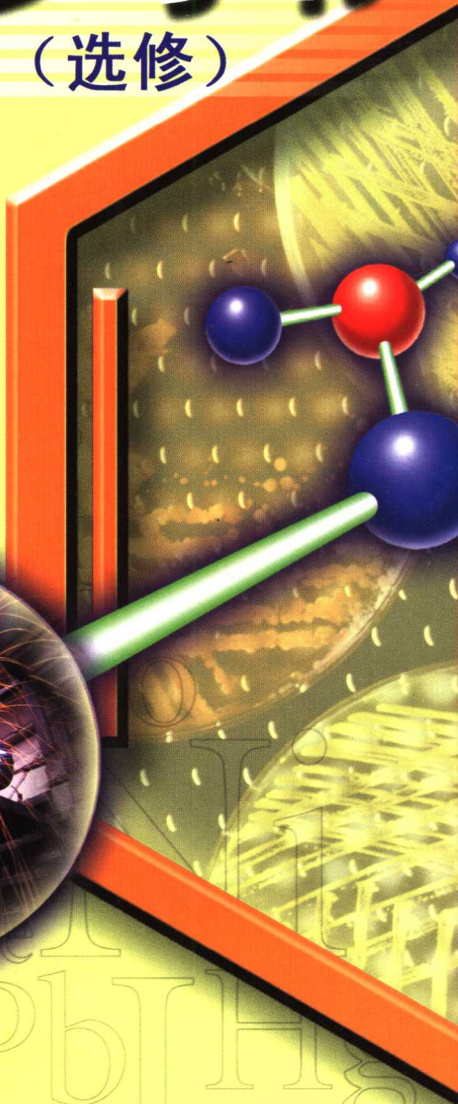
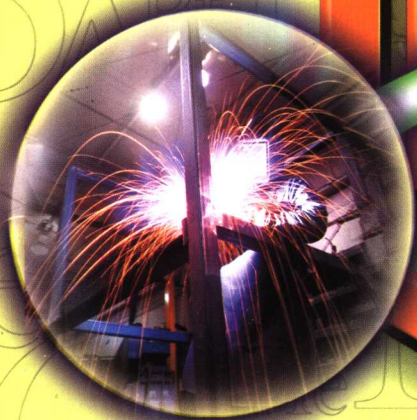


配苏教版普通高中课程标准实验教科书

高中化学

教学参考书

化学反应原理（选修）



凤凰出版传媒集团

江苏教育出版社

配苏教版普通高中课程标准实验教科书

高中化学教学参考书

化学反应原理(选修)

主 编 王祖浩

凤凰出版传媒集团

 江苏教育出版社
JIANGSU EDUCATION PUBLISHING HOUSE

配苏教版普通高中课程标准实验教科书
书 名 高中化学教学参考书
化学反应原理(选修)
主 编 王祖浩
责任编辑 丁金芳
出版发行 凤凰出版传媒集团
江苏教育出版社(南京市马家街 31 号 210009)
网 址 <http://www.1088.com.cn>
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 南京通达彩印有限公司
厂 址 南京市六合区冶山镇(邮编 211523)
电 话 025-57572528
开 本 787×1092 毫米 1/16
印 张 9
版 次 2005 年 12 月第 1 版
2005 年 12 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-5343-7298-4/G·6983
定 价 8.35 元
盗版举报 025-83204538

苏教版图书若有印装错误可向承印厂调换
提供盗版线索者给予重奖

前 言

本书是根据普通高中化学课程标准的要求,配合江苏教育出版社出版的高中课程标准实验教科书《化学反应原理》(选修)而编写的,供广大中学化学教师教学时参考。在本书编写过程中,作者仔细研究了教科书的编写思路,充分吸收了实验区广大化学教师的教学经验,力求使本书更具有针对性和指导性。

本书以教材的章节为序,设置的主要栏目有【学习目标】、【课时建议】、【编写思路】、【教学建议】、【疑难解析】、【实验指导】、【习题研究】、【参考资料】等。其中【教学建议】在帮助老师把握教材内容的基础上,从教与学两方面提出思路和建议,并附有若干教学设计片断供教师参考;【实验指导】对教材中的有关实验作进一步的说明和解析,并提出操作方面的建议或参考的实验方案;【疑难解析】从知识延展、教学组织和实验设计等方面提出具体的要求,帮助教师更好地把握教材的体系;【参考资料】从化学学科发展史、化学研究成果的应用、有关知识的拓展、化学和社会可持续发展的关系等方面提供教学素材,帮助教师更好地理解教材,合理地组织教学过程。

编写和使用高中化学课程标准实验教材,对编者和化学教师而言都是一项新的、充满挑战的工作。根据新的课程理念和实验教材进行化学教学改革,需要广大化学教师的积极参与和努力创新。我们认为,与必修课程相比,选修课程在内容组织、教学方法方面有更大的灵活性,因此本书提供的教学思路 and 教学素材仅供老师们参考,不要以此束缚一线老师的教学创造性。我们衷心期望,在使用高中化学必修教材的过程中,广大教师积极发挥自身的聪明才智,在实践中取得更多的成果。

本书由王祖浩主编,参加初稿执笔的有张新宇、虞琦、孙云霞、李玉婷等同志,王祖浩、张新宇对初稿进行了修改,最后由王祖浩统稿。

限于编写时间和作者的水平,本书难免存在不当之处,恳请广大读者批评指正。联系地址:南京市马家街 31 号江苏教育出版社化学编辑室;邮政编码:210009;E-mail: gzhx@1088.com.cn。

编 者

2006 年 1 月

目 录

专题 1 化学反应与能量变化	1
第一单元 化学反应中的热效应	2
第二单元 化学能与电能的转化	20
第三单元 金属的腐蚀与防护	35
专题 2 化学反应速率与化学平衡	45
第一单元 化学反应速率	46
第二单元 化学反应的方向和限度	62
第三单元 化学平衡的移动	73
专题 3 溶液中的离子反应	87
第一单元 弱电解质的电离平衡	88
第二单元 溶液的酸碱性	100
第三单元 盐类的水解	113
第四单元 沉淀溶解平衡	124
附录 教材习题参考答案	135

专题1 化学反应与能量变化

本专题从化学反应与能量变化的关系出发组织教材内容,共包括三个单元:“化学反应中的热效应”、“化学能与电能的转化”、“金属的腐蚀与防护”。

本专题以化学能与热能、电能的相互转化为主线,重点介绍了反应热、盖斯定律、原电池原理、电解原理等基础理论以及能源的充分利用、金属的腐蚀与防护等与日常生活关系密切的内容。通过本专题的学习,学生不仅可以掌握有关热化学及电化学的一些基本原理,还可以在探究活动的过程中进一步认识学习化学的方法和途径,同时可以认识到化学知识在解决日常问题中的重要作用,激发学习化学的兴趣。

学生通过《化学2》的学习,已经了解化学反应中存在着能量变化、通过原电池可以将化学能转化为电能、通过电解可以将电能转化为化学能等知识。因此,在内容选择上,编者将重点放在对原电池原理、电解原理、金属腐蚀与防护原理的微观分析上。在教学过程中,应注意本专题内容与《化学2》中相关内容的衔接,可以在引导学生复习的基础上进行新知识的学习,同时应注意新知识与原有知识的融合,将新知识纳入学生原有的知识体系中,使学生的知识结构更加完整。

热化学、电化学原理在生产生活中应用十分广泛,因此在教材编写的过程中编者特地选择了能源的充分利用、常见的电池及其工作原理、氯碱工业、电镀工业、金属的腐蚀与防护等与生产生活关系密切的知识加以介绍。由于这些知识经常出现在各种媒体上,来源十分广泛,在教学过程中应注意充分发挥这些资源的作用。可以引导学生通过查阅资料、浏览网站、调查访问等多种方式进行学习,充分调动学生的主动性和积极性。

为了突出学生自主进行的探究活动在化学学习过程中的重要作用,在编写过程中,编者十分重视活动的设置。不仅设置了较多的“活动与探究”,如测量化学反应的反应热、铜锌原电池实验、电解氯化铜溶液、铁生锈实验等,还设置了“交流与讨论”、“问题解决”等活动。在教学过程中应充分发挥这些活动的作用,通过精心设计活动过程,让学生在自主活动的基础上获得知识,同时发展观察能力、实验操作能力、表达能力等多种能力及合作精神。

由于此部分内容涉及微观的化学过程,内容比较抽象,学生学习存在一定的难度。在教学过程中应注意采用直观、形象的方法说明微观的过程,以促进学生的理解。例如,在进行原电池以及电解原理的教学时,可以采用多媒体演示电极上和溶液中微粒的变化以及电子的移动方向,促使学生认识电极上发生的反应以及反应过程中电子转移的情况,理解原电池反应及电解的实质。

此外,为了拓宽学生的知识面,在专题中设置了“资料卡”、“拓展视野”等栏目,分别介绍了提供能量的食品、通过降低反应温度的节能措施、燃料电池、金属腐蚀原理的应用等内容。这些内容不要求学生掌握,在教学过程中可以适当加以介绍或指导学生进行课外阅读。

第一单元 化学反应中的热效应

一、学习目标

1. 了解反应热和焓变的含义,知道放热反应和吸热反应的概念,理解化学反应过程中能量变化的原因。
2. 知道热化学方程式的概念,能通过比较的方法理解热化学方程式与化学方程式的区别,能正确书写热化学方程式并利用热化学方程式进行简单计算。
3. 初步学习测定化学反应的反应热的实验方法,能正确分析误差产生的原因并能采取适当措施减小误差。
4. 知道盖斯定律的内容,能运用盖斯定律计算化学反应的反应热。
5. 能通过查阅资料、调查研究等方法了解人类所面临的能源危机,认识节约能源、充分利用能源的重要意义,了解化学在解决能源危机中的重要作用及常见的节能方法。

二、课时建议

化学反应的焓变	2 课时
反应热的测量与计算	1 课时
能源的充分利用	1 课时

三、编写思路

化学反应过程中必然伴随着能量的变化,我们在日常生活中经常利用反应吸收或放出的能量。例如,利用化石燃料的燃烧获得所需的热量;在治疗过程中利用冰袋吸收热量,降低受伤部位的温度。为了更好地利用化学反应的热效应,给学生介绍化学反应的热效应的表示方法以及如何测量和计算反应的热效应显得十分必要。在此思想指导下,本单元分三部分呈现:第一部分“化学反应的焓变”在介绍反应热及焓变的基础上着重介绍了有关热化学方程式的知识;第二部分“反应热的测量与计算”介绍了常见的获得化学反应的反应热数据的方法,即通过实验测量以及运用盖斯定律进行计算;第三部分“能源的充分利用”密切联系生活实际,介绍了充分利用能源的必要性及方法。

在编写过程中,编者特别注意与《化学 2》中相关内容的衔接。在《化学 2》中介绍了化学反应中的能量变化及其原因,并简单介绍了热化学方程式,因此在第一部分“化学反应的焓变”中,编者在设计时充分引导学生回顾已学内容。例如,在正文部分从反应物及生成物所具有的能量角度解释化学反应过程中必然伴随能量变化的原因,在第 4 页设置“问题解决”引导学生从键能的角度认识化学反应中存在能量变化的原因。在《化学 2》中简单介绍了热化学方程式,因此在编写过程中,编者将重点放在热化学方程式的书写上。首先在第 2 页设置“交流与讨论”,由学生观察、分析热化学方程式与化学方程式的区别,引导学生回忆;然后在第 3 页设置“交流与讨论”,由学生分析热化学方程式的正误,进一步加深学生对热化学方程式的理解;最后在第 4 页设置“问题解决”,由学生书写热化学方程式。这样的设计思路充分体现了由易到难、由浅入深的原则。学生通过本部分内容的学习,不仅可以深入理解热化学方程式的意义,还可以掌握热化学方程式的书写方法。

获取反应热数据的方法包括测量与计算,其中测量是最直接的方法,测量是计算的基础。在第二部分“反应热的测量与计算”的编写过程中,编者十分注意体现知识的逻辑顺序。首先

在第6页设置“活动与探究”，通过测定中和反应的反应热的实验，让学生切身体验测量化学反应的反应热的方法；然后介绍了某些反应的反应热无法测量，从而引出进行反应热计算的必要性；在此基础上介绍计算的依据——盖斯定律，并在第8页设置“问题解决”，引导学生在讨论例题的基础上总结运用盖斯定律进行计算的一般思路，并通过练习加以巩固。

人们利用能源主要是利用能源燃烧所放出的热量，在介绍反应热后介绍能源的充分利用，不仅可以促使学生认识反应热效应在生活中的重要应用，还可以促使学生认识节能的重要意义，树立节能的意识，掌握节能的方法，以更好地促进社会的可持续发展。由于学生在《化学2》中已接触到太阳能、氢能、生物质能等能源的知识，在教材的设计中编者特别注意在原有基础上的提高，简化对能源知识的介绍，将重点放在如何充分利用能源燃烧所放出的能量上。考虑到学生对本部分内容比较熟悉，教材在本部分设置了多种活动，让学生在活动的基础上获得知识，发展能力，形成正确的价值观。例如，在第9页设置“交流与讨论”，引导学生通过运用盖斯定律进行分析，总结出我们所采用的节能方法并不能提高物质的燃烧热，主要目的是提高燃料的燃烧效率，使燃料的燃烧更充分，这样的设计充分注意到知识的前后联系。

四、教学建议

《普通高中化学课程标准(实验)》对本单元提出了如下要求与建议：

(1) 了解化学反应中能量转化的原因，能说出常见的能量转化形式。

(2) 通过查阅资料说明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。知道节约能源、提高能源利用效率的实际意义。

(3) 能举例说明化学能与热能的相互转化，了解反应热和焓变的含义，能运用盖斯定律进行有关反应热的简单计算。

(4) 调查家庭使用的煤气、液化石油气、煤等的热能利用效率，在交流的基础上提出提高能源利用效率的合理建议。

(5) 查阅资料，总结人类面临的能源危机以及未来的新型能源。

从以上内容可以看出，本单元的教学重点是化学反应的热效应以及盖斯定律。本单元涉及多种活动，如查阅资料、调查、观察影像资料等，在进行教学设计时应特别注意处理好学生的活动与课堂教学的关系。另外，在进行本单元教学时应注意对学生进行情感态度和价值观的教育，培养学生节约能源的意识。

1. 教学设计思路

关于化学反应中的能量变化及其原因，由于学生在《化学2》中已经接触，因此在教学设计时可以设计成问题形式，引导学生通过复习加以巩固。例如，可以提出以下问题：

(1) 化学反应是放出热量还是吸收热量，与反应物和生成物的能量有关。请思考化学反应的能量变化与反应物和生成物的能量存在什么关系？

(2) 化学反应本质上是旧的化学键断裂、新的化学键形成的过程，请思考键的断裂与形成过程中能量的变化与化学反应中能量的变化有何关系？

关于热化学方程式，学生学习的重点应是热化学方程式的意义、书写及应用。在教学过程中应充分利用教材中的三个有关热化学方程式的栏目。先引导学生完成第2页的“交流与讨论”，在此基础上理解热化学方程式的意义及热化学方程式与化学方程式的区别；然后完成第3页的“交流与讨论”，使学生认识到正确书写热化学方程式时需要注意的问题；最后引导学生完成第4页的“问题解决”，进一步巩固热化学方程式的书写。

在进行“反应热的测量与计算”的教学设计时,应注意抓住两个重点:一是反应热的测量实验,二是盖斯定律的运用。进行第6页的“活动与探究”时,应注意先引导学生认真阅读活动内容,理解实验原理及实验操作注意点,在此基础上学生进行探究,教师进行指导,在学生完成实验后将学生所得数据与标准数据进行比较,并分析出现误差的原因。在进行盖斯定律的教学时,可以先提供实例,如讲解第7页的例题,在此基础上总结出运用盖斯定律进行计算的一般方法,然后由学生在讨论的基础上,完成第8页的“问题解决”,从而达到正确运用盖斯定律计算化学反应的反应热的目的。

能源的充分利用与生产生活关系密切,在进行这一部分内容的教学时,应充分利用第9页的“交流与讨论”。可以在课前将学生分成小组,分别调查家庭、企业的节能措施,或通过查阅资料、浏览网站等方式总结节能的重要意义以及节能技术。在课堂上可安排学生分组讨论,然后各组选择代表上台汇报。通过这一活动,不但能促使学生学到有关知识,而且能提高实践能力,增强合作意识。

2. 教学设计片断

片断1 热化学方程式

【教师活动】引入新课:化学反应通常伴随着能量的变化。请同学们根据已有的知识,举出一些常见的放热反应和吸热反应的例子。

【学生活动】讨论,举例。例如,我们生活中常见的燃料的燃烧是放热反应,而煅烧石灰石制氧化钙的反应为吸热反应。

【教师活动】大家回答得很好。在恒温、恒压下,伴随化学反应产生的能量变化叫做化学反应的热效应,即反应的焓变。

在《化学2》中我们已经初步学习了热化学方程式的知识,大家已经知道热化学方程式是表示反应热效应的化学方程式。那么,热化学方程式有什么意义?它与化学方程式有何不同?应如何正确书写反应的热化学方程式呢?这是我们这一节课要重点解决的问题。

【教师活动】安排学生活动:现在请大家仔细阅读第2页“交流与讨论”中的4个有关氢气在氧气中燃烧的热化学方程式,在此基础上总结出热化学方程式的书写注意点。

【学生活动】先分小组讨论热化学方程式与化学方程式的不同,再进行全班交流。

热化学方程式在书写上与化学方程式存在如下几个差异:

(1) 在热化学方程式中,用 ΔH 表示反应吸收或放出的热量,单位为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,其数值为正时表示反应吸收热量,数值为负时表示反应放出热量;

(2) 在热化学方程式中,物质后面要标明该物质的聚集状态,一般用“g”表示气体,“l”表示液体,“s”表示固体,“aq”表示溶液;

(3) 在热化学方程式中,物质前的系数可用整数表示,也可用简单分数表示。

【教师活动】提问:大家已经总结出热化学方程式在书写上与化学方程式的不同,那么大家知道这样书写的原因吗?上述四个热化学方程式各表示什么含义呢?请大家在讨论的基础上加以分析。

【学生活动】在讨论的基础上进行总结:

(1) 因为化学反应过程中反应热的多少与反应物及生成物的状态有关,状态不同,反应热的数值也不同。例如,由于水蒸气液化的过程是一个放热过程,对于氢气与氧气的反应来说,

生成液态水放出的热量要比生成气态水多。因此,在热化学方程式中必须标明物质的状态。

(2) 因为热化学方程式中化学式前的系数不是表示反应物或生成物的微粒数,而是表示反应物或生成物的物质的量,因此,可以用分数表示。但应注意的是,用分数表示与用整数表示相比,反应热的数值会按比例发生变化。

【教师活动】讲解:除了以上两个方面之外,还需要注意一点,由于反应热与反应的温度和压强关系密切,因此在书写热化学方程式时应标明反应的温度与压强。但我们看到有的热化学方程式并未指明温度与压强,这是特指 298 K(25℃)、101 kPa 条件下的反应热。

【教师活动】转引:下面请大家完成第3页的“交流与讨论”,指出其中正确的选项,并指出错误选项错误的原因。

【学生活动】讨论、分析:正确选项为(2)、(5)。由于此反应为放热反应,而(1)中表示该反应吸热,故(1)错误;由于该反应中生成水蒸气,而(3)中的水为液态,因此(3)错误;反应(4)中未标明状态,因此(4)错误。

【教师活动】转引:化学反应为什么会存在能量变化呢?请大家通过分析化学反应的本质加以说明。

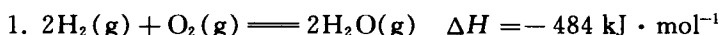
【学生活动】讨论、分析、总结:化学反应本质上是分子中的旧化学键发生断裂形成原子,原子之间重新形成新的化学键,进而形成新的分子的过程。旧键的断裂会吸收热量,而新键的形成会放出热量,化学反应是放出能量还是吸收能量取决于两者之间的关系。

【教师活动】转引:那么我们能否根据断裂旧化学键所吸热的能量及形成新化学键所放出能量(即键能)的数据来计算反应过程中的焓变呢?请大家在分析教材中例题的基础上进行总结。

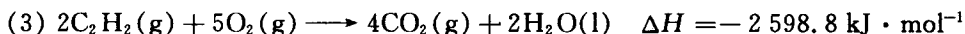
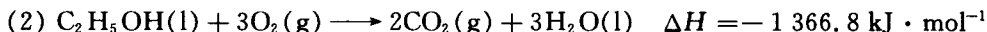
【学生活动】分析教材中例题,总结如何根据键能计算化学反应的反应热。

【教师活动】转引:通过前面的活动,大家已经理解了热化学方程式的书写注意点,并理解了化学反应中能量变化产生的原因。下面我们通过例题巩固一下,请大家完成第4页的“问题解决”,其中第1题大家都做,第2题大家可从中任选2小题进行解答。

【学生活动】学生分组完成,部分学生在黑板上进行板演:



旧化学键断裂的过程中会吸收热量,而在新化学键的形成过程中会放出热量。化学反应中的能量变化取决于吸收热量与放出热量的多少。若放出的热量大于吸收的热量,则化学反应放出热量;若吸收的热量大于放出的热量,则化学反应吸收热量。



【教师活动】对学生完成情况进行总结并布置作业。

片断2 反应热的测量与计算

【教师活动】引入新课:前面我们已经学习了热化学方程式的有关知识,在热化学方程式中提供了反应热的数据,那么,这些数据是通过什么途径获得的呢?

【学生活动】分组讨论,踊跃发言。

甲：化学是基于实验的科学，这些焓变的数据应该都是通过实验精确测定的。

乙：不可能所有的反应都通过实验测定热效应，例如，对于碳在氧气中燃烧生成一氧化碳的反应 $\text{C(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO(g)}$ 来说，反应无法控制只生成 CO，总会有 CO_2 生成。应该还有其他的方法。

【教师活动】同学们分析得都很有道理。在最初，一些基本的、容易控制的反应的焓变确实是通过实验测定的，而一些难以控制的反应的焓变是在此基础上通过间接计算获得的。下面我们先来学习实验测定反应热效应的简单原理。

【教师活动】讲解：科学家通过量热计测量反应吸收或放出的热量，进而求出化学反应的反应热。量热计有很多种，教材中图 1-4 是一种简易的量热计。在实验室中，我们可以通过简易量热计来测定化学反应的反应热。请大家观察量热计的构造，分析一下，量热计直接测得的数据是什么？是焓变的数值吗？

【学生活动】讨论、分析：量热计直接测得的数据是体系温度的变化。

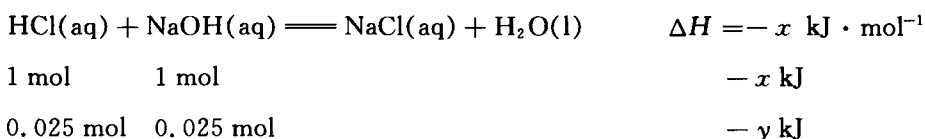
【教师活动】引导：根据体系温度变化可以求得什么物理量？

【学生活动】讨论、分析：可以求得反应吸收或放出的热量。反应放出的热量主要用于升高溶液的温度，热量与温度变化存在如下关系： $Q = cm\Delta t$ ，比热容 c 是定值，质量 m 可以测定。

【教师活动】下面我们来分析具体的例子。请大家阅读第 6 页的“活动与探究”，理解实验原理，总结实验步骤。

【学生活动】阅读，理解实验原理。

本实验中利用盐酸与氢氧化钠溶液反应，已知参加反应的 HCl 和 NaOH 的量均为 0.025 mol，根据以下反应：



可知，只要测定体系的温度变化，即可以求得反应放出的热量，进而求出反应热。

【教师活动】讲解：本次实验的目的是测定中和反应的反应热，请大家分成三个小组，分别测定盐酸与氢氧化钠溶液、盐酸与氢氧化钾溶液、硝酸与氢氧化钠溶液反应的反应热，每组测定三次，求其平均值。

【学生活动】测定三组溶液反应的热效应，计算中和反应的反应热并书写反应的热化学方程式。

【教师活动】巡视、指导，遇到共性问题时进行全班讲解。

【学生活动】公布本组所测得的反应热数据，并写出相应的热化学方程式。

【教师活动】提出问题：从大家测定的结果可以发现，三组实验所得到的反应热数据基本相同，请分析原因。

【学生活动】讨论、小结：因为酸碱反应的实质是酸电离出来的氢离子与碱电离出来的氢氧根离子反应生成水， $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O(l)}$ ，因此测得的数据基本相同。

【教师活动】酸碱反应生成 1 mol 水时的反应热称为中和热，强酸强碱反应可用如下热化学方程式表示：



大家测得的数据普遍低于标准值,请分析原因,并提出减小实验误差的方案。

【学生活动】讨论、小结:导致测定结果偏低的主要原因是反应过程中的热量损失,在反应时若采取较好的绝热措施,可以减小实验误差。

【教师活动】转引:通过实验测定化学反应的反应热是最直接的方法,但根据我们前面的分析,并不是所有反应的反应热都能通过实验进行测定。

【教师活动】1840年,俄国化学家盖斯在分析了许多化学反应热效应的基础上,总结出如下规律:“一个化学反应,不论是一步完成,还是分几步完成,其总的热效应是完全相同的。”这就是著名的盖斯定律。

请同学们运用盖斯定律,对图1-1进行分析说明。

【学生活动】小组讨论、分析:如图所示(见图1-1),对于 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ 生成 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的反应,既可以直接进行,此时 $\Delta H_3 = -285.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,也可以分两步进行,先发生反应生成 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$,此时 $\Delta H_1 = -241.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,然后 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 再转化为 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$,此时 $\Delta H_2 = -44.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。分析反应的焓变可知:

$$\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

由此可见,若一个反应分步完成,则反应的总的反应热等于各步的反应热之和。

【教师活动】总结:因此,我们可以将无法直接测定反应热的化学反应设计成分步进行,然后根据已知的各步反应的反应热来求算总的反应热。

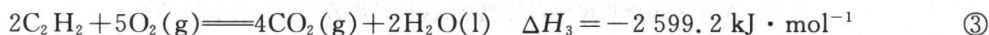
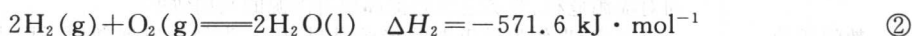
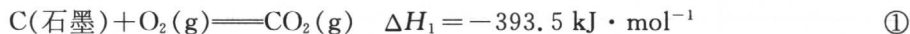
【教师活动】提出问题:请大家自己先完成第7页的例题,然后与题目中所给的解题思路相对照,在此基础上总结出根据盖斯定律利用已知反应的焓变求算未知反应的焓变的方法。

【学生活动】完成例题,讨论、总结计算未知反应的焓变的方法。

【教师活动】由此,我们可以总结出运用盖斯定律求算未知反应的焓变的方法:若一个反应的化学方程式可由另外几个反应的化学方程式相加减得到,则该反应的焓变亦可以由另外几个反应的焓变相加减得到。请大家根据此规律完成第8页的“问题解决”。

【学生活动】解题,个别同学进行板演。

分别设如下反应:



由于 $④ = ① \times 2 + ② \div 2 - ③ \div 2$,

$$\text{所以 } \Delta H_4 = 2\Delta H_1 + \frac{1}{2}\Delta H_2 - \frac{1}{2}\Delta H_3 = 226.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

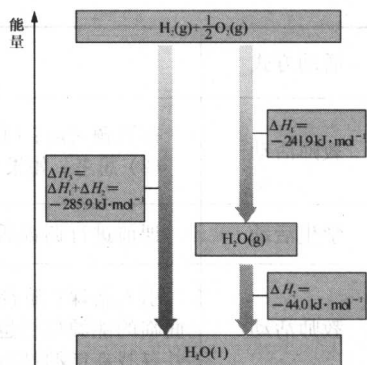
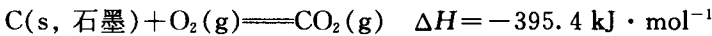
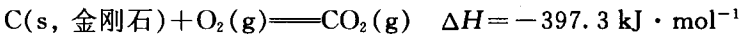


图1-1 氢气在氧气中燃烧的焓变

因此,生成乙炔气体的焓变为 $226.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【教师活动】小结、布置作业。补充作业:

已知热化学方程式:



请根据以上两个热化学方程式写出金刚石转化为石墨的热化学方程式。

片断3 能源的充分利用

活动方式	活 动 内 容
教师活动	布置预习题: (1) 调查日常生活中所采取的节能措施。 (2) 思考: 如果直接将煤块进行燃烧存在什么缺陷? 应采取什么措施加以解决?
学生活动	课前进行调查活动, 总结日常生活中的各种节能措施。
教师活动	引入新课: 随着经济的发展和人们生活水平的提高, 能源的消耗越来越巨大, 人类所面临的能源危机也越来越严重。为了更好地解决能源问题, 提高现有能源的利用效率并寻找新能源具有十分重要的意义。
教师活动	请大家思考一下, 你所了解的传统能源有哪些? 新能源又有哪些?
学生活动	小组分析、讨论, 踊跃发言。
教师活动	总结发言, 投影并简单解说。 传统能源: 石油、煤、天然气、热力、电力…… 新能源: 太阳能、核能、风能、生物质能、地热能、海洋能、氢能、天然气水合物……
教师活动	能源又可以分为一次能源和二次能源。所谓一次能源指的是直接取自自然界, 没有加工转换的各种能量和资源; 而二次能源指的是由一次能源经过加工转换后得到的能源。 根据上述分类法, 请同学们把上面提到的能源重新进行分类。
学生活动	小组讨论, 分类。 一次能源: 石油、煤、太阳能、风能、天然气、核能…… 二次能源: 电力、热力、氢能……
教师活动	面对能源危机, 当务之急是提高现有能源的利用效率。 一直以来, 煤作为最重要的传统燃料之一, 为经济发展做出了巨大贡献。请大家思考: 在许多场合将煤块直接燃烧, 这种燃烧方式存在什么缺陷?
学生活动	讨论、小结: 采用这种方式燃烧煤, 煤与空气的接触面积不够, 内部煤的燃烧效率偏低, 浪费了能源。另外, 直接燃烧煤会使其中含有的硫转化为二氧化硫, 引起大气的污染。
教师活动	提问: 大家知道哪些提高煤的燃烧效率的方法?

(续表)

活动方式	活 动 内 容
学生活动	讨论、小结： 目前常用的方法主要有三种： (1) 将煤制成蜂窝状,以增加与空气的接触面积； (2) 通过一定的方法将煤转化为液体燃料(如甲醇)； (3) 通过一定的方法将煤转化为气体燃料(如煤气)。
教师活动	煤气是将煤和水在高温下反应得到的。请大家完成第9页的“交流与讨论”,提出你的观点,并与同学交流讨论。
学生活动	讨论、总结:虽然将煤转化为水煤气再燃烧与直接燃烧煤所获得的能量是一样的,而将煤转化为水煤气会增加消耗。但将煤转化为水煤气至少有两个优点:一是将固体煤转化为气体,极大地提高了燃烧效率;二是通过转化除去了硫,避免了污染大气的二氧化硫气体的产生。
教师活动	转引:由此可见,提高燃料的燃烧效率十分重要。请大家根据课前的调查,总结在日常生活中采取了哪些促进燃料燃烧的措施。
学生活动	讨论、小结： 除了将煤制成蜂窝状之外,家庭中还常采用如下节能措施： (1) 在农村燃烧秸秆时,常使用鼓风机(或风箱),通过鼓入足量的空气,使秸秆充分燃烧； (2) 在使用煤气或天然气作燃料时,常通过调节煤气的进风口,通入足量的空气,保证气体的充分燃烧。
教师活动	提出问题:若在燃料燃烧时通入过量的空气,对充分利用能量有没有影响?
学生活动	讨论、小结:通入过量的空气,会导致空气带走过多的热量,使燃料的利用效率下降。
教师活动	讲解:在生产和生活中,还需要充分利用燃料燃烧所放出的能量。例如,火力发电厂会产生大量的余热,电厂的附近常建有一些其他工厂(如水泥厂)用电厂产生的余热进行生产。
教师活动	转引:由于传统能源逐渐枯竭,因此,开发新能源显得十分重要。氢能是一种重要的新能源,请大家讨论下列问题: (1) 请根据教材第9页表1-3计算氢气、甲烷及乙炔的热值。 (2) 讨论氢气作为能源有何优点,目前在应用氢能方面主要存在什么问题?
学生活动	讨论、小结:氢气、甲烷及乙炔的热值分别为 $142.9 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$、$55.6 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$、$45.0 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$,说明氢气作为能源具有热值高的特点。 另外,用氢气作为能源还具有无污染的特点。 目前在应用氢能方面最重要的问题是氢气的制取,电解水等方法不能适用于大规模生产氢气。现在研究方向主要集中于利用太阳能使水发生分解,从而获得氢气。

(续表)

活动方式	活动内容
教师活动	投影总结: 氢元素位于元素周期表之首,它的原子序数为 1。氢单质在常温常压下为气态,在低温高压下又可成为液态。作为能源,氢有以下特点: (1) 所有气态单质中,氢气的密度最小。在标准状态下,它的密度为 $0.0899 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; 在 -252.7°C 时,可成为液体,若将压力增大到数百个大气压,液氢就可变为固氢。 (2) 氢是自然界存在最普遍的元素,据估计,它构成了宇宙质量的 75%,它主要以化合物的形态贮存于水中,而水是地球上分布最广泛的物质。据推算,如把海水中的氢全部提取出来,它所产生的总热量比地球上所有化石燃料放出的热量还多 9 000 倍。 (3) 除核燃料外,氢的热值是所有化石燃料、化工燃料和生物燃料中最高的,为 $142.9 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$,是汽油热值的 3 倍。 (4) 氢燃烧性能好,与空气混合时有广泛的可燃范围。 (5) 氢本身无毒,与其他燃料相比,氢燃烧时最清洁,除生成水和极少量氨外,不会产生诸如一氧化碳、二氧化碳、碳氢化合物、铅化物和粉尘颗粒等污染物质,少量的氨经过适当处理也不会污染环境,而且燃烧生成的水还可继续制氢,循环使用。 (6) 氢除可以通过燃烧产生热能之外,也可在热力发动机中产生机械功,又可以作为能源材料用于燃料电池,或转换成固态氢用做结构材料。用氢代替煤和石油作为燃料,不需对现有的技术装备作重大的改造。 由以上特点可以看出,氢是一种理想的新能源。目前,液氢已广泛用做航天动力的燃料。但氢能的大规模商业应用还有待于解决以下关键问题: (1) 廉价的制氢技术。因为氢是一种二次能源,它的制取不但需要消耗大量的能量,而且目前制氢效率很低,因此寻求大规模的廉价的制氢技术是各国科学家共同关心的问题。 (2) 安全可靠的贮氢和输氢方法。由于氢易汽化、着火、爆炸,因此如何妥善解决氢能的贮存和运输问题也就成为开发氢能的关键。
教师活动	布置课后调查题:工业节能十分重要,请查阅相关资料,总结两种工业上所采取的节能措施。

五、疑难解析

1. 为什么可以用焓变(ΔH)表示化学反应的反应热

化学反应一般在敞口容器中进行,即在恒压(101 kPa)条件下进行,此时的热效应称为恒压热效应。

根据热力学第一定律,体系的热力学能(U ,也称为内能)的变化等于以功和热的形式传递的能量。

$$\Delta U = Q + W$$

式中, Q 表示热量,若热量由环境流入体系,则 Q 为正值,反之 Q 为负值; W 表示功,若环境对体系做功, W 为正值,反之 W 为负值。

在恒压条件下, $\Delta U = Q_p + W = Q_p - p(V_2 - V_1)$,即恒压热效应 $Q_p = \Delta U + p(V_2 - V_1)$ 。其中 p 为压强, V 为体积。

焓(H)是一个状态函数,热力学规定 $H = U + pV$ 。

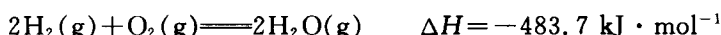
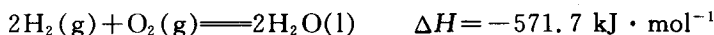
在恒压条件下,焓变 $\Delta H = U_2 + pV_2 - U_1 - pV_1 = (U_2 - U_1) + p(V_2 - V_1) = \Delta U + p(V_2 - V_1) = Q_p$ 。

由此可见,焓变 ΔH 与恒压热效应 Q_p 相等,因此,可以用焓变表示化学反应的反应热。

2. 热化学方程式和化学方程式意义有何不同

化学方程式是用化学式来表示化学反应的式子。化学方程式的意义包括宏观和微观两方面。从微观角度来说,化学方程式表示微粒间的反应,如反应 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$ 表示 2 个氢分子和 1 个氧分子反应生成 2 个水分子。从宏观角度来讲,化学方程式可以表示反应物与生成物间的量的关系,如上述反应表示 2 mol 氢气和 1 mol 氧气反应生成 2 mol 水。

热化学方程式是指能表示反应热效应的化学方程式,如氢气在氧气中燃烧的热化学方程式可表示为:



和化学方程式不同,热化学方程式只从宏观角度说明化学反应放出或吸收的热量。如上述两个反应分别表示 2 mol 氢气和 1 mol 氧气燃烧生成 2 mol 液态水或气态水时所放出的热量。在热化学方程式中,物质化学式前的化学计量数仅仅表示反应物或生成物的物质的量,因此,不仅可以用整数表示,还可以用简单分数表示。

3. 获得反应热数据的常见方法

获得反应热数据的常见方法主要有直接测量、根据键能进行计算、根据盖斯定律进行计算、根据标准摩尔生成焓进行计算等。

(1) 直接测量

许多化学反应的反应热是可直接测量的。在测量化学反应的热效应时,通常是在绝热的条件下,将被测物质置于某一量热体系(量热计)中,其过程的热效应使体系的温度升高或降低,如果能知道量热计的各个部件、工作介质以及研究体系本身的总热容 $C_{\text{计}}$,则过程的热效应为

$$Q = C_{\text{计}} \Delta T$$

式中 ΔT 是最高温度与最低温度之差。

测量化学反应的热效应一般在量热计中进行,根据不同的实验要求,可以选用不同的量热计。氧弹量热计是一种常用的量热计,图 1-2 为该量热计的结构示意图,该装置主要用于测定燃烧反应的热效应。

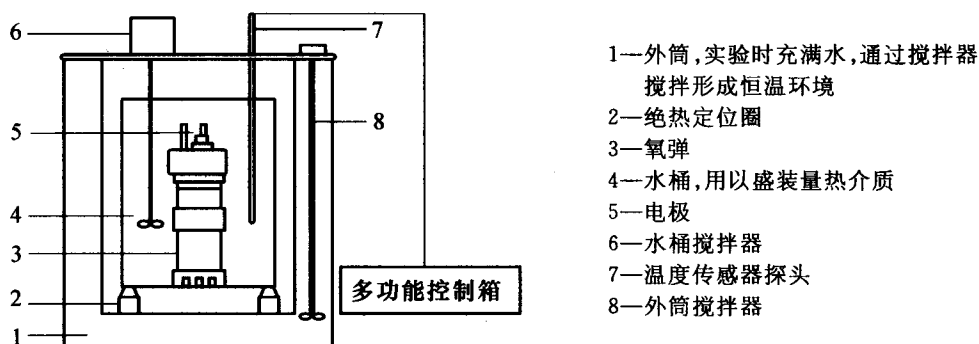


图 1-2 氧弹量热计示意图

氧弹是一个具有良好密封性能、耐高压、抗腐蚀的不锈钢容器(如图 1-3)。为了保证样品在氧弹中完全燃烧,氧弹中应充以高压氧气或其他氧化剂。氧弹放置在盛放工作介质的水桶中,在水桶与套壳之间有一个高度抛光的挡板,以减少热辐射和空气的对流。

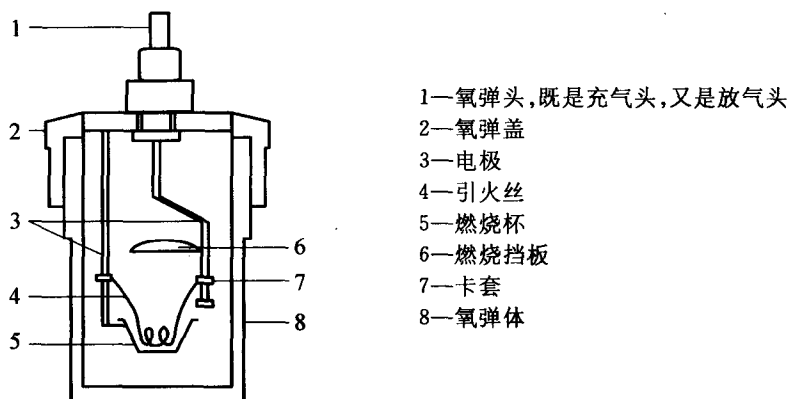


图 1-3 氧弹的构造

当一定量的待测物质在氧弹中完全燃烧时,放出热量使得氧弹本身及其周围的工作介质(如水)和量热计有关附件的温度升高,所以测定了燃烧前后温度的变化值,就可求算该样品的恒容燃烧热。其关系式如下:

$$-\frac{m_{\text{样}}}{M}Q_v - Q_{\text{点火丝}} m_{\text{点火丝}} = C_{\text{计}} \Delta T$$

式中, $m_{\text{样}}$ 为样品的质量(g); M 为样品的摩尔质量($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$); Q_v 为样品的恒容摩尔燃烧热($\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$); $Q_{\text{点火丝}}$ 为点火丝的燃烧热($\text{J} \cdot \text{g}^{-1}$); $m_{\text{点火丝}}$ 为点火丝的质量(g); $C_{\text{计}}$ 为量热计的总热容,它表示量热计(包括介质)每升高 1°C 所需要吸收的热量,其值可以通过已知燃烧热的标准物(如苯甲酸)来标定; ΔT 为样品燃烧前后水温的变化值。

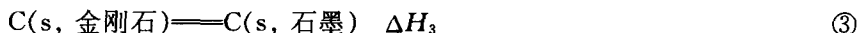
(2) 运用盖斯定律进行计算

有些化学反应的热效应难以直接测得,主要原因有两方面:一是有些反应十分难控制,例如碳在氧气中燃烧生成一氧化碳的反应,无论采取何种措施均会有二氧化碳生成;二是有些反应很难实现,如金刚石与石墨的相互转化,条件非常苛刻,一般情况下无法实现。

这一类反应的热效应的数据一般通过计算的方法获得。其中运用盖斯定律进行计算最为常见。盖斯定律的具体内容为“一个化学反应,不论是一步完成,还是分几步完成,其总的热效应是完全相同的”。也就是说,若一个反应的化学方程式可由另外几个反应的化学方程式相加减而得到,则该反应的焓变亦可由另外几个反应的焓变相加减而得到。

例如,金刚石转化为石墨的反应很难实现,因此,需运用盖斯定律计算该反应的反应热。

已知热化学方程式:



由于 $③ = ① - ②$,