

ZHAOQINGGAOZHONGDAOXUE



配新课标人教版

肇庆高中导学



化学

化学反应原理(选修)

南方出版社

ZHAOQINGGAOZHONGDAOXUE



配新课标人教版

肇庆高中导学

本册主编 刘 平
编 者 王兆友

化学

化学反应原理（选修）

南方出版社

图书在版编目(CIP)数据

肇庆高中导学. 化学. 化学反应原理: 选修: 新课标人教版/广东肇庆教育学会主编. -海口:
南方出版社, 2005. 9

ISBN 7 - 80701 - 397 - 4

I. 肇... II. 广... 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(2005)第 096128 号

装帧设计: 邢 丽

责任编辑: 杨 凯

策 划: 路 颖 杨方林

肇庆高中导学·化学·选修

广东肇庆教育学会编

南方出版社 出版

(海南省海口市海府一横路 19 号华宇大厦 12 楼)

邮编: 570203 电话: 0898-65371546

山东鸿杰印务有限公司印刷

山东世纪天鸿书业有限公司总发行

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 20 字数: 525 千字

定价: 24.00 元(全套共 4 册)

(如有印装质量问题请与承印厂调换)

美国有个叫摩根的人,据说他不怎么会讲课,但却能把教材内容设计成一个个问题,让学生照着去做,结果学生不仅学得好而且乐意学,后来他竟成为美国著名的教育家。近年来“洋思中学”的名字几乎响彻了中国大地,在这个学校,老师上课从不教给学生现成的东西,而是将课本知识转化成问题,让学生通过解决问题来掌握知识,形成能力。这里,我们不想去探究摩根的教育思想和洋思的课改经验,但却悟出了一个浅显而又深刻的道理:那就是学生自己思索得出的东西,比老师现成说出的东西印象要深刻得多,效果要好得多。

目前围绕新课标教材编写的教辅书,可算的上琳琅满目,但内容方面却大同小异,真正“编”出特色和新意的并不多见。教辅书就如同一个身边的老师,他能告诉你问题的结果、答题的步骤、解题的思路和方法,帮助你理解知识、学会运用、提升能力。但这也和老师上课一样,不同的老师,上课效果是不同的。好老师能使你记忆犹新,轻松乐学,事半功倍;不好的老师则反之。基于这种思考,我们深入研究了最新的课改方向和高考动态,汇集了最先进的教研成果及课标教材使用情况,全力打造出一套完全体现新课标理念,透彻解读高中新课标教材,重在培养学生学科素养和学习能力的全新式助学用书——肇庆高中导学新课标版。

本丛书按照“教材内容问题化,基本知识能力化”的编写思路,将“导学”与“学案”特点并重凸显,力图体现这样的理念:一是立足于学生自主学习、自主探索,以学案方式将教材内容问题化,通过一系列问题的解决使学生的学习能力得到升华;二是重在方法立说和学法指导,目的是教会学生学习——会读、会记、会想(思)、会练(做),最终达到会考的目的。丛书主体栏目在对教材内容的处理上,设计情景问题,注重形式创新,并采用大单元、小课时(或节)的编写模式,做到与课堂教学同步,起到堂堂达标的作用。



本丛书具有以下特点:

【源于基础,构建网络】深入挖掘教材的基础知识和基本能力点,并梳理知识间的内在联系,使零散、孤立的知识交汇,编制成具有系统性、条理性的网络结构,便于学生学习、记忆、检索、提取和应用。

【贴近学生,激活思维】丛书内容及难度贴近学生的实际水平,贴近学生的经验和心理。各科内容以本学科为核心,将触角伸向其他学科和现实社会,联系当前生产和生活实际,拓宽学生的认知领域和思维空间,挖掘知识技能并激活潜在的智力因素。

【循序渐进,逐级提升】本丛书遵循由浅入深、由易到难的原则,例题和练习题设置合理、注重梯度,能够兼顾不同层面和水平的学生,既让一般学力水平的“吃好”,又能使学有余力的“吃饱”。尊重个体,照顾差异,是现代教育理念下人本思想的一个重要体现。

【思想统一,风格各异】各科既遵循统一的设计思想和编写理念,又在突出核心栏目的基础上彰显学科特点,在栏目组合、体例设置、布局谋篇上形成各自独特的风格,使九科分册异彩纷呈、百花争妍,又自然和谐地组成一个有机的整体。

总之,本丛书以超前的理念、创新的品质、高效的策略、实用的价值,引领广大师生进入学习的最佳境界。也许当您用过这本书后才会知道:原来学习竟可以这样轻松、有趣!

诚然,我们还不够成熟,我们正在成长;因为成长,我们才具有生命力!因为成长,才更需要大家的呵护!请把您使用过程中发现的欠缺和不足记录下来,告诉我们,我们会虚心倾听,努力改进。请记住,您的意见对我们很重要噢。

编者

2005年9月

第一章 化学反应与能量	1
第一节 化学反应与能量的变化	1
第二节 燃烧热 能源	5
第三节 化学反应热的计算	8
第二章 化学反应速率和化学平衡	15
第一节 化学反应速率	15
第二节 影响化学反应速率的因素	19
第三节 化学平衡	24
第四节 化学反应进行的方向	30
第三章 水溶液中的离子平衡	36
第一节 弱电解质的电离	36
第二节 水的电离和溶液的酸碱性	40
第三节 盐类的水解	43
第四节 难溶电解质的溶解平衡	48
第四章 电化学基础	54
第一节 原电池	54
第二节 化学电源	57
第三节 电解池	61
第四节 金属的电化学腐蚀与防护	66



第一章 化学反应与能量

第一节 化学反应与能量的变化



自学导引

一、反应热 焓变

1. 化学反应过程中,不仅有物质的变化,还有能量的变化,这种能量变化常以_____、_____、_____等形式表现出来。当能量以热的形式表现时,我们把反应分为_____和_____。

2. 化学反应过程中同时存在着_____和_____的变化。能量的释放或吸收是以_____为基础的,二者密不可分,但以_____为主。能量的多少则以_____为基础。

3. 反应热

_____,叫反应热,又称为_____,符号用_____表示,其单位常采用_____。

4. 化学反应中能量变化的原因

化学反应的本质是_____。

任何化学反应都有反应热,这是由于在化学反应过程中,当反应物分子间的化学键_____时,需要_____的相互作用,这需要_____能量;当_____,即新化学键_____时,又要_____能量。

如果反应完成时,生成物释放的总能量比反应物吸收的总能量_____,这是_____。对于放热反应,由于反应后放出能量(释放给环境)而使反应体系的能量_____。因此,规定放热反应的 ΔH 为

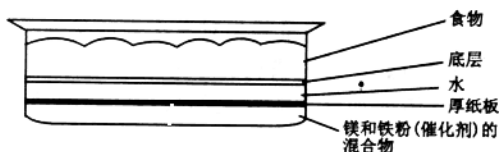
“_____”。

反之,对于吸热反应,由于反应通过_____,_____等吸收能量(能量来自环境)而使反应体系的能量_____。因此,规定吸热反应的 ΔH 为“_____”。

当 ΔH 为“_____”或 ΔH _____ 0 时,为放热反应;

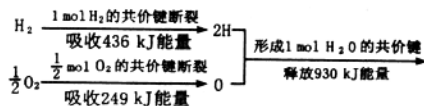
当 ΔH 为“_____”或 ΔH _____ 0 时,为吸热反应。

5. 下图是一种“即热饭盒”的结构示意图。这种饭盒使用起来非常方便,撤去底部的厚纸板几分钟后,饭菜就变热了,你知道这是为什么吗?



即热饭盒的结构

6. 请根据下列信息分析氢气燃烧生成水蒸气时,为什么会发生能量变化?



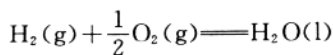
二、热化学方程式

1. 表明反应_____的化学方程式,叫做热化学方程式。热化学方程式不仅表明了化学反应中的_____变化,也表明了

化学反应中的_____变化。

2. 热化学方程式各物质前的化学计量数只表示_____不表示_____,因此,它可以是_____数,也可以是_____数。对于相同物质的反应,当化学计量数不同时,其 ΔH _____。

3. 请解释下述热化学方程式表示的含义。



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

若将此化学方程式中各物质的化学计量数均乘以2,热化学方程式应如何写?

疑难剖析

一、放热反应与吸热反应

反应是吸热还是放热取决于反应物和生成物所具有的总能量的相对大小。

【例1】下列说法正确的是……()

- A. 需要加热方能发生的反应一定是吸热反应
- B. 放热的反应在常温下一定很易发生
- C. 反应是放热的还是吸热的必须看反应物和生成物所具有的总能量的相对大小
- D. 吸热反应在一定的条件下也能发生

解析: 化学反应的能量变化主要表现为放热或吸热。反应是放热还是吸热主要取决于反应物和生成物所具有的总能量的相对大小。放热反应和吸热反应在一定的条件下都能发生。反应开始时需要加热的反应可能是吸热反应,也可能是放热反应。吸热反应开始加热,反应后需不断加热才能使反应继续进行下去;放热反应开始加热,反应后会放出一定的热量,如果此热量足够大可使反应维持下去,则反应过程不需要再加热,如煤的燃烧,一旦加热使煤燃烧起来后就可继续燃烧下去,不需外界再加热。

答案: CD

启示: 反应是吸热还是放热与反应开始是否需要加热无关。

【例2】在相同温度和压强下,将等质量的硫分别在足量的纯氧气中、空气中燃烧,设前者放出的热量为 Q_1 ,后者放出的热量为 Q_2 ,则 Q_1 和 Q_2 相对大小判断正确的是……()

- A. $Q_1 = Q_2$
- B. $Q_1 > Q_2$
- C. $Q_1 < Q_2$
- D. 无法判断

解析: 从硫在空气中燃烧比在纯氧气中的火焰明亮度差、剧烈程度缓和可知,硫在纯氧气中燃烧速率更快,发光更强。相等质量的硫燃烧放出的能量(在相同条件下)是一定的,而发光、发热均是能量的体现形式,根据总能量一定,发光越多,则转化为热能的部分就越少,所以等质量的硫在空气中燃烧放出的热量要比在纯氧气中燃烧放出的热量多。

答案: C

启示: 化学反应过程中,通常伴有能量的变化,能量的体现形式有多种方式,而热能仅为最常见的形式。

二、化学反应中的能量变化

物质发生化学反应都伴随着能量变化(包括光、电、热等)。

【例3】下列说法正确的是……()

- 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. 在一个确定的化学反应关系中,反应物的总能量与生成物的总能量一定不同
- D. 在一个确定的化学反应关系中,反应物的总能量总是高于生成物的总能量

解析: 物质发生化学反应都伴随着能量的变化,伴有能量变化的物质变化不一定是化学变化,物质发生物理变化、核变化(如原子弹的爆炸)也都伴有能量变化。在一个确定的化学反应关系中,反应物的总能量(设为 x)与生成物的总能量(设为 y)之间的关系为:① $x > y$, 化学反应为放热反应;② $x < y$, 化学反应为吸热反应;③ $x = y$ 。

答案: AC

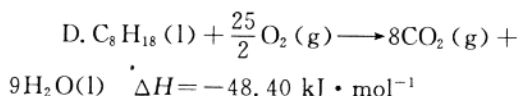
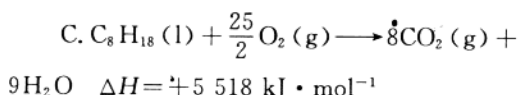
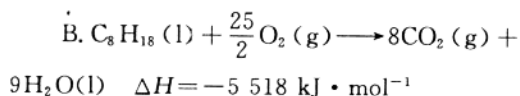
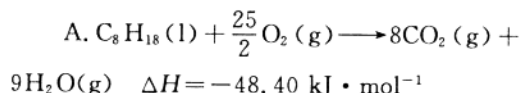


启示:该题主要考查对化学反应中的能量变化的理解与应用。

三、热化学方程式

书写热化学方程式及判断其正误,要特别注意反应物和生成物的聚集状态; ΔH 的正负以及 ΔH 的值与化学计量数的对应关系。

【例4】已知在25℃、101 kPa下,1 g C_8H_{18} (辛烷)燃烧生成二氧化碳和液态水时放出48.40 kJ的热量。表示上述反应的热化学方程式正确的是……………()



解析:在25℃、101 kPa下,1 mol C_8H_{18} 燃烧生成 CO_2 和液态水时放出的热量为 $\frac{48.40 \text{ kJ}}{1 \text{ g}} \times 114 \text{ g} = 5\,518 \text{ kJ}$ 。由于在判断热化学方程式时应注明以下几点:①标明各物质的状态,A中 H_2O 的状态标错,A不正确;②标明反应是吸热还是放热, $\Delta H > 0$ 时为吸热反应, $\Delta H < 0$ 时为放热反应,C错;③热量数值要与化学计量数相对应,显然D错。

答案:B

启示:热化学方程式正误的判断可从状态、 ΔH 正负号、数值及物质的量等主要方面入手。



自我检测

基础达标

1. 吸热反应一定是……………()

- A. 反应物总能量等于生成物总能量
B. 反应物总能量高于生成物总能量

C. 反应物总能量低于生成物总能量

D. 反应物总能量和生成物总能量的大小关系应视具体反应而定

2. 下列过程一定释放出能量的是……………()

- A. 化合反应
B. 分解反应
C. 分子拆成原子
D. 原子组成分子

3. 石墨和金刚石都是碳元素的单质,石墨在一定条件下可转化为金刚石。已知12 g石墨完全转化成金刚石时,要吸收 E kJ的能量,下列说法正确的是……………()

- A. 石墨不如金刚石稳定
B. 金刚石不如石墨稳定
C. 等质量的石墨与金刚石完全燃烧,金刚石放出的能量多
D. 等质量的石墨与金刚石完全燃烧,石墨放出的能量多

4. “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. 生石灰
D. 蔗糖

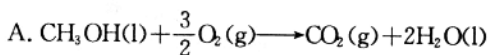
5. 下列反应中,生成物的总能量大于反应物总能量的是……………()

- A. 氢气在氧气中燃烧
B. 铁丝在氧气中燃烧
C. 硫在氧气中燃烧
D. 焦炭在高温下与水蒸气反应

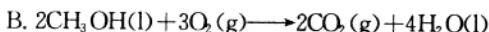
6. 一定质量的无水乙醇完全燃烧时放出的热量为 Q ,它所生成的 CO_2 用过量饱和石灰水完全吸收可得100 g $CaCO_3$ 沉淀。则完全燃烧1 mol无水乙醇时放出的热量是……………()

- A. $0.5Q$
B. Q
C. $2Q$
D. $5Q$

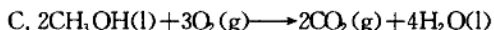
7. 在25℃、101 kPa下,1 g甲醇燃烧生成 CO_2 和液态水时放热22.68 kJ,下列热化学方程式正确的是……………()



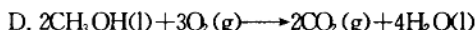
$$\Delta H = +725.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -1\,452 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$\Delta H = -725.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



$\Delta H = +1452 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

8. 右图是一个简易测量物质反应是吸热还是放热的实验装置, 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。请根据装置回答下列问题:



(1) 将铝片加入小试管内, 然后注入足量的盐酸, 有关反应的离子方程式是 _____, 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。

9. 298 K、10¹ kPa 时, 合成氨反应的热化学方程式为 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = -92.38 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。在该温度下, 取 1 mol $\text{N}_2(\text{g})$ 和 3 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 放在一密闭容器中, 在催化剂存在情况下进行反应, 测得反应放出的热量总是少于 92.38 kJ, 其原因是什么?

更上一层楼

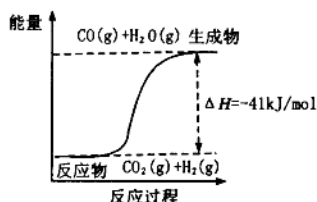
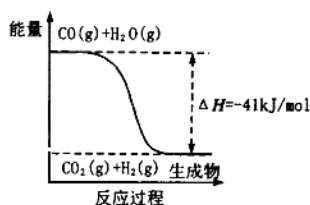
10. 以 N_A 代表阿伏加德罗常数, 则关于热化学方程式 $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -1300 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的说法中, 正确的是 _____ ()
- A. 当 $10N_A$ 个电子转移时, 该反应放出 1300 kJ 的能量
- B. 当 $1N_A$ 个水分子生成且为液体时, 吸收 1300 kJ 的能量
- C. 当 $2N_A$ 个碳氧共用电子对生成时, 放出

1300 kJ 的能量

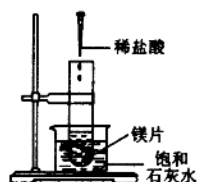
- D. 当 $8N_A$ 个碳氧共用电子对生成时, 放出 1300 kJ 的能量

11. 家用液化气中的主要成分之一是丁烷, 当 10 kg 丁烷完全燃烧并生成二氧化碳和液态水时, 放出热量为 $5 \times 10^5 \text{ kJ}$, 试写出丁烷燃烧反应的热化学方程式 _____。已知 1 mol 液态水汽化时需要吸收 44 kJ 的热量, 则 1 mol 丁烷完全燃烧并生成气态水时放出的热量为 _____ kJ。

12. 根据下列图式, 写出反应的热化学方程式。



13. 如右图所示, 把试管放入盛有 25 °C 时饱和石灰水的烧杯中, 试管中开始放入几小块镁片, 再用滴管滴入 5 mL 盐



- 酸于试管中。试回答下列问题:
- (1) 实验中观察到的现象是 _____。
- (2) 产生上述现象的原因是 _____。
- (3) 写出有关反应的离子方程式: _____。
- (4) 由实验推知, MgCl_2 溶液和 H_2 的总能量 _____ (填“大于”“小于”或“等于”) 镁片和盐酸的总能量。

第二节 燃烧热 能源

自学导引

1. 燃烧热

(1) 反应热可分为_____、_____、_____等,其中以跟_____相关的_____实际应用较广。

_____ ,叫做该物质的燃烧热。单位为_____。燃烧热通常可利用仪器由_____。

(2) 燃烧热数据对生产、生活有什么实际意义?

2. 能源

(1) 能源就是能提供_____的_____,它包括化石燃料、_____,_____,_____,_____以及柴草等。化石燃料包括_____,_____和_____。

(2) 能源是_____和_____的重要物质基础,它的开发和利用情况,可以用来衡量一个国家或地区的_____和_____水平。

(3) 我国目前的能源利用状况

① 我国目前使用的重要能源是_____,它们的蕴藏量_____,而且不能_____,最终将会_____。

② 基于我国目前的_____水平和_____水平,能源从开采、运输、加工到终端的利用效率都_____,浪费_____.据统计,总效率仅为_____。

(4) 解决方法

① 提高现有能源的利用率

加强_____投入,提高_____水平,改善开采、运输、加工等各个环节,科学地控制

燃烧反应,使燃料_____燃烧,提高能源的_____。

② 开发新的能源

现在探索的新能源主要有_____,_____,_____,地热能、海洋能和生物质能等。它们的特点是资源_____,_____,再生,_____污染或_____污染。

疑难剖析

一、燃烧热

燃烧热是指 1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定的化合物所放出的热量。常由热化学方程式求燃烧热。

【例 1】由氢气和氧气反应生成 1 mol 水蒸气放热 241.8 kJ,该反应的热化学方程式为_____。若 1 g 水蒸气转化为液态水放热 2.444 kJ,则氢气的燃烧热为_____ kJ · mol⁻¹。

解析: 18 g 水蒸气变成液态水,放热 2.444 kJ × 18 ≈ 44 kJ,则氢气燃烧生成 1 mol 液态水共放热为 241.8 kJ + 44 kJ = 285.8 kJ。

答案: $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$\Delta H = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad 285.8$

启示: ① 燃烧热是 1 mol 可燃物完全燃烧时放出的热量。② 对氢气来说燃烧热应是生成液态水所放出的热量。

二、能源的充分利用

【例 2】我国锅炉燃煤采用沸腾炉逐渐增多,采用沸腾炉的好处在于 …………… ()

- A. 增大煤炭燃烧时的燃烧热
- B. 减少炉中杂质气体(如 SO₂ 等)的形成
- C. 使得化学反应更容易进行
- D. 使得燃料燃烧充分,从而提高燃料的利



用率

解析:燃煤采用沸腾炉可增大燃煤与空气的接触面,使之燃烧充分,提高燃烧效率。

答案:D

启示:减少 SO_2 的排放量可在燃烧中掺入生石灰(或石灰石),因发生反应: $\text{CaO} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3$, 使 SO_2 被吸收。

三、新能源的开发

【例3】利用储能介质储存太阳能的原理是:白天在太阳光照射下某种固态盐被熔化(实际上是盐溶于自身的结晶水)吸收能量;晚间熔盐释放相应能量而凝固,这样使室温得以调节。

已知几种盐的熔点及其熔化时能量改变值如下所示:

盐	熔点(°C)	质量(g)数值与相对分子质量相等的盐熔化时吸热(kJ)
$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	29.0	37.3
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	32.4	77.0
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	36.1	100.1
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	48.5	49.7

下列有关说法正确的是 ()

- A. 不应选用 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
 B. 可选用 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

- C. 最好选用 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 它更加经济
 D. 以上皆不宜选用

解析:(1)从提供的四种盐的熔点及熔化时吸收热量的情况分析,应考虑其熔点以接近常温为宜,熔化及凝固时能量变化越大越好(更有利于调节室温)。四种盐的熔点均不是很高,熔化时均能吸收较多热量,这样从化学原理上讲,四种盐理论上均可选用,则选项 A、D 可排除。

(2)从实际出发(屋顶承重越轻越好),应考虑单位质量的固体盐在熔化时吸热越多越好。再以单位质量盐熔化时吸收热量的情况($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 为 $77.0 \text{ kJ} \div 322 \text{ g} \approx 0.24 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 为 100.1 kJ

$\div 358 \text{ g} \approx 0.28 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$)来看,两者热量变化值均较大,且比较接近, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 的热量变化值略大一些。

(3)从家庭或单位使用的角度,应是产品丰富、价格便宜的为首选材料。从两种盐的来源来看, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 的俗名为芒硝,是天然存在的一种物质,开采方便,价格便宜; $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 需人工制取,其价格相对昂贵一些。

答案:BC

启示:储能物质是一类新型材料,中学教材未涉及,但从题意不难理解。实际上本题应充分分析题意,力求把复杂问题简单化,本题并没有很深的逻辑推理,所利用的其实是最平常不过的常识。



自我检测

基础达标

1. 新的替代能源主要包括 ()

- ①核能 ②柴草 ③煤炭 ④太阳能
 ⑤氢能 ⑥液化石油气 ⑦水煤气 ⑧天然气

- A. ②③⑥⑦ B. ①④⑤
 C. ③⑥⑦⑧ D. ①②④

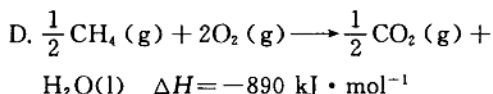
2. 将煤处理后变为气体燃料的目的是 ()

- A. 提高燃烧的效率,减少大气污染
 B. 提高煤的价格
 C. 主要为了更好地保管
 D. 减少运输环节

3. 沼气是一种能源,它的主要成分是 CH_4 。

0.5 mol CH_4 完全燃烧生成 CO_2 和液态水时放出 445 kJ 的热量,则下列热化学方程式正确的是 ()

- A. $2\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = +890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = +890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



4. 已知在一定条件下, CO 的燃烧热为 $283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, CH_4 的燃烧热为 $890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 由 1 mol CO 和 3 mol CH_4 组成混合气体在上述条件下充分燃烧, 释放的热量为 …… ()

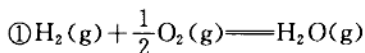
A. 2912 kJ B. 2953 kJ
C. 3236 kJ D. 3867 kJ

5. 天然气、石油、煤等在地球上的蕴藏量是有限的, 因此下述说法正确的是 …… ()

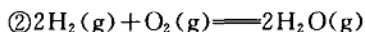
①可利用电解水的方法得到 H_2 作能源
②可用酒精作能源 ③砍伐树木作能源
④应开发太阳能、核能等新的能源

A. 只有① B. ②和④
C. ②和③ D. 只有④

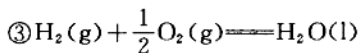
6. 已知热化学方程式:



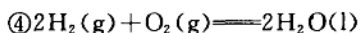
$$\Delta H = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



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



$$\Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

则氢气的燃烧热为 …… ()

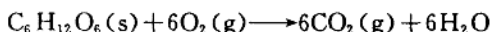
A. $241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

7. 用氢气作燃料有什么优点? 在当今的技术条件下存在什么问题? 它的发展前景如何?

8. 101 kPa 时, 1.00 g CH_4 完全燃烧生成液态水和二氧化碳, 放出 55.6 kJ 的热量, 写出 CH_4 燃烧的热化学方程式。

9. 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:



$$(\text{l}) \quad \Delta H = -2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

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。

更上一层楼

10. 关于用水制取二级能源氢气, 以下研究方向正确的是 …… ()

A. 构成水的氢和氧都是可以燃烧的物质, 因此, 可研究在水不分解的情况下, 使氢成为二级能源

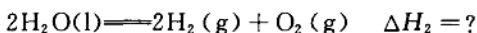
B. 设法将太阳光聚集, 产生高温, 使水分解产生氢气

C. 寻找高效催化剂, 使水分解产生氢气, 同时释放能量

D. 寻找特殊化学物质, 用于开发廉价能源, 以分解水制取氢气

11. 已知方程式 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$$\Delta H_1 = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \text{ 则关于方程式}$$



的说法正确的是 …… ()

A. 方程式中化学计量数表示分子数

B. 该反应 ΔH_2 大于零

C. 该反应的 $\Delta H_2 = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. 该反应可表示 36 g 水分解时的热效应

12. 已知天然气的主要成分 CH_4 是一种会产

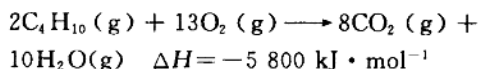
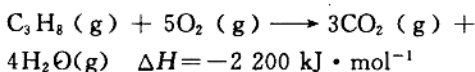
生温室效应的气体,等物质的量的 CH_4 和 CO_2 产生的温室效应前者大。下面是有关天然气的几种叙述,正确的是…… ()

- ①天然气与煤、柴油相比是较清洁的能源
②等质量的 CH_4 和 CO_2 产生的温室效应也是前者大

③燃烧天然气也是酸雨的成因之一

- A. ①②③ B. 只有①
C. ①和② D. 只有③

13. 某石油液化气由丙烷和丁烷组成,其质量分数分别为 80% 和 20%。已知



现有一质量为 0.80 kg、容积为 4.0 L 的铝壶,将一壶 20°C 的水烧开需消耗 0.056 kg 石油液化气,试计算该燃料的利用率。已知水的比热容为 $4.2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$,铝的比热容为 $0.88 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 。

第三节 化学反应热的计算



自学导引

1. 盖斯定律

(1) 化学反应的反应热是否与反应的途径有关? 举例说明。

(2) 在化学科学研究中,是否所有的物质在发生化学反应时的反应热都能直接测得? 哪些情况下直接测得有困难? 若不能直接测得,应用什么原理可以计算? 举例说明。

2. 反应热的计算

反应热计算的主要依据是_____和_____的数据。



疑难剖析

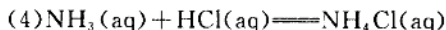
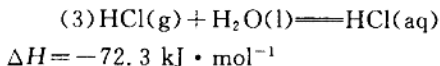
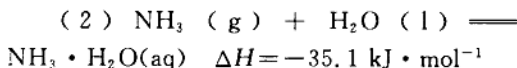
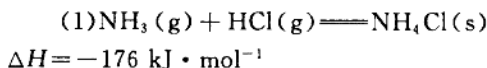
一、盖斯定律

利用盖斯定律结合已知反应的反应热可以求解一些相关反应的反应热。解此类题关键是善于设计合理的反应过程,适当加减已知方程式及反应热。

利用好盖斯定律,求出所需要的热化学方程式,可更方便比较物质的稳定性大小。

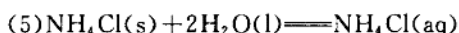
【例 1】1840 年,瑞士化学家盖斯提出了化学反应的热效应仅与反应物的最初状态及生成物的最终状态有关,而与其中间步骤无关。按此规律,结合下述反应方程式,回答问题。

已知:





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



$$\Delta H = Q$$

则第(5)个方程式中的反应热是

解析:新的信息是盖斯定律和上述方程式,已有信息是方程式之间可以进行数学运算。新旧信息相结合,即(4)+(3)+(2)-(1)与(5)相比较得反应热是 $+16.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

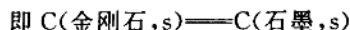
答案: $+16.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【例2】1840年盖斯根据一系列实验事实得出规律,他指出:“若是一个反应可以分步进行,则各步反应的反应热总和与这个反应一次发生时的反应热相同。”这是在各反应于相同条件下完成时的有关反应热的重要规律——盖斯定律。已知金刚石和石墨分别在氧气中完全燃烧的热化学方程式为 $\text{C(金刚石, s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -395.41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{C(石墨, s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.51 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则金刚石转化为石墨时的热化学方程式为_____。由此看来更稳定的碳的同素异形体为_____。

若取金刚石和石墨混合晶体共1 mol在 O_2 中完全燃烧,产生热量为 $Q \text{ kJ}$,则金刚石和石墨的物质的量之比为_____ (用含 Q 的代数式表示)。

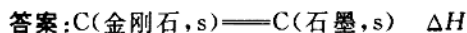
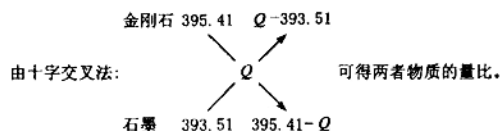
解析:由盖斯定律,要得到金刚石和石墨的转化关系,可将两个热化学方程式相减即得: $\text{C(金刚石, s)} - \text{C(石墨, s)} = 0$ 。

$$\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -395.41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 393.51 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -1.90 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -1.90 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

可见金刚石转化为石墨放出热量,说明石墨的能量更低,较金刚石稳定。

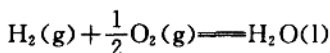


$$= -1.90 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{石墨} \quad \frac{Q - 393.51}{395.41 - Q}$$

二、反应热的计算

可燃物完全燃烧的热量=可燃物的物质的量 $\times$ 其燃烧热。

【例3】已知下列两个热化学方程式:



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



$$\Delta H = -2220.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

实验测得氢气和丙烷的混合气体共5 mol,完全燃烧时放热3847 kJ,则混合气体中氢气和丙烷的体积比是_____。两者放出的热量之比约为_____。

- A. 1:3 B. 3:1
C. 1:4 D. 5:13

解析:该题为计算型选择题,可采用以下两种方法巧解。

方法一:十字交叉法

$$\text{H}_2 \text{ 和 } \text{C}_3\text{H}_8 \text{ 的平均燃烧热} = \frac{3847 \text{ kJ}}{5 \text{ mol}} =$$

$$769.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

H_2	285.8	1450.6
	769.4	
C_3H_8	2220.0	483.6

$$\frac{1450.6}{483.6} \approx \frac{3}{1} \text{ (气体体积比)}$$

$$\text{两者放出的热量之比} = \frac{285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 5 \text{ mol} \times 3/4}{2220.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 5 \text{ mol} \times 1/4} = \frac{1072 \text{ kJ}}{2775 \text{ kJ}} \approx \frac{5}{13}$$

方法二:估算排除法

因 C_3H_8 的燃烧热为 $2220.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,而两者燃烧共放热3874 kJ,故 H_2 和 C_3H_8 的体积比一定大于1:1,而四个选项中唯有B选项 $3:1 > 1:1$ 符合题意。

两者放出的热量之比也只需列出解法一中的计算式,再估算并对照选项便可选定D选项为答案。

答案:B D

注意:(1)热量的单位为kJ,而燃烧热的单

位为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 计算型选择题不仅要考虑巧解, 还要考虑最佳解。

三、有关反应热的综合计算

【例 4】某人浸泡在盛有 60.0 mL 水的浴盆中, 在 1 h 内, 人体所散发出的热量使水温从 30°C 上升到 31.5°C (假设人体体温保持恒定, 且热量没有损失), 该人一天可释放多少热量? 1 g 脂肪燃烧放出 39.7 kJ 的热量, 如果该人一天所需的热量以摄入脂肪来计算, 则他一天至少需要摄入多少克脂肪? 已知水的比热容为 $4.2 \text{ kJ} \cdot (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}$ 。

解析: 1 h 人体释放的热量即为水温升高吸收的热量。

$Q = cm\Delta t = 4.20 \times 10^3 \text{ kJ} \cdot (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})^{-1} \times 0.06 \text{ kg} \times (31.5^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 378 \text{ kJ}$, 则 24 h 人体释放的热量为 $378 \text{ kJ} \times 24 = 9072 \text{ kJ}$ 。需摄入脂肪 $\frac{9072 \text{ kJ}}{39.7 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}} = 228.5 \text{ g}$ 。

答案: 9072 kJ 228.5 g

启示: 这是一道物理与化学学科综合习题。通过认真审题, 确定考查各学科的主要知识点, 知识结合点, 提高学科之间综合解决问题的能力。



自我检测

基础达标

- 已知 299 K 时, 合成氨反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = -92.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 将此温度下的 0.1 mol N_2 和 0.3 mol H_2 放在一密闭容器中, 在催化剂存在时进行反应。测得反应放出的热量为 (假定测量过程中没有能量损失) ()
A. 一定小于 92.0 kJ
B. 一定大于 92.0 kJ
C. 一定等于 92.0 kJ
D. 无法确定

- 100 g 碳燃烧所得气体中, CO 占 $\frac{1}{3}$ 体积,

CO_2 占 $\frac{2}{3}$ 体积, 且 $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons$

$\text{CO}(\text{g})$ $\Delta H = -110.35 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,

$\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H =$

$-282.57 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 与这些碳完全燃烧相比较, 损失的热量是 ()

- A. 392.92 kJ B. 2489.44 kJ
C. 784.92 kJ D. 3274.3 kJ

- 火箭发射时可用肼 (N_2H_4) 为燃料和 NO_2 作氧化剂, 这两者反应生成氮气和水蒸气。

已知: $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$

$\Delta H = +67.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$\Delta H = -534 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

则 1 mol 气体肼和 NO_2 完全反应时放出的热量为 ()

- A. 100.3 kJ B. 567.85 kJ
C. 500.15 kJ D. 601.7 kJ

- 充分燃烧一定量丁烷气体放出的热量为 Q, 完全吸收它生成的 CO_2 生成正盐, 需 $5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KOH 溶液 100 mL, 则丁烷的燃烧热为 ()

- A. 16Q B. 8Q
C. 4Q D. 2Q

- 已知 ① $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$

$\Delta H = -221.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

② $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$\Delta H = -483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

则制备水煤气的反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 的 ΔH 为 ()

- A. $+262.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $-131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $-352.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $+131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 已知 $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = +517.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。1 g 氢气和 1 g 甲烷分别燃烧后, 放出的热量之比约是 ()

- A. 1:34 B. 1:17

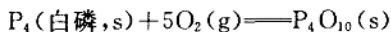


C. 2.3 : 1

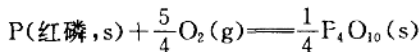
D. 4.6 : 1

7. 2.00 g C_2H_2 完全燃烧生成液态水和 CO_2 , 放出 99.6 kJ 热量, 3.00 mol C_2H_2 完全燃烧能放出多少热量? 燃烧相同物质的量的 CH_4 和 C_2H_2 , 哪种气体燃烧放出的热量多?

8. 同素异形体相互转化的反应热相当小而且转化速率较慢, 有时还很不完全, 测定反应热很困难。现在可根据盖斯提出的“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”观点来计算反应热。已知



$$\Delta H = -2983.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad ①$$



$$\Delta H = -738.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad ②$$

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

9. 已知 $CaCO_3(s) \longrightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

$$\Delta H = 175.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



求 1 t $CaCO_3$ 分解生成生石灰理论上需要含杂质 10% 的焦炭多少千克?

更上一层楼

10. 已知 298 K 时, $2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g) \quad \Delta H = -197 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 在相同温度下, 向密闭容器中通入 2 mol SO_2 和

1 mol O_2 , 达到平衡时放出的热量 Q_1 ; 向另一体积相同的密闭容器中通入 1 mol SO_2 和 1 mol O_2 , 达到平衡时放出热量 Q_2 ; 则下列关系正确的是 ()

A. $2Q_2 = Q_1$

B. $2Q_2 < Q_1$

C. $Q_2 < Q_1 < 197 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. $Q_2 = Q_1 < 197 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

11. 强酸与强碱的稀溶液发生中和反应的热效应为 $H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。分别向 1 L

0.5 mol $\cdot L^{-1}$ 的 NaOH 溶液中加入 ① 稀醋酸 ② 浓 H_2SO_4 ③ 稀硝酸, 恰好完全反应的热效应分别为 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 , 它们的关系正确的是 ()

A. $\Delta H_1 > \Delta H_2 > \Delta H_3$

B. $\Delta H_2 < \Delta H_1 < \Delta H_3$

C. $\Delta H_1 = \Delta H_2 = \Delta H_3$

D. $\Delta H_1 > \Delta H_3 > \Delta H_2$

12. 已知下列热化学方程式: $C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g) \quad \Delta H = -483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

现有 0.2 mol 碳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, 则碳与氢气的物质的量之比为 ()

A. 1 : 1

B. 1 : 2

C. 2 : 3

D. 3 : 2

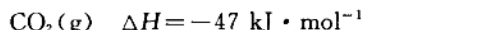
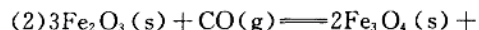
A. 1 : 1

B. 1 : 2

C. 2 : 3

D. 3 : 2

13. 已知下列热化学方程式:



写出 $FeO(s)$ 被 CO 还原成 Fe 和 CO_2 的热化学方程式_____。