



# 新教材

WANJIAOCAI WANQUANJIEDU ②

# 完全解读

新课标·江苏

## 化学

化学反应原理

高中（选修4）

主 编：刘殿利 张小华

吉林人民出版社





# 新教材

XINJIAOCAI WANQUANJIEDU

# 完全解读

与最新教材完全同步  
重点难点详尽解读

## 化学

新课标·江苏

化学反应原理

高中（选修4）

主 编：刘殿利 张小华

副 主 编：田洪亮 赵玉晶 赵 红

吉林人民出版社



策 划:吉林人民出版社综合编辑部策划室  
执行策划:罗明珠 张明春

## 新教材完全解读·高中化学选修4 新课标(江苏)

吉林人民出版社出版发行(中国·长春人民大街7548号 邮政编码:130022)

网址:www.zigengguoji.com 电话:0431-85202911

主 编 刘殿利 张小华

责任编辑 张长平 王胜利 封面设计 魏 晋 薛雯丹

责任校对 张 草 常 乔 版式设计 邢 程

印刷:北京市梓耕印刷有限公司

开本:880×1230 1/32

印张:43 字数:1360千字

标准书号:ISBN 978-7-206-05021-3

2010年4月第5版 2010年4月第1次印刷

全套定价:71.20元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂联系调换。联系电话:(010)89579201  
图书质量反馈电话:(0431)85202911 售书热线:(010)85710890

《新教材完全解读》自出版以来,就深受广大师生的好评,一直畅销全国。今年在保持总体风格不变的前提下,对图书品质进行了精心的打造和全面的提升,使其真正达到更新、更准、更细、更实用。修订后的化学学科具有七大亮点——

## 亮点 1 完全与教材同步,核心知识深入解读。

完全与教材同步,以每个知识点为讲解元素,结合【知识拓展】、【释疑解难】、【演示(探究)实验】、【化学与生活】、【规律方法小结】等栏目设计,突破重点,化解难点,诠释疑点,核心解读,精、准、全、透。

**教材解读**

**解读教材知识点**

**深化知识的内涵和外延**

**解释疑点、难点**

**知识拓展** 氯气的生产原理

**知识拓展** 海水中的元素

**知识拓展** 氯碱工业

**知识拓展** 把海水引入盐田,利用日光、风力蒸发浓缩海水,使氯盐……

**知识拓展** 探究实验

**知识拓展** 电解饱和食盐水

**知识拓展** 在选修3离子晶体及金属晶体的实验装置和方法中,原料……

**知识拓展** 规律方法小结 ①由于物质状态与温度和压强有关,因此有些物质在常温常压下……

**知识拓展** 化学与生活 利用氯元素制备漂白粉,将Ca(OH)<sub>2</sub>与氯气反应生成漂白粉……

**精讲实验,深入探究**

**提炼规律,总结方法**

**开拓视野,拓展思维**

## 亮点 2 例题归类全面精准,规律方法及时总结。

紧扣教材知识,按照考查点准确归类,精准解读典型例题,透彻分析解题思路,适时总结规律方法,优化解题思维,培养创新意识,提升实践能力。

**例题剖析**

**知识拓展**

**知识拓展** 海水占地球总储水量的97.2%,若把海水淡化和化工生产结合起来……

**分析** 蒸馏是利用沸点不同进行分离的方法,是物理变化,电解食盐水可得……

**知识拓展** 本题主要考查的是实验操作,应熟练地掌握实验室安全……

**方法** ①方法1:净化原理;②净化剂不能跟被净化的气体反应;③不能引入新杂质……

**知识拓展** 氯碱工业

**知识拓展** 把海水引入盐田,利用日光、风力蒸发浓缩海水,使氯盐……

**知识拓展** 探究实验

**知识拓展** 电解饱和食盐水

**知识拓展** 在选修3离子晶体及金属晶体的实验装置和方法中,原料……

**知识拓展** 规律方法小结 ①由于物质状态与温度和压强有关,因此有些物质在常温常压下……

**知识拓展** 化学与生活 利用氯元素制备漂白粉,将Ca(OH)<sub>2</sub>与氯气反应生成漂白粉……

## 亮点 3 化解疑难易错,警示思维误区。

全面解析学习过程中的易错点、疑难点,明确思路转折点,释疑解惑,纠错反思,弥补疏漏,使学习效果日臻完善。

**易错疑难辨析**

**易错点** 实验室制氯气时,因HCl的挥发……

**知识拓展** 若将氯气通入水中,随着反应的进行浓度会减小,稀HCl与MnO<sub>2</sub>不反应。

**分析** 将8.7 g MnO<sub>2</sub>与10 g质量分数为36.5%的盐酸混合加热,可以制得Cl<sub>2</sub>的物质的量为……

**分析** 根据化学方程式: MnO<sub>2</sub> + 4HCl(浓)  $\xrightarrow{\Delta}$  MnCl<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub>↑ + 2H<sub>2</sub>O,得出MnO<sub>2</sub>和HCl的物质的量的比值为1:4,又因为……故选C。

**易错点** 实验室制氯气时,因HCl的挥发……

**知识拓展** 若将氯气通入水中,随着反应的进行浓度会减小,稀HCl与MnO<sub>2</sub>不反应。

**分析** 将8.7 g MnO<sub>2</sub>与10 g质量分数为36.5%的盐酸混合加热,可以制得Cl<sub>2</sub>的物质的量为……

**分析** 根据化学方程式: MnO<sub>2</sub> + 4HCl(浓)  $\xrightarrow{\Delta}$  MnCl<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub>↑ + 2H<sub>2</sub>O,得出MnO<sub>2</sub>和HCl的物质的量的比值为1:4,又因为……故选C。

## 亮点 4

### 把握高考命题动向,体现地域化考试特点。

明确高考重点、难点、热点问题,科学预测命题趋势,配合各版本教材的不同特点,精选各地高考名题,突显区域化的考试特点,并进行细致入微的讲解和点评,运筹帷幄,决胜千里,提高应试能力。

#### 高考解读

##### 点击高考

#### 高考命题总结与展望

本节知识中,高考考查的重点是氯气的制取方法、性质、溴、碘及……

#### 高考真题解读与预测

##### 例 1

氯化铝广泛应用于电子、陶瓷等工业领域。在一定条件下,

AlN 可通过反应  $Al_2O_3 + N_2 + 3C \xrightarrow{\text{高温}} 2AlN + 3CO$  合成……

## 亮点 5

### 教材课后习题,答案全解全析。

与教材同步,跟教学配合,全面解读教材习题,讲析结合,详略得当,启发多角度思维,精准点拨解题思路,具有很强的针对性、实用性。

#### 习题全解

##### 练习题

1. (1) 氯水中存在  $HCl$  和  $HClO$ , 将氯水滴入紫色石蕊溶液中, 由于溶液呈酸性, 故滴…… (2) 氯水中存在  $HCl$ , 能与  $AgNO_3$  反应生成  $AgCl$  白色沉淀。 (3) 氯水中存在  $HCl$ , 能与  $Na_2CO_3$  反应生成二氧化碳气体。

## 亮点 6

### 系统整合知识,突破热点专题。

在细致讲练的基础上,归纳、总结出综合性、创新性、能力性更强的问题、方法、题型,以专题的形式专项讲解,拓展突破。

#### 专题总结及应用

##### 一、知识性专题

##### 专题 1 实验室制备气体的分析方法

【知识要点】 实验室制备气体时需考虑以下几点: 分析反应原理; 反应试剂的选择; 反应条件的选择; 反应装置的选择(包括气体发生装置、气体的性质、除杂净化……)

【例 1】 实验室可用氯气与金属铁反应制备无水三氯化铁, 该化合物为棕红色, 易潮解, 100℃ 左右时升华……

## 亮点 7

### 体现资料性、趣味性,开拓视野。

每节内容均采用了集知识性和趣味性于一体的材料揭示主题,提出问题,使知识形象化,促进理解,引起思考,配合【趣味化学】栏目的设置,使学习更有趣、更主动、更轻松。

#### 普通灯泡是如何发光的

灯泡之所以能够发光, 是因为电流经过钨丝产生高热所致。我们之所以选用钨丝, 是因为它是熔点最高的金属(3422℃), 在一千多摄氏度的环境下仍旧保持不变, 而其他金属在这种环境环境下早就熔掉了。



# 梓耕品质 用成绩体现

## 尖子 尖子 尖子 尖子生学案

## 《尖子生学案》

### 教你如何成为尖子生

★本书是讲解类辅导书，对教材知识体系高度整合，多维解读。对教材中基础知识、重难点、易错易混点，结合典型题、中(高)考原题、改编题、探究题、原创题等题型进行精准解读。对教材中的小资料、数据、图片、提示等小栏目内容进行隐性知识的挖掘，使学生全面完整地吃透教材。

★本书含有教材课后习题解答，并设有随堂练习和单元测试，便于学生课后检测，是学习的好帮手。

★本书对于中等生、一般学生，都能在学习中通过自主探究→储备基础；研读教材→掌握知识；高效解题→提升能力；巧做笔记→学会技巧；学法突破→总结规律；思维拓展→开阔视野，实现学习技能、方法、习惯的全面完善，使其成为尖子生。

## 《点对点·讲与练双向激活》

一点一讲一练 练就考试成绩  
一题一解一点 点拨成功智慧

✓本书按课堂反馈、课后提高、自主探究三个层次设置习题，同步到每课(节)，细化到课时，是一本非常适合的课堂的辅导书。

✓本书以练为主，双栏对照，点对点讲解，在练习过程中全面落实知识点、能力点，解决了学生只知道概念、公式、定理，而不会做题的问题。

✓本书紧扣课标，以开放性、探究性为突破口，选取了典型题、创新题、实践应用题、时事热点题等鲜活题型，让您练有所得，习有所成。

✓本书为优等生、中等生、一般生的学习提供了差异化的训练方案。答案单独装订，全解全析，便于老师统一指导及家长课后辅导。



## 《零失误》

中学教材·全面讲解  
中学教材·分层训练

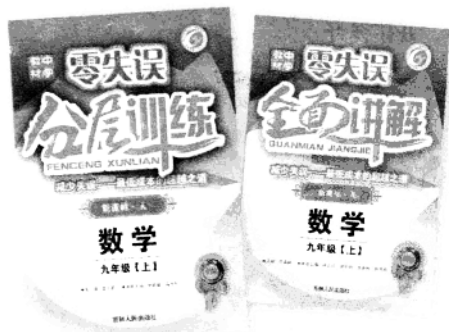
刷新学习概念，升级思维方式  
零失误学习，最低成本的超越之道

讲练：教材重点、知识盲点、中(高)考热点、

解题弱点、解题速度、解题准确率

点拨：疑难点、易错点、易混点、规律方法

考评：基础题全对、中档题不丢分、拔高题多得分、易错题少丢分、考试得满分



# 目 录

## CONTENTS

### 专题1 化学反应与能量变化

#### 专题视点 ..... 1

#### 第1单元 化学反应中的热效应

|              |    |
|--------------|----|
| 新课导读 .....   | 3  |
| 教材解读 .....   | 3  |
| 典例剖析 .....   | 16 |
| 易错疑难辨析 ..... | 22 |
| 高考解读 .....   | 25 |
| 课堂小结 .....   | 29 |
| 习题全解 .....   | 29 |
| 自我评价 .....   | 30 |

#### 第2单元 化学能与电能的转化

|              |    |
|--------------|----|
| 新课导读 .....   | 34 |
| 教材解读 .....   | 34 |
| 典例剖析 .....   | 47 |
| 易错疑难辨析 ..... | 53 |
| 高考解读 .....   | 55 |
| 课堂小结 .....   | 60 |
| 习题全解 .....   | 60 |
| 自我评价 .....   | 61 |

#### 第3单元 金属的腐蚀与防护

|              |    |
|--------------|----|
| 新课导读 .....   | 65 |
| 教材解读 .....   | 65 |
| 典例剖析 .....   | 71 |
| 易错疑难辨析 ..... | 75 |
| 高考解读 .....   | 76 |
| 课堂小结 .....   | 77 |
| 习题全解 .....   | 77 |
| 自我评价 .....   | 78 |
| 专题总结 .....   | 81 |
| 专题综合评价 ..... | 90 |

### 专题2 化学反应速率与化学

#### 平衡

#### 专题视点 ..... 99

#### 第1单元 化学反应速率

|              |     |
|--------------|-----|
| 新课导读 .....   | 101 |
| 教材解读 .....   | 101 |
| 典例剖析 .....   | 111 |
| 易错疑难辨析 ..... | 114 |
| 高考解读 .....   | 116 |
| 课堂小结 .....   | 118 |
| 习题全解 .....   | 118 |
| 自我评价 .....   | 119 |

#### 第2单元 化学反应的方向和限度

|              |     |
|--------------|-----|
| 新课导读 .....   | 122 |
| 教材解读 .....   | 122 |
| 典例剖析 .....   | 133 |
| 易错疑难辨析 ..... | 140 |
| 高考解读 .....   | 141 |
| 课堂小结 .....   | 143 |
| 习题全解 .....   | 144 |
| 自我评价 .....   | 144 |

#### 第3单元 化学平衡的移动

|              |     |
|--------------|-----|
| 新课导读 .....   | 118 |
| 教材解读 .....   | 119 |
| 典例剖析 .....   | 157 |
| 易错疑难辨析 ..... | 163 |
| 高考解读 .....   | 164 |
| 课堂小结 .....   | 173 |
| 习题全解 .....   | 173 |
| 自我评价 .....   | 174 |
| 专题总结 .....   | 178 |
| 专题综合评价 ..... | 183 |

## 专题3 溶液中的离子反应

### 专题视点····· 192

#### 第1单元 弱电解质的电离平衡

新课导读····· 194

教材解读····· 194

典例剖析····· 202

易错疑难辨析····· 206

高考解读····· 207

课堂小结····· 210

习题全解····· 210

自我评价····· 211

#### 第2单元 溶液的酸碱性

新课导读····· 214

教材解读····· 214

典例剖析····· 222

易错疑难辨析····· 228

高考解读····· 229

课堂小结····· 233

习题全解····· 233

自我评价····· 233

#### 第3单元 盐类的水解

新课导读····· 237

教材解读····· 237

典例剖析····· 245

易错疑难辨析····· 250

高考解读····· 251

课堂小结····· 257

习题全解····· 257

自我评价····· 257

#### 第4单元 难溶电解质的沉淀溶解平衡

新课导读····· 261

教材解读····· 261

典例剖析····· 265

易错疑难辨析····· 269

高考解读····· 270

课堂小结····· 271

习题全解····· 272

自我评价····· 272

专题总结····· 276

专题综合评价····· 281

期中学习评价····· 290

期末学习评价····· 297

# 化学反应与能量变化

## 专题视点

### 视点 1 专题概述

在进行本专题内容的学习之前,我们已经了解了化学反应中存在着能量变化,如:原电池可以将化学能转化为电能、电解池可以将电能转化为化学能等。因此,在内容的选择上本专题将重点放在对原电池原理、电解池原理、金属的腐蚀与防护原理的微观理解上。在学习过程中,应注意本专题内容与以前所学知识中相关内容的衔接,可以在复习的基础上进行新知识的学习,同时应注意新知识与原有知识的融合,将新知识纳入原有的知识体系中,使知识结构更加完整。

本专题涉及九个主要概念,即反应热、焓变、吸热反应、放热反应、热化学方程式、电解、电解池、化学腐蚀、电化学腐蚀,一个定律,即盖斯定律,两个工作原理,即原电池的工作原理、电解池的工作原理,四个主要探究实验,即反应热的测定、原电池的工作原理、电解池的工作原理、钢铁的腐蚀。

### 视点 2 专题学习重难点

**【专题重点】** 掌握反应热的含义;掌握焓变的含义;能正确书写热化学方程式,并利用热化学方程式进行简单计算;掌握盖斯定律的内容,能运用盖斯定律计算化学反应的反应热;掌握原电池、电解池的构造及工作原理,能正确书写电极反应式及电池反应方程式;理解电化学腐蚀发生的条件;知道吸氧腐蚀与析氢腐蚀的区别。

**【专题难点】** 能够正确书写热化学方程式,并利用热化学方程式进行简单计算;掌握盖斯定律的内容,能运用盖斯定律计算化学反应的反应热;掌握原电池、电解池的构造及工作原理,能正确书写电极反应式及电池反应方程式。

#### 【学习本专题应注意的问题】

1. 焓变、燃烧热、热化学方程式、盖斯定律等热化学理论学习起来很抽象,要利用教材中的图示,通过多媒体等进行形象化学习。

2. 资源、能源、环保是当今社会的热点问题,通过自主学习、讨论、交流、分析、评价等方法培养阅读能力、调查研究能力、交流与合作能力、综合分析能力等。

3. 关于热化学方程式的学习,采用与化学方程式对比的方法启发思维,进行对比总结,找出它们的区别与联系,同时加强练习,及时巩固,形成良好的书写习惯。

4. 运用对比的方法学习原电池与电解池的知识,并联系日常生活实际进行学习,利用实验从宏观到微观进行探究学习,通过观察、思考,进行分析推理。

5. 对于化学电源的学习, 要注意搜集身边常见的电池, 阅读使用说明, 开阔视野.

6. 对于金属的腐蚀和防护内容的学习, 要与生产、生活密切联系, 通过查阅资料、调查研究及实验探究等多种方式进行学习.



### 视点 3 高考透视

本专题内容是高考考查的重点之一, 在 07、08 两年高考中有关本专题的知识从未间断, 大致分值在 6~10 分.

涉及化学反应热效应的考题都是以能量变化为基础考查有关概念、实验、计算等, 其题型一般为选择题、填空题、实验题、计算题等. 如 08 年广东卷第 14 题考查有关能量转换的知识, 08 年宁夏理综卷第 13 题考查有关焓变的计算等. 涉及原电池、电解池、金属的腐蚀和防护的考题在历年高考中出现的概率极高, 尤其是电极的判断、电极反应式的书写、燃料电池的电极反应式的书写等. 其题型一般为选择题、填空题、计算题等. 如 08 年广东卷第 12 题考查有关金属腐蚀和防护的知识, 08 年江苏卷第 5 题考查镍镉电池的电极反应式的书写等.



# 第1单元 化学反应中的热效应

## 新课导读

### 情境引入

**【生活链接】**人们利用氢氧焰来焊接或切割金属，主要就是利用氢气和氧气化合时放出的热量所产生的高温；利用氧炔焰来焊接或切割金属，同样是利用乙炔燃烧时放出大量的热量，产生的温度可达3000℃以上。



**【问题探究】**化学反应过程中为什么会有能量变化？如何在化学方程式中正确表示其能量变化？如何计算反应热？

**【点拨】**化学反应本质上是分子中的旧化学键发生断裂形成原子，原子之间重新结合形成新的化学键，进而形成新的分子的过程。旧键的断裂会吸收能量，而新键的形成会放出能量，化学反应是放出能量还是吸收能量取决于两者之间的关系。对于反应热的计算可依据盖斯定律。

## 教材解读

### 精华要义

### 知识点1 吸热反应和放热反应 重点：理解

#### ☑ 放热反应

化学反应中，在物质变化的同时，还伴随着能量的变化，这种能量变化可以以多种形式存在。例如：热能、光能、电能等，但常以热量的形式表现出来。有热量放出的化学反应叫做放热反应。放热反应往往可表现为反应体系温度的升高。例如，燃料的燃烧、食物的腐败等。放热反应的发生，有时也需要加热，很多燃料需点燃才能燃烧。一旦发生反应，放出的热量足以维持反应进行所需的温度，就不需要外界持续提供能量了。

#### ☑ 吸热反应

吸收热量的化学反应叫做吸热反应。吸热反应常表现为反应体系温度的降低，或者必须持续供给必需的热量，反应才能持续进行。例如： $C + CO_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$ ，此反应需在高温持续加热的条件下进行，是吸热反应。

#### ☑ 微观解释

化学反应是吸热还是放热与反应物、生成物中化学键的强弱有很大的关系，当生成物分子成键时释放出的总能量大于反应物分子断键时吸收的总能量，反应表现为放热；当生成物分子成键时释放的总能量小于反应物分子断键时吸收的总能量，反应表现为吸热。

#### ☑ 常见的放热反应和吸热反应



(1)常见的放热反应.

①活泼金属与  $H_2O$  或酸的反应, 如:  $2Al + 6HCl \rightleftharpoons 2AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$ .

②酸碱中和反应, 如:  $2KOH + H_2SO_4 \rightleftharpoons K_2SO_4 + 2H_2O$ .

③燃烧反应, 如:  $2CO + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2$ ,  $CH_3CH_2OH + 3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2 + 3H_2O$ .

④多数化合反应, 如:  $Na_2O + H_2O \rightleftharpoons 2NaOH$ ,  $CaO + H_2O \rightleftharpoons Ca(OH)_2$ .

(2)常见的吸热反应.

①多数分解反应, 如:  $CaCO_3 \xrightarrow{\text{高温}} CaO + CO_2 \uparrow$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O \xrightarrow{\Delta} CuSO_4 + 5H_2O$ .

②  $2NH_4Cl(s) + Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O(s) \rightleftharpoons BaCl_2 + 2NH_3 \uparrow + 10H_2O$ .

③  $C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$ .

④  $CO_2 + C \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$ .

## 知识点2 反应热、焓变 重点:掌握

### ☑ 反应热

在化学反应过程中, 当反应物和生成物具有相同的温度时, 所吸收或放出的热量称为化学反应的反应热.

化学反应过程中总是伴随着能量的变化, 反应热是物质内部的能量在发生化学反应时的外在表现, 目前为止还没有发现能量没有发生变化的化学反应. 一个化学反应, 当反应物的总能量大于生成物的总能量时, 反应表现为放热; 相反, 当反应物的总能量小于生成物的总能量时, 反应表现为吸热. 反之, 一个化学反应表现为吸热, 则反应物的总能量小于生成物的总能量; 化学反应表现为放热, 则反应物的总能量大于生成物的总能量.

### ☑ 焓变

在恒温、恒压的条件下, 化学反应过程中吸收或释放的热量称为反应的焓变, 用  $\Delta H$  表示, 化学反应过程中吸收热量,  $\Delta H$  为“+”; 放出热量,  $\Delta H$  为“-”.  $\Delta H$  的单位一般采用  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

**知识拓展** 焓变是与化学反应的起始状态、终止状态有关的一个物理量, 与物质所处环境的温度、压强等因素有关, 与化学反应的过程无关.

化学反应过程中的能量变化关系如图 1-1 所示.

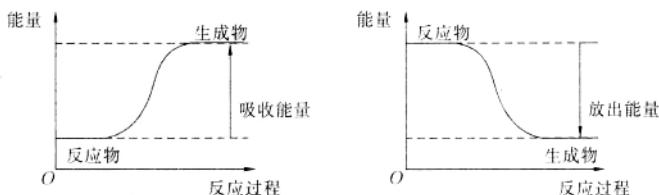


图 1-1

## 知识点3 吸热反应和反应需要加热的关系 了解

在我们学过的化学反应中, 有的反应在常温下就能发生, 而有的反应需要加热、



高温或点燃才可以发生,在我们学过反应热以后,又会知道,有的反应是放热反应,有的反应是吸热反应,因此大家常产生这样的错觉:认为需要加热的反应都属于吸热反应,而放热反应的发生就不需要加热了,事实真是这样吗?请看下面两个反应:



这两个反应都是放热反应,但引发反应却需要点燃或加热,这是为什么呢?

化学反应的实质就是反应物的分子被破坏,重新组成新物质的分子的过程。要破坏反应物的结构,必须吸收能量,加热就是供给能量,组成新物质时要放出能量。若一个化学反应破坏旧物质(反应物)吸收的能量大于形成新物质(生成物)放出的能量,那么这个反应就是吸热反应;反之,则为放热反应。上述两个放热反应就是形成新物质时放出的能量大于破坏旧物质时吸收的能量,反应开始以前,必须供给能量,才能破坏旧物质以引起反应,故必须点燃或加热。对于反应过程中放热较多的反应,一旦反应发生,放出的热量就足够破坏旧物质的能量需要,这类反应只在开始时加热即可;有的反应虽能放热,但放出的热量较少,再加之散热损失一部分,所放热量不能满足破坏旧物质的能量需要,反应自始至终必须加热。

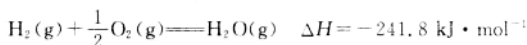
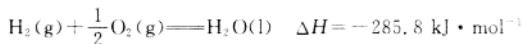
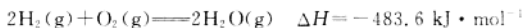
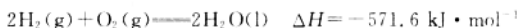
不少反应常温下就可以发生,例如:在溶液中发生的离子反应,这类反应的反应物在水分子的作用下部分或全部已电离成自由离子,不再需要或很少需要吸收能量破坏旧物质,因而不必再加热。

有的反应尽管是吸热反应,但常温下也能不同程度地进行,甚至有的还进行得比较完全,这类反应也属于溶液中的离子反应。

总之,反应过程中吸收热量还是放出热量跟反应是否需要在加热条件下才能发生不可混为一谈。

### 教材栏目

【交流与讨论】请观察下列表示氢气在氧气中燃烧生成水的反应热效应的化学方程式,分析其在书写上与化学方程式有何不同。



**点拨** 热化学方程式在书写上与化学方程式存在如下几点差异:

- ①在热化学方程式中,用  $\Delta H$  表示反应吸收或放出的热量,单位为  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,其数值为正时表示反应吸收热量,数值为负时表示反应放出热量。
- ②在热化学方程式中,各物质后面都要标明该物质的聚集状态,一般用“g”表示气体,“l”表示液体,“s”表示固体,“aq”表示溶液。
- ③在热化学方程式中,物质前的系数既可用整数表示,也可用简单分数表示。



## 知识点4 热化学方程式 重点 难点:掌握

### ☑ 定义

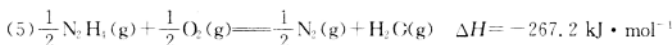
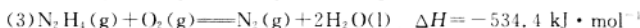
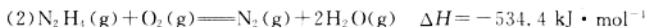
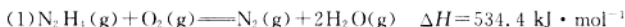
能够表示反应热的化学方程式叫做热化学方程式。

### ☑ 意义

既能表示化学反应中的物质变化,又能表示化学反应中的能量变化。

### 教材栏目

【交流与讨论】 发射卫星时可用肼( $N_2H_4$ )作燃料,已知在298 K时1 g 肼气体燃烧生成氮气和气态水,放出16.7 kJ的热量。观察并分析下列肼燃烧反应的热化学方程式,判断这些热化学方程式是否正确。总结书写热化学方程式的原则,将你的思考结果与同学交流讨论。



**点拨** 正确的热化学方程式为(2)、(5)。由于此反应为放热反应,而(1)中表示该反应吸热,故(1)错误;由于该反应中生成水蒸气,而(3)中的水为液态,因此(3)错误;反应(4)中未标明物质的聚集状态,因此(4)错误。

### ☑ 书写热化学方程式的原则

(1)  $\Delta H$  只能写在标有反应物和生成物状态的化学方程式的右边。若为放热反应, $\Delta H$  为“-”;若为吸热反应, $\Delta H$  为“+”, $\Delta H$  的单位一般为  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 反应热  $\Delta H$  与测定条件(温度、压强等)有关。因此书写热化学方程式时应注明  $\Delta H$  的测定条件。绝大多数的  $\Delta H$  是在 25 ℃、101 kPa 下测定的,可不注明温度和压强。

(3) 热化学方程式中各物质化学式前面的化学计量数仅表示该物质的物质的量,并不表示物质的分子数或原子数。因此化学计量数可以是整数,也可以是分数。

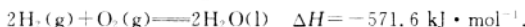
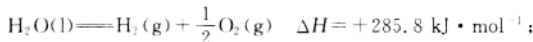
(4) 反应物和生成物的聚集状态不同,反应热  $\Delta H$  不同。因此,必须注明物质的聚集状态才能完整地体现出热化学方程式的意义。气体用“g”,液体用“l”,固体用“s”,溶液用“aq”,热化学方程式中不用“↑”和“↓”。

聚集状态之间的转化有能量变化。如: $H_2$  与  $O_2$  反应生成 1 mol 气态水和 1 mol 液态水时放出的热量不同,即  $\Delta H$  的数值不同。又如: $S(g) + O_2(g) = SO_2(g) \quad \Delta H = -Q_1$ ;  $S(s) + O_2(g) = SO_2(g) \quad \Delta H = -Q_2$ ,可以理解成固态硫变成气态硫后再发生反应,而由固态到气态需要吸收能量克服晶体内的分子间作用力,所以  $Q_1 > Q_2$ 。故当同一反应中反应物为固态时放出的热量少,生成物为固态时放出的热量多。

(5) 热化学方程式是表示反应已完成的数量。由于  $\Delta H$  与反应完成的物质的量有关,所以热化学方程式中化学式前面的化学计量数必须与  $\Delta H$  相对应,如果化学计量数加倍,则  $\Delta H$  也要加倍。当化学反应逆向进行时,其反应热与正反应的反应热数值相等,符号相反。例如:



已知:  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则:



但有一点值得注意,如合成氨的反应:  $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 是指生成 2 mol  $\text{NH}_3$  时放出 92.4 kJ 的热量,而不是 3 mol  $\text{H}_2$  与 1 mol  $\text{N}_2$  混合,在一定条件下反应就可放出 92.4 kJ 的热量,实际放出的热量小于 92.4 kJ.

(6)热化学方程式一般不需要写反应条件.

## 知识点 5 反应热与化学键键能的关系 重点:理解

### 微观点析

从微观上来看,化学反应的过程就是原子(或离子)重新组合的过程,即在一定条件下,分子(或其他形式的微粒)中的化学键吸收能量后,被破坏,形成原子(或离子),而后又相互结合形成新的分子,并放出能量.化学反应的热效应来源于反应过程中断裂旧化学键和形成新化学键时的能量变化.因此,用化学键键能的大小可粗略计算化学反应的反应热.

### 教材栏目

【问题解决】写出下列反应的热化学方程式.

(1)  $\text{N}_2(\text{g})$  与  $\text{H}_2(\text{g})$  反应生成 17 g  $\text{NH}_3(\text{g})$ , 放出 46.1 kJ 热量.

(2) 1 mol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$  完全燃烧生成  $\text{CO}_2(\text{g})$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ , 放出 1366.8 kJ 热量.

(3) 2 mol  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$  在  $\text{O}_2(\text{g})$  中完全燃烧生成  $\text{CO}_2(\text{g})$  和  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ , 放出 2598.8 kJ 热量.

(4) 24 g C(石墨)与足量  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  反应生成  $\text{CO}(\text{g})$  和  $\text{H}_2(\text{g})$ , 吸收 262.6 kJ 热量.

**点拨** (1)  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

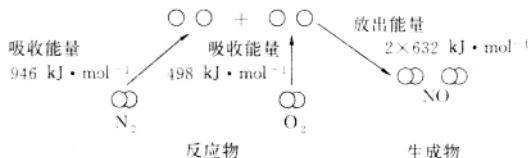
(2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1366.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3)  $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -2598.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(4)  $\text{C}(\text{石墨}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

### 氮气和氧气反应生成一氧化氮

实验测定, 1 mol  $\text{N}_2(\text{g})$  与 1 mol  $\text{O}_2(\text{g})$  反应生成 2 mol  $\text{NO}(\text{g})$  时吸收 182.6 kJ 的热量. 化学反应中的能量变化, 是由化学反应中旧化学键断裂时吸收的能量与新化学键形成时放出的能量不同所导致的. 当 1 mol  $\text{N}_2(\text{g})$  与 1 mol  $\text{O}_2(\text{g})$  在一定条件下反应生成 2 mol  $\text{NO}(\text{g})$  时, 1 mol  $\text{N}_2$  分子中的化学键断裂时需要吸收 946 kJ 的能量, 1 mol  $\text{O}_2$  分子中的化学键断裂时需吸收 498 kJ 的能量, 而 2 mol  $\text{NO}$  分子中的化学键形成时要释放  $632 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 \text{ mol} = 1264 \text{ kJ}$  的能量, 如图 1-2 所示.



$\text{N}_2(\text{g})$  和  $\text{O}_2(\text{g})$  生成  $\text{NO}(\text{g})$  过程中的能量变化

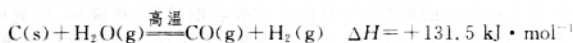
图 1-2



反应  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$  的反应热应等于断裂反应物分子中的化学键吸收的总能量 ( $946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 498 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 1444 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 与形成生成物分子中的化学键放出的总能量 ( $1264 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) 之差, 即吸热  $180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。分析结果与实验测定结果很接近, 说明化学反应中化学键的断裂和形成是反应过程中有能量变化的本质原因。

**【规律方法小结】** ①由键能求反应热的公式:  $\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和}$ 。

②生成物分子形成时释放的总能量比反应物分子断裂时吸收的总能量大, 即为放热反应。由于反应后放出的热量使反应体系的能量降低, 故规定  $\Delta H$  为“-”。 $1 \text{ mol H}_2$  与  $1 \text{ mol Cl}_2$  反应生成  $2 \text{ mol HCl}$  的反应要通过加热、光照等反应条件吸收能量, 而使反应体系的能量升高, 故规定  $\Delta H$  为“+”。如:



### 教材栏目

**【问题解决】** 已知断裂  $1 \text{ mol H}_2(\text{g})$  中的  $\text{H}-\text{H}$  键需要吸收  $436 \text{ kJ}$  的能量, 断裂  $1 \text{ mol O}_2(\text{g})$  中的共价键需要吸收  $498 \text{ kJ}$  的能量, 生成  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  中的  $1 \text{ mol H}-\text{O}$  键放出  $463 \text{ kJ}$  的能量。试写出  $\text{C}_2(\text{g})$  与  $\text{H}_2(\text{g})$  反应生成  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的热化学方程式。



## 知识点6 反应热的测量 关键·掌握

有化学反应发生必有能量的改变, 不同的反应具有不同的反应热。反应热数据的获得有多种方式, 如直接测量法、盖斯定律求解法等。

### 中和热

在稀溶液中, 酸与碱发生中和反应生成  $1 \text{ mol H}_2\text{O}$ , 这时的反应热叫做中和热。

### 中和热测定的原理

中和热的测定实验测定的是一元强酸和一元强碱之间发生中和反应的反应热, 其原理为:  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。

### 实验导析

反应热可以通过实验的方法测定, 比较容易操作的是强酸与强碱反应的中和热的测定。测量反应热的仪器称为“量热计”。测量的操作是: 将量热计置于充满水的绝热容器中, 当反应放热时, 其热量传入水中, 根据水的质量、比热和水温的变化求出反应所放出的热量。为了简化实验过程, 教材中采取了直接测量的方法——直接测量强碱、强酸反应后溶液的最高温度。由于是稀溶液, 则将溶液的比热、密度都近似地取水的比热和密度, 通过  $[\text{c}(\text{盐酸}) + \text{c}(\text{氢氧化钠溶液})] \div 2$  得到混合溶液的起始近似温度, 最后利用公式:  $\Delta H = -\frac{C \times \Delta t \times 10^{-3}}{0.025} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  求得反应热。



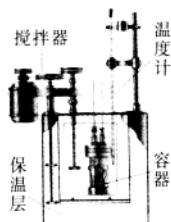
## 演示实验

【实验目的】 测定盐酸和氢氧化钠溶液反应的反应热。

【实验仪器】 如图 1-3 和 1-4 所示。



简易量热计  
图 1-3



量热计  
图 1-4

【实验步骤】 ①用量筒量取 50 mL  $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸，倒入简易量热计中，测量并记录盐酸的温度( $t_1$ )。

②用另一支量筒量取 50 mL  $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氢氧化钠溶液，测量并记录氢氧化钠溶液的温度( $t_2$ )。

③将量筒中的氢氧化钠溶液迅速倒入盛有盐酸的简易量热计中，立即盖上盖板，用环形玻璃搅拌棒不断搅拌，观察温度计的温度变化，准确读出并记录反应体系的最高温度( $t_3$ )。

④假设溶液的比热与水的比热相等，溶液的密度与水的密度相等，忽略量热计的比热，根据溶液温度升高的数值，计算该反应的反应热并写出热化学方程式。

⑤如果用同样的方法测定氢氧化钾溶液与盐酸反应、氢氧化钠溶液与硝酸反应的反应热，请预测其反应热是否相同，并设计实验方案加以验证。

【实验记录】 如下表。

测定中和反应反应热的实验记录

|                                                                                                        |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 盐酸温度( $t_1$ )/ $^{\circ}\text{C}$                                                                      |  |
| 氢氧化钠溶液温度( $t_2$ )/ $^{\circ}\text{C}$                                                                  |  |
| 反应体系最高温度( $t_3$ )/ $^{\circ}\text{C}$                                                                  |  |
| 反应体系的温度变化( $\Delta t = t_3 - \frac{t_1 + t_2}{2}$ )/ $^{\circ}\text{C}$                                |  |
| 反应后溶液的质量( $m = \rho_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} + \rho_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}$ )/g  |  |
| 反应热( $\Delta H = -\frac{C \times \Delta t \times 10^{-3}}{0.025}$ )/ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ |  |

【注意事项】 ①实验操作时动作要快，装反应液的容器剩余空间要小，以尽量减少热量的散失。

②温度在反应热的测量中是最重要的参数，在测量时既要快又要准确。

a. 应选择使用精密温度计，可精确到  $0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

