

书 名 新课堂同步学习与探究·高中化学(化学反应原理 选修)
作 者 青岛市普通教育教研室
出版发行 青岛出版社
社 址 青岛市徐州路 77 号(266071)
本社网址 <http://www.qdpub.com>
邮购电话 13335059110 (0532)85814750(兼传真) 80998664
责任编辑 都 兰
责任校对 袁忠芍 电话 (0532)80998614
照 排 青岛海讯科技有限公司
印 刷
出版日期 2007 年 8 月第 14 版 2007 年 8 月第 24 次印刷
开 本 16 开(710mm×1000mm)
印 张 13
字 数 180 千
书 号 ISBN 978-7-5436-0797-2
定 价 9.90 元
编校质量、盗版监督电话 (0532)80998671
青岛版图书售出后如发现印装质量问题,请寄回青岛出版社印刷处调换。
电话 (0532)80998826

《新课堂同步学习与探究》丛书

编委会

顾 问	徐剑波	韩曙黎		
主 编	王旭昌			
副 主 编	逢淑萍			
编 委	周宏锐	庄志刚	田教修	
	刘 林	赵玉玲	张玉坤	
	李 一	陆 安	王志先	
	董宝明	朱先进	纪玉涛	
	林以松	王开栋	姜亚澳	
	管箐鹤	刘成玉	张 军	

本册主编	赵玉玲			
本册编委	金顺花	周立海	吴明海	
	白长清			



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	(1)
课题1 化学反应的焓变	(1)
课题2 反应热的测量与计算	(7)
第二单元 化学能与电能的转化	(16)
课题1 原电池的工作原理	(16)
课题2 电解池的工作原理及应用	(24)
第三单元 金属的腐蚀和防护	(34)
本专题重点知识规律放送	(40)
知能反馈	(44)
专题2 化学反应速率与化学平衡	(52)
第一单元 化学反应速率	(52)
课题1 化学反应速率的表示方法	(52)
课题2 影响化学反应速率的因素	(59)
第二单元 化学反应的方向和限度	(65)
课题1 化学反应的方向	(65)
课题2 化学反应限度	(71)
第三单元 化学平衡的移动	(82)
课题1 化学平衡的移动	(82)
课题2 化学平衡移动原理的应用	(90)
本专题重点知识规律放送	(100)
知能反馈	(102)
专题3 溶液中的离子反应	(108)
第一单元 弱电解质的电离平衡	(108)



课题 1 强电解质和弱电解质	(108)
课题 2 弱电解质的电离平衡	(111)
第二单元 溶液的酸碱性	(117)
课题 1 溶液的酸碱性	(117)
课题 2 酸碱中和滴定	(123)
第三单元 盐类的水解	(129)
课题 1 盐类的水解	(129)
课题 2 盐类水解的应用	(136)
第四单元 沉淀溶解平衡	(141)
本专题重点知识规律放送	(148)
知能反馈	(152)
综合测试题(一)	(158)
综合测试题(二)	(165)

1

专题

化学反应与能量变化

第一单元 化学反应中的热效应

课题 1 化学反应的焓变

知识扫描

一、反应热

在化学反应过程中,当反应物和生成物具有相同的温度时,所吸收或放出的热量称为化学反应的反应热。

二、焓变

在恒温、恒压的条件下,化学反应过程中吸收或释放的热量称为反应的焓变。

符号:用 ΔH 表示,单位常采用 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

三、反应热的表示方法

1. 放热反应

在化学反应中,放出热量的反应,规定 ΔH 为“-”,即 $\Delta H < 0$ 时为放热反应。其实质是,反应物断键吸收的能量小于生成物成键释放的能量。

2. 吸热反应

在化学反应中,吸收热量的反应,规定 ΔH 为“+”,即 $\Delta H > 0$ 时为吸热反应。其实质是,反应物断键吸收的能量大于生成物成键释放的能量。

3. 热化学方程式

表示化学反应和反应热关系的化学方程式叫作热化学方程式。热化学方程式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。

4. 书写热化学方程式的注意事项

与普通化学方程式相比,书写热化学方程式除了遵循书写化学方程式的要求外,还要注意以下几点:

(1) 因物质的聚集状态不同,反应吸收和放出的热量不同,因此要注明反应物和生成物的聚集状态。水溶液中的溶质用 aq 来表示。

(2) 注明反应温度和压强,不注明的就为 101kPa 和 25 时的数据。



(3) 热化学方程式中的热量数据与各化学计量数为物质的量时是相对应的,不是几个分子反应的热效应,因此式中化学计量数可以是整数,也可以是分数,若化学方程式中各物质的化学计量数加倍,则 ΔH 也加倍,若反应逆向, ΔH 变号。

(4) 注意物质三态变化对反应热的影响。

(5) 书写中和热的热化学方程式时,应以生成 $1\text{mol H}_2\text{O}(l)$ 为标准配平其余物质的化学计量数。

(6) 热化学方程式一般不写反应条件。

自主探究

1. 反应热是指化学反应过程中吸收或放出的热量,思考反应热产生的原因。
2. 在化学反应中,化学反应的热效应和键能有什么关系?
3. 什么是热化学方程式?书写热化学方程式应注意什么问题?

思路点拨

例1 下列说法中正确的是()。

- A. 需要加热才能发生的反应一定是吸热反应
- B. 放热反应在常温下一定很容易发生
- C. 吸热反应在一定条件下也能发生
- D. 反应是吸热还是放热是由反应物和生成物所具有的总能量的相对大小而决定的

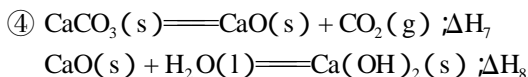
解析 放热反应和吸热反应在一定条件下都能发生,有些放热反应也需加热,所以 A、B 不正确;反应是吸热还是放热是由反应物和生成物所具有的总能量的相对大小而定的,所以 C、D 正确。

答案 CD

点评 本题主要考查了对吸热反应和放热反应内涵的理解。

例2 (2006·江苏高考)下列各组热化学方程式中,化学反应的 ΔH 前者大于后者的是()。

- ① $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) \quad \Delta H_1$ $\text{C}(s) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}(g) \quad \Delta H_2$
- ② $\text{S}(s) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{SO}_2(g) \quad \Delta H_3$ $\text{S}(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{SO}_2(g) \quad \Delta H_4$
- ③ $\text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H_5$ $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H_6$



- A. ① B. ④ C. ②③④ D. ①②③

解析 碳与氧气反应放热,即 $\Delta H_1 < 0$, $\Delta H_2 < 0$,CO 再与 O_2 作用时又放热,所以 $\Delta H_1 < \Delta H_2$,等量的固态硫变为气态硫蒸气时吸收热量,故在与 O_2 作用产生同样多的 SO_2 时,气态硫放出的热量多,即 $\Delta H_3 > \Delta H_4$;发生同样的燃烧反应,物质的量越多,放出的热量越多,故 $\Delta H_5 > \Delta H_6$;碳酸钙分解吸收热量, $\Delta H_7 > 0$,CaO 与 H_2O 反应放出热量, $\Delta H_8 < 0$,显然 $\Delta H_7 > \Delta H_8$ 。故本题答案为 C。

答案 C

点评 反应热的大小跟物质的系数和物质的状态有关。

过关检测

一、选择题(每小题有 1~2 个选项符合题意)

1. 为了减少汽车对城市大气的污染,我国于 1998 年成功地开发了以新燃料作能源的“绿色汽车”,这种“绿色汽车”的燃料是()。

- A. 甲醇 B. 汽油 C. 柴油 D. 重油

2. 下列说法不正确的是()。

- A. 化学反应除了生成新物质外,还伴随着能量的变化
B. 放热反应不需要加热就可以发生
C. 反应条件是加热的反应不一定是吸热反应
D. 化学反应是放热还是吸热,取决于生成物具有的总能量和反应物具有的总能量

3. 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

4. 下列物质加入水中显著放热的是()。

- A. 固体 NaOH B. 食盐
C. 无水乙醇 D. 固体 NH_4NO_3

5. 25 ℃、101kPa 时,1g 甲醇完全燃烧生成 CO_2 和液态水,同时放出 22.68kJ 热量,下列表示该反应的热化学方程式的是()。

- A. $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -725.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +145.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -22.68\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -725.8\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



6. 在烃分子中去掉 2 个氢原子形成一个双键是吸热反应,需 $117 \sim 125 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的热量,但 1,3-环己二烯失去 2 个氢原子变成苯是放热反应, $\Delta H = -23.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 以上事实表明()。

- A. 1,3-环己二烯加氢是吸热反应 B. 苯加氢生成环己烷是吸热反应
C. 1,3-环己二烯比苯稳定 D. 苯比 1,3-环己二烯稳定

7. 已知两个热化学方程式: $\text{H}_2(\text{气}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{气}) = \text{H}_2\text{O}(\text{液})$; $\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{C}_3\text{H}_8(\text{气}) + 5\text{O}_2(\text{气}) = 3\text{CO}_2(\text{气}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{液})$; $\Delta H = -2220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 实验测得 H_2 与 C_3H_8 的混合气体 2.5 mol 完全燃烧时放出 1923.5 kJ 的热量, 则混合气体中 H_2 与 C_3H_8 的体积比约为()。

- A. 3:1 B. 2:3 C. 1:1 D. 2:1

8. (2006·新乡) 下列说法或表示方法正确的是()。

- A. 等质量的硫蒸气和硫固体分别完全燃烧, 后者放出的热量多
B. 由 $\text{C}(\text{金刚石}, \text{s}) = \text{C}(\text{石墨}, \text{s})$; $\Delta H = -1.90 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 可知, 金刚石比石墨稳定
C. 在 101 kPa 时, 2 g H_2 完全燃烧生成液态水, 放出 285.8 kJ 热量, 氢气燃烧的热化学方程式为 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$; $\Delta H = +285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. 在稀溶液中: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$; $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。若将含 0.5 mol H_2SO_4 的浓溶液与含 1 mol NaOH 的溶液混合, 放出的热量大于 57.3 kJ

9. 根据热化学方程式 $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$; $\Delta H = -297.23 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 分析下列说法中正确的是()。

- A. $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$; $\Delta H = -Q$, Q 值大于 $297.23 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$; $\Delta H = -Q$, Q 值小于 $297.23 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. 1 mol SO_2 的键能总和大于 1 mol S 与 1 mol O_2 的键能总和
D. 1 mol SO_2 的键能总和小于 1 mol S 与 1 mol O_2 的键能总和

10. 我国发射的神舟五号载人飞船所用的燃料是铝粉与高氯酸铵的混合物。点燃时, 铝粉氧化放热引发高氯酸铵反应 $2\text{NH}_4\text{ClO}_4 = \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{O}_2 \uparrow$; $\Delta H < 0$ 。关于该反应的下列说法不正确的是()。

- A. 该反应属于分解反应、氧化还原反应、放热反应
B. 该反应瞬间能产生大量高温气体, 推动飞船飞行
C. 从能量变化上看, 该反应是化学能转变为热能和动能
D. 反应中 NH_4ClO_4 只起到氧化剂的作用

11. 在同温、同压下,下列各组热化学方程式中 $Q_2 > Q_1$ 的是()。
- A. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) ; \Delta H = -Q_1$
 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H = -Q_2$
- B. $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) ; \Delta H = -Q_1$
 $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) ; \Delta H = -Q_2$
- C. $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) ; \Delta H = -Q_1$
 $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) ; \Delta H = -Q_2$
- D. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) ; \Delta H = -Q_1$
 $\frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCl}(\text{g}) ; \Delta H = -Q_2$
12. (2006 · 江苏扬州)下列关于反应能量的说法正确的是()。
- A. $\text{Zn}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s}) ; \Delta H = -216\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,
 $E_{\text{反应物}} < E_{\text{生成物}}$
- B. $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) ; \Delta H = +178.5\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,
 $E_{\text{反应物}} < E_{\text{生成物}}$
- C. $\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{I}_2(\text{s}) ; \Delta H = -26.5\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 1 mol HI 在密闭容器中分解达平衡后放出 26.5 kJ 的能量
- D. $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H = -57.2\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 含 1 L $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液与含 0.5 mol H_2SO_4 的浓硫酸混合后放热 57.2 kJ
13. 已知 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H = -571.6\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) ; \Delta H = -2220\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。设有氢气和丙烷的混合气体 5 mol, 完全燃烧时放出热量为 3847 kJ, 则混合气体中氢气与丙烷的体积比是()。
- A. 1:3 B. 3:1 C. 1:4 D. 1:1

二、填空题

14. 在日常生活和学习中,我们常接触到下列反应:①化石燃料燃烧,②强酸强碱的中和反应,③用 C 和 H_2O 在高温下制水煤气,④活泼金属和盐酸反应制氢气,⑤氢氧化钡晶体和氯化铵晶体研磨放出氨气,⑥煅烧石灰石。其中,属于放热反应的是_____ ,属于吸热反应的是_____。

15. 1 mol C 与 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应生成 1 mol $\text{CO}(\text{g})$ 和 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 需要吸收 131.5 kJ 的热量,该反应的反应热 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

16. 标准状况下,将纯净的 CH_4 1 L 在空气中完全燃烧,生成 CO_2 气体和液态



水,放出 39.75kJ 热量,则 CH_4 完全燃烧的热化学方程式为_____。

17. 0.3mol 气态高能燃料乙硼烷(分子式 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,则其热化学方程式为_____。
又已知 $\text{H}_2\text{O}(1) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(g)$; $\Delta H = +44\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 11.2L 标准状况下的乙硼烷完全燃烧生成气态水时放出的热量是_____kJ。

18. 火箭推进器中盛有强还原剂液态肼(N_2H_4)和强氧化剂液态双氧水。已知 0.4mol 液态肼与足量的液态双氧水反应,生成氮气和气态水,放出 256.652kJ 的热量。

(1) 反应的热化学方程式为_____。

(2) 又已知 $\text{H}_2\text{O}(1) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(g)$; $\Delta H = +44\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 16g 液态肼与液态双氧水反应生成液态水时放出的热量是_____kJ。

(3) 此反应用于火箭推进,除释放大量热和快速产生大量气体外,还有一个很大的优点是_____。

19. 有一环保汽车是以氢气作燃料的,请按题目要求作答。

(1) 氢气在发动机内燃烧过程中,生成物只有水蒸气,不会使空气中的_____含量偏高,因而能减缓温室效应现象的发生。

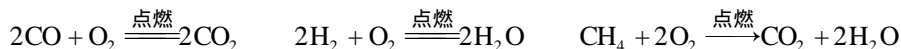
(2) 如果 1mol 氢气燃烧后生成水蒸气并放出 241.8kJ 的热量,氢气燃烧的热化学方程式为_____。

6

挑战自我

1. 拆开 1mol H—H 键、1mol N—H 键、1mol $\text{N} \equiv \text{N}$ 键分别需要的能量是 436kJ、391kJ、946kJ, 则 1mol N_2 生成 NH_3 的反应热为_____, 1mol H_2 生成 NH_3 的反应热为_____。

2. 目前大部分城市居民所使用的燃料主要是管道煤气,使用天然气作为民用燃料对环境更为有利。管道煤气的主要成分是 CO 、 H_2 和少量烃类,天然气的主要成分是 CH_4 。它们的燃烧反应如下:



根据以上化学方程式判断:燃烧相同体积的管道煤气和天然气,消耗空气体积较大的是_____。因此,燃烧管道煤气的灶具如需改烧天然气,灶具的改进方法是_____(填“增大”或“减小”)进风口,如不作改进可能产生的不良结果是_____。管道煤气中含有的烃类,除甲烷外,还有少

量乙烷、丁烷等,它们的某些性质见下表:

	乙 烷	丙 烷	丁 烷
熔 点()	- 183.3	- 189.7	- 138.4
沸 点()	- 88.6	- 42.1	- 0.5

试根据以上某个关键数据解释冬天严寒季节有时管道煤气火焰很小,并且呈断续状态的原因:_____。

课题 2 反应热的测量与计算

知识扫描

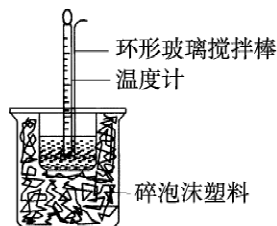
一、反应热的测量

1. 中和热

酸和碱发生中和反应生成 1 mol 水时所释放的热量称为中和热。

2. 中和热的测定

(1) 实验用品:大烧杯(500mL)、小烧杯(100mL)、温度计、两个量筒(50mL)、泡沫塑料或纸条、泡沫塑料板或硬纸板、环形玻璃搅拌棒、 $0.50\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸、 $0.55\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液。



中和热的测定装置示意图

(2) 实验步骤:

① 在大烧杯底部垫泡沫塑料(或纸条),使放入的小烧杯口与大烧杯口相平。然后再在大、小烧杯之间填满碎泡沫塑料(或纸条),大烧杯上用泡沫塑料板(或硬纸板)作盖板,在板中间开两个小孔,正好使温度计和环形玻璃搅拌棒通过,以达到保温、隔热、减少实验过程中热量损失的目的,如上图所示。该实验也可以在保温杯中进行。

② 用一个量筒量取 50mL $0.50\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸,倒入小烧杯中,用温度计测量盐酸的温度,记录数据。

③ 用另一个量筒量取 50mL $0.55\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液,并用温度计测量



NaOH 溶液的温度,记录数据。

④ 把套有盖板的温度计和环形玻璃搅拌棒放入小烧杯的盐酸中,并把量筒中的 NaOH 溶液一次倒入小烧杯(注意不要洒到外面),盖好盖板。用环形玻璃搅拌棒轻轻搅动溶液,准确读取混合溶液的最高温度,记为终止温度。

⑤ 重复实验两次,取测量所得数据的平均值作为计算依据。

⑥ 根据实验数据计算中和热。

$$\text{中和热} = \frac{0.418(t_2 - t_1)}{0.025} \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(3) 注意事项:在整个实验过程中应把好两关:一是隔热关。如:小烧杯周围的泡沫塑料要填满,盖板两孔只要正好使温度计和环形玻璃棒通过即可,倒入 NaOH 溶液要迅速等。尽可能减少实验过程中热量的散失。二是准确关。如配制溶液浓度要准确,NaOH 溶液要新制,因久置 NaOH 溶液可能变质导致浓度不精确,量取液体体积读数要准确,对温度计读数要读到最高点。

资料平台

波恩—哈伯循环

一个化学反应从始态到终态的实际历程可能比较复杂,甚至不能直接进行,然而我们可以设计一个分步的、甚至是虚构的途径,尽管设计的途径和实际途径不同,但它们的热效应总是相同的,就在这种想法的基础上,波恩、哈伯设计了一种循环,可以用来进行各种热化学数据的简单计算,起到验证和补充实验数据的作用,即波恩—哈伯循环。

3. 标准燃烧热和中和热

(1) 标准燃烧热:在 101kPa 时,1mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量。

注 ① 生成稳定的氧化物,如 C 燃烧应生成 $\text{CO}_2(\text{g})$,而生成 $\text{CO}(\text{g})$ 则属于不完全燃烧。

② 标准燃烧热通常是由实验测得的,可燃物以 1mol 作为标准进行测量。

(2) 中和热:在稀溶液中,酸跟碱发生中和反应生成 1mol H_2O 时的反应热。中学阶段,只讨论强酸和强碱反应的中和热,其中和热的表示方法为: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$; $\Delta H = -57.3 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

弱酸、弱碱电离要消耗能量,所以弱酸和弱碱的中和反应放出热量要小于 $57.3 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

4. 盖斯(Hess)定律

不管化学反应是一步完成还是分几步完成,这个过程的热效应是相同的。也就是说,若一个化学反应可分为几步进行,则各分步反应的反应热的代数和与一

步完成时的反应热相同,该规律称为盖斯定律。它是热化学中最基本的定律。

二、能源的充分利用

1. 热值

1g 物质完全燃烧的反应热叫该物质的热值。物质完全燃烧是指物质中的碳元素转化为 $\text{CO}_2(\text{g})$ 、氢元素转化为 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 、氮元素转化为 $\text{N}_2(\text{g})$ 。

2. 化石燃料的利弊及新能源的开发

(1) 煤作燃料的利弊问题：

- ① 煤是重要的化工原料,把煤作燃料简单烧掉太可惜,应该综合利用。
- ② 煤直接燃烧时产生 SO_2 等有毒气体和烟尘,对环境造成严重污染。
- ③ 煤作为固体燃料,燃烧反应速率小,热利用效率低,且运输不方便。
- ④ 可以通过清洁煤技术,如煤的液化和气化以及实行烟气净化脱硫等,可大大减少燃煤对环境造成的污染,提高煤燃烧的热利用率。

(2) 能源的开发：

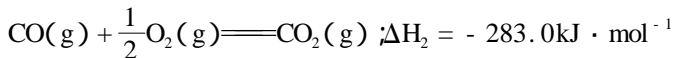
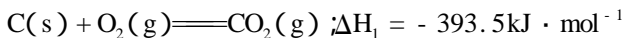
- ① 调整和优化能源结构,降低燃煤在能源结构中的比率,节约油气资源,加强科技投入,加快开发水电、核电和新能源。
- ② 最有希望的新能源是太阳能、燃料电池、风能和氢能等。这些新能源的特点是资源丰富,且有些可以再生,为再生性能源,对环境没有污染或污染少。

自主探究

测定中和热的实验原理是什么?所需要的实验仪器有哪些?

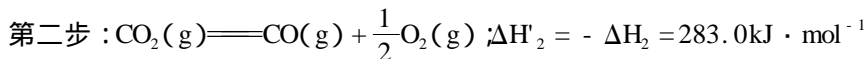
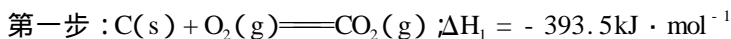
思路点拨

例 1 现有 298K 时下述反应焓变的实验数据：



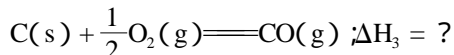
计算在此温度下 $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g})$ 的焓变。

解析 设此反应分两步进行：





将上述两步反应相加,总反应为



根据盖斯定律,总反应的 ΔH_3 为两步反应的 ΔH 之和,即

$$\begin{aligned}\Delta H_3 &= \Delta H_1 + \Delta H_2 = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &= -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

答案 298K 时 $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g})$ 的焓变为 $-110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

点评 应用盖斯定律求反应热时应从所求反应的整体出发,既考虑反应物与生成物的计量数又要考虑其状态。

例2 25、101kPa 下,碳、氢气、甲烷和葡萄糖的燃烧热依次是 $393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则下列热化学方程式正确的是()。

- A. $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = +571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $\frac{1}{2}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1400 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

解析 燃烧热是指在 101kPa 时,1mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时放出的热量。对 C 而言,稳定的氧化物指 $\text{CO}_2(\text{g})$;对 H 而言,稳定的氧化物指 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。所以 A、B、C 错误,正确答案为 D。

答案 D

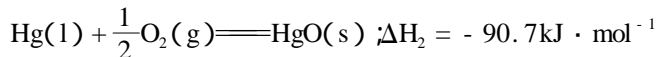
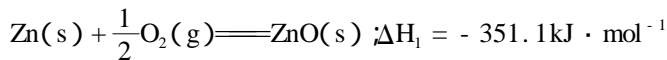
点评 在 101kPa 时,1mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物所放出的热量叫作该物质的燃烧热,其热化学方程式中燃烧物前化学计量数为 1。

过关检测

一、选择题(每小题有 1~2 个选项符合题意)

1. 在申办 2008 年奥运会时,北京提出了“绿色奥运”的口号。为改善北京空气质量,将冬季燃煤取暖改用天然气作燃料,这主要是为了()。
- A. 减少硫氧化物的排放 B. 减少氮氧化物的排放
C. 防止温室效应 D. 降低对臭氧层的破坏

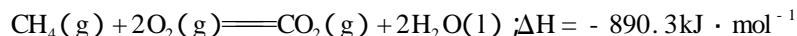
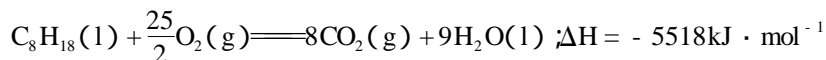
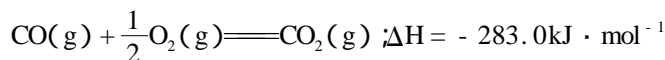
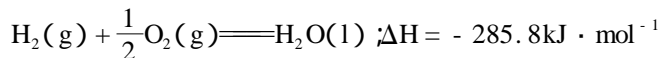
2. 已知下列热化学方程式:



由此可知 $\text{Zn(s)} + \text{HgO(s)} = \text{ZnO(s)} + \text{Hg(l)}$ ΔH_3 其中 ΔH_3 的值是()。

- A. $-441.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $-254.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $-438.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $-260.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. 氢气(H_2)、一氧化碳(CO)、辛烷(C_8H_{18})、甲烷(CH_4)的热化学方程式分别为:



相同质量的 H_2 、 CO 、 C_8H_{18} 、 CH_4 完全燃烧时,放出热量最少的是()。

- A. $\text{H}_2(\text{g})$ B. $\text{CO}(\text{g})$ C. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$ D. $\text{CH}_4(\text{g})$

4. 中和热的测定实验中,用于搅拌的仪器是()。

- A. 玻璃棒 B. 温度计
C. 环形玻璃搅拌器 D. 粗铜丝

根据下列叙述,回答 5、6 两题。

能源可分为一级能源和二级能源。自然界以现成形式提供的能源称为一级能源,需要依靠其他能源的能量间接制取的能源称为二级能源。氢气是一种高效而没有污染的二级能源,它可以由自然界中大量存在的水来制取 $2\text{H}_2\text{O(l)} = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = -517.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

5. 下列说法中正确的是()。

- A. 电能是二级能源 B. 水能是二级能源
C. 天然气是二级能源 D. 焦炉气是一级能源

6. 关于用水制取二级能源氢气,以下研究方向不正确的是()。

- A. 构成水的氢和氧都是可以燃烧的物质,因此可以研究在水不分解的情况下,使氢成为二级能源
B. 设法将太阳能聚焦,产生高温,使水分解产生氢气
C. 寻找高效催化剂,使水在较低温度下分解产生氢气
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

7. (2006·广州)肼(N_2H_4)是火箭发动机的一种燃料,反应时 N_2O_4 为氧化剂,生成 N_2 和水蒸气。已知:

