



XUEHAIDAOHANG

配套人民教育出版社实验教科书

学法导航

高中新课标同步攻略

GAO ZHONG XIN KE BIAO TONG BU GONG LUE

丛书主编 ● 李瑞坤



化学

(选修4)



首都师范大学出版社
CAPITAL NORMAL UNIVERSITY PRESS

丛书主编 ● 李瑞坤

学海导航

高中新课标同步攻略

GAO ZHONG XIN KE BIAO TONG BU GONG LÜE

本册主编 卢昌柱

副主编 文良生

编委 郑云 谭祥中

涂红梅 钟劭荣

本书策划 秦金凤



化学
(选修4)

 首都师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中新课标同步攻略. 化学. 4: 选修 / 卢昌柱主编.
北京: 首都师范大学出版社, 2008.12

(学海导航 / 李瑞坤主编)

ISBN 978-7-81119-479-1

I. 高… II. 卢… 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(2008)第 199210 号

学海导航·高中新课标同步攻略

化学(选修 4)·学生用书

丛书主编 李瑞坤

本册主编 卢昌柱

责任编辑 张雁冰

装帧设计 张鹤红

责任校对 秦金凤

首都师范大学出版社出版发行

地 址 北京西三环北路 105 号

邮 编 100048

网 址 cnuph.com.cn

E-mail master@cnuph.com.cn

湘潭市风帆印务有限公司印刷

全国新华书店发行

版 次 2008 年 12 月第 1 版

印 次 2008 年 12 月第 1 次印刷

开 本 880×1230 毫米 1/16

印 张 7.5

字 数 252 千

定 价 17.50 元

版权所有 违者必究

如有质量问题 请与出版社联系退换



新一轮课程改革正在全国各地高中教学领域不断深入进行,“新的课程标准”、“新的教材”和“新的高考方案”等问题一直牵动着广大教师、学生和家长们的心。为了满足新课程教学改革的实际需要,帮助师生更好地理解新课标的精神和把握新教材的要求,我们经过精心准备和潜心研究,为化学选修4(化学反应原理)的教学打造了这本辅导用书,希望能在教师、学生、新教材之间架起一座有效互动的桥梁。

本书在编写过程中,严格依照教育部颁布的《普通高中课程标准(实验)》,认真研究了各地新高考的特点和要求,广泛吸收了各地新教材教学的经验。在编写过程中特别注意突出以下三个原则:

1. 科学性原则:本书各栏目的设计科学合理,在设计过程中,根据教师指导学生的认知规律来编写,有利于基础知识的理解和运用,有利于学生科学思维能力的提高和培养。
2. 实用性原则:本书既有对教材鞭辟入里的分析和对教法独特新颖的建议,又有对知识深入的剖析和系统归纳,有利于师生各取所需。
3. 创新性原则:本书在编写过程中注重内容和形式的创新,努力体现新课程标准的教学理念,突出知识、能力、素质的综合目标要求。既注重对“应试”能力的培养,又强调实践能力和综合素质的提高。选题时力争减少旧题,不选偏题怪题,精选精编新题。

本书的栏目特点介绍如下:

每一章的“本章导学”栏目中,通过“内容概述”对本章知识进行概括性的分析,“学法指导”对本章学习方法进行点拨,从整体上认识将要学习的知识,力求达到事半功倍的效果。每一节的“三维目标”从知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个层次设计教学目标,帮助学生明确学习目标要求。

每节根据知识的内容分成若干个知识点,教师可根据学生的具体情况合理安排每个课时的教学内容。“知识详解”栏目对知识重点进行归纳梳理,为知识难点的掌握搭桥铺路。“精典例题”栏目对典型例题进行深入剖析,并通过“变式训练”达到举一反三和触类旁通的效果。“即学即练”试题既有近几年各地高考试题与模拟试题经典题目,又有编者精心设计的新颖试题,具有很强的针对性。

在每章的复习中,“知识结构”可使学生从整体上掌握知识的内在联系,“专题突破”可帮助学生突破本章的知识难点,提高综合思维能力。“单元测试卷”可以检验学习效果,提高学生综合运用知识的能力。

追求课堂教学的至精至善是永无止境的过程,我们将多年来对新教材的教学研究与教学实践过程中积累的经验集结成书,希望能为教师的教学过程和学生的学习过程提供一些有益的材料。同时,我们亦期待大家在使用过程中提出宝贵的意见,以求不断完善。

编者



XUEHAIDAOHANG

学生用书 目录

CONTENTS

1 第一章 化学反应与能量

第一节 化学反应与能量的变化	1
知识点一 焓变 反应热	1
知识点二 热化学方程式	3
第二节 燃烧热 能源	5
第三节 化学反应热的计算	9
知识点一 盖斯定律	9
知识点二 反应热的计算	11
本章复习	13
专题突破一 反应热的综合计算问题	14

17 第二章 化学反应速率和化学平衡

第一节 化学反应速率	18
第二节 影响化学反应速率的因素	21
知识点一 浓度、压强对反应速率的影响	21
知识点二 温度、催化剂对反应速率的影响	24
第三节 化学平衡	26
知识点一 化学平衡的状态	26
知识点二 影响化学平衡移动的因素	28
知识点三 化学平衡常数及计算	32
第四节 化学反应进行的方向	35
本章复习	37
专题突破二 化学平衡中的图象问题	38
专题突破三 等同(等效)平衡问题	40

44 第三章 水溶液中的离子平衡

第一节 弱电解质的电离	45
第二节 水的电离和溶液的酸碱性	49
知识点一 水的电离	49
知识点二 溶液的酸碱性 with pH	51
知识点三 酸碱反应曲线和中和滴定实验	53
第三节 盐类的水解	56
知识点一 盐类水解的实质与类型	56
知识点二 影响盐类水解的因素与盐类水解的应用	59
第四节 难溶电解质的溶解平衡	62
本章复习	65
专题突破四 离子浓度的大小比较	66

69 第四章 电化学基础

第一节 原电池	70
第二节 化学电源	73
第三节 电解池	77
知识点一 电解原理	77
知识点二 电解原理的应用	80
第四节 金属的电化学腐蚀与防护	85
本章复习	88
专题突破五 原电池与电解池知识的综合问题	89

附:

单元测试卷(一)	93
单元测试卷(二)	97
单元测试卷(三)	101
单元测试卷(四)	105
参考答案	109

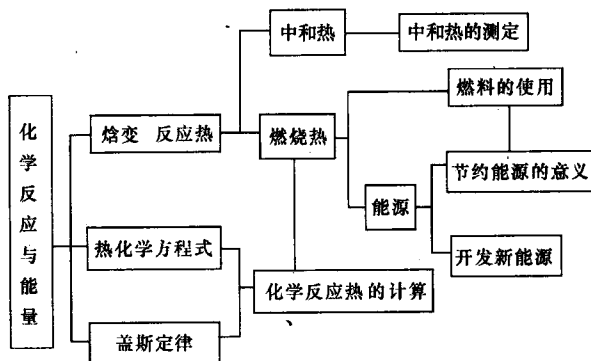
第一章 化学反应与能量

本章导学

内容概述

本章属于热化学基础知识,包括反应热、燃烧热、热化学方程式及其计算等内容。能源是人类生存和发展的重要物质基础,通过本章学习可以了解到热化学反应原理在生产、生活和科学研究中的应用,了解化学在解决能源危机中的重要作用,知道节约能源、提高能源利用率的实际意义。

本章内容是按照反应热(热化学方程式)→燃烧热(能源)→反应热的计算的顺序逐步递进安排的。第一节主要包括反应热的定义、意义,与吸热、放热反应的关系以及热化学方程式的定义、意义、书写等内容。第二节主要包括燃烧热的定义、意义、简单计算以及能源问题等内容,是第一节内容的继续和延伸。第三节主要包括盖斯定律的含义、化学反应热的计算等内容,是对第一、二节内容的拓展和提高。本章的知识体系如下:



学法指导

本章知识是对必修2化学能与热能知识的拓展和深化,又是选修4的第一章,在本章的学习中要注意以下几点:

1. 掌握好基本概念,打好坚实基础

本章引入了一些新的化学概念,这些概念是掌握本章知识的基础。在学习反应热(焓变)、燃烧热、中和热等概念时,要注意有关概念的关键词,在学习热化学方程式时,要注意与化学方程式进行对比,要通过知识的运用,寻找知识易错易漏点,通过讨论、思考、计算等形式总结归纳知识,达到巩固和加深对本章知识理解的目的。

2. 注意构建知识体系,不断提高分析问题的能力

本章内容是在必修2吸热、放热反应的基础上,从化学键的断裂与形成角度重新认识化学变化中的能量变化,将对化学反应中能量变化从定性认识逐渐过渡到定量认识(反应热的基本计算)。在学习时要注意总结和归纳,一要注意从反应的原理上认识化学反应与能量之间的关系;二是要学会运用化学计算来定量分析反应中的能量变化。同时要多动手进行练习,不断提高分析问题的能力,避免眼高手低的现象出现。

3. 关心能源问题,培养参与意识

能源是人类生存和发展的重要物质基础,资源、能源、环保是当今社会的热点问题,也是考试命题热点。在学习要关注化石燃料等能源与人类的密切关系,了解化学反应与能量知识在新能源开发和利用中的作用,培养良好社会责任感。

第一节 化学反应与能量的变化

三维目标

一、知识与技能

(1)使学生了解化学反应中能量变化的本质原因,掌握反应热和焓变的含义。

(2)理解热化学方程式的意义,学会正确书写热化学方程式。

(3)掌握中和热的测定方法和技能。

二、过程与方法

通过化学反应中能量变化的本质和规律的探究,认识化学反应与能量的变化之间的关系,提高从微观和定量角度分析化学问题的能力。

三、情感态度与价值观

从能量变化的角度认识化学反应,体会化学反应与能量

变化之间的辩证关系,培养尊重科学、严谨求学、勤于思考的态度。

知识点一 焓变 反应热

知识详解

1. 吸热反应和放热反应

(1) 吸热反应和放热反应的概念

化学反应中会伴随着能量的变化,而能量的变化常常以热量的形式表现。在化学反应中,需要不断地从环境中吸收热量才能发生的反应叫做吸热反应,有热量放出的反应叫做放热反应。

(2) 常见的吸热反应和放热反应

①常见的吸热反应:大部分的分解反应(如碳酸钙的分解),金属氧化物被还原为金属单质的反应(如氢气还原氧化铜)以及一些比较特殊的反应,如 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl , 碳与二氧化碳、水的反应等。

②常见的放热反应:大部分的化合反应(如生石灰与水的化合反应),中和反应(如盐酸与氢氧化钠的反应),物质的燃烧(如氢气在氧气、氯气中的燃烧,乙醇的燃烧等),活泼金属与水、酸的反应(如金属钠与水的反应)、铝和盐的反应等。

2. 焓变 反应热

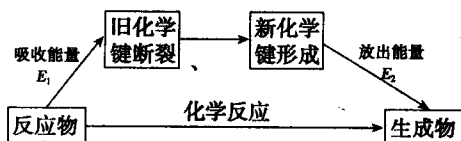
(1) 焓变与反应热的关系

体系的焓(H)是一个与体系的内能有关的物理量,在一定条件下,某一化学反应是吸热还是放热,将由生成物与反应物的焓值差(ΔH)来决定。如果某个化学反应中,反应物的总能量大于生成物的总能量,即反应过程中体系的能量减少了($\Delta H < 0$),则该反应是放热反应;若反应过程中体系的能量增加了($\Delta H > 0$),则该反应是吸热反应。

我们把化学反应中吸收的热量(吸热反应)和放出的热量(放热反应)统称为反应热。在恒压条件下,反应热(吸热、放热)=体系的焓变(ΔH)。也就是说,在恒压的条件下,反应体系从环境所吸收的热量(吸热反应)将全部用于使体系的能量增加($\Delta H > 0$);反之,若反应体系向环境放出热量(放热反应),则这些热量全部来源于反应体系能量的减少($\Delta H < 0$)。换句话说,对于放热反应而言,体系的能量减少($\Delta H < 0$),化学能转变为热能;对于吸热反应而言,体系的能量增加($\Delta H > 0$),热能转化为化学能。

(2) 焓变与键能的关系

化学反应的本质是反应物的化学键断裂和生成物的化学键形成,化学键断裂时需要吸收能量,化学键形成时则放出能量。因此,化学反应中的能量变化来源于反应过程中断裂旧化学键并形成新化学键时的能量变化。化学键与化学反应中能量变化的关系可用下图表示:

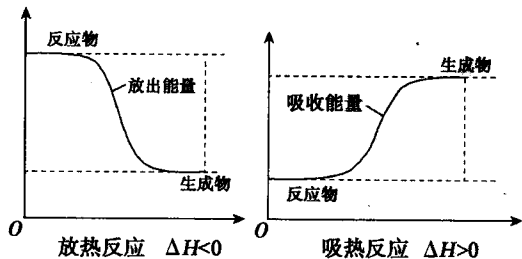


对于一个确定的化学反应,其反应热与键能的关系为 $\Delta H = \text{反应物的总键能} - \text{生成物的总键能}$

若 $\Delta H > 0$,则该反应是吸热反应;若 $\Delta H < 0$,该反应是放热反应。

(3) 焓变与反应物和生成物能量的关系

各种物质都储存有化学能。不同的物质不但组成和结构不同,而且所包含的能量也不同。如果反应物所具有的总能量大于生成物所具有的总能量,反应过程中放出能量,如果反应物所具有的总能量小于生成物所具有的总能量,反应过程中吸收能量(如图)。



焓变与反应物和生成物能量的关系为

$\Delta H = \text{生成物的总能量} - \text{反应物的总能量}$

若 $\Delta H > 0$,该反应吸热;若 $\Delta H < 0$,该反应放热。



精典例题

【例题1】(考查化学反应中能量变化的概念问题)下列说法中正确的是 ()

- A. 放热反应在常温下都很容易发生反应
- B. 凡是伴随着能量变化的物质变化都是化学变化
- C. 光合作用中所发生的反应,反应物的总能量小于生成物的总能量
- D. 如果找到合适的催化剂,就能够在不消耗能源的条件下从水中获得氢气

【解析】放热反应的反应物化学键断裂时需要吸收能量,放热反应也可能需要加热才能发生。有能量变化的过程也可能是物理变化,如水蒸气变成水,水变成冰等。光合作用中是将太阳能转化成化学能,所发生的化学反应吸收了能量。由于氢气在氧气中燃烧生成水是放热反应,将水分解得到氢气的过程必须要吸收外界能量。

【答案】C

方法指导:在掌握化学反应与能量变化之间的关系时,要注意从化学键的断裂和形成的角度来认识放热反应和吸热反应的本质,准确地掌握好有关概念。

【变式训练1】下列反应中生成物总能量高于反应物总能量的 ()

- 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. 氢氧化钡晶体与氯化铵晶体反应

【例题2】(考查焓变与键能、物质能量之间的关系问题)从手册上查得: $\text{H}-\text{H}$ 、 $\text{Cl}-\text{Cl}$ 和 $\text{H}-\text{Cl}$ 的键能分别为 $436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $243 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 和 $431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。请用此数据判断,下列说法正确的是 ()

- A. 由 H_2 和 Cl_2 反应生成 $1 \text{ mol H}-\text{Cl}$ 时的焓变 $\Delta H = -183 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 由 H_2 和 Cl_2 反应生成 $1 \text{ mol H}-\text{Cl}$ 时的焓变 $\Delta H = -91.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 氯化氢的总能量低于氢气和氯气的总能量
- D. 氯化氢的稳定性比氢气和氯气强

【解析】在反应 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ 中, $\Delta H = \text{反应物的总键能} - \text{生成物的总键能} = (436 + 243) - 431 \times 2 = -183 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,所以生成 1 mol HCl 时反应放热 $91.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。C项错在没有将总能量与物质的量结合起来。如果说 2 mol HCl 的总能量低于 1 mol H_2 和 1 mol Cl_2 的总能量,则是正确的;D选项错在将反应体系的稳定性和单个分子的稳定性混淆了。如果说由 2 mol HCl 组成的体系比由 1 mol H_2 和 1 mol Cl_2 组成的混合气更稳定是正确的,不能笼统地认为 HCl 的稳定性比 H_2 和 Cl_2 强。如单个的比较, HCl 分子不如 H_2 稳定,但 H_2 和 Cl_2 混合后,稳定性降低。

【答案】B

方法指导:反应的焓变可以根据反应物的总键能与生成物的总键能进行定量计算,也可以根据反应物的总能量与生成物的总能量进行判断。即: $\Delta H = \text{反应物的总键能} - \text{生成物的总键能}$

物的总键能=生成物的总能量-反应物的总能量。

【变式训练2】下表是一些化学键键能的数据:

化学键	Cl—Cl	Br—Br	I—I	H—Cl	H—Br	H—I	H—H
键能 (kJ·mol ⁻¹)	243	193	151	432	366	298	436

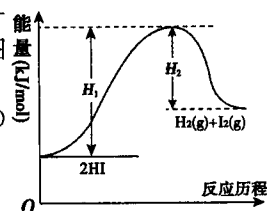
根据上述数据回答下列问题。

- (1)每摩下列物质本身具有的能量最低的是 ()
 A. H₂ B. Cl₂
 C. Br₂ D. I₂
- (2)X₂+H₂——2HX(X代表卤族原子)的反应是_____反应(填“吸热”或“放热”)。
- (3)相同条件下,等物质的量的Cl₂、Br₂、I₂分别与足量的氢气反应,放出或吸收的热量最多的是_____。



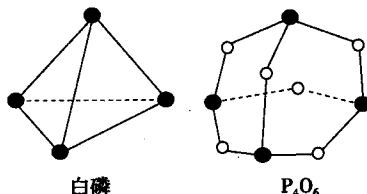
即学即练

基础巩固

1. 下列反应属于吸热反应的是 ()
 A. C₆H₁₂O₆(葡萄糖 aq)+6O₂——6CO₂+6H₂O
 B. CH₃COOH+KOH——CH₃COOK+H₂O
 C. A+B——C+D ΔH<0
 D. 破坏生成物全部化学键所需能量小于破坏反应物全部化学键所需能量
2. 已知反应 2HI(g)——H₂(g)+I₂(g) 的能量对反应历程如图
 所示,下列叙述中正确的是 ()

 A. 正反应吸热 ΔH<0
 B. 逆反应放热 ΔH>0
 C. 反应物的总能量低于生成物的总能量
 D. 反应物的总能量高于生成物的总能量
3. 下列过程中 ΔH<0 的是 ()
 A. 氯酸钾分解制氧气
 B. 氯化铵加热制备氨气
 C. 石灰石煅制石灰
 D. 实验室制备氢气
4. 关于吸热反应和放热反应,下列说法错误的是 ()
 A. 需要加热才能进行的化学反应一定是吸热反应
 B. 不需要加热即可进行的反应一定是放热反应
 C. 化学反应过程中的能量变化,也服从能量守恒定律
 D. 反应物的总能量高于生成物的总能量时,发生放热反应
5. “摇摇冰”是一种即用即冷的饮料。吸食时将饮料罐隔离层中的化学物质和水混合后摇动即会制冷。该化学物质是 ()
 A. 氯化钠 B. 固体硝酸铵
 C. 固体氢氧化钠 D. 生石灰
6. 反应热的大小与下列各项无关的是 ()
 A. 反应物和生成物的状态 B. 反应物的多少
 C. 反应物的性质 D. 反应的快慢

能力提高

7. 常温下将铁粉和硫粉混合不反应,给混合物加热则剧烈燃烧生成 FeS,这个现象说明了 ()
 A. 该反应是吸热反应
 B. 该反应是放热反应
 C. 铁粉和硫粉在常温下难反应,是因为该反应是吸热反应,需加热才会发生
 D. 硫化亚铁的总能量高于铁粉和硫粉的总能量
8. 对下列化学反应的反应热的说法中,正确的是 ()
 ①放热反应一定不需要加热即可发生 ②凡需加热才能发生的反应一定是吸热反应 ③吸热反应一定是分解反应 ④反应热的大小与参加反应的物质多少有关 ⑤反应热为正值反应一定是吸热反应 ⑥反应热为正值反应一定是放热反应
 A. ②③⑥ B. ①②③
 C. ①③⑥ D. ④⑤
9. 拆开 1 mol H—H 键、1 mol N—H 键、1 mol N≡N 键分别需要的能量是 436 kJ、391 kJ、946 kJ,则 1 mol N₂ 生成 NH₃ 的焓变为_____,1 mol H₂ 生成 NH₃ 的焓变为_____。
10. 化学反应可视为旧键断裂和新键形成的过程。化学键的键能是形成(或拆开)1 mol 化学键时释放(或吸收)的能量。已知白磷和 P₄O₆ 的分子结构如图所示,根据以下化学键的键能(kJ·mol⁻¹):P—P:198,P—O:360,O=O:498。计算反应 P₄(白磷)+3O₂——P₄O₆ 的反应热 ΔH 为多少?



知识点二 热化学方程式

知识详解

1. 热化学方程式

(1) 热化学方程式的意义

热化学方程式是表示参加反应物质的量和反应热关系的化学方程式。它既表明了化学反应中的能量变化,也表明了其中的物质变化。

(2) 热化学方程式与化学反应方程式的对比:

	化学反应方程式	热化学方程式
意义	表明化学反应中物质变化	不仅表明化学反应中物质变化,也表明化学反应中的能量变化
化学计量数	是整数,既表示粒子个数又表示该物质的物质的量	是整数也可以是分数,只表示该物质的物质的量
ΔH	不用标明	必须标明其大小与单位
物质状态	不用标明	必须标明

2. 热化学方程式书写要点

(1) 热化学方程式必须标出能量变化

化学反应的能量变化用“ ΔH ”表示,紧跟化学方程式之后,以空格隔开;如果是放热反应, ΔH 为“-”;如果是吸热反应, ΔH 为“+”。

(2) ΔH 的单位为 kJ/mol 或 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

ΔH 的单位中“ mol ”的基本单元不是某一反应物或生成物分子(或原子),而是按反应式所示的那些粒子的特定组合。反应热的数值就是“每摩尔”该特定组合完全反应的热效应。如:
 $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 表示 1 mol 粒子(1 mol H_2)组合完全燃烧放出的热量为 285.8 kJ;
 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 表示 2 mol H_2 的特定组合完全燃烧放出的热量为 571.6 kJ。

(3) 热化学方程式中必须标明反应物和生成物的聚集状态

物质的状态不同能量也不相同,对同种物质而言,处于气态时本身能量最高,液态次之,处于固态时能量最低。反应物和生成物的聚集状态不同,反应热也不同。热化学方程式中用 s、l、g、aq 分别表示固体、液体、气体、溶液。

(4) 热化学反应方程式要指明反应时的温度和压强

因为外界条件影响反应热的测定结果,若是在 25 °C、101 kPa 下测定的,可以不注明;此外,化学反应的条件如加热、点燃及生成物状态如“ $\uparrow$ ”、“ $\downarrow$ ”等都不需要在热化学方程式中标注。



精典例题

【例题 1】(考查热化学方程式的书写问题) 甲烷是一种高效清洁的新能源,0.25 mol CH_4 完全燃烧生成液态水时放出 222.5 kJ 的热量,则其热化学方程式是_____。

【解析】以 1 mol CH_4 为基准写出完全燃烧的反应方程式,则其反应热在数值上应为 0.25 mol CH_4 燃烧放出热量的 4 倍,即 $222.5 \times 4 = 890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【答案】 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

方法指导 热化学方程式的书写要点可归纳如下:焓变、状态不可少,常温常压不必标,化学计量数可整也可分,反应条件可抛掉。

【变式训练 1】写出下列反应的热化学方程式:

(1) $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$ 在 O_2 中燃烧,生成 N_2 和 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$,放出 311 kJ 热量。

(2) 14 g $\text{N}_2(\text{g})$ 与适量的 $\text{O}_2(\text{g})$ 起反应,生成 $\text{NO}_2(\text{g})$,吸收 34 kJ 热量。

【例题 2】(考查比较热化学方程式的焓变大小问题) 在同温同压下,下列各组热化学方程式中 $Q_2 > Q_1$ 的是_____;
 $\Delta H_2 > \Delta H_1$ 的是_____。

A. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【解析】A 选项:生成物的状态不同,由于从气态水到液态水会放热,所以生成液态水比生成气态水放出的热多,即 $Q_2 > Q_1$;由于 ΔH 为负值,所以 $\Delta H_2 < \Delta H_1$ 。B 选项:反应物的状态不同,由于从固态硫到气态硫要吸热,所以气态硫燃烧放出的热量比固态硫燃烧放出的热量多,即 $Q_2 < Q_1$; $\Delta H_2 > \Delta H_1$ 。C 选项:生成物的种类不同,由于 CO 与 O_2 反应生成 CO_2 要放出热量,故 $Q_2 > Q_1$; $\Delta H_2 < \Delta H_1$ 。D 选项:反应物的物质的量不同,前一反应的物质的量是后一反应的物质的量的 2 倍,故 $Q_1 = 2Q_2$,即 $Q_2 < Q_1$; $\Delta H_2 > \Delta H_1$ 。

【答案】AC;BD

方法指导 反应热数值的大小与以下几个因素都有关:反

应物和生成物的种类,反应物的物质的量多少,反应物和生成物的聚集状态,反应时的外界条件等。在判断反应热大小时要注意:①物质由气态变为液态或由液态变为固态,通常会放热,逆过程则会吸热;②对于放热反应, $\Delta H < 0$,放热越多, ΔH 越小(因为负值越大,其代数值越小)。一句话,比较 Q 值大小时比较绝对值的大小,比较 ΔH 大小时,比较代数值。

【变式训练 2】根据以下 3 个热化学方程式:

$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$\Delta H = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$\Delta H = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$\Delta H = -Q_3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

判断 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 三者关系正确的是 ()

A. $Q_1 > Q_2 > Q_3$ B. $Q_1 > Q_3 > Q_2$

C. $Q_3 > Q_2 > Q_1$ D. $Q_2 > Q_1 > Q_3$



即学即练

基础巩固

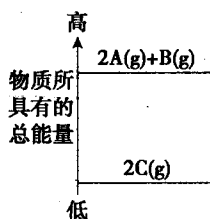
1. 下列说法正确的是 ()

A. 热化学方程式的计量数可以表示分子的个数

B. 热化学方程式中只需标明生成物的状态

C. 反应热指的是反应过程中放出的热量

- D. ΔH 的单位为 kJ/mol 或 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
2. 已知在 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$, 100°C 条件下, 2 mol 氢气燃烧生成水蒸气放出 484 kJ 热量, 下列热化学方程式正确的是 ()
- A. $\text{H}_2\text{O(g)} = \text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H = -484 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H = +242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 D. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H = +484 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
3. 已知 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl(g)} \quad \Delta H = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应 $\text{HCl(g)} = \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g})$ 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. $+92.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
4. 分析下面的能量变化示意图, 下列热化学方程式正确的是 ()



- A. $2\text{A(g)} + \text{B(g)} = 2\text{C(g)} \quad \Delta H = a(a > 0)$
 B. $2\text{A(g)} + \text{B(g)} = 2\text{C(g)} \quad \Delta H = a(a < 0)$
 C. $2\text{A} + \text{B} = 2\text{C} \quad \Delta H = a(a < 0)$
 D. $2\text{C} = 2\text{A} + \text{B} \quad \Delta H = a(a > 0)$
5. 今有如下三个热化学方程式:
 $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H = c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 关于它们的下列表述, 正确的是 ()
- A. 它们都是吸热反应 B. a 、 b 和 c 均为正值
 C. 反应热的关系: $a > b$ D. 反应热的关系: $2b = c$
6. 写出下列反应的热化学方程式:
- (1) 0.5 mol CH_4 完全燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O(l)}$ 时, 放出 445 kJ 的热量。

- (2) 1 g 氢气燃烧生成液态水放出 142.9 kJ 热量。
- (3) 在 200°C 、 101 kPa 时, 1 mol H_2 与碘蒸气作用生成 HI 的反应, 放出的热量是 $14.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

能力提高

7. 已知:
- ① $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H_1 = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 ② $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H_2 = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 ③ $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H_3 = c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 ④ $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H_4 = d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 下列关系式中正确的是 ()
- A. $c < a < 0$ B. $b > d > 0$
 C. $2a = b < 0$ D. $2c = d > 0$
8. 同温同压下, 已知下列各反应为放热反应, 下列各热化学方程式中热量数值最小的是 ()
- A. $2\text{A(l)} + \text{B(l)} = 2\text{C(g)} \quad \Delta H_1$
 B. $2\text{A(g)} + \text{B(g)} = 2\text{C(g)} \quad \Delta H_2$
 C. $2\text{A(g)} + \text{B(g)} = 2\text{C(l)} \quad \Delta H_3$
 D. $2\text{A(l)} + \text{B(l)} = 2\text{C(l)} \quad \Delta H_4$
9. 已知 H-H 键能为 $436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, H-N 键能为 $391 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 根据化学方程式: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3 \quad \Delta H = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\text{N}=\text{N}$ 键能为 ()
- A. $431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $649 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $869 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
10. 将 0.3 mol 的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 649.5 kJ 热量, 该反应的热化学方程式为 _____。
- 又已知: $\text{H}_2\text{O(g)} = \text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H_2 = -44.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 11.2 L (标准状况) 乙硼烷完全燃烧生成气态水时放出的热量是 _____ kJ 。

第二节 燃烧热 能源

三维目标

一、知识与技能

- (1) 掌握燃烧热的概念和有关燃烧热的计算。
 (2) 了解能源的种类和意义, 形成节约能源的意识。

二、过程与方法

通过对使用化石燃料的利弊及新能源开发问题的分析, 培养综合分析问题的能力。

三、情感态度与价值观

体会能源在人类生存和发展中的重要地位以及化学在解决能源危机中的重要作用, 懂得节约能源、提高能量利用效率的实际意义。

知识详解

1. 燃烧热

(1) 燃烧热概念

25°C 、 101 kPa 时, 1 mol 纯物质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。例如氢气的燃烧热 $\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 表示在 25°C 、 101 kPa 的状态下, 1 mol H_2 完全燃烧时放出 285.8 kJ 的热量, 也就是说, 燃烧热是一种特定情况下的反应热。

(2) 理解燃烧热时应注意的问题

①“纯物质”特指纯净物, 可燃的混合物不存在所谓燃烧热, 其燃烧所放出的热量应根据各成分物质的燃烧热分别计

算各自的燃烧热量再进行加和。

②“稳定的化合物”特指在所有可能产生的燃烧产物中最稳定的、不能再燃烧的那一种,例如 $C(s)$ 完全燃烧所得稳定的化合物指 $CO_2(g)$ 而不是 $CO(g)$,生成 H_2O 的状态是液态而不是气态。

③单位为 $kJ \cdot mol^{-1}$ 。

④燃烧都是放热反应,所以燃烧热 $\Delta H < 0$ 。

⑤书写表示某物质燃烧热的热化学方程式时,除注意生成物应为“稳定的化合物”以外,还应注意令该反应物的化学计量数为 1,其余反应物和生成物的化学计量数则相应配平,例如: $2H_2(g) + O_2(g) = 2H_2O(l) \quad \Delta H = -571.6 kJ \cdot mol^{-1}$,由于 H_2 的化学计量数 $\neq 1$,所以该化学反应的反应热不能表示 H_2 的燃烧热。

⑥计算某个反应放出的热量 $Q = n \times \Delta H$ (n 代表该反应中可燃物的物质的量, ΔH 代表该反应的燃烧热)。

(3) 燃烧热的意义

a. 比较不同燃料的优劣。例如相同质量时,谁放出热量多;等物质的量时,谁放出的热量多。

b. 比较同素异形体或同分异构体的稳定性大小。例如金刚石比石墨的燃烧热大,故石墨比金刚石稳定;正丁烷比异丁烷的燃烧热大,故异丁烷比正丁烷稳定。

2. 中和热

(1) 中和热的概念

在稀溶液中,酸跟碱发生中和反应而生成 1 mol H_2O ,这时的反应热叫中和热。中和热也是一种特定情况下的反应热。

(2) 理解中和热时要注意的问题

①参加反应的酸碱浓度应比较小[一般溶液中的 $c(H^+) > 10^{-4} mol/L$ 或 $c(OH^-) \leq 1 mol/L$],因为浓酸、浓碱溶液稀释时会放出热量。

②常温时,强酸和强碱反应的中和热 $\Delta H = -57.3 kJ/mol$,由于弱酸弱碱的电离要吸收热量,所以只要有它们参与的中和反应,其中和热都小于 $57.3 kJ/mol$ 。

③溶液的聚集状态用“aq”表示,生成产物 H_2O 必须是 1 mol。

(3) 测定中和热实验应注意的问题

在利用盐酸与氢氧化钠反应测定中和热时,在设计实验装置和操作时应注意如下几点:①所加 $NaOH$ 应过量,这是因为 $NaOH$ 在空气中会吸收 CO_2 ,生成 Na_2CO_3 ,而 Na_2CO_3 与 HCl 反应放出的热量不等于 $NaOH$ 和 HCl 中和时放出的热量从而影响测定结果,也就是说,在计算中和热时,应以 HCl 的物质的量(H_2O)为基准。②测量反应前 HCl 和 $NaOH$ 溶液的温度时,要将温度计上沾有的酸(或碱)冲洗干净,以免发生反应而影响测定结果。③应及时搅拌使反应充分进行,使溶液温度均恒。④应尽量保温,避免热量损失。⑤温度计要读准确,读上升时的最高温度。

3. 能源

(1) 能源的类型

能源是指能提供能量的自然资源,能源是国民经济和社会发展的物质基础,它的开发和利用情况,可以用来衡量一个国家或地区的经济发展和科学技术水平。

①按其形成和来源可分为来自太阳辐射的能量(如太阳

能、煤、石油、天然气、水能、风能、生物能等),来自地球内部的能量(如地热能),天体引力能(如潮汐能)。

②按开发利用状况可分为常规能源(如煤、石油、天然气、水能、生物能),新能源(如核能、地热、海洋能、太阳能、沼气、风能)。

③按属性可分为可再生能源(如太阳能、地热、水能、风能、生物能、海洋能),不可再生能源(如煤、石油、天然气、核能)。

④按转换传递过程可分为一次能源(直接来自自然界的能源。如:煤、石油、天然气、水能、风能、核能、海洋能、生物能),二次能源(通过间接途径供利用的能源,如沼气、汽油、柴油、焦炭、煤气、蒸汽、电能等)。

(2) 解决能源危机的方法

开源节流,提高能源的利用率。开源节流,指的是开发新能源(如氢能、核能、风能、太阳能、地热能、风能等)和减少能源损耗,提高能源利用率主要指使燃料充分燃烧(如将固体燃料粉碎,将液体燃料气化,使之与空气接触面积增大等)。



精典例题

【例题 1】(考查燃烧热的概念问题)已知葡萄糖的燃烧热是 $2804 kJ \cdot mol^{-1}$,当它氧化生成 1 g 液态水时放出的热量是 ()

- A. 26.0 kJ B. 51.9 kJ
C. 155.8 kJ D. 467.3 kJ

【解析】根据葡萄糖燃烧的反应 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ 知 1 mol $C_6H_{12}O_6$ 燃烧生成 6 mol H_2O (即 $6 mol \times 18 g \cdot mol^{-1} = 108 g$) 同时释放 2804 kJ 的热量,所以易推知生成 1 g $H_2O(g)$ 放出的热量为 $2804 kJ \div 108 \approx 26.0 kJ$ 。

【答案】A

方法指导 在掌握燃烧热概念时,要特别注意参加反应的可燃物为“1 mol”,生成的产物为“稳定产物”。

【变式训练 1】1.5 g 火箭燃料二甲基胍($CH_3-NH-NH-CH_3$)完全燃烧,放出 50 kJ 热量,则二甲基胍的燃烧热为 ()

- A. $+2000 kJ \cdot mol^{-1}$ B. $-3000 kJ \cdot mol^{-1}$
C. $-2000 kJ \cdot mol^{-1}$ D. $+3000 kJ \cdot mol^{-1}$

【例题 2】(考查反应热、燃烧热和中和热等概念)下列有关反应热的说法中正确的是 ()

A. 一个化学反应是否能在常温下发生,与该反应的 ΔH 的大小没有必然联系

B. 强酸和强碱反应的中和热 $\Delta H = -57.3 kJ \cdot mol^{-1}$,所以 1.00 L 1.00 mol $\cdot L^{-1}$ H_2SO_4 与稀 $NaOH$ 溶液恰好完全反应放出 57.3 kJ 的热量

C. 用等体积的 0.50 mol $\cdot L^{-1}$ 盐酸、0.55 mol $\cdot L^{-1}$ $NaOH$ 溶液进行中和热测定的实验,会使测得的值偏大

D. 在 101 kPa 时,1 mol CH_4 完全燃烧生成 CO_2 和水蒸气放出的热量就是 CH_4 的燃烧热

【解析】A 项,常温下能否反应与该反应是吸热还是放热反应没有必然联系,例如 H_2 在 O_2 中燃烧是放热反应,但常温下两者能稳定共存;B 项生成 2 mol H_2O ,放出的热量应为 114.6 kJ;C 项进行中和热测定的酸碱均为强酸、强碱,且为稀溶液,因此测定的中和热应比较准确;D 项生成的水蒸气在

25℃, 101 kPa 时不是稳定的生成物。

【答案】A

方法指导 中和热的计算与燃烧热的计算异曲同工, 试题的陷阱多在参加反应的酸碱的物质的量及有弱酸、弱碱参加的中和反应上做文章。

【变式训练 2】已知 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 现用 50 mL 0.50 mol · L⁻¹ 醋酸与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ NaOH 溶液在绝热容器中快速、充分混合, 所测得的中和热 ΔH ()

- A. $> a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $< a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $= a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $= \frac{a}{4} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【例题 3】(考查能源的综合利用问题) 能源是人类生存和发展的重要因素。常规能源(石油、煤、天然气)日益减少, 促使人们去研究能源的利用率和新能源的开发。

(1) 我国目前最主要的能源品种是_____, 能源利用中存在的问题是_____。

(2) 为减少污染, 提高燃料利用率, 下列措施可以达到目的的是_____。

- A. 将城市居民燃煤改为使用气体燃料
B. 若将烧天然气的灶具改为烧液化石油气, 应增大空气进入量或减少液化石油气的进入量

- C. 研制燃料电池
D. 在农村大力发展沼气

(3) 某些科学家对以下三个化学反应很感兴趣:

- ① $3\text{FeCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 6\text{HCl} + \text{H}_2$
② $2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 3\text{Cl}_2 + 12\text{HCl} = 6\text{FeCl}_3 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
③ $6\text{FeCl}_3 = 6\text{FeCl}_2 + 3\text{Cl}_2$

科学家希望利用上述反应制取一种很有意义的物质_____, 该物质作为燃料的优点是_____。

【解析】燃煤容易产生 SO_2 , 而且其燃烧效率不如气体燃料高; 液化石油气的燃烧需要更多的空气, 灶具改造的措施符合反应实际; 燃料电池的能源利用率比直接进行热发电的利用率高得多, 是一种有前景的节能措施; 在农村地区, 大量的家禽粪便、麦秆等有机物如果随意处理容易造成恶劣的卫生环境, 将其发酵制取沼气实是一举两得的好措施。将所给的反应①式×2, 与②、③合并可知科学家所指的“很有意义的物质”是 H_2 。

【答案】(1) 煤 人均能源占有量少, 能源利用率低, 单位产值能耗高 (2) ABCD (3) H_2 来源丰富, 燃烧产物对环境无污染, 不产生二氧化碳、二氧化硫等大气污染物

方法指导 运用化学知识分析社会生活中面临的能源问题是各类考试中的一大热点, 在学习中要注意关注有关能源的热点问题, 并将理论知识与实际相结合。

【变式训练 3】北京在近几年内全面进行能源结构调整, 推广汽车使用清洁燃料, 目前使用的清洁燃料主要有两类, 一类是压缩天然气(CNG), 另一类是液化石油气(LPG)。下面对这两类燃料(与汽油、柴油比较)的叙述错误的是 ()

- A. 燃烧热增大 B. 尾气中固体颗粒减少
C. 尾气中 CO 减少 D. 尾气中碳氢化合物减少



即学即练

基础巩固

1. 下列热化学方程式中的反应热为燃烧热的是 ()

- A. $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H = -846.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g})$
 $\Delta H = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. 1 g 氢气在氧气中完全燃烧生成气态水, 放出热量 120.9 kJ, 则下列说法正确的是 ()

- A. 反应的热化学方程式: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H = +483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. 氢气的燃烧热为 $241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的能量大于 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的能量
D. 2 mol H_2 和 1 mol O_2 的能量总和大于 2 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的能量

3. 下列关于反应热的表述正确的是 ()

- A. 当 $\Delta H < 0$ 时, 表示该反应为吸热反应
B. 由 $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g})$ 的反应热为 $-110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 可知碳的燃烧热为 $-110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. 反应热的大小与反应物所具有的能量和生成物所具有的能量有关
D. 含 0.1 mol HCl 的稀溶液与含 0.2 mol HCl 的稀溶液分别与足量稀 NaOH 中和时, 前者的中和热小于后者
4. 已知: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。现将一定量的稀盐酸、浓硫酸、稀醋酸分别和 1 L 1 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液恰好完全反应, 其反应热分别为 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 , 则 ΔH_1 、 ΔH_2 和 ΔH_3 的大小关系为 ()

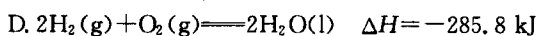
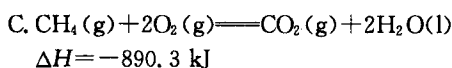
- A. $\Delta H_1 = \Delta H_2 > \Delta H_3$ B. $\Delta H_3 > \Delta H_2 > \Delta H_1$
C. $\Delta H_3 > \Delta H_1 > \Delta H_2$ D. $\Delta H_2 > \Delta H_1 > \Delta H_3$

5. 我国燃煤锅炉采用沸腾炉(注: 通过空气流吹拂使煤粉在炉膛内呈“沸腾状”燃烧)的逐渐增多, 采用沸腾炉的好处是 ()

- A. 增大煤燃烧时的燃烧热并形成清洁能源
B. 减少煤中杂质气体(如 SO_2)的形成
C. 提高煤炭的热效率, 并减少 CO 的排放
D. 使燃料燃烧充分, 从而提高燃料的利用率

6. 胶状液氢(主要成分是 H_2 和 CH_4)有望用于未来的运载火箭和空间运输系统。实验测得: 101 kPa 时, 1 mol H_2 完全燃烧生成液态水, 放出 285.8 kJ 的热量; 1 mol CH_4 完全燃烧生成液态水和 CO_2 , 放出 890.3 kJ 的热量。下列热化学方程式书写正确的是 ()

- A. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = +890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



7. 下列说法中正确的是 ()

A. 1 mol 稀硫酸和 1 mol 稀 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液完全中和所放出的热量为中和热

B. 中和反应和燃烧都是放热反应

C. 在 101 kPa 时, 1 mol C 燃烧所放出的热量一定是碳的燃烧热

D. 碳与二氧化碳的反应既是吸热反应, 也是化合反应

8. 自行车、电动车、普通汽车消耗能量的类型分别是 ()

①生物能 ②核能 ③电能

④太阳能 ⑤化学能

A. ①④⑤

B. ①③⑤

C. ①②③

D. ①③④

9. 下列说法中正确的是 ()

A. 如果某一反应的反应物能量总和高于生成物能量总和, 则该反应是吸热反应

B. 我国目前使用最多的燃料是酒精

C. 煤炭直接燃烧不仅产生大量烟尘, 而且生成 SO_2 , 导致酸雨的形成

D. 煤经过处理后制得水煤气、干馏煤气等, 可提高燃烧效率和减少环境污染

10. 下表为几种常见燃料的热值:

燃料主要成分	酒精	焦炭(C)	天然气(CH_4)	氢气	汽油(C_8H_{18})
热值($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	1367	300	896	286	5472

回答:

(1) 由表分析 _____ 是一种理想的燃料。试简述这种理想能源的主要优点。

① _____;

② _____;

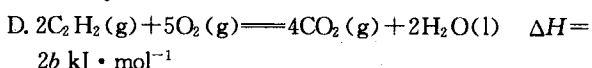
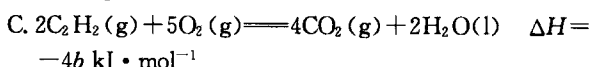
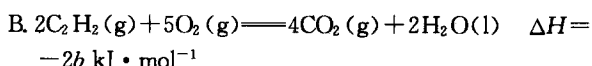
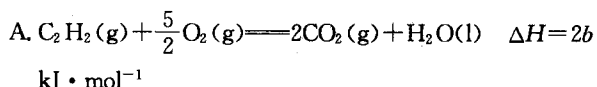
③ _____。

(2) 写出汽油燃烧时的热化学方程式:

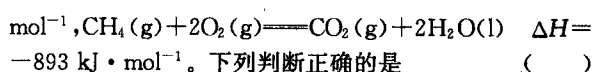
_____。

能力提高

11. 已知 $a \text{ g}$ 乙炔气体(C_2H_2)充分燃烧可放出 $b \text{ kJ}$ 热量, 生成液态水和 1 mol CO_2 , 则乙炔燃烧的热化学方程式正确的是 ()



12. 氢气、甲烷都可作为燃料, 它们的热化学方程式分别为
 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot$



A. 相同质量的氢气和甲烷完全燃烧, 甲烷放出的热量少

B. 相同质量的氢气和甲烷完全燃烧, 氢气耗氧量较少

C. 氢气的燃烧热为 $571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. 物质的量均为 0.1 mol 的氢气和甲烷混合气体完全燃烧生成气态水放出 117.88 kJ 的热量

13. 一定质量的无水乙醇完全燃烧时放出的热量为 Q , 它所生成的 CO_2 用过量饱和石灰水完全吸收可得 50 g CaCO_3 沉淀, 则完全燃烧 1 mol 无水乙醇时放出的热量是 ()

A. 0.25Q

B. Q

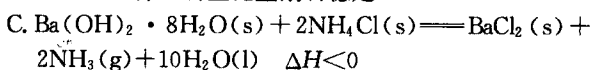
C. 2Q

D. 4Q

14. 下列说法或表示方法中正确的是 ()

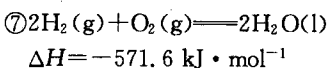
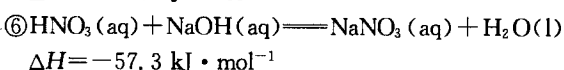
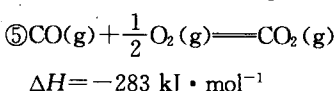
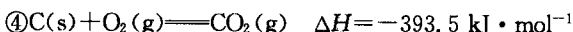
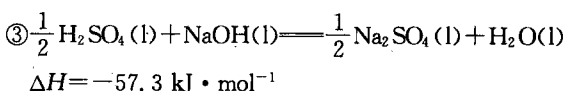
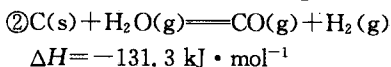
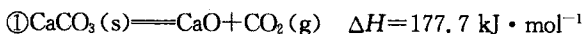
A. 等质量的硫蒸气和硫黄分别完全燃烧, 后者放出的热量多

B. 由反应 $\text{C}(\text{s}, \text{石墨}) \longrightarrow \text{C}(\text{s}, \text{金刚石}) \quad \Delta H = +119 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 可知, 石墨比金刚石稳定



D. 已知中和热为 $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 若将含 0.5 mol H_2SO_4 的浓溶液与含 1 mol NaOH 的溶液混合, 放出的热量要大于 57.3 kJ

15. 有以下热化学方程式:



(1) 上述反应中, 表示燃烧热的热化学方程式有 _____, 表示中和热的热化学方程式有 _____。

(2) 上述热化学方程式中, 不正确的有 _____, 不正确的理由分别是 _____。

16. 随着现代工业的发展, 能源问题已经越来越引起人们的重视。科学家预言, 未来最理想的燃料是绿色植物, 即将植物的秸秆(主要成分是纤维素)用适当的催化剂作用水解生成葡萄糖, 再将葡萄糖转化为乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), 用作燃料。

(1) 写出将绿色植物的秸秆转化为葡萄糖的化学方程式:

_____。

(2) 已知: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -1367 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。若某种植物的秸秆含纤维

素 50%，由植物秸秆经过一系列转化得到乙醇原料的总利用率为 80%，则用 1000 g 秸秆为原料制得的乙醇燃料燃烧所产生的热量为多少？

17. 科学家认为，氢气是一种高效而无污染的理想能源，近 20 年来，对以氢气作为未来的动力燃料的氢能源的研究获得了迅速发展。

(1) 为了有效发展民用氢能源，首先必须制得廉价的氢

气，下列制氢气的方法中可供开发，既比较经济且资源也可持续利用的是_____。

- A. 电解水 B. 锌和稀硫酸反应
C. 光解海水 D. 以石油、天然气为原料

(2) 用氢作为能源亟待解决的又一问题是贮氢材料的开发，研究表明某些过渡金属镧(La)、钯(Pd)能与氢原子形成氢化物，氢原子填充在金属晶体内的间隙之间，其组成不固定，通常是非化学计量的，如镧的氢化物的化学式可表示为 $\text{LaH}_{2.76}$ 。已知钯粉的密度为 10.64 g/cm^3 ，相对原子质量为 106.4，1 体积的钯粉大约可吸附标准状况下 896 体积的氢气，则钯的氢化物的化学式为_____。

(3) 因氢气易燃易爆，贮运安全极为重要。已知氢气的燃烧热为 $285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。写出其完全燃烧的热化学方程式：_____。

第三节 化学反应热的计算



三维目标

一、知识与技能

(1) 从能量守恒的角度认识盖斯定律的本质，学会运用盖斯定律进行反应热的计算。

(2) 从定量的角度来进一步认识化学反应与能量之间的关系，掌握好有关反应热的计算方法。

二、过程与方法

通过探究盖斯定律和解决化学反应热的计算问题，提高定量分析化学反应与能量之间关系的能力。

三、情感态度与价值观

体会能量守恒和盖斯定律在生产和科学研究中的作用，感受化学知识与社会发展的密切关系。

知识点一 盖斯定律



知识详解

1. 盖斯定律

1840 年，瑞士化学家盖斯(G. H. Hess)从大量的实验事实中总结出了一条规律：化学反应不管是一步完成还是分几步完成，其反应热是相同的。也就是说，化学反应的焓变只与反应体系的始态(各反应物)和终态(各生成物)有关，而与反应的途径无关。

2. 盖斯定律的应用

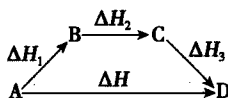
(1) 盖斯定律的意义

盖斯定律在生产和科学研究中有很重要的意义，对于不能直接发生的反应、可逆反应和有副反应产生的反应，反应热无法直接测得。像这些难以测得反应热的情况，都可以利用

盖斯定律和其他相关反应的热效应，用类似于求解方程组的方法而间接求出。

(2) 利用盖斯定律计算反应热的方法

根据盖斯定律，反应热效应只与始态、终态有关，与过程无关。也就是说，相关热化学方程式之间可以“加减”，随之反应热 ΔH 也相应地“加减”。例如，物质 A 转化成物质 D 时，可以一步反应得到，也可以经过多步反应由 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ 得到，这两个过程的反应热是相同的。即如下图所示的变化过程中，存在以下的关系： $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$ 。

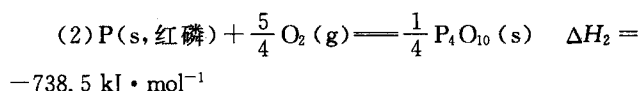
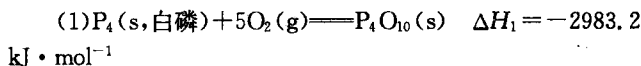


在计算难以测量的反应热时，通过对已知热化学方程式之间进行适当的代数变换，可以得到所需的热化学方程式。



精典例题

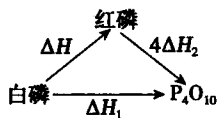
【例题 1】(考查盖斯定律的应用问题)科学家盖斯曾提出：“不管化学过程是一步完成或分几步完成，这个总过程的热效应是相同的。”利用盖斯定律可测得某些特殊反应的热效应。已知下列两个热化学方程式：



则白磷转化为红磷的热化学方程式为_____。相同的状况下，能量较低的是_____；白磷的稳定性比红磷_____ (填“高”或“低”)。

【解析】思路一(虚拟反应过程法)：

将白磷转化为 P_4O_{10} 的过程可以分解成如图所示的两个过程,根据盖斯定律可得:



$$\Delta H_1 = 4\Delta H_2 + \Delta H.$$

$$\text{即 } \Delta H = \Delta H_1 - 4\Delta H_2 = (-2983.2 + 4 \times 738.5) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -29.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

思路二(热化学方程式加减法):

将第(2)个方程式 $\times 4$ 后颠倒再与(1)相加,即可得白磷转化为红磷的热化学方程式。故 $\Delta H = -4\Delta H_2 + \Delta H_1$ 。由于白磷转化为红磷是放热反应,说明白磷的能量比红磷的能量高,物质的能量越低越稳定。

【答案】 $P_4(s, \text{白磷}) \longrightarrow 4P(s, \text{红磷}) \quad \Delta H = -29.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
红磷 低

方法指导 在运用盖斯定律计算反应热时,可以把一个反应转化过程任意拆分成多个过程,根据两种不同的转化过程的热效应相同的原则建立关系式,也可以对已知的热化学方程式进行适当的代数变换,得出所需的热化学方程式。在进行焓变的代数运算时,要特别注意 ΔH 是带符号、带数值进行运算的。

【变式训练 1】 已知热化学方程式: $H_2O(g) \longrightarrow H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \quad \Delta H = +241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。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

【例题 2】(考查盖斯定律与燃烧热的综合问题) 已知 CH_4 的燃烧热 $\Delta H = -802 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, CO 的燃烧热 $\Delta H = -283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(1) 写出 CH_4 不完全燃烧生成 CO 气体和液态 H_2O 时的热化学方程式。

(2) 如果 1 mol CH_4 与 $n \text{ g } O_2$ 燃烧生成 CO 、 CO_2 气体和液态 H_2O , 放出 731.25 kJ 热量, 则 n 值为多少?

【解析】(1) 根据燃烧热的概念可得下列两个热化学方程式: ① $CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H_1 = -802 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ② $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H_2 = -283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 用 ① - ②, 可得: $CH_4(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -802 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -519 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 根据热化学方程式可知, 1 mol CH_4 不完全燃烧生成 CO 放出热量 519 kJ, 消耗氧气的质量为 48 g。 CO 继续燃烧放出的热量为 $731.25 \text{ kJ} - 519 \text{ kJ} = 212.25 \text{ kJ}$, 此时消耗的 CO 的物质的量为 $212.25 \text{ kJ} \div 283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.75 \text{ mol}$, 需要的 O_2 为 $(0.75 \text{ mol} \div 2) \times 32 \text{ g/mol} = 12 \text{ g}$ 。所以 $n = 48 + 12 = 60$ 。

【答案】(1) $CH_4(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -519 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (2) 60

方法指导 将燃烧热和盖斯定律相结合是一类常见的综合性问题, 在分析这类题目时, 首先要注意正确运用燃烧热的数据, 其次要善于利用盖斯定律和已知燃烧热的数据, 分析推断所需要的反应热。在解题过程中, 还要注意熟练运用热化

学方程式建立反应中各物质之间的物质的量、反应热之间的关系。

【变式训练 2】 对于无法直接测得的反应热, 可以利用盖斯定律间接计算求得。已知 3.6 g 碳在 6.4 g 的氧气中燃烧, 至反应物耗尽, 并放出 $X \text{ kJ}$ 热量。又知单质碳的燃烧热为 $\Delta H = -Y \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 1 mol C 与 O_2 反应生成 CO 的反应热 ΔH 为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。



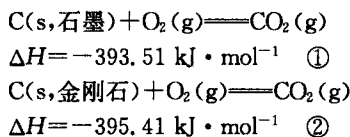
即学即练

基础巩固

1. 下列说法错误的是 ()

- A. 反应热的大小与反应过程的中间途径无关
B. 反应热的大小与反应物和生成物的状态无关
C. 反应热的大小与反应的条件无关
D. 盖斯定律是能量守恒定律的一种具体体现

2. 已知 25 $^{\circ}\text{C}$ 、101 kPa 下, 石墨、金刚石燃烧的热化学方程式分别是



据此判断, 下列说法正确的是 ()

- A. 由石墨制备金刚石是吸热反应; 等质量时, 石墨的能量比金刚石的低
B. 由石墨制备金刚石是吸热反应; 等质量时, 石墨的能量比金刚石的高
C. 由石墨制备金刚石是放热反应; 所以石墨比金刚石更稳定
D. 由石墨制备金刚石是吸热反应; 所以金刚石比石墨更稳定

3. 已知充分燃烧一定量的丁烷气体生成液态水时, 放出的热量为 $Q \text{ kJ}$, 而生成的 CO_2 恰被 100 mL 5 mol/L KOH 溶液吸收生成正盐。则丁烷的燃烧热 ΔH 为 ()

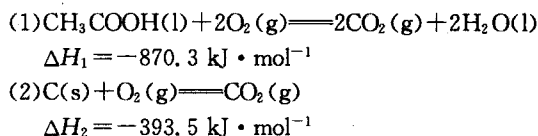
- A. $-8Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $-4Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $-20Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $-16Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

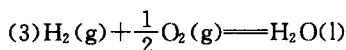
4. 已知在 298 K 时下述反应的有关数据: $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g) \quad \Delta H_1 = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H_2 = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $C(s) + CO_2(g) \longrightarrow 2CO(g)$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

5. 已知: ① $H_2O(g) \longrightarrow H_2O(l) \quad \Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
② $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g) \quad \Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
则 23 g 液体酒精完全燃烧后, 恢复至室温放出的热量为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ}$ 。

能力提高

6. 已知下列反应的反应热:

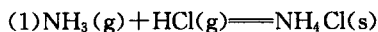




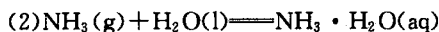
$$\Delta H_3 = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

试计算下列反应的反应热: $2\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH}(\text{l})$ $\Delta H =$ _____。

7. 按照盖斯定律, 结合下述反应方程式, 回答问题, 已知:



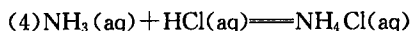
$$\Delta H_1 = -176 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



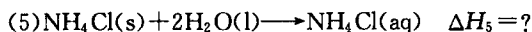
$$\Delta H_2 = -35.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_3 = -72.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_4 = -52.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



则第(5)个方程式中的反应热 ΔH 是 _____。

8. 某同学发现在灼热的煤炭上洒少量水, 煤炉中会产生淡蓝色火焰, 煤炭燃烧更旺, 因此该同学得出结论“煤炭燃烧时加少量水, 可使煤炭燃烧放出更多的热量。”(已知煤炭的燃烧热为 $-393.15 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 氢气的燃烧热为 $-242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 一氧化碳的燃烧热为 $-283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)

(1) 你认为该同学的结论是否正确, 请简要说明理由。

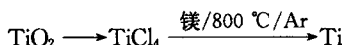
(2) 写出该同学看到燃烧现象所涉及的所有热化学反应方程式。(有多少写多少)

9. 已知: ① $2\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

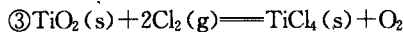
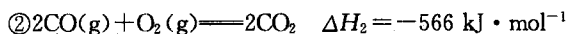
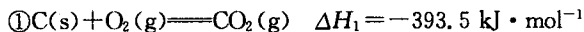
② $2\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

求 $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ 的 $\Delta H_3 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

10. 由金红石(TiO_2)制取单质 Ti, 涉及的步骤为



已知:



$$\Delta H_3 = +141 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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 $\Delta H =$ _____。

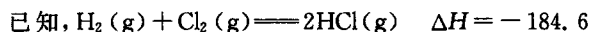
知识点二 反应热的计算

知识详解

利用热化学方程式、盖斯定律和燃烧热的数据, 可以计算一些反应的反应热。在计算反应热时, 要特别注意以下问题:

(1) 注意热化学方程式中化学计量数只表示物质的物质的量, 必须与 ΔH 相对应, 如果化学计量数加倍, 则 ΔH 也要

加倍。例如:



$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应 $\frac{1}{2} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -92.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 根据盖斯定律的定义, 一个反应的化学方程式可以由其他另外几个反应的化学方程式相加减而得到, 则该反应的反应热也可以由这几个化学反应的反应热进行加减而得到。利用盖斯定律计算反应热时, 化学计量数必须与 ΔH 相对应。

(3) 热化学方程式中的反应热是指反应按所给形式完全进行时的反应热。由于可逆反应是不能进行到底的, 所以其实际 ΔH 的绝对值(即不含正负号的数值)小于理论值, 如 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 是指反应生成 2 mol NH_3 时放出热量为 92.4 kJ, 若按化学计量数 1 mol N_2 和 3 mol H_2 反应生成 NH_3 小于 2 mol, 则放出热量必然小于 92.4 kJ。

精典例题

【例题 1】(考查有关燃烧热的计算问题) 葡萄糖是人体所需能量的重要来源之一。葡萄糖燃烧的热化学方程式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 葡萄糖在人体组织中氧化的热化学方程式与它燃烧的热化学方程式相同。计算 100 g 葡萄糖在人体中完全氧化时所产生的热量。

【解析】根据题意, 葡萄糖的燃烧热为 $2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。100 g 葡萄糖的物质的量为 $n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) / M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 100 \text{ g} / 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.556 \text{ mol}$ 。1 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 完全燃烧放出 2800 kJ 的热量, 0.556 mol $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 完全燃烧放出的热量为 $0.556 \text{ mol} \times 2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 1560 \text{ kJ}$ 。

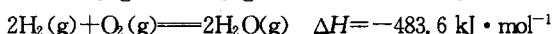
【答案】100 g 葡萄糖在人体中完全氧化时产生 1560 kJ 的热量。

方法指导 在利用燃烧热进行有关计算时, 关键要正确运用燃烧热的概念, 得出反应物的物质的量与放出的热量之间的关系, 再运用物质的量与质量、气体体积之间的关系进行计算。

【变式训练 1】(1) 已知分解 100 g CaCO_3 需要 177.7 kJ 的热量, 煅烧 1 t 石灰石需要多少热量?

(2) 碳的燃烧热 $\Delta H = -393 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 煅烧 1 t 石灰石需要这些热量如果全部由碳燃烧提供, 问理论上要消耗多少克碳?

【例题 2】(考查混合物的热量变化问题) 已知下列热化学方程式:



现有 0.2 mol 的炭粉和氢气组成的悬浊气、固混合物在氧气中完全燃烧, 共放出 63.53 kJ 热量, 则炭粉与氢气的物质的量之比为 _____。

【解析】设C物质的量为 x , H_2 物质的量为 y , 则① $x+y=0.2$; 根据热化学方程式的特点, 混合物燃烧放出的热量等于其各组分分别燃烧放出的热量之和, 则② $393.5x + \frac{483.6}{2}y = 63.53$; ①②联立解得 $x=y=0.1$ mol, 所以炭粉与氢气的物质的量之比为1:1。

【答案】1:1

方法指导 混合物燃烧放出热量的计算问题具有较强的综合性, 在分析这类问题时, 一般设混合物中各物质的量为未知量, 再根据热化学方程式或题中的有关信息, 建立以物质的量为核心的关系式, 利用数学方法解得结果就可得到答案。

【变式训练2】已知: $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) \quad \Delta H = -566 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

实验测得完全燃烧3 mol水煤气生成 $CO_2(g)$ 和 $H_2O(l)$ 时共放出854.6 kJ热量。则此水煤气中CO和 H_2 的体积比为_____。



即学即练

基础巩固

- 已知 $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g) \quad \Delta H = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应生成1 mol HCl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. $+92.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 在25℃ 101 kPa下, a g 甲醇(CH_3OH)燃烧生成1 mol CO_2 和液态水, 并放出热量 b kJ, 则甲醇燃烧的热化学方程式正确的是 ()
A. $CH_3OH(l) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = +b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $CH_3OH(l) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $2CH_3OH(l) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) + 4H_2O(l) \quad \Delta H = -b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $2CH_3OH(l) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) + 4H_2O(l) \quad \Delta H = +2b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 在一定条件下, 各取1 L CH_4 和 C_2H_6 完全燃烧, 分别放出227.3 kJ和394.7 kJ的热量。现有甲烷和乙烷的混合气体1 L, 在相同条件下完全燃烧放出260.8 kJ热量, 则此混合气中氢原子和碳原子的物质的量之比为 ()
A. 3:3:1 B. 3:5:1
C. 3:7:1 D. 3:9:1
- 已知热化学方程式: $SO_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) \quad \Delta H = -98.32 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 在容器中充入2 mol SO_2 和1 mol O_2 充分反应, 最终放出的热量为 ()
A. 196.64 kJ B. $393.28 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. 小于196.64 kJ D. 大于196.64 kJ
- NH_4NO_3 热分解及和燃料油[以 $(CH_2)_n$ 表示]反应的方程式及反应热分别为
(1)若 NH_4NO_3 按下式分解: $NH_4NO_3(s) \rightleftharpoons N_2O(g) + 2H_2O(g)$, 则每分解1 g NH_4NO_3 晶体放出0.53 kJ

热量。

- 若 NH_4NO_3 按下式分解: $NH_4NO_3(s) \rightleftharpoons N_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) + 2H_2O(l)$, 则每分解1 g NH_4NO_3 晶体放出1.47 kJ热量。
 - 若 NH_4NO_3 与 $(CH_2)_n$ 发生下列反应: $3nNH_4NO_3(s) + (CH_2)_n(l) \rightleftharpoons 3nN_2(g) + 7nH_2O(l) + nCO_2(g)$, 则每1 g NH_4NO_3 晶体参加反应放出4.29 n kJ热量。
- 请根据上述三个化学反应中的能量变化写出相应的热化学方程式。

能力提高

- 已知反应: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) \quad \Delta H = -197 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 在相同条件下, 向密闭容器中通入4 mol SO_2 和足量 O_2 , 反应达平衡时共放出热量315.2 kJ, 则 SO_2 的转化率最接近于 ()
A. 40% B. 50%
C. 80% D. 90%
- 已知下列热化学方程式:
(1) $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -889.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(2) $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightleftharpoons 4CO_2(g) + 6H_2O(l) \quad \Delta H = -3116.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(3) $C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -1409.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(4) $2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -2596.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
(5) $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 3CO_2(g) + 4H_2O(l) \quad \Delta H = -2217.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
现有由上述五种烃中的两种组成的混合气体2 mol, 经充分燃烧后放出3037.6 kJ热量, 则下列哪些组合是不可能 ()
A. CH_4 和 C_2H_2 B. C_2H_4 和 C_3H_8
C. C_2H_6 和 C_3H_8 D. C_2H_6 和 CH_4
- “西气东输”工程使东部发达地区的居民告别了管道煤气用上了天然气。已知某管道煤气的主要成分是 H_2 和CO, 天然气的主要成分是 CH_4 , 它们燃烧的热化学方程式为
 $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(l) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $2CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) \quad \Delta H = -566 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = -890.31 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$