

丛书主编/王后雄



考点

同步解读

高中化学4选修（化学反应原理）

本册主编/贺文风

考点分类精讲 方法视窗导引

Kaodian

Tongbu Jiedu

防错档案预警 题型优化测训

紧扣课标，直击高考，突破难点，解析疑点，化整为零，各个击破，
点线面全方位建构“同步考点”攻略平台。

由“母题”发散“子题”，理顺“一个题”与“多个题”的关系，
寻找“一类题”在思维方法和解题技巧上的“共性”，通吃“千张纸，
万道题”，实现知识“内化”，促成能力“迁移”。



华中师范大学出版社
Huazhong Normal University Press

丛书主编/王后雄



Kao dian

Tongbu Jiedu

考点

同步解读

高中化学选修 4
(化学反应原理)

本册主编/贺文风

随书赠送 **5** 套试卷



新课标
Xinkebiao



华中师范大学出版社
Huazhong Normal University Press

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

考点同步解读 高中化学选修4(化学反应原理)/丛书主编:王后雄 本册主编:贺文凤

—武汉:华中师范大学出版社,2011.4

ISBN 978-7-5622-4865-1

I. 考… II. ①王… ②贺… III. 化学课-高中-教学参考资料

IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 056254 号

考点同步解读 高中化学选修4(化学反应原理)

丛书主编:王后雄

本册主编:贺文凤

责任编辑:王文琴 胡小忠

责任校对:罗 艺

封面设计:甘 英

选题设计:华大鸿图编辑室(027-67867361)

出版发行:华中师范大学出版社 ©

社址:湖北省武汉市珞喻路 152 号

销售电话:027-67867076 027-67867371 027-67865356

传真:027-67865347

邮购:027-67861321

网址:<http://www.ccupress.com>

电子信箱:hsebs@public.wh.hb.cn

印刷:湖北鄂南新华印刷包装有限公司

督印:章光琼

字数:370 千字

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:13.75

版次:2011 年 4 月第 1 版

印次:2011 年 4 月第 1 次印刷

定价:27.00 元

欢迎上网查询、购书

警告读者:为维护著作人的合法权益,并保障读者的切身利益,本书封面采用压纹制作,压有“华中师范大学出版社”字样及社标,请鉴别真伪。若发现盗版书,请打举报电话 027-67861321。

《考点同步解读》使用图解

考点解读

呈现新课标内容要素,锁定不同版本教材要求,指明学习和考试的具体考点及目标。

学法导引

注重学法点拨和考试方法的指导,揭示学习的重点和难点,探讨考试命题的规律。

考点精讲

考点分类,核心总结,重点难点各个击破,典例创新导引,首创分类解析导解模式。

变式跟踪

案例学习迁移,母题多向发散,预测高考可考变式题型,层层剖析,深入变式训练。

超级链接

最佳导学模式,学案式名师点津。难点突破、防错档案、规律清单革新传统学习模式。

第一章 化学反应与能量

第一讲 反应热 热化学方程式

考点解读

学法导引

1. (★★)通过分析化学反应过程中的能量变化,理解反应热、焓变的含义,从化学反应的本质即旧键断裂与新键形成的角度研究反应热产生的原因。(2009·上海,5)

2. (★★★)了解吸热反应、放热反应的概念,理解化

本讲的重点是反应热和焓变 ΔH 的含义、热化学方程式的书写、正误判断和简单计算。学法建议如下:

1. 通过“因”(化学键的断裂和形成)——“果”(化学反应伴随着能量变化)——“推”(反应过程的能量变化示意图)——“知”(反应类型和反应热分类)来

考点分类精讲

考点1 反应热 焓变

核心总结

(1)任何化学反应在发生物质变化的同时都伴随着能量变化,能量变化通常表现为热量变化,即放出热量或吸收热量。可以表示为:

化学反应 $\xrightarrow{\text{物质变化(旧键断裂、新键形成,原子的重新组合)}}$ 能量变化(主要表现为热量变化,即放出热量或吸收热量)

- ◎ 考点1 下列说法中正确的是()。
- A. 物质发生化学反应都伴随着能量变化
B. 伴有能量变化的物质变化都是化学变化
C. 反应热是1mol物质参加反应时的能量变化
D. 反应放热时 $\Delta H > 0$, 反应吸热时 $\Delta H < 0$

【解析】 物质发生化学反应时必然发生化学键的断裂和形成,因此都伴随着能量的变化,但伴有能量变化的物质变化不一定是化学变化,如物质发生状态变化(如水蒸气冷凝)、核变化(如原子核裂变)等, A 正确; B 错; 反应热 ΔH 的单位是 kJ/mol, 但不是表示 1mol 物质参加反应或生成 1mol 物质时放出或吸收的热量。

【答案】 A

【评注】 物质发生化学变化则一定伴随着能量变化,但有能量变化却不一定发生了化学变化。本题启示我们要正确理解化学反应的能量变化和能量变化两个方面的特征,反应热的含义和描述 ΔH 的符号规定等。

- ◎ 变式1-1 下列说法中正确的是()。
- A. 化学变化一定伴随着颜色变化,颜色变化一定属于化学变化
B. 在一个确定的化学反应中,反应物的总能量与生成物的总能量一定不同
C. 放热反应可被人类利用而吸热反应无利用价值
D. 化学能转化为热能是化学反应中能量变化的唯一表现形式

难点突破

(1) ΔH 单位中 mol^{-1} 的含义
 mol^{-1} 即“每摩尔”,不是指每摩尔反应物或生成物,而是指每摩尔反应。
如反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的 $\Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 是指每摩尔反

规律清单

(1) 常见的放热反应
① 燃烧反应,如木炭、 H_2 、 CH_4 等在空气中或氧气中燃烧, H_2 在 Cl_2 中燃烧。
② 酸碱中和反应,如 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 。

防错档案

书写热化学方程式的易错点
① 漏写反应方程式中各物质的聚集状态。

② 混淆 ΔH 的符号“+”、“-”与反应吸热、放热的对应关系。

③ ΔH 的值与各物质化学计量数不成正比。

考点拓展

热化学方程式中的 ΔH 可以广泛地与物质变化、化学键变化、电子转移等相联系。将阿伏加德罗常数与热化学方程式相融合,能形成 N_A 及 ΔH 与物质结构等基本原理和元素化合物知识相渗透的联系面宽、发散面广的试题情景,综合考查相关基础知识和迁

题型优化测试

学业水平测试

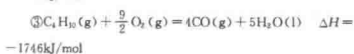
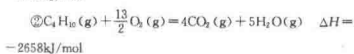
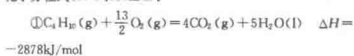
(测试时间:30分钟 满分:50分)

一、选择题(本题包括7小题,每小题4分,共28分。每小题只有一个选项符合题意。)

1. [考点7] (2010·四川高考)节能减排对发展经济、保护环境有重要意义。下列措施不能减少二氧化碳排放的是()。
- A. 利用太阳能制氢
B. 关停小火电企业
C. 举行“地球一小时”熄灯活动
D. 推广使用液化化技术

高考真题赏析

1. (2010·全国,7,6分)下面均是正丁烷与氧气反应的热化学方程式(25℃,101kPa):

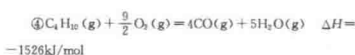


高考水平测试

(测试时间:60分钟 满分:100分)

一、选择题(本题包括10小题,每小题5分,共50分。每小题有1~2个选项符合题意。)

1. [考点2] (上海高考)下列反应中生成物总能量高于反应物总能量的是()。
- A. 碳酸氢钠受热分解 B. 乙醇燃烧
C. 铝粉与氧化铁粉末反应 D. 氧化钙溶于水
2. [考点2] 下列工业生产中的主要反应中属于吸热反应的是()。



由此判断,正丁烷的燃烧热是()。

A. -2878 kJ/mol B. -2658 kJ/mol
C. -1746 kJ/mol D. -1526 kJ/mol

【点拨】 依据定义,在25℃,101kPa时,1mol可燃物完全燃烧生成稳定的化合物时所放出的热量叫做该物质的燃烧热,单位为 kJ/mol。②中生成气态水,③中生成 CO,④中生成 CO 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 其 ΔH 均不是燃烧热。

【标注】 A

参考答案与提示

第一章 化学反应与能量

第一讲 反应热 热化学方程式

【变式1-1】 B [任何化学反应都伴随着能量变化, $\Delta H = E_{\text{生成物}} - E_{\text{反应物}} \neq 0$, 所以反应物的总能量与生成物的总能量一定不同。]

【变式2-1】 C [B项 $\Delta H > 0$ 但不属于氧化还原反应; A、D 项属于氧化还原反应, 但 $\Delta H < 0$ 。]

【变式3-1】 $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -297 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 $4\text{FeS}(\text{s}) + 11\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 8\text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -3412 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

学业水平测试

1. D [推广使用液化化技术, 能提高煤的综合利用率, 有利于能源的充分利用和减少污染物的排放, 但液化后燃烧仍产生二氧化碳, 即不能减少二氧化碳的排放。]

2. D [煤是混合物, 非再生能源, 水吸收 SO_2 是化学变化。]

3. C 4. C 5. D

高考水平测试

1. A [生成物总能量高于反应物总能量的反应是吸热反应。]

2. C

优化测试

立足教材, 夯实基础, 习题层级清晰, 与同步考试接轨, 查漏补缺。

解题依据

首创解题线索助学模式。当你解题失误或解题缺乏思路时, 解题依据教你回归考点知识和例题启示。

真题赏析

精选高考名题, 再现考点真题, 讲解精准干练, 体验真题魅力, 感悟高考真谛。

答案提示

提示解题思路, 突破解析模式, 规范标准答案, 全程帮助你对照思路、比照答案、减少失误、赢得高分。

考点同步解读 高中化学选修4(化学反应原理)

编 委 会

丛书主编:王后雄

本册主编:贺文凤

编 者:陈长东

舒先华

李先军

李大林

彭剑飞

胡杨胜

姜 涛

邓 艳

邢细虎

万长江

梁 严

游建军

陈 冰

郭 莉

梁治龙

朱剑华

向 阳

李玉华

孟凡盛

张 敏

王宏贵

冯金宏

熊伟章

李 珩

王明敏

吴兴国

张建华

凌 艳

瞿佳廷

吴爱华

刘志明

杨大岭

罗 鹏

万建成

王永益

李英豪

目

录

CONTENTS

第一章 化学反应与能量

第一讲 反应热 热化学方程式

- 考点1 反应热 焓变/1
- 考点2 放热反应和吸热反应/2
- 考点3 热化学方程式的书写/3
- 考点4 燃烧热和中和热/5
- 考点5 中和反应反应热的测定/7
- 考点6 热化学方程式的正误判断/8
- 考点7 能源及其充分利用/9

第二讲 盖斯定律 反应热的比较和计算

- 考点1 盖斯定律/14
- 考点2 依据热化学方程式计算反应热/15
- 考点3 依据键能计算反应热/15
- 考点4 反应热的比较/16
- 考点5 盖斯定律与物质稳定性的比较/17
- 考点6 依据盖斯定律计算反应热/18

第二章 化学反应速率和化学平衡

第三讲 化学反应速率

- 考点1 化学反应速率的表示方法/24
- 考点2 化学反应速率与化学计量数的关系/25
- 考点3 化学反应速率的实验测量/26
- 考点4 简化的有效碰撞模型/27
- 考点5 影响化学反应速率的因素/28
- 考点6 外界条件影响化学反应速率的实验探究(变量控制法)/29
- 考点7 化学反应速率的图象分析/30

第四讲 化学反应的方向和限度

- 考点1 反应焓变与反应方向/36
- 考点2 反应熵变与反应方向/37
- 考点3 综合应用焓变和熵变判断反应方向/37
- 考点4 化学平衡状态/38
- 考点5 化学平衡的特征/39
- 考点6 化学平衡的标志/40

第五讲 勒夏特列原理及其应用

- 考点1 浓度变化对化学平衡的影响/45
- 考点2 压强变化对化学平衡的影响/46
- 考点3 温度变化对化学平衡的影响/47
- 考点4 催化剂对化学平衡的影响/48
- 考点5 勒夏特列原理(平衡移动原理)/49
- 考点6 合成氨的适宜条件/50
- 考点7 化学平衡图象分析/51

第六讲 化学平衡常数

- 考点1 化学平衡常数的概念和表达式/59
- 考点2 化学平衡常数的影响因素和变化规律/60
- 考点3 化学平衡常数的意义和应用/61
- 考点4 化学平衡常数的计算/62
- 考点5 依据化学平衡常数计算平衡转化率/62
- 考点6 浓度改变时物质转化率的变化规律/63

第七讲 等效平衡 化学平衡计算

- 考点1 等效平衡的含义/69
- 考点2 恒温恒容条件下 $\Delta n \neq 0$ 的反应形成的等效平衡/70
- 考点3 恒温恒容条件下 $\Delta n = 0$ 的反应形成的等效平衡/71

- 考点4 恒温恒压条件下形成的等效平衡/72
- 考点5 化学平衡计算的一般思路和基本方法/73
- 考点6 平衡混合气体的平均相对分子质量和密度的变化规律/74

第三章 水溶液中的离子平衡

第八讲 弱电解质的电离

- 考点1 强电解质和弱电解质/80
- 考点2 电解质溶液的导电性和导电能力/82
- 考点3 电离方程式的书写和正误判断/82
- 考点4 电离平衡的建立、特征和移动/83
- 考点5 电离常数和电离度/84
- 考点6 证明弱电解质的实验方法/85
- 考点7 一元强酸与一元弱酸的比较/86

第九讲 水的电离和溶液的酸碱性

- 考点1 水的电离 水的离子积/91
- 考点2 酸、碱溶液中水的电离/92
- 考点3 溶液的酸碱性和 pH/93
- 考点4 溶液 pH 的测定方法/93
- 考点5 酸、碱溶液稀释时 pH 的计算与分析/94
- 考点6 强酸、强碱混合后溶液 pH 的计算/96
- 考点7 溶液的 pOH 和 AG/97

第十讲 酸碱中和滴定 氧化还原滴定

- 考点1 酸碱中和滴定的原理 滴定曲线/101
- 考点2 酸碱中和滴定的实验仪器和试剂/102
- 考点3 酸碱中和滴定的实验操作/103
- 考点4 酸碱中和滴定的误差分析/104
- 考点5 双指示剂法测定物质的浓度(含量)/105
- 考点6 氧化还原滴定的原理、计算和应用/106

第十一讲 盐类的水解

- 考点1 盐类水解的实质和规律/111
- 考点2 盐类水解的离子方程式的书写/112
- 考点3 “越弱越水解”规律及其应用/113
- 考点4 影响盐类水解的因素/114

- 考点5 强(弱)酸与弱(强)碱混合后溶液的 pH 判断规律/115
- 考点6 盐类水解的应用/115
- 考点7 电解质溶液中的守恒关系与粒子浓度比较/117

第十二讲 难溶电解质的溶解平衡

- 考点1 沉淀溶解平衡的建立和特征/123
- 考点2 溶度积/124
- 考点3 沉淀反应的应用(一)——沉淀的生成/125
- 考点4 沉淀反应的应用(二)——沉淀的溶解/125
- 考点5 沉淀反应的应用(三)——沉淀的转化/126
- 考点6 溶度积、溶解度和物质的量浓度之间的换算/127

第四章 电化学基础

第十三讲 原电池 化学电源

- 考点1 原电池的实验装置和工作原理/133
- 考点2 原电池的知识规律/134
- 考点3 原电池的设计和应用/135
- 考点4 化学电源——一次电池/136
- 考点5 化学电源——二次电池/137
- 考点6 化学电源——燃料电池/138
- 考点7 二次电池电极反应的相互关系和书写规律/139

第十四讲 电解原理及其应用

- 考点1 电解池/145
- 考点2 电解的知识规律/146
- 考点3 常见电解质溶液的电解规律/147
- 考点4 电解原理的应用(一)——氯碱工业/148
- 考点5 电解原理的应用(二)——铜的电解精炼/149
- 考点6 电解原理的应用(三)——电镀和电冶金/150
- 考点7 电化学计算的基本方法/151

第十五讲 金属的电化学腐蚀与防护

- 考点1 金属的化学腐蚀/158
- 考点2 金属的电化学腐蚀/159
- 考点3 影响金属腐蚀的因素/160
- 考点4 金属防护方法——覆盖保护层和改变金属内部结构/161
- 考点5 金属的电化学防护/161

参考答案与提示(单独成册)

第一章 化学反应与能量

第一讲 反应热 热化学方程式

考点解读

学法导引

1. (★★)通过分析化学反应过程中的能量变化,理解反应热、焓变的含义,从化学反应的本质即旧键断裂与新键形成的角度研究反应热产生的原因。(2009·上海,5)

2. (★★★)了解吸热反应、放热反应的概念,理解化学反应过程中的能量变化与反应物和生成物的能量之间的关系。(2010·北京,26)

3. (★★★★★)理解热化学方程式的含义,掌握热化学方程式的书写方法并能进行正误判断。(2009·重庆,12)

4. (★★★★★)理解燃烧热的含义;掌握表示燃烧热的热化学方程式的写法。掌握中和反应反应热的实验测定。(2010·全国Ⅱ,7)

5. (★★)了解能源是人类生存和社会发展的重要基础,了解能源的充分利用及化学在解决能源危机中的重要作用。(2010·天津,1)

本讲的重点是反应热和焓变 ΔH 的含义、热化学方程式的书写、正误判断和简单计算。学法建议如下:

1. 通过探“因”(化学键的断裂和形成)——寻“果”(化学反应伴随着能量变化)——悟“图”(反应过程的能量变化示意图)——知“型”(反应类型和反应热分类)来体会化学反应都伴随能量变化并理解化学反应中的能量变化,注意从宏观视角认识反应热和焓变。

2. 以“细”、“准”为原则和要求,辨析热化学方程式与化学方程式、燃烧热和中和热的不同,从而把握热化学方程式的特有内涵和燃烧热、中和热的特定含义,规范地书写热化学方程式。

考点分类精讲

考点1 反应热 焓变

核 心 总 结

(1)任何化学反应在发生物质变化的同时都伴随着能量变化,能量变化通常表现为热量变化,即放出热量或吸收热量。可以表示为:

化学反应 $\xrightarrow{\text{伴随}}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{物质变化(旧键断裂、新键形成,原子的重新组合)} \\ \text{能量变化(主要表现为热量变化,即放出热量或吸收热量)} \end{array} \right.$

(2)化学反应中,当生成物回到反应物的起始温度时,所放出或吸收的热量称为化学反应的反应热。许多化学反应的反应热可以通过实验测得。

(3)焓(H)是与内能有关的物理量。焓变(ΔH)是指生成物与反应物的焓值差,它是恒压条件下化学反应的反应热,决定了某一化学反应吸收或放出热量的多少。焓变的符号是 ΔH ,单位常用 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (或 kJ/mol)。

● 考题1 下列说法中正确的是()。

- A. 物质发生化学反应都伴随着能量变化
- B. 伴有能量变化的物质变化都是化学变化 $\times$
- C. 反应热是 1mol 物质参加反应时的能量变化 $\times$
- D. 反应放热时 $\Delta H > 0$, 反应吸热时 $\Delta H < 0$ $\times$

【解析】物质发生化学反应时必然发生化学键的断裂和形成,因此都伴随着能量的变化,但伴有能量变化的物质变化不一定是化学变化,如物质发生状态变化(如水蒸气冷凝)、核变化(如原子核裂变)等, A 正确 B 错;反应热 ΔH 的单位是

● 难点突破

(1) ΔH 单位中 mol^{-1} 的含义

mol^{-1} 即“每摩尔”,不是指每摩尔反应物或生成物,而是指每摩尔反应。

如反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的 $\Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 是指每摩尔反应——“2mol $\text{H}_2(\text{g})$ 与 1mol $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 2mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ”的焓变为 571.6 kJ, 而 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的 $\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 也是指每摩尔反应——“1mol $\text{H}_2(\text{g})$ 与 $\frac{1}{2}\text{mol O}_2(\text{g})$ 反应生成 1mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ”的焓变为 285.8 kJ。

因此, ΔH 的值与温度、压强等条件和物质的量、物质的状态等因素有关。同一条件下的同一化学反应,若化学计量数不同, ΔH 肯定不同;即使化学计量数相同,若反应物或生成物的状态不同, ΔH 也不同。

(2) 化学反应伴随能量变化的微观解释

化学反应的过程就是旧化学键断裂和新化学键形成的过程。旧化学键断裂需要吸收能量,新化学键形成会放出能量,由于

kJ/mol,但并不是表示 1mol 物质参加反应或生成 1mol 物质时放出或吸收的热量,C 错;在放(吸)热反应中,反应体系的能量降低(升高),因此规定其 ΔH 为“—”(“+”),即放热时 $\Delta H < 0$,吸热时 $\Delta H > 0$,D 错。

【答案】 A

【评注】 物质发生化学变化则一定伴随能量变化,但有能量变化却不一定发生了化学变化。本题启示我们要正确理解化学反应的物质变化和能量变化两个方面的特征、反应热的含义和描述、 ΔH 的符号规定等。

【变式 1-1】 下列说法中正确的是()。

- A. 化学变化一定伴随着颜色变化,颜色变化一定属于化学变化 $\times$
 B. 在一个确定的化学反应中,反应物的总能量与生成物的总能量一定不同
 C. 放热反应可被人类利用而吸热反应无利用价值 $\times$
 D. 化学能转化为热能是化学反应中能量变化的唯一表现形式 $\times$

考点 2 放热反应和吸热反应

核 心 总 结

类型 比较	放热反应	吸热反应
定义	放出热量的化学反应	吸收热量的化学反应
形成原因	反应物具有的总能量大于生成物具有的总能量	反应物具有的总能量小于生成物具有的总能量
与化学键强弱的关系	生成物分子成键时释放出的总能量大于反应物分子键断裂时吸收的总能量	生成物分子成键时释放出的总能量小于反应物分子键断裂时吸收的总能量
焓变	$\Delta H < 0$	$\Delta H > 0$
图示		
能量变化	体系的能量降低	体系的能量升高
实例	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ $\Delta H = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = +131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

● 考题 2 下列说法中正确的是()。

- A. 高温条件下进行的反应一定是吸热反应,常温下即能进行的反应一定是放热反应 $\times$
 B. 所有氧化还原反应都是放热反应,所有分解反应都是吸热反应 $\times$
 C. 反应物总能量低于生成物总能量的反应是吸热反应 $\times$
 D. 当反应物总能量高于生成物总能量时,反应可能放热也可能吸热 $\times$

【解析】 对化学反应中的能量变化可作微观分析:如果反应物具有的总能量小于生成物具有的总能量,则生成物中的化学键形成所释放的能量小于反应物中的化学键断裂所吸收的能量,该反应就为吸热反应, $\Delta H > 0$ 。反之则为放热反应,

吸收和放出的能量不同,必然导致化学反应会吸收或放出能量,也就是说,化学键断裂和形成时所吸收和放出的能量差别是化学反应伴随能量变化的本质原因。化学反应与能量变化的关系可用图表示如下:



$$E_1 > E_2, \text{反应吸收能量}, \Delta H > 0$$

$$E_1 < E_2, \text{反应放出能量}, \Delta H < 0$$

(3) 化学反应的能量转化形式

化学反应中的能量变化通常以热量形式表现出来。但化学能也可转化为其他形式的能量,如化学能转化为光能、电能、内能等。不论如何转化,均遵循能量守恒定律。

● 难点突破

放热反应可以看成是“储存”在物质内部的能量(化学能)转化为热能、电能、光能等被释放出来的过程,吸热反应可以看成是热能、电能、光能等转化为物质内部的能量(化学能)被“储存”起来的过程。

反应物的总能量大(小)于生成物的总能量、反应物中的键能之和和小(大)于生成物中的键能之和、 $\Delta H < 0$ ($\Delta H > 0$) 是放(吸)热反应的充分必要条件(数学概念)。

● 规律清单

(1) 常见的放热反应

- ① 燃烧反应:如木炭、 H_2 、 CH_4 等在空气或氧气中燃烧, H_2 在 Cl_2 中燃烧。
 ② 酸碱中和反应:如 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 。
 ③ 大多数化合反应:如 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} =$

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (少数化合反应如 $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 等是吸热反应),浓 H_2SO_4 稀释时放出大量的热是由于 H_2SO_4 与 H_2O 化合成水合硫酸分子($\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)。

④ 铝热反应:如 $8\text{Al} + 3\text{Fe}_3\text{O}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Fe}$ 。

⑤ 金属与酸反应:如 $2\text{Al} + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。

(2) 常见的吸热反应

① 大多数分解反应:如 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$
 吸热反应

$\Delta H < 0$ 。因此, C项正确, D项错误。

在高温条件下进行的反应有吸热反应(如石灰石分解、碳和水蒸气反应), 也有放热反应(如 NH_3 的催化氧化: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[800^\circ\text{C}]{\text{Pt}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$), 常温条件下即能进行的反应大多是放热反应(如 $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$), 但也有吸热反应[如 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ (搅拌即迅速反应)]; 氧化还原反应有放热反应也有吸热反应(如 $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 为吸热反应, $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$ 为放热反应); 分解反应多是吸热反应, 但也有放热反应(如 $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$)。故 A、B 项均不正确。

【答案】 C

【评注】 化学反应是放热反应还是吸热反应, 是由反应物和生成物所具有的能量决定的, 是由键的形成和键的断裂的能量变化所决定的, 而与反应条件(如点燃、加热、高温、光照等)和反应类型没有直接的因果关系。在常温或高温条件下进行的反应、化合反应或分解反应、氧化还原反应或离子反应等都可能放热反应或吸热反应。

【变式 2-1】 下列反应中, 属于氧化还原反应且 $\Delta H > 0$ 的是()。

- A. 铝片与稀盐酸的反应
B. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 晶体反应
C. 灼热的碳与 CO_2 反应
D. 甲烷在氧气中燃烧

考点 3 热化学方程式的书写

核心总结

(1)概念: 能表示参加反应物质的量和反应热之间关系的化学方程式, 叫做热化学方程式。热化学方程式是一种不仅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的重要而特殊的化学用语。

(2)书写原则和要求

①必须在化学方程式的右边标明反应热 ΔH 的符号、数值和单位(ΔH 与最后一种生成物之间留一空格): $\Delta H =$ 。

↑ ↑ ↑
符号 数值 单位

② ΔH 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 ΔH 的测定条件。绝大多数 ΔH 是在 25°C 、 101kPa 下测定的, 此时可不注明温度和压强, 反之, 若不注明温度和压强, 则表示 ΔH 是 25°C 、 101kPa 条件下的数据。

③反应热与物质的聚集状态有关, 因此必须注明物质的聚集状态(s, l, g), 稀溶液中的溶质标明“aq”[如 $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 表示稀 H_2SO_4 溶液], 化学式相同的同素异形体除标明状态外还需标明其名称[如金刚石表示为 $\text{C}(\text{s}, \text{金刚石})$]。热化学方程式中不标“↑”和“↓”(气体符号和沉淀符号)。

④热化学方程式中的化学计量数仅表示物质的量, 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。

⑤ ΔH 是一个宏观量, 它表示每摩尔反应的反应热, 它与反应物的物质的量成正比, 所以方程式中的化学计量数必须与 ΔH 相对应, 如果化学计量数加倍, 则 ΔH 也随之加倍, 当反应方向变化时, ΔH 也随之变号。

● 考题 3-1 (1)已知 0.3mol 气态高能燃料乙硼烷(B_2H_6)在氧气中燃烧, 生成固态三氧化二硼和液态水, 放出 649.5kJ 的热量, 写出该反应的热化学方程式:

(2)已知将 1t 碳酸钙完全煅烧生成生石灰需要吸收 $1.78 \times 10^6\text{kJ}$ 的热量, 写出该反应的热化学方程式:

②水解反应: 如 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ (水解反应是酸碱中和反应的逆反应, 见第三章第十一讲)。

③其他反应: 如 $\text{H}_2 + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{H}_2 + \text{CO}$, $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ 等。

(3)溶解过程中的能量变化

物质的溶解过程也都伴随着能量变化。需要熟记的实例有: 浓 H_2SO_4 稀释明显放热, NaOH 固体(苛性钠)溶于水明显放热, 硝酸铵(NH_4NO_3)晶体溶于水明显吸热, 食盐溶于水时热量变化不明显等。

(4)电离过程中的能量变化(见第三章第八讲)

绝大多数弱电解质的电离都是吸热过程, 如 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ $\Delta H > 0$ 等。

● 难点突破

(1)热化学方程式与普通化学方程式的区别

	普通化学方程式	热化学方程式
化学计量数	只能是整数, 既表示粒子个数又表示该物质的物质的量	可以是整数也可以是分数, 只表示该物质的物质的量
状态	不要求注明	必须在化学式后注明
ΔH 的正负号及单位	无	必须注明
意义	表明化学反应中的物质变化	表明化学反应中的物质变化和能量变化

(2)热化学方程式中的计量数为什么只表示物质的量而不表示粒子个数?

热化学方程式表示了化学反应中的能量变化, ΔH 即是每摩尔反应所放出或吸收的热量, 因此, 物质的计量数只表示物质的量而不表示粒子个数。如 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -571.6\text{kJ/mol}$, 表示 2mol $\text{H}_2(\text{g})$ 与 1mol $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 2mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 放出 571.6kJ 热量, 而不可能是 2 个 H_2 分子与 1 个 O_2 分子反应即放出 571.6kJ 热量(如果这样, 那 6.02×10^{23} 个 H_2 分子反应应该放出多少热量!)

(3) ΔH 是生成物与反应物的能量差, 因此:

①对于反应物和生成物都相同的化学反应, 如果测定条件不同, 或反应物、生成物的聚集状态不同, 或物质的化学计量数不同, 那么, 生成物与反应物的能量差便不相

【解析】 已知反应物的质量或物质的量以及放出或吸收的热量,要写出热化学方程式,关键是要计算出与方程式中的化学计量数相对应的 ΔH 。

(1) 中 B_2H_6 燃烧的化学方程式为: $B_2H_6 + 3O_2 = B_2O_3 + 3H_2O$, $1\text{mol } B_2H_6$ 完全燃烧放出的热量为: $\frac{649.5\text{kJ}}{0.3\text{mol}} \times 1\text{mol} = 2165\text{kJ}$ 。

(2) 中 $CaCO_3$ 分解的化学方程式为: $CaCO_3 \xrightarrow{\text{高温}} CaO + CO_2 \uparrow$, 1mol (即 100g) $CaCO_3$ 完全分解需要吸收的热量为: $\frac{1.78 \times 10^6\text{kJ}}{10^6\text{g}} \times 100\text{g} = 178\text{kJ}$ 。

【答案】 (1) $B_2H_6(g) + 3O_2(g) = B_2O_3(s) + 3H_2O(l) \quad \Delta H = -2165\text{kJ/mol}$ 。

(2) $CaCO_3(s) = CaO(s) + CO_2(g) \quad \Delta H = +178\text{kJ/mol}$ 。

【评注】 依据数据书写热化学方程式,要特别注意对题给放(吸)热数据加以换算,以使 ΔH 与方程式中的化学计量数相对应。

● **考题 3-2** (1) 根据图 1-1 写出相关反应的热化学方程式:

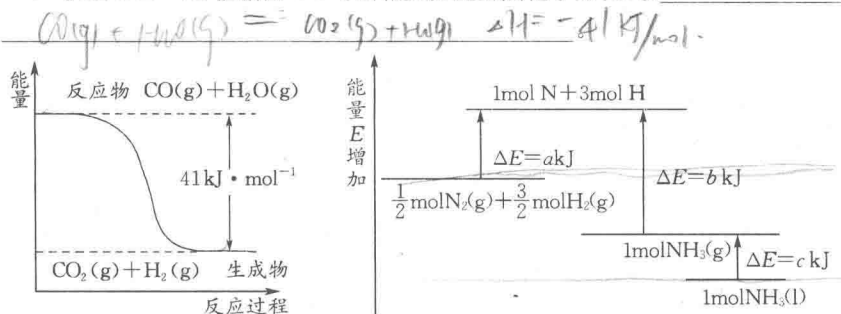


图 1-1

图 1-2

(2) (2010·南昌测试) 化学反应 $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ 的能量变化如图 1-2 所示,该反应的热化学方程式是()。

- A. $N_2(g) + 3H_2(g) = 2NH_3(l) \quad \Delta H = 2(a-b-c)\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. $N_2(g) + 3H_2(g) = 2NH_3(g) \quad \Delta H = 2(b-a)\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) = NH_3(l) \quad \Delta H = (b+c-a)\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 D. $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) = NH_3(g) \quad \Delta H = (a+b)\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【解析】 (1) 图 1-1 反映了反应物和生成物的能量关系,由图可知,反应物是 CO 、 H_2O ,生成物是 CO_2 、 H_2 ,反应物的能量高于生成物的能量,是放热反应, $\Delta H < 0$,即 $\Delta H = -41\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 图 1-2 反映了由反应物到生成物所经历的反应过程和能量变化。起点为 $\frac{1}{2}\text{mol } N_2(g) + \frac{3}{2}\text{mol } H_2(g)$,终点为 $1\text{mol } NH_3(l)$ 。变化三阶段为:①吸收能量 $a\text{ kJ}$;②放出能量 $b\text{ kJ}$;③ $1\text{mol } NH_3(g)$ 放出能量 $c\text{ kJ}$ 到 $1\text{mol } NH_3(l)$ 。故可得热化学方程式: $\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) = NH_3(l) \quad \Delta H = (a-b-c)\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,扩大化学计量数后得到 A 项。

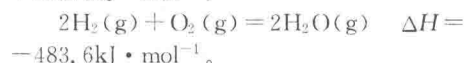
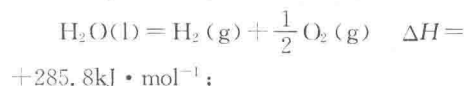
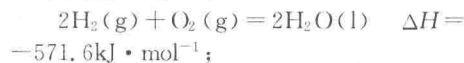
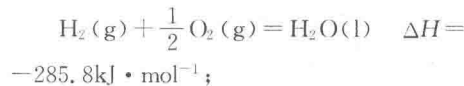
【答案】 (1) $CO(g) + H_2O(g) = CO_2(g) + H_2(g) \quad \Delta H = -41\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) A。

【评注】 依据图示书写热化学方程式,关键是要读懂图示,通过反应物、生成物的能量高低或反应过程中的能量变化来确定反应的 ΔH 。

应该反复强调的是:热化学方程式的书写是一份“细活”,任何一个细小的错误(如漏掉一种物质的状态、 ΔH 的符号标错、数值算错、单位写错等)都将对热化学方程式“一票否决”。所以,应当非常细心地书写热化学方程式,并逐渐培养认真而规范地书写所有化学用语的学习品质。

同,反应的 ΔH 便不相同。例如:



② 同素异形体是同种元素的不同单质,其结构不同,因此能量不同,所以化学式相同的不同单质与相同的物质发生反应,即便测定条件、化学计量数都相同,反应的焓变 ΔH 也不相同。对于化学式形式相同的同素异形体,还必须在化学式后面标明其名称。如 $Sn(s, \text{灰锡})$ 、 $Sn(s, \text{白锡})$ 。

③ 同分异构体的分子式相同但结构不同,因此能量不同,反应的 ΔH 就不相同。所以同分异构体应该写结构简式[如 $CH_3CH_2CH_2CH_3(g)$ 、 $CH_3CH(CH_3)CH_3(g)$],

若用化学式(分子式)表示,则应注明名称[如 $C_6H_{10}O_5(s, \text{淀粉})$ 、 $C_6H_{10}O_5(s, \text{纤维素})$]。

● 防错档案

书写热化学方程式的易错点

① 漏写反应方程式中各物质的聚集状态。

② 混淆 ΔH 的符号“+”、“-”与反应吸热、放热的对应关系。

③ ΔH 的值与各物质化学计量数不成正比。

④ ΔH 后不带单位或单位写错(如写成 kJ 、 $\text{kJ} \cdot \text{mol}$ 等)。

⑤ 该写的物质状态、 ΔH 的符号和单位不写,不该写的反应条件和气体、沉淀符号却写出了,如 $CH_4(g) + 2O_2(g) \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2 \uparrow + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -890.3\text{kJ/mol}$ 。在热化学方程式中,等号或箭头上不需书写“点燃”、“ Δ ”、“高温”、“催化剂”等反应条件,在气体生成物、难溶生成物旁边不能标示“ $\uparrow$ ”、“ $\downarrow$ ”。

⑥ 图简便、省事,懒于计算,直接依据题给数据写出所有计量数均为分数的热化学方程式。如已知 1g 甲烷完全燃烧生成 CO_2 气体和液态水,放出 55.64kJ 热量,则将热化学方程式写成: $\frac{1}{16}CH_4(g) + \frac{1}{8}O_2(g) = \frac{1}{16}CO_2(g) + \frac{1}{8}H_2O(l) \quad \Delta H = -55.64\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,这虽然并不算错,但方程式让人感到很别扭,是不应该提倡的。

【变式 3-1】将硫黄或经过粉碎的黄铁矿分别放在专门设计的燃烧炉中燃烧,是工业生产硫酸的第一步反应。已知 1mol 固体硫、12g FeS₂ 分别完全燃烧所释放的热量为 297kJ、85.3kJ,试写出这两个反应的热化学方程式。

【变式 3-2】已知: $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 反应过程中能量变化如图 1-3 所示,问:

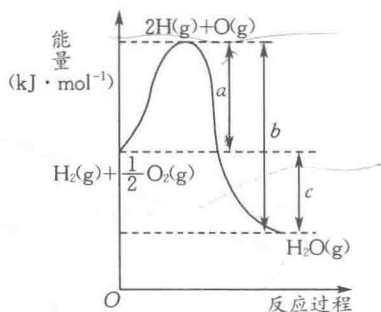


图 1-3

(1) a 、 b 、 c 分别表示该反应过程中哪一部分的能量变化?

a 、 b 、 c 分别表示该反应过程中哪一部分的能量变化?

(2) 该反应是 放热 (填“放热”或“吸热”)反应,反应的热化学方程式是 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -c \text{ kJ/mol}$ 。

考点 4 燃烧热和中和热

核心总结

燃烧热和中和热的比较

	燃烧热	中和热
定义	101kPa 时, 1mol 纯物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量, 叫做该物质的燃烧热	在稀溶液中, 强酸跟强碱发生中和反应生成 1mol H ₂ O 时放出的热量, 叫做中和热
单位及符号	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta H < 0$	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta H < 0$
标准	限定可燃物为 1mol	限定生成物 H ₂ O(l) 为 1mol
不同点	物质要完全燃烧生成稳定化合物; 不同的反应物, 燃烧热不同	强酸与强碱在稀溶液中反应时, 1mol H ⁺ 和 1mol OH ⁻ 生成 1mol H ₂ O(l) 都放出 57.3kJ 热量, 不同反应物的中和热大致相同
热化学方程式举例	$\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{NaOH}(\text{aq}) + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) = \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

● 考题 4 比较下列各组热化学方程式中 ΔH 的大小(填“>”、“<”或“=”)。

① $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$

$\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_2$

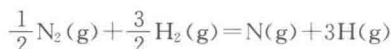
ΔH_1 > ΔH_2 ;

② $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) = \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3$

$\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) = \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_4$

难点突破

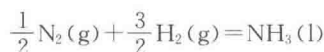
对考题 3-2 第(2)题也可以这样分析: 先分三步写出以下 3 个式子:



$$\Delta H = a \text{ kJ/mol}$$



将三式相加可得:



$$\Delta H = (a - b - c) \text{ kJ/mol},$$



$$\Delta H = 2(a - b - c) \text{ kJ/mol}.$$

请记住: 吸热为“+”, 放热为“-”。

请注意: 状态相同时, 化学计量数扩大一倍, 则 ΔH 也扩大一倍。

难点突破

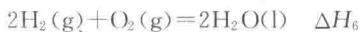
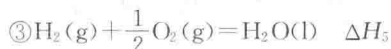
理解燃烧热和中和热的概念应注意以下几点:

(1) 燃烧热和中和热都是限制性很强的概念。燃烧热的限制词有恒压(101kPa)、燃烧物的物质的量(1mol)、完全燃烧、稳定的氧化物等, 其中的“完全燃烧”是指物质中下列元素完全转变成对应的氧化物: $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ [不是 $\text{CO}(\text{g})$], $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ [不是 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$], $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$ 等。中和热的限制词有稀溶液、强酸和强碱、1mol H₂O(l) 等, $\Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$ 是强酸与强碱反应生成 1mol H₂O(l) 的中和热: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$ 。

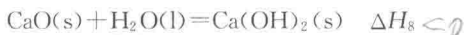
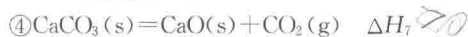
(2) 中和热不包括溶解、电离以及生成除水外的其他物质(如 BaSO₄ 沉淀)所伴随的热效应。

(3) 在书写燃烧反应和中和反应的热化学方程式时, 一般以燃烧 1mol 物质或生成 1mol H₂O(l) 为标准来配平其余物质的化学计量数(常出现分数)。若是书写表示燃烧热和中和热的热化学方程式, 则燃烧反应中的可燃物和中和反应中的 H₂O 的化学计量数必须是 1。

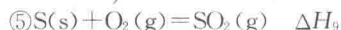
$$\Delta H_3 \quad \text{①} \quad \Delta H_4:$$



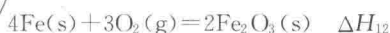
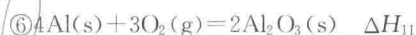
$$\Delta H_5 \quad \text{②} \quad \Delta H_6:$$



$$\Delta H_7 \quad \text{③} \quad \Delta H_8:$$



$$\Delta H_9 \quad \text{④} \quad \Delta H_{10}:$$



$$\Delta H_{11} \quad \text{⑤} \quad \Delta H_{12}:$$

【解析】 对于①~④可以直接比较 ΔH 的大小;对于①, 1mol C(s)完全燃烧显然比不完全燃烧放出的热量多, 即 $|\Delta H_1| > |\Delta H_2|$, 但 ΔH_1 、 ΔH_2 均小于 0, 所以 $\Delta H_1 < \Delta H_2$; 对于②, CH_3COOH 电离需要吸收热量, 所以前者放出的热量少, $|\Delta H_3| < |\Delta H_4|$, $\Delta H_3 > \Delta H_4$; 对于③, $\Delta H_5 = 2\Delta H_6 < 0$, 所以 $\Delta H_5 > \Delta H_6$; 对于④, 石灰石的分解是吸热反应, 而生石灰与水的反应是放热反应, 即 $\Delta H_7 > 0$, $\Delta H_8 < 0$, 所以 $\Delta H_7 > \Delta H_8$ 。

对于⑤, 可用 3 种方法来比较。a. 直接比较: 由于由固体硫变为硫蒸气要吸收热量, 所以 $\text{S}(\text{g})$ 燃烧比 $\text{S}(\text{s})$ 燃烧放出的热量多, 能量

$|\Delta H_{10}| > |\Delta H_9|$, 故 $\Delta H_{10} < \Delta H_9$; b. 图示比较: 硫蒸气的能量比固体硫的能量高, 作出如图 1-4 所示的图示可以很直观地看出 $\Delta H_9 > \Delta H_{10}$; c. 运用盖斯定律比较: 将

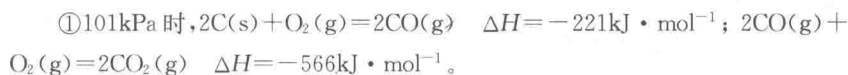
两个热化学方程式相减得: $\text{S}(\text{s}) = \text{S}(\text{g}) \quad \Delta H = \Delta H_9 - \Delta H_{10}$, 显然这是一个吸热过程, $\Delta H_9 - \Delta H_{10} > 0$, 即

$\Delta H_9 > \Delta H_{10}$ 。

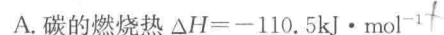
对于⑥, 所给出的是 Al 和 Fe 与 O_2 反应的热化学方程式, 难以直接比较 ΔH_{11} 和 ΔH_{12} 的大小, 需借助盖斯定律来分析: 两式相减得: $4\text{Al}(\text{s}) + 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) = 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 4\text{Fe}(\text{s}) \quad \Delta H = \Delta H_{11} - \Delta H_{12} < 0$ (铝热反应很剧烈, 是典型而熟悉的放热反应), 所以 $\Delta H_{11} < \Delta H_{12}$ 。

【答案】 ①<; ②>; ③>; ④>; ⑤>; ⑥<。

【变式 4-1】 已知反应:



下列结论正确的是 (C)。



防错档案

(1) 2mol H_2 完全燃烧、1mol C 燃烧生成 CO 、1mol CH_4 燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 等反应的反应热均不是该物质的燃烧热。

(2) 若在酸碱中和反应中, 有弱酸或弱碱参加, 或除 H_2O 外还有其他难溶、难电离的物质生成, 则生成 1mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时的反应热 ΔH 都不是 -57.3kJ/mol 。如:

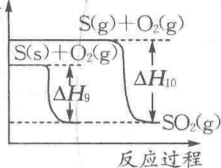
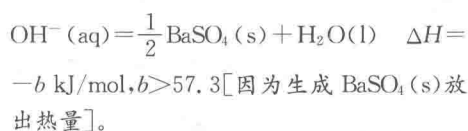
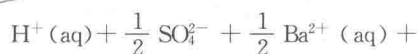
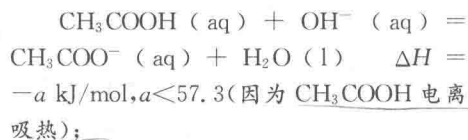


图 1-4

考点5 中和反应反应热的测定

核心总结

(1)实验目的:测定强酸与强碱反应的反应热(中和热),体验化学反应的热效应。

(2)实验原理:通过实验测定酸碱中和反应中溶液温度的变化,依据 $Q = cm\Delta t$ 计算 Q 从而测定反应热(中和热)。

(3)实验装置:如图 1-5 所示。

(4)实验步骤

①按图 1-5 组装实验装置;

②量取 50mL 0.5mol/L 盐酸,50mL 0.55mol/L NaOH 溶液,测量反应前酸、碱溶液的温度(t_1);

③酸、碱混合并测量混合溶液的最高温度(t_2);

④重复实验 2~4 次。

(5)实验数据记录和处理

记录每次实验所测定的温度数据,取三次测量所得数据的平均值作为计算依据。

生成 0.025mol H_2O 时,放出的热量为:

$$Q = cm\Delta t = 4.18 \times 10^{-3} \text{ kJ}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C}) \times 100 \text{ g} \times (t_2 - t_1) ^\circ\text{C} = 0.418(t_2 - t_1) \text{ kJ},$$

$$\text{故中和热为: } \Delta H = -\frac{0.418(t_2 - t_1)}{0.025} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

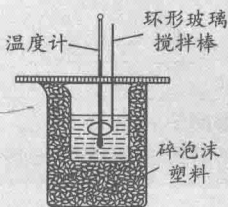


图 1-5

●考题 5 50mL 0.50mol/L 盐酸与 50mL 0.55mol/L

NaOH 溶液在如图 1-6 所示的装置中进行中和反应。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 _____;该实验装置的一处明显错误是 _____。

(2)烧杯间填满碎纸条的作用是 _____。

(3)大烧杯上如不盖硬纸板,测得的中和热的数值 _____ (填“偏大”、“偏小”或“无影响”)。

(4)实验中改用 55mL 0.50mol · L⁻¹ 盐酸跟 55mL 0.55mol · L⁻¹ 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”),所测反应热(中和热) _____ (填“相等”或“不相等”),简述理由: _____。

(5)用相同浓度和体积的氨水代替 NaOH 溶液进行上述实验,测得的中和热数值会 _____ (填“不变”、“变大”或“变小”)。

【解析】在实验室用简易量热计测定中和热的装置中,碎纸条、硬纸板等都是为了起到隔热、保温、减少热量散失的作用且大、小烧杯的杯口要相平。中和反应放出的热量跟生成 H_2O 的物质的量有关,而中和热是指强酸跟强碱的稀溶液发生中和反应生成 1mol H_2O 的反应热,与酸碱的用量无关。若用氨水代替 NaOH 溶液,由于 $NH_3 \cdot H_2O$ 电离是吸热过程,所以放出的热量会减少。

【答案】(1)环形玻璃搅拌棒;小烧杯杯口未与大烧杯杯口相平。(2)减少实验过程中的热量散失。(3)偏小。(4)不相等;相等;因为中和热是指酸跟碱发生中和反应生成 1mol H_2O 所放出的热量,与酸碱的用量无关。(5)变小。

【评注】中和反应反应热的测定是中学化学中一个重要的定量实验,和其他定量实验(如配制一定物质的量浓度的溶液)一样,专用仪器(环形玻璃搅拌棒)、实验原理和步骤、数据处理和误差讨论是其主要内容。

【变式 5-1】某同学在实验室用 50mL 0.50mol/L 盐酸、50mL 0.55mol/L NaOH 溶液按如图 1-5 所示装置(见“核心总结”)进行测定中和热的实验,得到表中的数据:



图 1-6

难点突破

中和热测定实验问题分析

(1)酸碱溶液应当用强酸、强碱的稀溶液,不能用浓酸或浓碱。一方面因为浓酸和浓碱混合时有因稀释而产生的热效应,另一方面稀溶液的密度才能近似为 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

(2)测定中和热时不能用弱酸或弱碱,因弱酸或弱碱在水溶液中不能完全电离,若改用弱酸或弱碱,它们电离时要吸收一部分热量。

(3)实验中使碱液稍稍过量[如使 $c(\text{NaOH})$ 为 0.55mol/L]是为了保证盐酸能够完全被中和。

(4)要提高中和热测定的准确性,实验操作时动作要快,隔热和保温效果要尽可能好,以尽量减少热量的散失。

(5)温度在反应热的测定中是最重要的参数。实验中使用同一支温度计分别先后测量酸、碱及混合液的温度时,测定一种溶液后必须用水冲洗干净并用滤纸擦干。温度计的水银球部分要完全浸入溶液中,且要稳定一段时间再记下读数。读取混合溶液的温度时要记录最高温度。

(6)在中学化学实验中,环形玻璃搅拌棒仅在反应热的测定这一实验中出现和使用。

(7)对于定量实验,均需重复实验,一般取三次实验数据的平均值。如果某组数据与其他组数据相差太大,应舍弃该组数据。中和热测定实验数据记录模式为:

实验次数	温度			终止温度 $t_2/^\circ\text{C}$	温度差 $(t_2 - t_1)/^\circ\text{C}$
	起始温度 $t_1/^\circ\text{C}$	盐酸	NaOH 溶液		
1					
2					
3					
$\Delta H = -\frac{0.418(t_2 - t_1)}{0.025} \text{ kJ/mol}$					

所以,中和热测定实验中至少要记录 9 个温度数据。

(8)对于定量实验,均存在实验误差,需对误差进行分析。本实验由于仪器的保温、隔热效果和操作方面的原因,产生的误差导致的结果一般是 $\Delta H > -57.3 \text{ kJ/mol}$ (即因为热量散失,使实际测得的生成 1mol H_2O 所放出的热量小于 57.3 kJ)。

(9)如果用同样的方法测 KOH 溶液与盐酸、NaOH 溶液与硝酸反应的反应热,可预测其反应热应是相同的。

实验次数	起始温度 $t_1/^\circ\text{C}$		终止温度 $t_2/^\circ\text{C}$
	盐酸	NaOH 溶液	
1	20.2	20.3	23.7
2	20.3	20.5	23.8
3	21.5	21.6	24.9

试回答下列问题:

(1)实验时用环形玻璃搅拌棒搅拌溶液的方法是 上下轻轻搅动 不能用铜丝搅拌棒代替环形玻璃搅拌棒的理由是 铜丝导热快。

(2)经数据处理, $t_2 - t_1 =$ 3.7, 则该实验测得的中和热 $\Delta H =$ -57.3 kJ/mol [盐酸和 NaOH 溶液的密度按 1g/cm^3 计算, 反应后混合溶液的比热容(c)按 $4.18\text{J}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ 计算]。

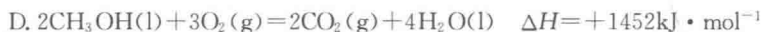
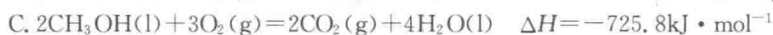
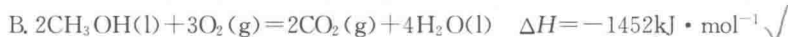
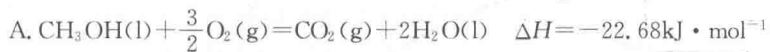
(3)(2)中的 ΔH 填“>”、“<”或“=” -57.3kJ/mol , 其可能的原因是 热量散失。

考点6 热化学方程式的正误判断

核 心 总 结

判断一个热化学方程式是否正确, 主要应从以下几个方面入手: ①各物质的化学式是否正确, 方程式是否符合客观事实; ②各物质的聚集状态是否注明、是否标注正确; ③方程式是否配平; ④反应热 ΔH 是否与方程式中各物质的化学计量数相对应, 其符号和数值是否正确; ⑤对于依据燃烧热、中和热书写的热化学方程式, 还要看是否符合燃烧热、中和热的定义。

● 考题6 (全国高考) 在 25°C 、 101kPa 下, 1g 甲醇燃烧生成 CO_2 和液态水时放热 22.68kJ , 下列热化学方程式正确的是()。

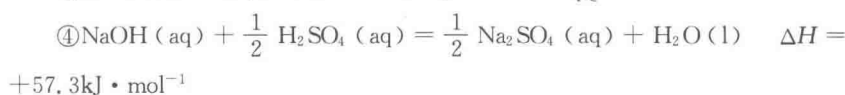
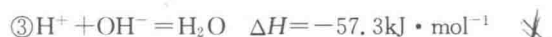
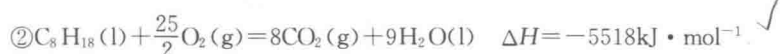
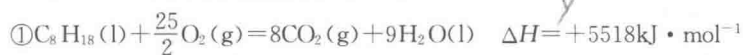


【解析】 1g CH_3OH 完全燃烧放出 22.68kJ 热量, 则 1mol CH_3OH (32g) 放热 $32 \times 22.68\text{kJ} \approx 725.8\text{kJ}$, 2mol CH_3OH 放热 1452kJ 。由 ΔH 的符号判断 D 项错误, 由 ΔH 的数值判断 A、C 项错误。

【答案】 B

【评注】 热化学方程式正误判断中最常见的设错角度是物质的状态(未标明或标示错误)、 ΔH 的符号(+、-号错误)和数值(不与化学计量数相对应)。化学用语的设错角度也是判断其是否正确的主要依据。

【变式 6-1】 (海淀质检) 已知: 101kPa 时辛烷的燃烧热 $\Delta H = -5518\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 强酸与强碱在稀溶液中发生反应时的中和热 $\Delta H = -57.3\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。则下列热化学方程式书写正确的是()。



A. ①③

B. ②③

C. ②④

D. 只有②

难点突破

书写一种化学用语和判断这种化学用语的正误是掌握这种化学用语相辅相成的两个重要方面。学习热化学方程式, 可以与离子方程式等其他化学用语相联系, 理解书写原则, 归纳判断依据, 熟悉设错角度, 加强变式练习, 从而熟练地掌握这一知识点。

考点拓展

热化学方程式中的 ΔH 可以广泛地与物质变化、化学键变化、电子转移等相联系。将阿伏加德罗常数与热化学方程式相融合, 能形成 N_A 及 ΔH 与物质结构等基本理论和元素化合物知识相渗透的联系面宽、发散面广的试题情景, 综合考查相关基础知识和迁移与分析能力。

例如: 以 N_A 代表阿伏加德罗常数, 则热化学方程式 $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1300\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 表示:

①有 10 个 N_A 个电子转移时, 该反应放出 1300kJ 的热量;

②有 1 个水分子生成且为液态时, 该反应放出 1300kJ 的热量;

③有 5 个碳氧共用电子对生成时, 该反应放出 1300kJ 的热量;

④有 1 个“ $\text{C}\equiv\text{C}$ ”键断裂时, 该反应放出 650kJ 的热量;

⑤ C_2H_2 的燃烧热是 -1300 kJ/mol。

[答案分别为: 10、 N_A 、 $8N_A$ 、 $0.5N_A$ 、 -1300kJ/mol 。]

考点7 能源及其充分利用

核 心 总 结

(1)化石燃料:包括煤、石油、天然气等,属于非再生能源。

(2)使用化石燃料在给生产生活带来便利的同时,也会引起严重的环境问题。因此必须通过清洁煤技术,如将煤液化和气化,以及实行烟气净化脱硫等,以大大减少燃煤对环境造成的污染,提高煤燃烧的热利用率。

(3)新能源的开发

①调整和优化能源结构。

②最有希望的新能源是太阳能、燃料电池、风能、氢能、生物质能等。这些能源的特点是资源丰富,且有些可以再生,对环境没有污染或污染很小。

③全社会、全人类都要注重节能减排,增强环境保护意识。

● 考题7 (2008·广东高考)下列有关能量转换的说法正确的是()。

A. 煤燃烧是化学能转化为热能的过程✓

B. 化石燃料和植物燃料燃烧时放出的能量均来自于太阳能✓

C. 动物体内葡萄糖被氧化成 CO_2 是热能转化成化学能的过程✗

D. 植物通过光合作用将 CO_2 转化为葡萄糖是太阳能转化成热能的过程✗

【解析】煤燃烧是将化学能转化为热能的过程;化石燃料和植物燃料中的能量均来自太阳能;动物体内葡萄糖被氧化生成 CO_2 ,是将化学能转化为热能的过程;植物通过光合作用将 CO_2 转化为葡萄糖,是太阳能转化为化学能的过程。因此 A、B 项是正确的。

【答案】A、B

【变式7-1】氢能具有的优点包括()。

①原料来源广 ②易燃烧、热值高 ③储存方便 ④制备工艺廉价易行

A. ①②

B. ①③

C. ③④

D. ②④

【变式7-2】(2010·天津高考)以节能减排为基础的低碳经济是保持社会可持续发展的战略举措。下列做法违背发展低碳经济的是()。

A. 发展氢能和太阳能

B. 限制塑料制品的使用

C. 提高原子利用率,发展绿色化学

D. 尽量用纯液态有机物代替水作溶剂

● 考点拓展

(1)能源的分类

①按来源分类

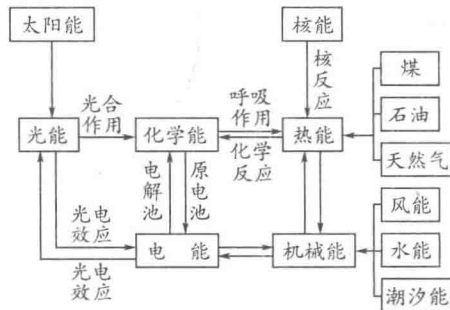
来自太阳辐射的能源	太阳能、风能、水能、生物质能、海洋能以及煤、石油、天然气等化石能源
来自地球内部的能源	地热能、核能、火山、地震
来自天体引力的能源	潮汐能

②按形成分类

从自然界直接取得的天然能源叫一次能源;一次能源经过加工转换后获得的能源称为二次能源。

一次能源	常规能源	可再生能源	水能、风能
	不可再生能源	煤、石油、天然气等化石能源	
		核能	
	新能源	可再生能源	太阳能、风能、地热能、海洋能、潮汐能、生物质能
		不可再生能源	核能
二次能源		电能、焦炭、各种石油制品、煤气、工业余热、氢能、酒精、蒸汽等	

(2)能量之间的相互转化关系



题型优化测训

学业水平测试

(测试时间:30分钟 满分:50分)

一、选择题(本题包括7小题,每小题4分,共28分。每小题只有一个选项符合题意。)

1. [考点7] (2010·四川高考)节能减排对发展经济、保护环境有重要意义。下列措施不能减少二氧化碳排放的是()。

A. 利用太阳能制氢

B. 关停小火电企业

C. 举行“地球一小时”熄灯活动

D. 推广使用煤液化技术

2. [考点7] (2008·广东理基)煤是一种重要的能源,燃烧时会生成 SO_2 。下列说法正确的是()。

A. 煤是含硫化合物

B. 煤是一种可再生能源

C. 水吸收 SO_2 的过程中只发生物理变化, SO_2 被云雾吸收后可转化为酸雨

D. 发电厂的煤经脱硫处理,将煤转化为水煤气做燃料等做法有利于环境保护

3. [考点1] (2009·上海高考)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
4. [考点 1、2] 下列说法中正确的是()。
- A. 化学反应中的能量变化都表现为热量变化
- B. 在高温条件下才能进行的反应都是吸热反应, 在常温下即可进行的反应都是放热反应
- C. 由金刚石变为石墨是放热反应, 因此金刚石的能量比石墨高
- D. 反应物的总能量高于生成物的总能量时, 发生的反应是吸热反应
5. [考点 3] 已知 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应 $\text{HCl}(\text{g}) = \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g})$ 的 ΔH 为()。
- A. $+184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $-92.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $-369.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $+92.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
6. [考点 4、6] (重庆高考) 25°C 、 101 kPa 下, 碳、氢气、甲烷和葡萄糖的燃烧热 ΔH 依次是 $-393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则下列热化学方程式正确的是()。
- A. $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = +571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. $\frac{1}{2}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1400 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
7. [考点 4、6] 下列热化学方程式中, ΔH 等于 -57.3 kJ/mol 的是()。
- A. $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \frac{1}{2}\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) = \frac{1}{2}\text{BaSO}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_1$
- B. $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) = \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2$
- C. $2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) = \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3$
- D. $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) = \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_4$
- 二、非选择题(本题包括 3 小题, 共 22 分。)
8. (7 分) [考点 1、2] 如图 1-7 是一个简易测量物质反应能量变化的实验装置, 利用此装置可以很方便地测得某反应是放热反应还是吸热反应。请根据装置图回答下列问题:
- (1) 将铝片加入小试管内, 然后注入足量的稀盐酸, 有关反应的离子方程式是_____, 小试管中看到的现象是_____。
- (2) S 形导管中液面 A _____(填“上升”或“下降”), 原因是_____; 说明此反应是_____(填“放热”或“吸热”)反应。



图 1-7

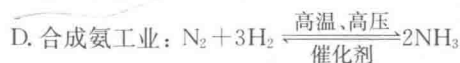
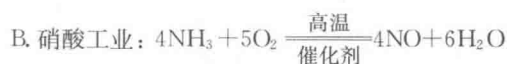
9. (6 分) [考点 3] (1) 氯元素的最高价氧化物为无色液体, 0.25 mol 该物质与一定量水混合得到一种稀溶液, 并放出 $Q \text{ kJ}$ 的热量。写出该反应的热化学方程式:_____。
- (2) 黄铁矿的主要成分是 FeS_2 。若灼烧 6 g FeS_2 产生的 SO_2 全部转化为 SO_3 气体时放出 9.83 kJ 热量, 产生的 SO_3 与水全部化合生成 H_2SO_4 放出 13.03 kJ 热量。写出 SO_2 转化为 SO_3 气体和 SO_3 气体转化为 H_2SO_4 的热化学方程式:_____。
10. (9 分) [考点 3、4、7] 已知:
- (1) $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,
- (2) $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) = 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -2220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,
- (3) 葡萄糖的燃烧热 ΔH 是 $-2804 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- 回答下列问题:
- (1) 氢能的优点是_____, 缺点是_____。
- (2) 1 mol H_2 和 $2 \text{ mol C}_3\text{H}_8$ 组成的混合气体完全燃烧释放的热量是_____。
- (3) 现有 H_2 和 C_3H_8 的混合气体共 5 mol , 完全燃烧时放热 3847 kJ , 则在混合气体中 H_2 和 C_3H_8 的体积比约为_____。
- (4) 当葡萄糖氧化生成 1 g 水时, 放出的热量约为_____。
- (5) 写出表示葡萄糖燃烧热的热化学方程式:_____。

高考水平测试

(测试时间: 60 分钟 满分: 100 分)

一、选择题(本题包括 10 小题, 每小题 5 分, 共 50 分。每小题有 1~2 个选项符合题意。)

1. [考点 2] (上海高考) 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. 铝粉与氧化铁粉末反应 D. 氧化钙溶于水
2. [考点 2] 下列工业生产中的主要反应中属于吸热反应的是()。



3. [考点 4、6] (2010 · 鞍山模拟) 下列热化学方程式中的反应热下划线处表示燃烧热的是()。

