈紫红色，上层液体几乎无色。根据上述实验回答：

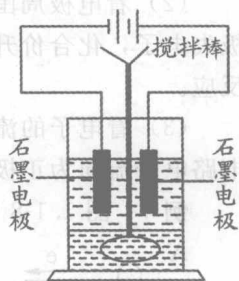


图 1.1-9

- (1) 阳极上的电极反应式为 \_\_\_\_\_。
- (2) 阴极上的电极反应式为 \_\_\_\_\_。
- (3) 原上层液体是 \_\_\_\_\_。
- (4) 原下层液体是 \_\_\_\_\_。
- (5) 搅拌后两层液体颜色发生变化的原因是 \_\_\_\_\_。
- (6) 要检验上层液体中含有的金属离子，其方法和现象是 \_\_\_\_\_。

**解析** 运用学过的电解原理知识推知，在阳极周围生成了  $I_2$ ，证明电解质溶液中含有  $I^-$ 。在阴极上有  $H_2$  生成，所以上层液体为 KI（或 NaI、 $BaI_2$ ）等水溶液。下层液体的密度大于水且与水不相溶，能从上层溶液中将  $I_2$  萃取出来，说明下层液体为  $CCl_4$  溶液（或  $CH_2Cl_2$  溶液）。再应用金属离子的检验方法——焰色反应，即可给出正确答案。

**答案** (1)  $2I^- \text{——} I_2 + 2e^-$ ；(2)  $2H^+ + 2e^- \text{——} H_2 \uparrow$ ；(3) KI（或 NaI、 $BaI_2$ ）等水溶液；(4)  $CCl_4$  溶液（或  $CH_2Cl_2$  溶液）；(5)  $I_2$  在  $CCl_4$  中的溶解度大于在水中的溶解度，所以绝大部分  $I_2$  都转移到  $CCl_4$  中去了；(6) 焰色反应：透过蓝色的钴玻璃观察火焰的颜色呈紫色若〔(3)中答 NaI、 $BaI_2$  水溶液，这里对应答火焰呈黄色、黄绿色〕。

**评注** 此题“考宽不考难”，把电解、物质推断、萃取不同板块知识综合起来，因此解题时思