

锦囊妙解

创新导学专题

高中化学

化学反应原理 物质结构与性质

丛书主编 司马文 曹瑞彬  
丛书副主编 冯小秋 钟志健  
本册主编 沈桂彬 李小慧



品牌连续热销 8 年



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 锦囊妙解

创新导学专题

## 高中化学

# 化学反应原理 物质结构与性质

丛书主编 司马文 曹瑞彬

丛书副主编 冯小秋

执行主编 江海

本册主编 沈桂彬

编者 万强华 孙志明 许学龙 曹建峰 毛金才 李庆春 周志祥  
朱燕卫 金尤国 胡志彬 丁锁勤 钱勇 吴志山 何福林  
沈桂彬 李小慧 朱时来 王春和 周拥军 王新祝 李家亮  
丁勇 肖亚东 吴淑群 张季锋 李金光



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

### 图书在版编目(CIP)数据

锦囊妙解创新导学专题·高中化学·化学反应原理 物质结构与性质/  
司马文,曹瑞彬丛书主编;沈桂彬,李小慧本册主编. —北京:机械工业出版社,  
2010.10 (2011.1 重印)

ISBN 978-7-111-32045-6

I. ①锦… II. ①司…②曹…③沈…④李… III. ①化学课-高中-教学  
参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 189214 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:石晓芬

责任编辑:马文涛

责任印制:乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2011 年 1 月第 1 版第 2 次印刷

169mm×228mm·19 印张·500 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-32045-6

定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面防伪标均为盗版



## 前言



《锦囊妙解》面世多年，备受广大读者厚爱，在此深表感谢。为了对得起广大读者的信任，对得起自己的职业良心，我们密切关注课程改革的新动向，在原有基础上，精益求精，反复修订，使得《锦囊妙解》与时俱进、永葆青春。目前奉献给读者的《锦囊妙解创新导学专题》丛书，力求凸显创新素质的培养，力求知识讲解创新、选择试题创新，剖析思路创新，从而力求让学生阅读后，能更透彻、迅速地明晰重点、难点，在掌握基本的解题思路和方法的基础上，举一反三、触类旁通，全面提升学生的创新素质，在学习、应试中得心应手、应付裕如。

本丛书以每个知识点为讲解元素，结合“课标解读”、“知识清单”、“易错清单”、“点击高考”、“模拟演练”等栏目设计，突出教材中的重点和难点，并将高考例题的常考点、易错点进行横竖梳理，多侧面、多层次、全方位加以涵盖，使分散的知识点凝聚成团，形成纵横知识网络，有利于学生的记忆、理解、掌握、类比、拓展和迁移，并转化为实际解题能力。

本丛书取材广泛，视野开阔。吸取了众多参考书的长处及全国各地教学科研的新思路、新经验和新成果。选例新颖典型，难度贴近高考实际。讲解完备，就某一专题进行集中、全面的剖析，对知识点的讲解自然而细致。一些问题及例题、习题后的特殊点评标识，能使学生对本专题的知识掌握起来难度更小，更易于理解，从而达到举一反三、触类旁通的功效。

本丛书以“新课程标准”为纲，以“考试说明”与近年考卷中体现的高考命题思路为导向，起点低、落点难，重点难点诠释明了，高考关键热点突出，专题集中，能很好地培养学生思维的严谨性、解题的灵活性、表达的规范性。

古人云：授人以鱼，只供一饭之需；授人以渔，则一生受用无穷。让学生掌握“捕鱼之术”，其实就是创新教育的主要目标。本丛书策划者、编写者以此为共识，精诚合作，千锤百炼，希望本丛书不但帮助你学到知识，掌握知识，而且能掌握其学习方法，养成创新意识，增强创新能力，那将能让你终身受益。

司马文  
曹瑞彬





## 编写说明

本书以新课程标准和人教社高中化学选修4《化学反应原理》为主要依据，以高二学生和高考考生为主要读者对象，努力落实最新化学高考考试大纲精神。在认真研究各地多年高考试题的基础上，力求帮助学生系统掌握并巩固化学反应原理的基础知识，提高分析问题、解决问题的能力。

**课标解读：**以简练的语言解读新课程标准和考试大纲，让学生明确学习要求、了解学习的重点难点。

**知识清单：**将学习内容精心归纳整理成若干知识点，并以例题验证、变题训练，达到在练习中巩固知识的目的。将学生易混淆、易误解的知识整理成若干易错点，以典型例题分析，努力避免学生重蹈覆辙。

**点击高考：**依据对高考试题的研究，精心选择典型考题，进行分析方法和应答技巧的点拨，从而巩固基础知识、掌握解题方法。

**模拟演练：**由经过精心选择的若干高考试题名校模考题组成，让学生在练习中理解化学学科知识，形成化学学科的基本思想与方法。

**本章整合：**每一章的最后一讲对本章内容进行总结概括，以形成知识体系，巩固重点，突破难点，体验新课标和高考要求，为适应高考打好基础。

编 者

# 目 录



## 前言

## 编写说明

## 第一部分 化学反应原理

### 第一章 化学反应与能量 / 1

- 第一讲 化学反应与能量的变化 / 2
- 第二讲 燃烧热 能源 化学反应热的计算 / 10
- 第三讲 本章整合 / 21

### 第二章 化学反应速率与化学平衡 / 31

- 第一讲 化学反应速率及其影响因素 / 32
- 第二讲 化学平衡状态 化学平衡常数 / 48
- 第三讲 化学平衡的移动 化学反应的方向 / 62
- 第四讲 本章整合 / 82

### 第三章 水溶液中的离子平衡 / 97

- 第一讲 弱电解质的电离 / 98
- 第二讲 水的电离和溶液的酸碱性 / 110
- 第三讲 盐类的水解 / 125
- 第四讲 沉淀溶解平衡 / 139
- 第五讲 本章整合 / 152

### 第四章 电化学基础 / 171

- 第一讲 原电池 化学电源 / 172
- 第二讲 电解池 金属的腐蚀与防护 / 186
- 第三讲 本章整合 / 203

## 第二部分 物质结构与性质

### 第五章 原子结构与性质 / 215

- 第一讲 原子结构 / 215
- 第二讲 原子结构与元素周期表 / 222
- 第三讲 元素周期律 / 228

### 第六章 分子结构与性质 / 235

- 第一讲 共价键 / 235
- 第二讲 分子的立体结构 / 243
- 第三讲 分子的性质 / 252

### 第七章 晶体结构与性质 / 262

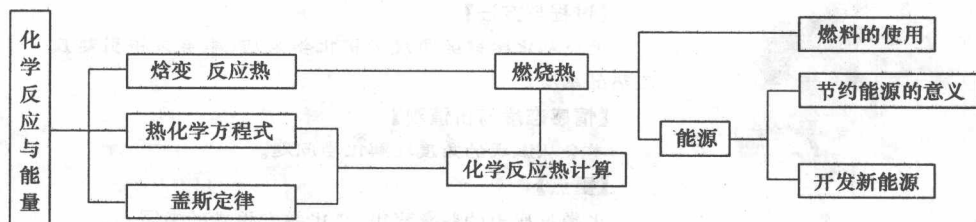
- 第一讲 晶体的常识 / 263
- 第二讲 分子晶体和原子晶体 / 269
- 第三讲 金属晶体 / 279
- 第四讲 离子晶体 / 289

# 第一部分 化学反应原理

## 第一章

### 化学反应与能量

#### 知识网络

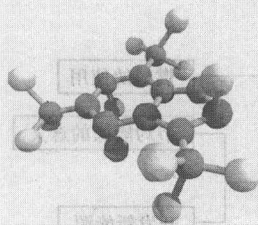




## 第一讲

# 化学反应与能量的变化

## 课标解读



### 【知识与技能】

- (1)了解化学反应中能量转化的原因和常见的能量转化形式;
- (2)理解反应热和焓变的含义;
- (3)能正确认识、书写热化学方程式。

### 【过程与方法】

通过从化学键的角度分析化学反应,学会分析引起反应热的本质。

### 【情感态度与价值观】

学会从微观的角度理解化学问题。

### 【重点】

化学反应中的能量变化,热化学方程式的书写。

### 【难点】

焓变,热化学方程式的书写,理解中和热的意义和测定方法。

### 知识点 1 化学反应的焓变

1. 焓变: 化学反应过程中反应物总能量与生成物总能量的变化叫做反应的焓变。热化学研究表明, 对于在等压条件下进行的化学反应, 如果反应中物质的能量变化全部转化为热能(同时可能伴随着反应体系体积的改变), 而没有转化为电能、光能等其他形式的能量, 则该反应的反应热就等于反应前后物质的焓的变化。

$$\Delta H = H(\text{生成物}) - H(\text{反应物})$$

$\Delta H$  为生成物的总焓与反应物的总焓之差, 称为化学反应的焓变。

2. 反应热: 化学反应过程中所释放或吸收的能量, 叫做反应热, 在恒压条件下, 它等于反应前后物质的焓变, 符号是  $\Delta H$ , 单位是  $\text{kJ/mol}$ 。

3. 化学反应中能量变化的原因: 化学反应的实质是旧化学键的断裂和新化学键的生成。破坏旧化学键需要吸收能量, 形成新化学键需要放出能量。化学反应过程中, 在发生物质变化的同时必然伴随着能量变化, 如图 1-1-1 所示。

#### 4. 放热反应与吸热反应

由于反应后放出的热量使反应体系的能量降低(使环境的能量升高), 故放热反应的  $\Delta H$  为“-”,  $\Delta H < 0$ ; 而吸热反应使反应体系的能量升高(使环境的能量降低),  $\Delta H$  为“+”,  $\Delta H > 0$ 。

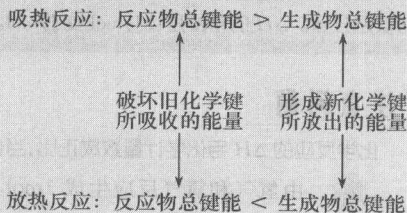


图 1-1-1

### 注意问题

吸热反应有的不需要加热, 如  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  固体反应; 多数需要加热。放热反应有的开始时需要加热以使反应启动, 即反应的吸热、放热与反应条件无关。

**例1** 化学反应可视为旧键断裂和新键形成的过程。已知下列物质的键能分别为:

$\text{H}-\text{H}$ :  $436\text{kJ/mol}$ ,  $\text{Cl}-\text{Cl}$ :  $243\text{kJ/mol}$ ,  $\text{H}-\text{Cl}$ :  $431\text{kJ/mol}$

试计算  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$  的反应热。

**【解析】** 该反应的反应热为:

$$\Delta H = 436\text{kJ/mol} + 243\text{kJ/mol} - 2 \times 431\text{kJ/mol} = -183\text{kJ/mol}.$$

**【解析】**  $-183\text{kJ/mol}$

**点评** 从化学键的角度分析, 反应热来源于反应过程中断裂旧化学键(吸热)并形成新化学键(放热)的能量变化, 即  $\Delta H = \text{反应物总键能} - \text{生成物总键能}$ 。

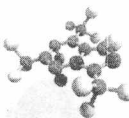
**变题1** 已知  $1\text{g}$  氢气完全燃烧生成水蒸气时放出热量  $121\text{kJ}$ , 且氧气中  $1\text{mol O}=\text{O}$  键完全断裂时吸收热量  $496\text{kJ}$ , 水蒸气中  $1\text{mol H}-\text{O}$  键形成时放出热量  $463\text{kJ}$ , 则氢气中  $1\text{mol H}-\text{H}$  键断裂时吸收热量为 ( )

A.  $920\text{kJ}$

B.  $557\text{kJ}$

C.  $436\text{kJ}$

D.  $188\text{kJ}$



【解析】先算出 1mol 氢气完全燃烧生成水蒸气时放出热量 242kJ。据  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ , 有  $(-242\text{kJ/mol}) \times 2 = E(\text{H}-\text{H}) \times 2 + 496\text{kJ/mol} - 463\text{kJ/mol} \times 4$ , 计算得  $E(\text{H}-\text{H}) = 436\text{kJ/mol}$ 。则氢气中 1mol H-H 键断裂时吸收热量为 436kJ。

【答案】C

## 知识点 2 热化学方程式及其书写

1. 概念: 热化学方程式是表示参加反应物质的量和反应热之间的关系的化学方程式。

2. 意义: 既表明了化学反应中的物质变化, 也表明了化学反应中的能量变化。

3. 书写注意事项:

(1) 要注明反应物和生成物的聚集状态, 因为物质呈现哪一种聚集状态, 与它们所具有的能量有关。

(2) 要注明反应温度和压强。如不注明, 即表示在  $25^\circ\text{C}$  和  $101\text{kPa}$ 。

(3) 热化学方程式中的化学计量数不表示分子个数, 而是表示物质的量, 故化学计量数可以是整数, 也可以是分数。 $\Delta H$  的单位是:  $\text{kJ/mol}$  或  $\text{J/mol}$ 。

## 注意问题

化学反应的  $\Delta H$  与化学计量数成正比, 当化学计量数扩大或缩小时,  $\Delta H$  也应等倍数扩大或缩小。

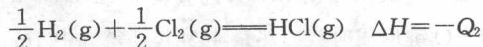
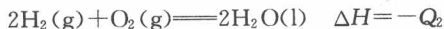
例2 由氢气和氧气反应生成 1mol 水蒸气放热 241.8kJ, 写出该反应的热化学方程式 \_\_\_\_\_。若 1g 水蒸气转化成液态水放热 2.444kJ, 则反应  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ/mol}$ 。

【解析】放热反应的  $\Delta H$  为“-”, 热量数值要与方程式化学计量数相对应。1mol 水蒸气转化为相同条件下的 1mol 液态水时要放出 44.0kJ 的热量, 可求出  $\Delta H$  为  $-285.8\text{kJ/mol}$ 。

【答案】 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -483.6\text{kJ/mol}; -285.8$

点评 热化学方程式的书写应注意: 需表明反应物、生成物的状态; 放热与吸热, 热量数值与反应物的量有关。

变题2 在同温同压下, 下列各组热化学方程式  $Q_2 > Q_1$  的是 ( )



【解析】应根据热化学方程式特性来分析此问题。①首先分析同一物质不同状态转化的能量变化。例如: A 中因  $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  放热, 故  $Q_2 > Q_1$ ; B 中  $\text{S}(\text{s}) \rightarrow \text{S}(\text{g})$  吸热, 而且 S 在燃烧





时必须由固态变为气态才能燃烧,故  $Q_2 < Q_1$ ; ②其次分析化学计量数的影响。例如:D 中  $Q_1 = 2Q_2$ ; ③再分析不同物质在反应中相互关系及反应热的影响。例如:C 中碳不完全燃烧生成 CO, 而 CO 还可以燃烧放出热量,故  $Q_2 > Q_1$ 。

【答案】AC

## 易错清单

### 易错点 1:

反应热与化学键的键能之间的关系

**典例 1** 白磷与氧可发生如下反应:  $P_4 + 5O_2 = P_4O_{10}$ 。已知断裂下列化学键需要吸收的能量分别为:  $P-P$   $a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $P-O$   $b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $P=O$   $c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $O=O$   $d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

根据图 1-1-2 所示的分子结构和有关数据估算该反应的  $\Delta H$ , 其中正确的是

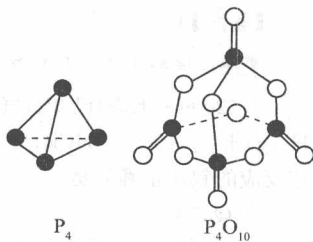


图 1-1-2

- ( )
- A.  $(6a + 5d - 4c - 12b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
  - B.  $(4c + 12b - 6a - 5d) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
  - C.  $(4c + 12b - 4a - 5d) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
  - D.  $(4a + 5d - 4c - 12b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【解析】由图 1-1-2 可以看出: 1mol 的  $P_4$  中有 6mol 的  $P-P$ , 5mol 的  $O_2$  中含有 5mol  $O=O$ , 1mol 的  $P_4O_{10}$  中含有 4mol 的  $P=O$  和 12mol 的  $P-O$ , 所以  $\Delta H = (6a + 5d - 4c - 12b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【答案】A

【提醒】从化学键的角度分析, 反应热来源于反应过程中断裂旧化学键(吸热)并形成新化学键(放热)的能量变化。

### 易错点 2:

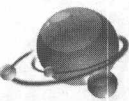
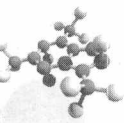
热化学方程式的正误判断方法

**典例 2** 已知甲烷燃烧生成二氧化碳和液态水放出的热量为  $55.625 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 。下列热化学方程式中不正确的是

- ( )
- A.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -890 \text{ kJ/mol}$
  - B.  $1/2 \text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 1/2 \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -445 \text{ kJ/mol}$
  - C.  $1/2 \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 1/2 \text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +445 \text{ kJ/mol}$
  - D.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -55.625 \text{ kJ/mol}$

【解析】注意单位的换算。1mol(16g)  $\text{CH}_4$  完全燃烧  $\Delta H = -55.625 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1} \times 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = -890 \text{ kJ/mol}$ 。





【答案】D

【提醒】热化学方程式中的化学计量数不表示分子个数,而是表示物质的量。两个互逆化学反应的  $\Delta H$  数值相等,符号相反。

## 点击高考

1. (2009·上海)下列对化学反应的认识错误的是 ( )

- A. 会引起化学键的变化  
B. 会产生新的物质  
C. 必然引起物质状态的变化  
D. 必然伴随着能量的变化

【解析】化学反应的本质是旧化学键的断裂和新化学键的生成。破坏旧化学键需要吸收能量,形成新化学键需要放出能量,化学反应过程中,在发生物质变化的同时必然伴随着能量变化。

【答案】C

【点评】理解化学反应中物质变化和能量变化的实质。

2. (2009·上海)已知氯气、溴蒸气分别跟氢气反应的热化学方程式如下( $Q_1$ 、 $Q_2$ 均为正值):  
 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_1$ ,  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HBr}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_2$ 。有关上述反应的叙述正确的是 ( )

- A.  $Q_1 > Q_2$   
B. 生成物总能量均高于反应物总能量  
C. 生成 1 mol HCl 气体时放出  $Q_1$  热量  
D. 1 mol HBr(g) 具有的能量大于 1 mol HBr(l) 具有的能量

【解析】两个反应都是放热反应,生成物的总能量低于反应物的总能量,B 项错。由热化学方程式可知,生成 2 mol 氯化氢放出的热量才是  $Q_1$ ,C 项错。一定量的物质在气态时具有的能量一般高于液态和固态时,故 D 项正确。

【答案】AD

【点评】正确理解热化学方程式的含义,反应热与反应物总能量、生成物总能量的关系。

## 模拟演练

1. 下列各项与反应热的大小无关的是 ( )

- A. 反应物和生成物的状态  
B. 反应物量的多少  
C. 反应物的性质  
D. 反应的快慢

2. 下列反应中生成物总能量高于反应物总能量的是 ( )

- A. 碳酸钙受热分解  
B. 乙醇燃烧  
C. 铝粉与盐酸反应  
D. 氧化钙溶于水

3. 已知反应  $\text{X} + \text{Y} \longrightarrow \text{M} + \text{N}$  为放热反应,对该反应的下列说法中正确的是 ( )

- A. X 的能量一定高于 M  
B. Y 的能量一定高于 N  
C. X 和 Y 的总能量一定高于 M 和 N 的总能量



D. 因该反应为放热反应,故不必加热就可发生

4. 已知 (1)  $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H_1 = a \text{ kJ/mol}$

(2)  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H_2 = b \text{ kJ/mol}$

(3)  $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H_3 = c \text{ kJ/mol}$

(4)  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H_4 = d \text{ kJ/mol}$

则  $a, b, c, d$  的关系正确的是

A.  $a < c < 0$

B.  $b > d > 0$

C.  $2a = b < 0$

D.  $2c = d > 0$

5. 已知充分燃烧  $a \text{ g}$  乙炔( $\text{C}_2\text{H}_2$ )气体时生成  $1 \text{ mol}$  二氧化碳气体和液态水,并放出热量  $b \text{ kJ}$ ,则乙炔燃烧的热化学方程式正确的是

A.  $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) = 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -2b \text{ kJ/mol}$

B.  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5/2\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = +2b \text{ kJ/mol}$

C.  $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) = 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -4b \text{ kJ/mol}$

D.  $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) = 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = +b \text{ kJ/mol}$

6. 已知在  $25^\circ\text{C}$ ,  $101 \text{ kPa}$  下,  $1 \text{ g}$   $\text{C}_8\text{H}_{18}$ (辛烷)燃烧生成二氧化碳和液态水时放出  $48.40 \text{ kJ}$  热量。表示上述反应的热化学方程式正确的是

A.  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H = -48.40 \text{ kJ/mol}$

B.  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -5518 \text{ kJ/mol}$

C.  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = +5518 \text{ kJ/mol}$

D.  $2\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 25\text{O}_2(\text{g}) = 16\text{CO}_2(\text{g}) + 18\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -11036 \text{ kJ/mol}$

7. 已知①  $1 \text{ mol}$   $\text{H}_2$  分子中化学键断裂时需要吸收  $436 \text{ kJ}$  的能量;②  $1 \text{ mol}$   $\text{Cl}_2$  分子中化学键断裂时需要吸收  $243 \text{ kJ}$  的能量;③ 由  $\text{H}$  原子和  $\text{Cl}$  原子形成  $1 \text{ mol}$   $\text{HCl}$  分子时释放  $431 \text{ kJ}$  的能量。下列叙述正确的是

A. 氢气和氯气反应生成氯化氢气体的热化学方程式是  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$

B. 氢气和氯气反应生成  $2 \text{ mol}$  氯化氢气体,反应的  $\Delta H = 183 \text{ kJ/mol}$

C. 氢气和氯气反应生成  $2 \text{ mol}$  氯化氢气体,反应的  $\Delta H = -183 \text{ kJ/mol}$

D. 氢气和氯气反应生成  $1 \text{ mol}$  氯化氢气体,反应的  $\Delta H = -183 \text{ kJ/mol}$

8. 已知  $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -285.8 \text{ kJ/mol}$

$\text{CO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta H = -282.9 \text{ kJ/mol}$

某  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的混合气体完全燃烧时放出  $113.74 \text{ kJ}$  热量,同时生成  $3.6 \text{ g}$  液态水,则原混合气体中  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的物质的量之比为

A.  $2:1$

B.  $1:2$

C.  $1:1$

D.  $2:3$

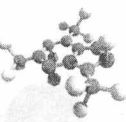
9. 已知热化学方程式:

$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -890.36 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

常温下取体积比为  $4:1$  的甲烷和氢气的混合气体  $11.2 \text{ L}$ (标准状况下),在  $101 \text{ kPa}$  下经完全燃烧后恢复至常温,求放出的热量。



10. 下表中的数据是破坏 1mol 物质中的化学键所消耗的能量(kJ):

| 物质    | Cl <sub>2</sub> | Br <sub>2</sub> | I <sub>2</sub> | HCl | HBr | HI  | H <sub>2</sub> |
|-------|-----------------|-----------------|----------------|-----|-----|-----|----------------|
| 能量/kJ | 243             | 193             | 151            | 432 | 366 | 298 | 436            |

根据上述数据回答(1)~(4)题。

(1)下列物质本身具有的能量最低的是 ( )

A. H<sub>2</sub>

B. Cl<sub>2</sub>

C. Br<sub>2</sub>

D. I<sub>2</sub>

(2)下列氢化物中最稳定的是 ( )

A. HCl

B. HBr

C. HI

(3)X<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>====2HX (X 代表 Cl、Br、I)的反应是吸热反应还是放热反应? \_\_\_\_\_。

(4)相同条件下, X<sub>2</sub> (X 代表 Cl、Br、I)分别与氢气反应, 当消耗等物质的量的氢气时, 放出或吸收的热量最多的是\_\_\_\_\_。



1. 解析: 考查反应热的概念, 反应热是指化学反应过程中所释放或吸收的能量, 所以与反应的快慢无关。

答案: D

2. 解析: 生成物总能量高于反应物总能量的反应为吸热反应, 乙醇燃烧、铝粉与盐酸反应、氧化钙溶于水都是放热反应, 碳酸钙受热分解是吸热反应。

答案: A

3. 解析: 因为该反应为放热反应, 所以反应物总能量高于生成物总能量, 但放热反应也必须克服反应所需的活化能反应才能进行, 所以放热反应也可能需要加热才发生。

答案: C

4. 解析: 热化学方程式中的化学计量数代表物质的量, 所以  $b=2a, d=2c$ 。因为氢气的燃烧反应为放热反应, 所以  $a, b, c, d$  都小于 0, 又 H<sub>2</sub>O(l) 具有的能量小于 H<sub>2</sub>O(g) 具有的能量,  $0 > a > c, 0 > b > d$ 。

答案: C

5. 解析: 生成 1mol 二氧化碳气体和液态水放出热量  $b$  kJ, 所以生成 2mol 二氧化碳应放出  $2b$  kJ 热量, 放热时  $\Delta H$  应为“—”。

答案: C

6. 解析: 1g(辛烷)燃烧生成二氧化碳和液态水时放出 48.40 kJ 热量, 则 1mol 辛烷应放出  $48.40 \text{ kJ} \times 114 = 5517.6 \text{ kJ}$ , 因为是放热反应,  $\Delta H$  应为“—”。

答案: BD

7. 解析: 反应热等于断开反应物化学键吸收的能量与形成生成物化学键放出的能量的差值, 氢气和氯气反应生成 2mol 氯化氢气体, 反应的  $\Delta H = (436 + 243 - 2 \times 431) \text{ kJ/mol} = -183 \text{ kJ/mol}$ 。

答案: C

8. 解析: 生成 3.6 g 水, 即生成 0.2mol 水, 氢气物质的量为 0.2mol, 氢气燃烧放出的热量为 57.16 kJ, 所以 CO 燃烧放出的热量为  $113.74 \text{ kJ} - 57.16 \text{ kJ} = 56.58 \text{ kJ}$ , CO 的物质的量为  $56.58 \text{ kJ} \div$





$282.9\text{kJ/mol} = 0.2\text{mol}$ ,  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的物质的量之比为  $1:1$ 。

答案:C

9. 解析:混合气总物质的量为  $0.5\text{mol}$ , 所以甲烷物质的量为  $0.4\text{mol}$ , 氢气物质的量为  $0.1\text{mol}$ , 因为是常温, 水应呈液态, 放出的热量为  $0.4\text{mol} \times 890.36\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.1\text{mol} \times 285.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 384.7\text{kJ}$ 。

答案:384.7kJ

10. 解析:(1)、(2)破坏  $1\text{mol}$  物质中的化学键所消耗的能量越大, 则该物质越稳定, 所具有的能量越低。(3)、(4)以氯元素为例, 计算  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$  反应中放出  $2 \times 432\text{kJ} - 243\text{kJ} - 436\text{kJ} = 185\text{kJ}$  能量, 同理可计算出  $\text{Br}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow 2\text{HBr}$  反应中放出  $103\text{kJ}$  能量,  $\text{I}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow 2\text{HI}$  反应中放出  $9\text{kJ}$  的能量。

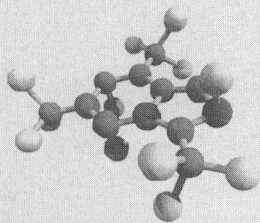
答案:(1)A (2)A (3)放热反应 (4)氯气

## 第二讲

# 燃烧热 能源 化学

## 反应热的计算

### 课标解读



#### 【知识与技能】

- (1) 掌握燃烧热的概念,并能进行简单的计算;
- (2) 了解资源、能源、环保是当今社会的热点问题;
- (3) 理解盖斯定律,并学会化学反应热的计算。

#### 【过程与方法】

- (1) 通过学习和查阅资料了解研究燃烧热的意义,知道能源是人类生存和发展的重要基础,了解化学在解决能源危机中的重要作用;

- (2) 探究运用盖斯定律解决实际问题的技巧。

#### 【情感态度与价值观】

- (1) 激发学习兴趣,培养尊重科学、严谨求学、勤于思考的态度。体验科学探究的艰辛与喜悦,感受化学世界的奇妙与和谐;

- (2) 培养将化学能与热能的化学知识应用于生产、生活实践的意识,能够对与反应热有关的社会问题和生活现象做出合理的判断。

#### 【重点】

燃烧热的概念及相关计算。应用盖斯定律进行反应热的计算。

#### 【难点】

燃烧热的概念,盖斯定律的应用。





### 知识点 1 燃烧热

1. 燃烧热的含义: 101 kPa 时, 1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定氧化物时所放出的热量, 叫该物质的燃烧热。单位: kJ/mol。四个要点: ①条件: 101 kPa (通常为 25℃); ②可燃物的量: 1 mol; ③足量的氧气保证完全燃烧; ④稳定氧化物:  $C \rightarrow CO_2(g)$ ,  $H \rightarrow H_2O(l)$ ,  $S \rightarrow SO_2(g)$  等。

2. 燃烧热的表示:  $\Delta H = -Q$  kJ/mol。燃烧热通常由实验测定。

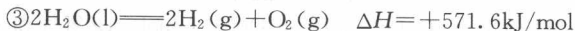
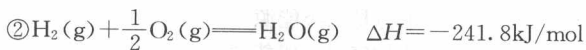
3. 研究燃烧热的意义: 了解化学反应完成时放出热量的多少, 以便更好地控制反应条件, 充分利用能源。

4. 有关计算: 可燃物完全燃烧放出的热量  $Q = n(\text{可燃物}) \times \Delta H$  实际利用的热量  $Q' = cm\Delta t$  热量利用率  $\eta = Q'/Q$ 。

### 注意问题

燃烧反应都是放热反应, 故反应物的总能量必大于生成物的总能量, 反应物的总键能必小于生成物的总键能。表示燃烧热的热化学方程式中, 可燃物的化学计量数应为“1”, 即 1 mol。

例1 已知下列热化学方程式:



则  $H_2$  的燃烧热是

A.  $-184.6 \text{ kJ/mol}$  B.  $-241.8 \text{ kJ/mol}$  C.  $+571.6 \text{ kJ/mol}$  D.  $285.8 \text{ kJ/mol}$

【解析】根据燃烧热的概念,  $H_2$  燃烧热应为 1 mol  $H_2$  完全燃烧生成  $H_2O(l)$  时放出的热量, 其热化学方程式可由③式改写得:  $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow H_2O(l) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ/mol}$ 。

【答案】D

点评 全面准确把握燃烧热概念的四个要点, 才能正确判断有关说法的正误, 进而进行燃烧热的计算。

变题1 10g 硫磺在  $O_2$  中完全燃烧生成气态  $SO_2$ , 放出的热量能使 500g  $H_2O$  温度由  $18^\circ\text{C}$  升至  $62.4^\circ\text{C}$ , 则硫磺的燃烧热  $\Delta H$  为 \_\_\_\_\_, 热化学方程式为 \_\_\_\_\_。(水的比热容为  $4.184 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ )

【解析】由题意, 10g 硫磺燃烧放出的热量为  $Q = cm\Delta t = 4.184 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \times 500 \text{ g} \times (62.4 - 18)^\circ\text{C} \times 10^{-3} \text{ kJ} \cdot \text{J}^{-1} = 92.88 \text{ kJ}$ , 则根据燃烧热的定义 1 mol 硫磺燃烧放出的热量为  $92.88 \text{ kJ} \times 32 \text{ g}/10 \text{ g} = 297 \text{ kJ}$ 。

【答案】 $-297 \text{ kJ/mol}$ ;  $S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g) \quad \Delta H = -297 \text{ kJ/mol}$