

普通高中课程标准实验教科书(人教版)

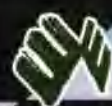
化学

基础训练

化学反应原理

山东省教学研究室 编

HUAXUE
JICHU XUNLIAN



山东教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

(人教版)

化学基础训练

(化学反应原理)

山东省教学研究室 编

山东教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

(人教版)

化学基础训练

(化学反应原理)

山东省教学研究室 编

出版者：山东教育出版社

(济南市纬一路 321 号 邮编：250001)

电 话：(0531)82092663 传真：(0531)82092661

网 址：<http://www.sjs.com.cn>

发行者：山东省新华书店

印 刷：山东新华印刷厂潍坊厂

版 次：2006 年 9 月第 1 版第 3 次印刷

规 格：787mm × 1092mm 16 开本

印 张：7 印张

字 数：155 千字

书 号：ISBN 7 - 5328 - 4851 - 5

定 价：6.10 元

(如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换)

出版说明

根据教育部“为了丰富学生的课外活动,拓宽知识视野、开发智力、提高学生的思想道德素质和指导学生掌握正确的学习方法,社会有关单位和各界人士、各级教育部门、出版单位应积极编写和出版健康有益的课外读物”的精神,山东省教学研究室、山东教育出版社结合我省 2004 年全面进入普通高中新课程改单的实际需要,组织一批教育理念先进、教学经验丰富的骨干教师和教研人员编写了供广大师生使用的普通高中课程标准各科基础训练。

这套基础训练是依据教育部 2003 年颁布的《普通高中新课程方案(实验)》和普通高中各科课程标准以及不同版本的实验教科书编写的,旨在引导同学们对学科基本内容、知识体系进行归纳、梳理、巩固、提高,并进行探究性、创新性的自主学习,从而达到提高同学们的科学精神和学科素养,为同学们终身发展奠定基础的目的。在编写过程中,充分体现了课程改单的理念,遵循教育和学习的规律,与高中教学同步;注重科学性、创新性、实用性的统一,正确处理获取知识和培养能力的关系,在学科知识得以巩固的前提下,加大能力培养的力康,兼顾学科知识的综合和跨学科综合能力的培养;同时,注意为同学们的学习和终身发展奠定坚实的基础。

《普通高中课程标准实验教科书(人教版)化学基础训练(化学反在原理)》可配合人教版《普通高中课程标准实验教科书化学(化学反应原理)》使用。本册由孔令鹏主编,参加编写的有孔令鹏、杜维新、朱思光、董军、刘成坤、徐登利、姜惠青、宋新文、干戈、王无限、李瑞杰、曹秋月、王艳国、王素君、张传中、秦昌英、左进玲、杜丕洪、马佩强、刘荣铁,参加本次修订的有朱思光、杨先洲、宁晓东、朱敏宁、唐文山、张军、王月涛、夏翠玲等。

目 录

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	(9)
自我检测	(13)
第二章 化学反应速率和化学平衡	(17)
第一节 化学反应速率	(17)
第二节 影响化学反应速率的因素	(22)
第三节 化学平衡	(27)
第四节 化学反应进行的方向	(36)
自我检测	(38)
第三章 水溶液中的离子平衡	(43)
第一节 弱电解质的电离	(43)
第二节 水的电离和溶液的酸碱性	(48)
第三节 盐类的水解	(53)
第四节 难溶电解质的溶解平衡	(57)
自我检测	(63)
第四章 电化学基础	(67)
第一节 原电池	(67)
第二节 化学电源	(72)
第三节 电解池	(77)
第四节 金属的电化学腐蚀与防护	(83)
自我检测	(87)
全册检测题	(92)
参考答案	(97)

第一章 化学反应与能量

第一节 化学反应与能量的变化



学习导引

学习目标

- 了解反应热和焓变的含义,了解化学能与热能的相互转化。
- 理解吸热反应和放热反应的实质。
- 学会热化学方程式的书写方法。

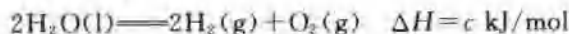
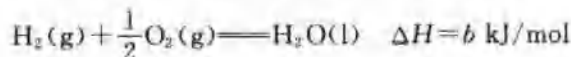
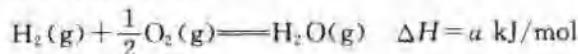
方法导引

1. 对反应热的理解,一方面应从化学反应的本质来理解,即化学键的断裂和形成,当断裂化学键所需要的能量大于生成化学键所需要的能量时,反应吸热;反之,反应放热。另一方面注意物质本身的能量与化学键能量的关系,物质本身所具备的能量越低时,热稳定性越强,断裂此化学键所需能量越高,形成此化学键时释放的能量也越高。

2. 要正确书写热化学方程式,必须注意:(1) 热化学方程式中的化学计量数表示的意义;(2) 注明物质聚集状态的原因;(3) 注明温度、压强的原因;(4) 对 ΔH 的单位正确理解。

例题解析

【例题 1】有如下三个热化学方程式:



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 、 c 均为负值
- C. 反应热的关系 $a=b$
- D. 反应热的关系 $2b=-c$

【解析】放热反应 ΔH 为负值,当反应向逆反应方向进行时,其反应热与正反应的反应热数值相等,符号相反,所以 a 、 b 为负值, c 为正值;反应物、生成物的量加倍时,热量也加倍,所以 $2b=-c$;生成同质量水时,生成液态水比生成气态水放出的热量多,所以 $b \neq a$ 。

【答案】 D

【例题 2】 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,其热化学方程式为_____。又已知: $H_2O(l)=H_2O(g)$ $\Delta H=+44$ kJ/mol,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。

【解析】 1 mol B_2H_6 燃烧(生成液态水)放出热量为 $649.5 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol}}{0.3 \text{ mol}} = 2165 \text{ kJ}$ 。因此热化学方程式为: $B_2H_6(g)+3O_2(g)=B_2O_3(s)+3H_2O(l)$ $\Delta H=-2165 \text{ kJ/mol}$ 。若上述反应生成得 3 mol 水全部变成气态水,将吸收热量 $44 \text{ kJ/mol} \times 3 \text{ mol} = 132 \text{ kJ}$,则 1 mol B_2H_6 完全燃烧(生成气态水)放出热量为 $2165 \text{ kJ} - 132 \text{ kJ} = 2033 \text{ kJ}$,则 0.5 mol B_2H_6 完全燃烧(生成气态水)放出热量为 $2033 \text{ kJ/mol} \times 0.5 \text{ mol} = 1016.5 \text{ kJ}$ 。

【答案】 $B_2H_6(g)+3O_2(g)=B_2O_3(s)+3H_2O(l)$ $\Delta H=-2165 \text{ kJ/mol}$; 1016.5 kJ



知识梳理

1. _____ 叫做反应热,又称为_____,符号用_____表示,单位常采用_____(或_____)。

2. 任何化学反应都有反应热,化学反应过程中,反应物分子间的旧化学键断裂,生成物中新化学键形成,断键时需要_____热量,而成键时需要_____热量。从物质结构的角度的分析,一个反应的反应热,应等于_____与_____的差。

3. 放热反应和吸热反应的比较

比 较 \ 类 型	放热反应	吸热反应
定 义		
体系能量变化		
表示方法		
图 示		
实 例		

4. _____ 叫做热化学方程式。

5. 热化学方程式和普通化学方程式有区别,在书写热化学方程式应注意以下几点:

- ① _____ ;
- ② _____ ;
- ③ _____ ;
- ④ _____ ;
- ⑤ _____ 。



学以致用

- 下列叙述正确的是()。
 - 化学反应除了生成新的物质外,还伴随着能量的变化
 - 物质燃烧一定是放热反应
 - 放热的化学反应不需要加热就能发生
 - 吸热反应不加热就不会发生
- 石墨和金刚石都是碳的单质,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()。
 - 石墨不如金刚石稳定
 - 金刚石不如石墨稳定
 - 等质量的石墨与金刚石完全燃烧,金刚石放出的能量多
 - 等质量的石墨与金刚石完全燃烧,石墨放出的能量多
- 下列变化中属于吸热反应的是()。

① 液态水气化 ② 将胆矾加热变为白色粉末 ③ 浓硫酸稀释 ④ 氯酸钾分解制氧气 ⑤ 生石灰跟水反应生成熟石灰

 - ①④
 - ②③
 - ①④⑤
 - ②④
- 下列各项与反应热的大小无关的是()。
 - 反应物的状态
 - 生成物的状态
 - 反应物的多少
 - 表示反应热的单位
- 下列说法中正确的是()。
 - 反应热指的是反应过程中放出的热量
 - 热化学方程式的化学计量数可表示分子的个数
 - 在热化学方程式中无论反应物还是生成物都必须标明聚集状态
 - 所有的化学反应均伴随能量变化
- 已知 1 mol P(白,s)转化成 1 mol P(红,s)放出 18.39 kJ 热量:

$$4\text{P(白,s)} + 5\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{P}_2\text{O}_5(\text{s}) \quad \Delta H = \Delta H_1$$

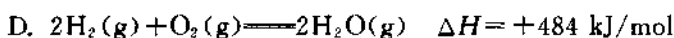
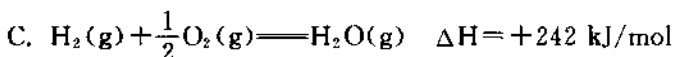
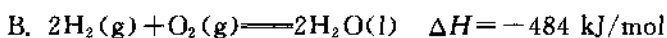
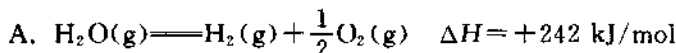
$$4\text{P(红,s)} + 5\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{P}_2\text{O}_5(\text{s}) \quad \Delta H = \Delta H_2$$
 则 ΔH_1 与 ΔH_2 的数值关系正确的是()。
 - $\Delta H_1 = \Delta H_2$
 - $\Delta H_2 > \Delta H_1$
 - $\Delta H_1 > \Delta H_2$
 - 无法确定
- 沼气是一种能源,它的主要成分是 CH_4 。0.5 mol CH_4 完全燃烧生成 CO_2 气体和液态 H_2O 时,放出 445 kJ 热量,则下列热化学方程式中正确的是()。
 - $2\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +890 \text{ kJ/mol}$
 - $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +890 \text{ kJ/mol}$
 - $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -890 \text{ kJ/mol}$
 - $\frac{1}{2}\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \frac{1}{2}\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -890 \text{ kJ/mol}$

8. 已知 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -184.6 \text{ kJ/mol}$, 则反应:
 $\text{HCl}(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g})$ 的 ΔH 为()。
- A. $+184.6 \text{ kJ/mol}$ B. -92.3 kJ/mol C. -369.2 kJ/mol D. $+92.3 \text{ kJ/mol}$
9. 根据热化学方程式: $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -297.23 \text{ kJ/mol}$, 分析下列说法中正确的是()。
- A. $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -Q$, Q 值大于 297.23 kJ
 B. $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -Q$, Q 值小于 297.23 kJ
 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. $a \text{ mol H}_2\text{S}$ 完全燃烧生成 SO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时, 放出 $Q_1 \text{ kJ}$ 的热量, 不完全燃烧生成 $\text{S}(\text{s})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时, 放出 $Q_2 \text{ kJ}$ 的热量, 不完全燃烧生成 $\text{S}(\text{s})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 时, 放出 $Q_3 \text{ kJ}$ 的热量, 则下列关系正确的是()。
- A. $Q_1 > Q_2 > Q_3$ B. $Q_1 > Q_3 > Q_2$ C. $Q_2 > Q_1 > Q_3$ D. $Q_3 > Q_2 > Q_1$
11. 某化学反应, 设反应物的总能量为 E_1 , 生成物的总能量为 E_2 , 若 $E_1 > E_2$, 则该反应为 _____ 热反应, 该反应过程可看成 _____。中和反应都是 _____ 热反应, 其实质是 _____。
12. 依据事实, 写出下列反应的热化学方程式:
- (1) $16 \text{ g CH}_4(\text{g})$ 与适量 $\text{O}_2(\text{g})$ 起反应, 生成 $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, 放出 890.3 kJ 热量。
- (2) $1 \text{ L } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KOH}$ 溶液中和 $1 \text{ L } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ HNO}_3$ 溶液, 放出 57.3 kJ 热量。
- (3) $12 \text{ g C}(\text{s})$ 与适量 $\text{O}_2(\text{g})$ 起反应生成 $\text{CO}_2(\text{g})$, 放出 283.0 kJ 热量。
- (4) 1 mol 葡萄糖 $[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})]$ 在人体中完全氧化, 生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 产生 2800 kJ 热量。



视野拓展

1. 某种火箭推进器的燃料是液态联氨 (N_2H_4), 氧化剂是液态过氧化氢 (H_2O_2), 当它们混合反应时, 即产生大量氮气和水蒸气, $0.4 \text{ mol N}_2\text{H}_4$ 完全燃烧放出 256.652 kJ 热量。
- (1) 写出该反应的热化学方程式 _____; 此反应中, 被氧化的元素是 _____ 中的 _____ 元素, 被还原的元素是 _____ 中的 _____ 元素。
- (2) 此反应用于火箭推进, 除释放出大量热和快速产生大量气体外, 还有一个很大的优点是 _____。
2. 已知在 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 298 K 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()。



第二节 燃烧热 能源



学习指引

学习目标

- 了解燃烧热的含义。
- 知道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、提高能源利用率的实际意义。
- 了解一些新能源。

方法指引

1. 区分燃烧热与反应热的关系。
2. 能源内容原来已经有所了解,注意在原来的基础上扩大知识范围,多了解一些新型能源。

例题解析

【例题 1】 已知在一定条件下,CO 的燃烧热为 283 kJ/mol,CH₄ 的燃烧热为 890 kJ/mol,由 1 mol CO 和 3 mol CH₄ 组成的混合气体在上述条件下充分燃烧,释放的热量为()。

- A. 2 912 kJ B. 2 953 kJ C. 3 236 kJ D. 3 867 kJ

【解析】 1 mol CO 完全燃烧放出的热量:1 mol × 283 kJ/mol = 283 kJ,3 mol CH₄ 完全燃烧放出的热量:3 mol × 890 kJ/mol = 2 670 kJ,共释放的热量为:283 kJ + 2 670 kJ = 2 953 kJ。

【答案】 B

【例题 2】 天然气、石油、煤等在地球上的蕴藏量是有限的,因此① 可利用电解水的方法得到 H₂ 作能源,② 可用酒精作能源,③ 砍伐树木作能源,④ 应积极开发太阳能、核能等新的能源,上述说法正确的是()。

- A. 只有① B. ②和④ C. ②和③ D. 只有④

【解析】 酒精可用农副产品为原料生产,所以用酒精作能源符合可持续发展战略,积

极开发太阳能、核能等新的能源也是正确的。

【答案】 B



知识梳理

1. 由于反应的情况不同,反应热可分为多种,例如_____、_____、_____等。
2. _____叫作该物质的燃烧热,单位为_____。
3. 我国目前使用的主要能源是煤、石油等,它们属于_____,蕴藏量有限,而且不能再生,最终将会枯竭,为了解决能源危机,一方面要_____,另一方面要开发_____,_____、_____、_____等新能源。



学以致用

1. 航天飞机用铝粉与高氯酸铵(NH_4ClO_4)的混合物作为固体燃料,点燃时铝粉氧化放热引发高氯酸铵反应,其方程式可表示为: $2\text{NH}_4\text{ClO}_4 \xrightarrow{\quad} \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{O}_2 \uparrow$
 $\Delta H = a \text{ kJ/mol}$,下列对此反应的叙述中错误的是()。
 A. 上述反应属于分解反应
 B. 上述反应瞬间产生大量高温气体推动航天飞机飞行
 C. 反应从能量变化上说,主要是化学能转变为热能和动能
 D. 在反应中高氯酸铵只能起氧化剂作用
2. 有人预言, H_2 是21世纪最理想的能源,其根据不正确的是()。
 A. 生产 H_2 的原料来源广阔
 B. 在等质量的可燃气体中, H_2 燃烧时放出的热量多
 C. H_2 易液化,携带方便
 D. 燃烧时无污染
3. 能源与人类的生活和社会发展密切相关。下列关于能源开发和利用的说法中不正确的是()。
 A. 用酒精代替汽油作汽车燃料
 B. 随着科技的发展,氢气将会成为主要能源
 C. 在农村提倡利用沼气作生活燃料
 D. 人类利用的能源都是通过化学反应获得的
4. 近年来,科学家试图探索利用铝粉作为新能源的可能性。假如铝作为一种普遍使用的新型能源被开发利用,下列关于其有利因素的说法中肯定不成立的是()。
 A. 铝矿资源比较丰富
 B. 铝燃烧时热值高
 C. 铝质轻,有利于运输和贮存
 D. 用电解冶炼铝的工业技术是铝作为新能源的重要基础
5. 能源可划分为一级能源和二级能源。自然界中以现成形式提供的能源称为一级能源,

需依靠其他能源的能量间接制取的能源称为二级能源。氢气是一种高效而又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,即 $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$,但该反应为吸热反应。请回答下列问题:

(1) 下列叙述中正确的是()。

- A. 电能是二级能源 B. 水力是二级能源
C. 煤、石油、天然气是一级能源 D. 水煤气、干馏煤气是一级能源

(2) 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. 设法将太阳光聚焦,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,同时释放能量

6. 为减少汽车对城市大气的污染,近年来中国成功地开发出了以新燃料作能源的“绿色汽车”。这种汽车可避免有毒的有机铅、苯和苯的同系物以及多环芳烃的排放,保护环境。这种“绿色汽车”的燃料是()。

- A. 甲醇 B. 汽油 C. 柴油 D. 重油

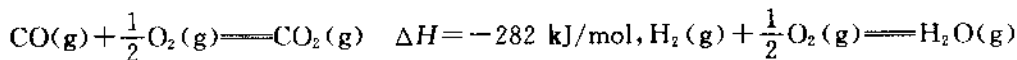
7. 中国锅炉燃煤采用沸腾炉逐步增多,采用沸腾炉的好处在于()。

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

8. 下列给出的能源中,不能作为新能源的是()。

- A. 太阳能 B. 无烟煤 C. 燃料电池 D. 氢能

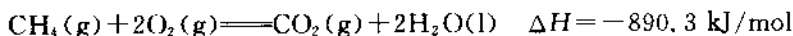
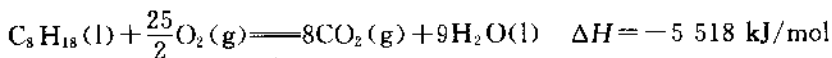
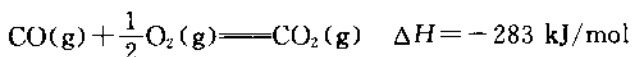
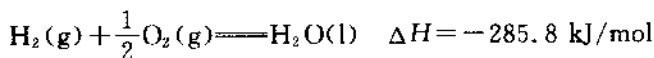
9. 炽热的炉膛内有反应: $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -392 \text{ kJ/mol}$,往炉膛内通入水蒸气时,有如下反应: $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$ $\Delta H = +131 \text{ kJ/mol}$,



$\Delta H = -241 \text{ kJ/mol}$,由以上反应推断往炽热的炉膛内通入水蒸气时()。

- A. 不能节省燃料,但能使炉火瞬间更旺
B. 虽不能使炉火瞬间更旺,但可以节省燃料
C. 既能使炉火瞬间更旺,又可以节省燃料
D. 既不能使炉火瞬间更旺,又不能节省燃料

10. 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:



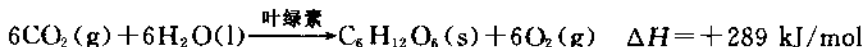
相同质量的 H_2 、 CO 、 C_8H_{18} 、 CH_4 完全燃烧时,放出热量最少的是()。

- A. $\text{H}_2(\text{g})$ B. $\text{CO}(\text{g})$ C. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})$ D. CH_4

11. 已知在 25°C 、 101 kPa 下, $1\text{ g C}_8\text{H}_{18}$ (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()。

- A. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 22.5\text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -48.40\text{ kJ/mol}$
 B. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 22.5\text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -5518\text{ kJ/mol}$
 C. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 22.5\text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +5518\text{ kJ/mol}$
 D. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 22.5\text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -48.40\text{ kJ/mol}$

12. 绿色植物在太阳光作用下,借助叶绿素可以将空气中的二氧化碳和水转化为碳水化合物,同时放出氧气,这个过程叫光合作用,可用下列热化学方程式表示:

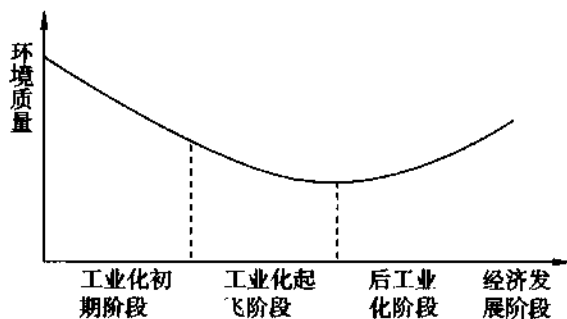


这是生命世界最基本的化学反应之一,按此化学方程式计算,每生成 100 kg 碳水化合物,需要吸收多少千焦太阳能?



视野拓展

1. 下图显示了人类发展史上经济发展阶段与环境质量之间的关系。据图回答:根据这种关系,发展中国家应认识到()。



- A. 环境污染不可避免,只能采取“先污染,后治理”的策略
 B. 后工业化阶段环境问题会自然解决
 C. 保护环境至关重要,必须杜绝兴建产生污染的工业设施
 D. 应当采取措施减少或避免发展过程中的环境污染问题
2. 美国《科学美国人》杂志在 1971 年 7 月刊登的“地球的能量资源”一文中提供了如下数据:

到达地球表面的太阳辐射能的几条主要去路

直接反射	$52,000 \times 10^9 \text{ kJ/s}$
以热能方式离开地球	$81,000 \times 10^9 \text{ kJ/s}$
水循环	$40,000 \times 10^9 \text{ kJ/s}$
大气流动	$370 \times 10^9 \text{ kJ/s}$
光合作用	$40 \times 10^9 \text{ kJ/s}$

请选用以上数据计算：

- (1) 地球对太阳能的利用率约为_____。
- (2) 通过光合作用, 每年有_____ kJ 的太阳能转化为化学能(每年按 365 天计算)。
- (3) 每年由绿色植物通过光合作用($6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$)为我们生存的环境除去二氧化碳的质量为 A。试根据能量关系列出 A 的计算式。列式中缺少的数据用符号表示。A = _____ (kg), 所缺数据的化学含义为_____。

第 3 节 化学反应热的计算



学习导引

学习目标

- 理解盖斯定律的意义。
- 能根据热化学方程式、盖斯定律和燃烧热, 计算一些反应的反应热。

方法导引

化学反应不论是一步完成还是分几步完成, 其反应热是相同的。因此在进行反应热的计算时, 就可以从题目提供的有关方程式进行分析, 找出最终需要的有关物质和数据, 然后进行整理即可。实质上这个过程往往涉及到几个方程式变化或加减。

例题解析

【例题 1】 已知: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ/mol}$

$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -2\,220 \text{ kJ/mol}$

设有氢气和丙烷的混合气体 5 mol, 完全燃烧时放出热量 3 847 kJ, 则混合气体中 H_2 和丙烷的体积比是()。

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

【解析】 解法 1: 假设二者的物质的量之比为 1:1 混合, 则 2.5 mol 丙烷燃烧放出的热大于 3 847 kJ, 则 A、C、D 均不可能正确。答案 B。

解法 2: 已知:

$$1 \text{ mol H}_2 \text{ 燃烧所放出的热量} = \frac{571.6}{2} \text{ kJ/mol}$$

$$1 \text{ mol 混合气体燃烧所放出热量} = \frac{3\,847}{5} \text{ kJ/mol}$$

$$\begin{array}{rcc} \frac{571.6}{2} & & 1\,450.6 \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ & \frac{3\,847}{5} & \\ & \nearrow \quad \searrow & \\ 2\,220 & & 483.6 \end{array}$$

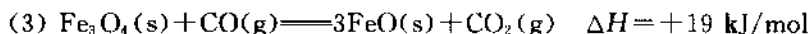
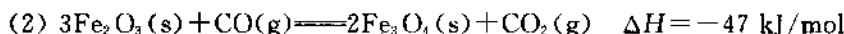
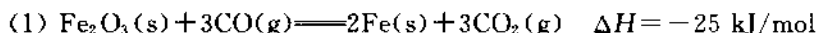
$$n(\text{H}_2)/n(\text{C}_3\text{H}_8) = 1\,450.6/483.6 \approx 3/1$$

解法 3: 设混合气体 H_2 、 C_3H_8 分别为 $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$ $\begin{cases} x+y=5 \\ \left(\frac{571.6}{2}\right)x + 2\,220y = 3\,847 \end{cases}$

解之: $\begin{cases} x=3.75 \\ y=1.25 \end{cases}$

【答案】 B

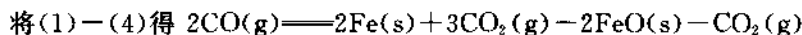
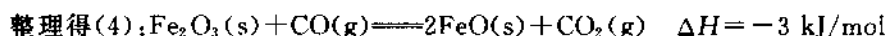
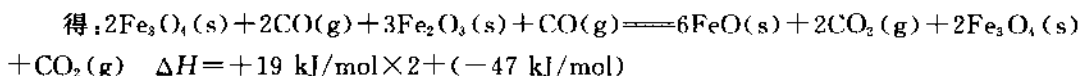
【例题 2】 已知下列热化学方程式:



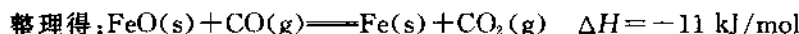
写出 $\text{FeO}(\text{s})$ 被 CO 还原成 Fe 和 CO_2 的热化学方程式_____。

【解析】 依据盖斯定律: 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。我们可从题目中所给的有关方程式分析: 从方程式(3)与方程式(1)可以看出有我们需要的有关物质。但方程式(3)必须通过方程式(2)的有关物质才能和方程式(1)结合在一起。

将方程式(3)×2+方程式(2); 可表示为(3)×2+(2)



$$\Delta H = -25 \text{ kJ/mol} - (-3 \text{ kJ/mol})$$



【答案】 $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -11 \text{ kJ/mol}$



知识梳理

1. 盖斯定律表达为“化学反应的反应热只与反应的_____和_____有关, 而与反应的_____无关。”

2. 假设反应体系的始态为 S, 终态为 L, 它们之间变化如图所示: $S \xrightarrow[\Delta H_2]{\Delta H_1} L$

若 $\Delta H_1 < 0$, 则 ΔH_2 _____ 0; 若 $\Delta H_1 > 0$, 则 ΔH_2 _____ 0; $\Delta H_1 + \Delta H_2$ _____ 0。

3. 已知 $C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ/mol}$

$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) \quad \Delta H = -283.04 \text{ kJ/mol}$

写出石墨燃烧生成 CO 的热化学方程式 _____。



学以致用

1. 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 mol/L 的 KOH 溶液 100 mL, 则丁烷的燃烧热为()。

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

2. 已知: $2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g) \quad \Delta H = -484 \text{ kJ/mol}$

$2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(l) \quad \Delta H = -572 \text{ kJ/mol}$

若将标准状况下 H_2 和 O_2 混合气体点燃爆炸后, 再恢复到原状况时气体体积减少 3.36 L, 则反应放出的热量为()。

- A. 24.2 kJ B. 25.2 kJ C. 27.6 kJ D. 28.6 kJ

3. 已知: $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons H_2O(l) \quad \Delta H = -285.83 \text{ kJ/mol}$

$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) \quad \Delta H = -282.9 \text{ kJ/mol}$

若氢气与一氧化碳的混合气体完全燃烧可生成 5.4 g $H_2O(l)$, 并放出 114.3 kJ 热量, 则混合气体中 CO 的物质的量为()。

- A. 0.22 mol B. 0.15 mol C. 0.1 mol D. 0.05 mol

4. 已知 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) \quad \Delta H = \Delta H_1$

$D(g) + B(g) \rightleftharpoons E(g) \quad \Delta H = \Delta H_2$

若 A 和 D 混合气体 1 mol 完全与 B 反应, 放热 ΔH_3 , 则 A 和 D 物质的量之比是()。

- A. $(\Delta H_2 - \Delta H_3) : (\Delta H_1 - \Delta H_3)$ B. $(\Delta H_3 - \Delta H_2) : (\Delta H_1 - \Delta H_3)$
C. $(\Delta H_3 - \Delta H_2) : (\Delta H_3 - \Delta H_1)$ D. $(\Delta H_1 - \Delta H_3) : (\Delta H_3 - \Delta H_1)$

5. 100 g C 不完全燃烧所得产物中, CO 所占体积为 $\frac{1}{3}$, CO_2 为 $\frac{2}{3}$, 且:

$C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons CO(g) \quad \Delta H = -110.35 \text{ kJ/mol}$

$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) \quad \Delta H = -282.58 \text{ kJ/mol}$

与这些碳完全燃烧相比, 损失的热量为()。

- A. 39.292 kJ B. 3 274.3 kJ C. 784.92 kJ D. 2 489.44 kJ

6. 已知下列热化学方程式:

$C(s) + O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ/mol}$

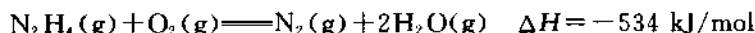
$2H_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g) \quad \Delta H = -483.6 \text{ kJ/mol}$

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()。

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

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



则 1 mol 气体肼和 NO_2 完全反应时放出的热量为()。

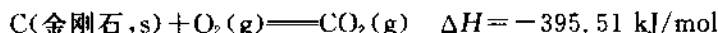
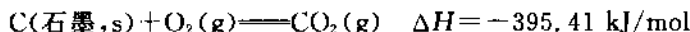
- A. 100.3 kJ B. 567.85 kJ C. 500.15 kJ D. 601.7 kJ

8. 已知 298 K 时, $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -197 \text{ kJ/mol}$, 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 ; 则下列关系中正确的是()。

- A. $2Q_2 = Q_1$ B. $2Q_2 < Q_1$
C. $Q_2 < Q_1 < 197 \text{ kJ/mol}$ D. $Q_2 = Q_1 < 197 \text{ kJ/mol}$

9. 1840 年, 盖斯根据一系列实验事实得出规律: “若是一个反应可分几步进行, 则各步反应的反应热总和与这个反应的反应热相同”。

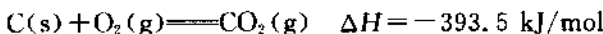
(1) 已知热化学方程式:



则金刚石转化为石墨的热化学方程式为_____。由热化学方程式来看化学性质更稳定的碳的同素异形体是_____。

- (2) 燃烧 3.1 g 白磷比燃烧 3.1 g 红磷放出的热量多 1.839 kJ, 则白磷转化为红磷的热化学方程式是_____, 相同温度下, 能量状态最低的是_____。

10. 已知热化学方程式:



若要将 1 t 碳酸钙煅烧生成石灰, 且分解时吸收的热量全部由燃烧焦炭来提供, 理论上需用不含杂质的焦炭多少千克?



视野拓展

1. 1840 年, 俄国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后状态有关, 而与中间步骤无关。按此规律结合下列反应方程式回答问题。已知:

