

Tongbu Zhuanti Tupo

同步专题突破

Chaoji Ketang



超级课堂

丛书主编/王后雄

本册主编/贺文凤

高中化学

4

(选修)

化学反应原理

考点分类例析

方法视窗导引

防错档案预警

专题优化测训



华中师范大学出版社



新课标

Tongbu Zhuanti Tupo

同步专题突

丛书主编/王后雄 本册主编/贺文凤

超级课堂

高中化学 选修4

(化学反应原理)



华中师范大学出版社

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

同步专题突破 **超链接** 高中化学选修4(化学反应原理)/丛书主编:王后雄 本册主编:贺文风

—武汉:华中师范大学出版社,2009.5

ISBN 978-7-5622-3893-5

I. 同… II. ①王… ②贺… 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(2009)第 043440 号

同步专题突破 **超链接** 高中化学选修4(化学反应原理)

丛书主编:王后雄

本册主编:贺文风

责任编辑:谢云英 付磊

责任校对:刘 峥

选题设计:第一编辑室(027-67867361)

出版发行:华中师范大学出版社 ©

社址:湖北省武汉市珞喻路 152 号

销售电话:027-67863040 027-67867076 027-67867371 027-67861549

传真:027-67863291

邮购:027-67861321

网址:<http://www.ccnupress.com>

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:湖北恒泰印务有限公司

督印:章光琼

字数:315 千字

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:11

版次:2009 年 5 月第 1 版

印次:2009 年 5 月第 1 次印刷

定价:20.00 元

欢迎上网查询、购书

若发现盗版书,请打举报电话 027-67861321。

华中师范大学出版社

目 录

CONTENTS

板块一 化学反应与能量

第一讲 化学反应的热效应 热化学方程式

- 考点1 反应热 焓变/1
- 考点2 放热反应和吸热反应/2
- 考点3 热化学方程式的含义和书写/3
- 考点4 燃烧热和中和热/5
- 考点5 热化学方程式的正误判断/6
- 考点6 能源及其充分利用/7

第二讲 盖斯定律 反应热的测定、比较和计算

- 考点1 中和反应反应热的测定/10
- 考点2 依据热化学方程式计算反应热/11
- 考点3 依据键能计算反应热/12
- 考点4 盖斯定律和反应热的比较/13
- 考点5 盖斯定律与物质稳定性的比较/14
- 考点6 依据盖斯定律计算反应热/15

板块二 化学反应速率和化学平衡

第三讲 化学反应速率

- 考点1 化学反应速率的表示方法/19
- 考点2 化学反应速率与化学计量数的关系/20
- 考点3 化学反应速率的实验测量/21
- 考点4 分子碰撞理论/22
- 考点5 影响化学反应速率的因素/23
- 考点6 化学反应速率的图象分析/24

第四讲 化学反应的方向和限度

- 考点1 反应焓变与反应方向/29
- 考点2 反应熵变与反应方向/30
- 考点3 综合应用焓变和熵变判断反应方向/30

考点4 化学平衡状态/31

考点5 化学平衡的特征/32

考点6 化学平衡的标志/33

第五讲 平衡移动原理及其应用

- 考点1 浓度变化对化学平衡的影响/37
- 考点2 压强变化对化学平衡的影响/38
- 考点3 温度变化对化学平衡的影响/39
- 考点4 催化剂对化学平衡的影响/41
- 考点5 平衡移动原理(勒夏特列原理)/42
- 考点6 合成氨的适宜条件/42
- 考点7 化学平衡图象分析/44

第六讲 化学平衡常数

- 考点1 化学平衡常数的概念和表达式/50
- 考点2 化学平衡常数的影响因素和变化规律/51
- 考点3 化学平衡常数的意义和应用/52
- 考点4 化学平衡常数的计算/53
- 考点5 依据化学平衡常数计算平衡转化率/54
- 考点6 浓度改变时物质转化率的变化规律/55

第七讲 等效平衡 化学平衡计算

- 考点1 等效平衡的含义/59
- 考点2 恒温恒容条件下 $\Delta n \neq 0$ 的反应形成的等效平衡/60
- 考点3 恒温恒容条件下 $\Delta n = 0$ 的反应形成的等效平衡/61
- 考点4 恒温恒压条件下形成的等效平衡/62
- 考点5 化学平衡计算的一般思路和基本方法/63
- 考点6 平衡混合气体的平均相对分子质量和密度的变化规律/64

板块三 水溶液中的离子平衡

第八讲 弱电解质的电离

- 考点1 强电解质和弱电解质/69
- 考点2 电解质溶液的导电性和导电能力/71
- 考点3 电离方程式的书写和正误判断/71
- 考点4 电离平衡的建立、特征和移动/72
- 考点5 电离常数和电离度/73
- 考点6 证明弱电解质的实验方法/74
- 考点7 一元强酸与一元弱酸的比较/75

第九讲 水的电离和溶液的酸碱性

- 考点1 水的电离 水的离子积/79
- 考点2 酸、碱溶液中水的电离/80
- 考点3 溶液的酸碱性和 pH/80
- 考点4 溶液 pH 的测定方法/81
- 考点5 酸、碱溶液稀释时 pH 的计算与分析/82
- 考点6 强酸、强碱混合后溶液 pH 的计算/84
- 考点7 溶液的 pOH 和 AG/85

第十讲 盐类的水解

- 考点1 盐类水解的实质和规律/88
- 考点2 盐类水解的离子方程式的书写/89
- 考点3 “越弱越水解”规律及其应用/90
- 考点4 影响盐类水解的因素/90
- 考点5 强(弱)酸与弱(强)碱混合后溶液的 pH 判断规律/91
- 考点6 盐类水解的应用/92
- 考点7 电解质溶液中的守恒关系与粒子浓度比较/93

第十一讲 酸碱中和滴定 氧化还原滴定

- 考点1 酸碱中和滴定的原理 滴定曲线/98
- 考点2 酸碱中和滴定的实验仪器和试剂/99
- 考点3 酸碱中和滴定的实验操作/99
- 考点4 酸碱中和滴定的误差分析/100
- 考点5 双指示剂法测定物质的浓度(含量)/101
- 考点6 氧化还原滴定的原理、计算和应用/103

第十二讲 难溶电解质的溶解平衡

- 考点1 沉淀溶解平衡的建立和特征/107
- 考点2 溶度积/108
- 考点3 沉淀反应的应用(一)——沉淀的生成/109
- 考点4 沉淀反应的应用(二)——沉淀的溶解/110
- 考点5 沉淀反应的应用(三)——沉淀的转化/111
- 考点6 溶度积、溶解度和物质的量浓度之间的换算/112

板块四 电化学基础

第十三讲 原电池 化学电源

- 考点1 原电池的实验装置和工作原理/116
- 考点2 原电池的知识规律/117
- 考点3 原电池的设计和应用/118
- 考点4 化学电源——一次电池/119
- 考点5 化学电源——二次电池/120
- 考点6 化学电源——燃料电池/121
- 考点7 二次电池电极反应的相互关系和书写规律/122

第十四讲 电解原理及其应用

- 考点1 电解池/127
- 考点2 电解的知识规律/128
- 考点3 常见电解质溶液的电解规律/129
- 考点4 电解原理的应用(一)——氯碱工业/130
- 考点5 电解原理的应用(二)——铜的电解精炼/132
- 考点6 电解原理的应用(三)——电镀和电冶金/133
- 考点7 电化学计算的基本方法/134

第十五讲 金属的腐蚀与防护

- 考点1 金属的化学腐蚀/137
- 考点2 金属的电化学腐蚀/138
- 考点3 影响金属腐蚀的因素/139
- 考点4 金属防护方法——覆盖保护层/140
- 考点5 金属的电化学防护/140

《化学反应原理》综合测试题

学业水平测试/144

高考水平测试/147

板块一 化学反应与能量

第一讲 化学反应的热效应 热化学方程式

课标解读

1. 通过分析化学反应过程中的能量变化,理解反应热、焓变的含义,从化学反应的本质即旧键断裂与新键形成的角度研究反应热产生的原因。
2. 了解吸热反应、放热反应的概念,理解化学反应过程中的能量变化与反应物和生成物的能量之间的关系。
3. 理解热化学方程式的含义,掌握热化学方程式的书写方法并能进行正误判断。
4. 理解燃烧热的含义;掌握表示燃烧热的热化学方程式的写法和有关燃烧热的简单计算。
5. 了解能源是人类生存和社会发展的重要基础,了解能源的充分利用及化学在解决能源危机中的重要作用。

学法导引

本讲的重点是反应热 ΔH 的含义、热化学方程式的书写、正误判断和简单计算。学法建议如下:

1. 通过探“因”(化学键的断裂和形成)——寻“果”(化学反应伴随着能量变化)——悟“图”(反应过程的能量变化示意图)——知“型”(反应类型和反应热分类)来理解化学反应中的能量变化。
2. 以“细”、“准”为原则和要求,辨析热化学方程式与化学方程式、燃烧热和中和热,从而把握热化学方程式的特有内涵和燃烧热、中和热的特定含义。

考点分类例析

考点1 反应热 焓变

核心总结

(1)任何化学反应在发生物质变化的同时都伴随着能量变化,能量变化通常表现为热量变化,即放出热量或吸收热量。可以表示为:

化学反应 $\xrightarrow{\text{伴随}}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{物质变化(旧键断裂、新键形成,原子的重新组合)} \\ \text{能量变化(主要表现为热量变化,即放出热量或吸收热量)} \end{array} \right.$

(2)化学反应中,当反应物和生成物具有相同温度时,所放出或吸收的热量称为化学反应的反应热。许多化学反应的反应热可以通过实验测得。

(3)焓(H)是与内能有关的物理量。焓变(ΔH)是指生成物与反应物的焓值差,它是恒压条件下化学反应的反应热,决定了某一化学反应吸收或放出热量的多少。焓变的符号是 ΔH ,单位常用 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (或 kJ/mol)。

【考题1】下列说法中正确的是()。

- A. 物质发生化学反应都伴随着能量变化 \checkmark
- B. 伴有能量变化的物质变化都是化学变化 \times
- C. 反应热是 1mol 物质参加反应时的能量变化
- D. 反应放热时 $\Delta H > 0$,反应吸热时 $\Delta H < 0$

【解析】物质发生化学反应时必然发生化学键的断裂和形成,因此都伴随着能量的变化,但伴有能量变化的物质变化不一定是化学变化,如物质发生状态变化(如水蒸气冷凝)、核变化(如原子核裂变)等也都伴随有能量变化,A 正确 B 错;反应热 ΔH 的单位是 kJ/mol ,但并不是表示 1mol 物质参加反应时放出或吸收的热量,C 错;在放(吸)热反应中,反应体系的能量降低(升高),因此规定其 ΔH 为

超级链接

难点突破

(1) ΔH 单位中 mol^{-1} 的含义

mol^{-1} 即“每摩尔”,不是指每摩尔反应物或生成物,而是指每摩尔反应。

如反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的 $\Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,是指每摩尔反应——“2mol $\text{H}_2(\text{g})$ 与 1mol $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 2mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ”的焓变为 571.6 kJ ,而 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的 $\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,也是指每摩尔反应——“1mol $\text{H}_2(\text{g})$ 与 $\frac{1}{2}\text{mol O}_2(\text{g})$ 反应生成 1mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ”的焓变为 285.8 kJ 。

因此, ΔH 的值与温度、压强等条件和物质的量、物质的状态等因素有关。同一条件下的同一化学反应,若化学计量数不同, ΔH 肯定不同;即使化学计量数相同,若反应物或生成物的状态不同, ΔH 也不同。

(2)化学反应有能量变化的微观解释

化学反应的过程就是旧化学键断裂和新化学键形成的过程。旧化学键断裂需要吸收能量,新化学键形成会放出能量,由于吸收和放出的能量不同,必然导致化学反应

“-”(“+”),即放热时 $\Delta H < 0$,吸热时 $\Delta H > 0$,D错。

【答案】 A

● 方法视窗

物质发生化学变化则一定伴随能量变化,但有能量变化却不一定发生了化学变化。本题启示我们要正确理解化学反应的物质变化和能量变化两个方面的特征、反应热的含义和描述、 ΔH 的符号规定等。

【变式1-1】 下列说法中正确的是()。

- A. 化学变化一定伴随着颜色变化
- B. 颜色变化一定属于化学变化
- C. 在一个确定的化学反应中,反应物的总能量与生成物的总能量一定不同
- D. 任何化学反应都有反应热,在一定压强下,反应热是一个常数

考点2 放热反应和吸热反应

核 心 总 结

类型比较	放热反应	吸热反应
定义	放出热量的化学反应	吸收热量的化学反应
形成原因	反应物具有的总能量大于生成物具有的总能量	反应物具有的总能量小于生成物具有的总能量
与化学键强弱关系	生成物分子成键时释放出的总能量大于反应物分子键断裂时吸收的总能量	生成物分子成键时释放出的总能量小于反应物分子键断裂时吸收的总能量
焓变	$\Delta H < 0$	$\Delta H > 0$
图示		
能量变化	体系的能量降低	体系的能量升高
实例	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ $\Delta H = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = +131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

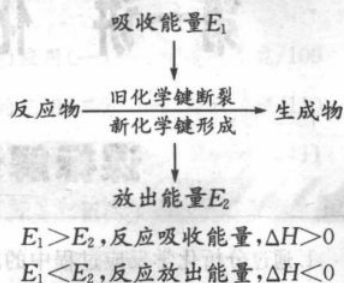
● 考题2 下列说法中正确的是()。

- A. 高温条件下进行的反应一定是吸热反应
- B. 所有氧化还原反应都是放热反应
- C. 反应物总能量低于生成物总能量的反应是吸热反应
- D. 当反应物总能量高于生成物总能量时,反应可能放热也可能吸热

【解析】 对化学反应中的能量变化可作微观分析:如果反应物具有的总能量小于生成物具有的总能量,则生成物中的化学键形成所释放的能量小于反应物中的化学键断裂所吸收的能量,该反应就为吸热反应, $\Delta H > 0$ 。反之则为放热反应, $\Delta H < 0$ 。因此,C项正确,D项错误。

在高温条件下进行的反应有吸热反应(如石灰石分解、碳和水蒸气反应),也有放热反应(如 N_2 与 H_2 合成 NH_3 , NH_3 的催化氧化, $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{800^\circ\text{C}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$);氧化还原反应有放热反应也有吸热反应(如 $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 为吸热反应, $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$ 为放热反应)。A、B项均不正确。

会吸收或放出能量,也就是说,化学键断裂和形成时所吸收和放出的能量差别是化学反应伴随能量变化的本质原因。化学反应与能量变化的关系可用图表示如下:



● 难点突破

放热反应可以看成是“储存”在物质内部的能量(化学能)转化为热能、电能、光能等被释放出来的过程,吸热反应可以看成是热能、电能、光能等转化为物质内部的能量(化学能)被“储存”起来的过程。

反应物的总能量大(小)于生成物的总能量、反应物中的键能之和小(大)于生成物中的键能之和、 $\Delta H < 0$ ($\Delta H > 0$)是放(吸)热反应的充分必要条件(数学概念)。

● 规律清单

(1)常见的放热反应

① 燃烧反应:如木炭、 H_2 、 CH_4 等在空气或氧气中燃烧, H_2 在 Cl_2 中燃烧。

② 酸碱中和反应:如 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 。

③ 大多数化合反应:如 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ (少数化合反应如 $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ 等是吸热反应),浓 H_2SO_4 稀释时放出大量的热是由于 H_2SO_4 与 H_2O 化合成水合硫酸分子($\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)。

④ 铝热反应:如 $8\text{Al} + 3\text{Fe}_3\text{O}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{Fe}$ 。

⑤ 金属与酸反应:如 $2\text{Al} + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。

(2)常见的吸热反应

① 大多数分解反应:如 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

② 水解反应:如 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ (水解反应是酸碱中和反应的逆反应)。

③ 其他反应:如 $\text{H}_2 + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 。

【答案】 C

● 方法视窗

化学反应是放热反应还是吸热反应,是由反应物和生成物所具有的能量决定的,是由键的形成和键的断裂的能量变化所决定的,而与反应条件(如点燃、加热、高温、光照等)和反应类型没有直接的因果关系。在常温或高温条件下进行的反应、化合反应或分解反应、氧化还原反应或离子反应等都可能是放热反应或吸热反应,如 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ (常温进行,吸热反应)等。不过,可以肯定的是,燃烧反应、酸碱中和反应都是放热反应。

【变式 2-1】 下列反应中,属于氧化还原反应且 $\Delta H > 0$ 的是()。

- A. 铝片与稀盐酸的反应
- B. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 晶体反应
- C. 灼热的碳与 CO_2 反应
- D. 甲烷在氧气中燃烧

考点 3 热化学方程式的含义和书写

核 心 总 结

(1)概念:能表示参加反应物质的量和反应热之间关系的化学方程式,叫做热化学方程式。热化学方程式是一种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的重要而特殊的化学用语。

(2)书写原则和要求

①必须在化学方程式的右边标明反应热 ΔH 的符号、数值和单位(ΔH 与最后一种生成物之间留一空格)。

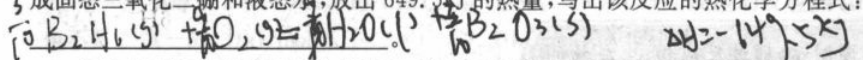
② ΔH 与测定条件(温度、压强等)有关,因此书写热化学方程式时应注明 ΔH 的测定条件。绝大多数 ΔH 是在 25°C 、 101kPa 下测定的,此时可不注明温度和压强,若不注明温度和压强,则表示 ΔH 是 25°C 、 101kPa 条件下的数据。

③反应热与物质的聚集状态有关,因此必须注明物质的聚集状态(s, l, g),溶液中的溶质标明“aq”,化学式相同的同素异形体除标明状态外还需标明其名称[如 C(s, 金刚石)]。热化学方程式中不标示“ \uparrow ”和“ \downarrow ”。

④热化学方程式中的化学计量数仅表示物质的量,并不表示物质的分子数或原子数。因此化学计量数可以是整数,也可以是分数。

⑤ ΔH 是一个宏观量,它与反应物的物质的量成正比,所以方程式中的化学计量数必须与 ΔH 相对应,如果化学计量数加倍,则 ΔH 也随之加倍,当反应方向变化时, ΔH 也随之变号。

● 考题 3-1 (1)已知 0.3mol 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 649.5kJ 的热量,写出该反应的热化学方程式:

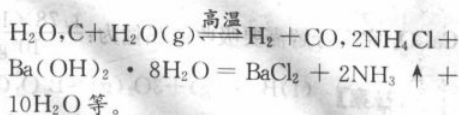


(2)已知将 1t 碳酸钙完全煅烧生成生石灰需要吸收 $1.78 \times 10^6\text{kJ}$ 的热量,写出该反应的热化学方程式:

【解析】 已知反应物的质量或物质的量以及放出或吸收的热量,要写出热化学方程式,关键是要计算出与方程式中的化学计量数相对应的 ΔH 。

(1)中 B_2H_6 燃烧的化学方程式为: $\text{B}_2\text{H}_6 + 3\text{O}_2 = \text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 1mol B_2H_6 完全燃烧放出的热量为: $\frac{649.5\text{kJ}}{0.3\text{mol}} \times 1\text{mol} = 2165\text{kJ}$ 。

(2)中 CaCO_3 分解的化学方程式为: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$, 1mol (即 100g)



(3)溶解过程中的热量变化

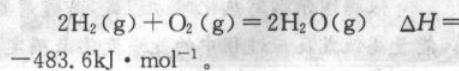
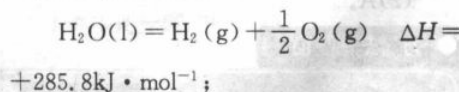
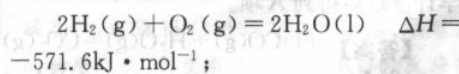
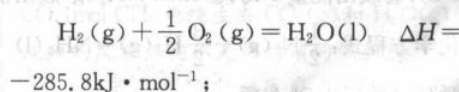
物质的溶解过程也都伴随着能量的变化。需要熟记的实例有: NaOH 固体(苛性钠)溶于水明显放热,硝酸铵(NH_4NO_3)晶体溶于水明显吸热,食盐溶于水时热量变化不明显等。

● 难点突破

(1)热化学方程式与普通化学方程式的区别

	普通化学方程式	热化学方程式
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
状态	不要求注明	必须在化学式后注明
ΔH 的正负号及单位	无	必须注明
意义	表明了化学反应中的物质变化	表明了化学反应中的物质变化和能量变化

(2)对于反应物和生成物都相同的化学反应,如果测定条件不同,或反应物、生成物的聚集状态不同,或物质的化学计量数不同,那么反应的 ΔH 都不相同。例如:



● 防错档案

(1)书写热化学方程式的易错点

①漏写反应方程式中各物质的聚集状态。

②混淆 ΔH 的符号“+”、“-”与反应吸

CaCO₃ 完全分解需要吸收的热量为: $\frac{1.78 \times 10^6 \text{ kJ}}{10^6 \text{ g}} \times 100 \text{ g} = 178 \text{ kJ}$ 。

【答案】 (1) $\text{B}_2\text{H}_6(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = \text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -2165 \text{ kJ/mol}$ 。
(2) $\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +178 \text{ kJ/mol}$ 。

● 方法视窗

书写热化学方程式要特别注意对题给放(吸)热数据加以换算,以使 ΔH 与方程式中的化学计量数相对应。

● 考题 3-2 (1) 根据图 1-1 写出相关反应的热化学方程式: _____。

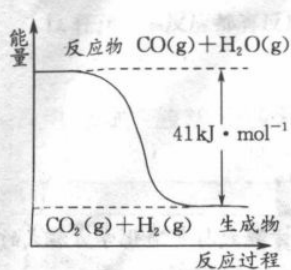


图 1-1

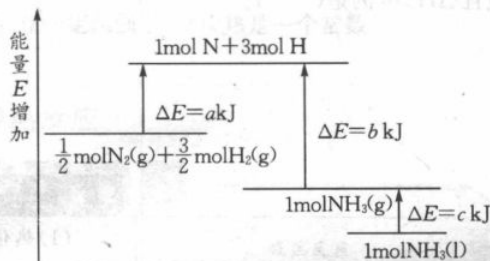


图 1-2

(2) (2008, 重庆高考) 化学反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ 的能量变化如图 1-2 所示, 该反应的热化学方程式是()。

- A. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{l}) \quad \Delta H = 2(a-b-c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = 2(b-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $\frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{l}) \quad \Delta H = (b+c-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. $\frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = (a+b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【解析】 (1) 图 1-1 反映了反应物和生成物的能量关系, 由图可知, 反应物是 CO、H₂O, 生成物是 CO₂、H₂, 反应物的能量高于生成物的能量, 是放热反应, $\Delta H < 0$, 即 $\Delta H = -41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 图 1-2 反映了由反应物到生成物所经历的反应过程和能量变化。起点为 $\frac{1}{2} \text{ mol N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{ mol H}_2(\text{g})$, 终点为 $1 \text{ mol NH}_3(\text{l})$ 。变化三阶段为: ①吸收能量 $a \text{ kJ}$; ②放出能量 $b \text{ kJ}$; ③ $1 \text{ mol NH}_3(\text{g})$ 放出能量 $c \text{ kJ}$ 到 $1 \text{ mol NH}_3(\text{l})$ 。故可得热化学方程式: $\frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{l}) \quad \Delta H = (a-b-c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 扩大化学计量数后得到 A 项。

【答案】 (1) $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
(2) A。

● 方法视窗

依据图示书写热化学方程式, 关键是要读懂图示, 通过反应物、生成物的能量高低或反应过程中的能量变化来确定反应的 ΔH 。

【变式 3-1】 (1) 将硫黄或经过粉碎的黄铁矿分别放在专门设计的燃烧炉中燃烧, 是工业生产硫酸的第一步反应。已知 1 mol 固体硫、 12 g FeS_2 分别完全燃烧所释放的热量为 297 kJ 、 85.3 kJ , 试写出这两个反应的热化学方程式。

(2) 煤的气化是提高煤的燃烧效率的重要途径。已知 12 g 碳与水蒸气反应生成 $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$, 吸收 131.5 kJ 的热量, 写出该反应的热化学方程式。(反应均是在 25°C 、 101 kPa 条件下测量的)

热、放热的对应关系。

③ ΔH 的值与各物质化学计量数不成正比。

④ ΔH 后不带单位或单位写错。

⑤ 在方程式中等号或箭头上书写“点燃”、“ Δ ”、“高温”、“催化剂”等反应条件, 在气体生成物旁边标示“ \uparrow ”, 在难溶生成物旁边标示“ \downarrow ”。

(2) 热化学方程式中 ΔH 的符号、数值、单位都必须正确无误。另外, 虽然热化学方程式中的化学计量数可以为分数, 但也不宜将所有物质的化学计量数均表示为分数 [如 $\frac{3}{10} \text{B}_2\text{H}_6(\text{g}) + \frac{9}{10} \text{O}_2(\text{g}) = \frac{3}{10} \text{B}_2\text{O}_3(\text{s}) + \frac{9}{10} \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -649.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$]。

● 难点突破

对考题 3-2 第(2)题也可以这样分析: 先分三步写出以下 3 个式子:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) &= \text{N}(\text{g}) + 3\text{H}(\text{g}) & \Delta H &= a \text{ kJ/mol} \\ \text{N}(\text{g}) + 3\text{H}(\text{g}) &= \text{NH}_3(\text{g}) & \Delta H &= -b \text{ kJ/mol} \\ \text{NH}_3(\text{g}) &= \text{NH}_3(\text{l}) & \Delta H &= -c \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

将三式相加可得:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) &= \text{NH}_3(\text{l}) \\ \Delta H &= (a-b-c) \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

则有:

$$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{l}) \quad \Delta H = 2(a-b-c) \text{ kJ/mol}$$

注意: 状态相同时, 化学计量数扩大一倍, 则 ΔH 也扩大一倍。

(3)分析图 1-3 的能量变化示意图,判断下列热化学方程式正确的是()。

- A. $2A(g)+B(g)=2C(g) \quad \Delta H=a(a>0)$
- B. $2A(g)+B(g)=2C(g) \quad \Delta H=a(a<0)$
- C. $2A+B=2C \quad \Delta H=a(a<0)$
- D. $2C=2A+B \quad \Delta H=a(a>0)$

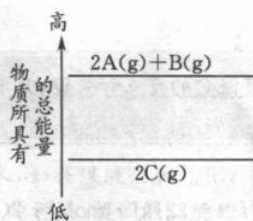


图 1-3

考点 4 燃烧热和中和热

核心总结 燃烧热和中和热的比较

	燃烧热	中和热
定义	在 25℃、101kPa 时, 1mol 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	在稀溶液中, 强酸跟强碱发生中和反应生成 1mol H ₂ O 时放出的热量叫做中和热
单位及符号	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta H < 0$	$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta H < 0$
标准	限定可燃物为 1mol	限定生成物 H ₂ O(l) 为 1mol
不同点	物质要完全燃烧生成稳定化合物; 不同的反应物, 燃烧热不同	强酸与强碱在稀溶液中反应时, 1mol H ⁺ 和 1mol OH ⁻ 生成 1mol H ₂ O 都放出 57.3kJ 热量, 不同反应物的中和热大致相同
热化学方程式举例	$\text{CO}(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g)$ $\Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{NaOH}(aq) + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4(aq) = \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{SO}_4(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$ $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

● 考题 4 (2008, 四川高考) 下列关于热化学反应的描述中正确的是()。

- A. HCl 和 NaOH 反应的中和热 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$, 则 H_2SO_4 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应的中和热 $\Delta H = 2 \times (-57.3) \text{ kJ/mol}$
- B. $\text{CO}(g)$ 的燃烧热是 283.0 kJ/mol , 则 $2\text{CO}_2(g) = 2\text{CO}(g) + \text{O}_2(g)$ 反应的 $\Delta H = +2 \times 283.0 \text{ kJ/mol}$
- C. 需要加热才能发生的反应一定是吸热反应
- D. 1mol 甲烷燃烧生成气态水和二氧化碳所放出的热量是甲烷的燃烧热

【解析】 本题通过燃烧热、中和热、吸热反应、放热反应等概念发散地考查了对热化学反应的认识。

在 H_2SO_4 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 稀溶液的反应中, 除 $2\text{mol H}^+(\text{aq})$ 与 $2\text{mol OH}^-(\text{aq})$ 反应放出 $2 \times 57.3 \text{ kJ}$ 的热量以外, $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ 与 $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 反应生成微溶物 $\text{CaSO}_4(\text{s})$ 也会放出热量。因此对 A 项应作两点分析: 一是中和热是以生成 1mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 为标准, 中和热不等于 $2 \times (-57.3) \text{ kJ/mol}$; 二是 H_2SO_4 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应的反应热 ΔH 也不是 $2 \times (-57.3) \text{ kJ/mol}$ [$\Delta H < 2 \times (-57.3) \text{ kJ/mol}$], A 项错误。

由 $\text{CO}(g)$ 的燃烧热是 283.0 kJ/mol 可知 $\text{CO}(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) = \text{CO}_2(g) \quad \Delta H = -283.0 \text{ kJ/mol}$, 故 $2\text{CO}_2(g) = 2\text{CO}(g) + \text{O}_2(g) \quad \Delta H = +2 \times 283.0 \text{ kJ/mol}$, B 项是正确的。

有些反应需加热才能发生, 但却是放热反应。例如燃料的燃烧需点燃引发, H_2 与 $\text{I}_2(g)$ 的反应需要持续加热等; 甲烷的燃烧热应是指 1mol $\text{CH}_4(g)$ 完全燃烧生成液态水和二氧化碳所放出的热量, 所以 C、D 项均不正确。

【答案】 B

● 难点突破

理解燃烧热和中和热的概念应注意以下几点:

(1) 燃烧热和中和热都是限制性很强的概念。燃烧热的限制词有恒压(101kPa)、燃烧物的物质的量(1mol)、完全燃烧、稳定的氧化物等, 其中的“完全燃烧”是指物质中下列元素完全转变成对应的氧化物: $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$, $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$ 等。中和热的限制词有稀溶液、强酸和强碱、1mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 等, 57.3 kJ/mol 是特定条件下的中和热: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$ 。

(2) 中和热不包括溶解、电离以及生成除水外的其他物质(如 BaSO_4 沉淀)所伴随的热效应。

(3) 在书写燃烧反应和中和反应的热化学方程式时, 应以燃烧 1mol 物质或生成 1mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 为标准来配平其余物质的化学计量数(常出现分数)。

● 防错档案

(1) 2mol H_2 完全燃烧, 1mol C 燃烧生成 CO , 1mol CH_4 燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 等反应的反应热均不是该物质的燃烧热。

(2) 若在酸碱中和反应中, 有弱酸或弱碱参加, 或除 H_2O 外还有其他难溶、难电离的物质生成, 则生成 1mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时反应热 ΔH 都不是 -57.3 kJ/mol 。

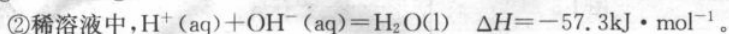
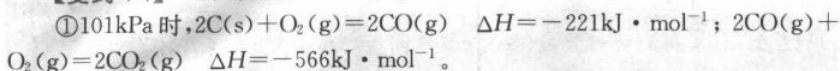
● 考点拓展

(1) 热值: 在 101kPa 时, 1g 物质完全燃烧的反应热叫做该物质的热值, 单位是 $\text{kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ 。如 H_2 完全燃烧的热化学方程式为 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 H_2 的燃烧热为 $-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, H_2 的热值为 $-142.9 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ (H_2 的热值很高), 燃烧热和热值都能反映燃料完全燃烧放出热量的大小, 是比较、评价及选择燃料的重要依据。

● 方法视窗

燃烧热和中和热概念中的限制词就是理解概念的重点和关键,只有准确地理解概念才能灵活地加以运用。

【变式 4-1】 已知反应:



下列结论正确的是()。

- A. 碳的燃烧热 $\Delta H = -110.5 kJ \cdot mol^{-1}$
- B. 一氧化碳的燃烧热 $\Delta H = -566 kJ \cdot mol^{-1}$
- C. 稀 H_2SO_4 与稀 $NaOH$ 溶液反应的中和热为 $-57.3 kJ \cdot mol^{-1}$
- D. 稀 CH_3COOH 与稀 $NaOH$ 溶液反应生成 1mol 水, 放出 57.3kJ 热量

考点 5 热化学方程式的正误判断

核 心 总 结

判断一个热化学方程式是否正确, 主要应从以下几个方面入手: ① 各物质的化学式是否正确, 方程式是否符合客观事实; ② 各物质的聚集状态是否注明; ③ 方程式是否配平; ④ 反应热 ΔH 是否与方程式中各物质的化学计量数相对应, 其符号和数值是否正确; ⑤ 对于依据燃烧热、中和热书写的热化学方程式, 还要看是否符合燃烧热、中和热的定义。

● 考题 5 (全国高考) 在 $25^\circ C$ 、101kPa 下, 1g 甲醇燃烧生成 CO_2 和液态水时放热 22.68kJ, 下列热化学方程式正确的是()。

- A. $CH_3OH(l) + \frac{3}{2} O_2(g) = CO_2(g) + 2H_2O(l) \quad \Delta H = +725.8 kJ \cdot mol^{-1}$
- B. $2CH_3OH(l) + 3O_2(g) = 2CO_2(g) + 4H_2O(l) \quad \Delta H = -1452 kJ \cdot mol^{-1}$
- C. $2CH_3OH(l) + 3O_2(g) = 2CO_2(g) + 4H_2O(l) \quad \Delta H = -725.8 kJ \cdot mol^{-1}$
- D. $2CH_3OH(l) + 3O_2(g) = 2CO_2(g) + 4H_2O(l) \quad \Delta H = +1452 kJ \cdot mol^{-1}$

【解析】 1g CH_3OH 完全燃烧放出 22.68kJ 热量, 则 1mol CH_3OH (32g) 放热 $32 \times 22.68 kJ \approx 725.8 kJ$, 2mol CH_3OH 放热 1452kJ。由 ΔH 的符号判断 A、D 项错误, 由 ΔH 的数值判断 C 项错误。

【答案】 B

● 方法视窗

热化学方程式正误判断中最常见的设错角度是物质的状态、 ΔH 的符号和数值。化学用语的设错角度也是判断其是否正确的主要依据。

【变式 5-1】 (2008, 海淀质检) 已知: 101kPa 时辛烷的燃烧热 $\Delta H = -5518 kJ \cdot mol^{-1}$, 强酸与强碱在稀溶液中发生反应时的中和热 $\Delta H = -57.3 kJ \cdot mol^{-1}$ 。则下列热化学方程式书写正确的是()。

- ① $C_8H_{18}(l) + \frac{25}{2} O_2(g) = 8CO_2(g) + 9H_2O(l) \quad \Delta H = +5518 kJ \cdot mol^{-1}$
 - ② $C_8H_{18}(l) + \frac{25}{2} O_2(g) = 8CO_2(g) + 9H_2O(l) \quad \Delta H = -5518 kJ \cdot mol^{-1}$
 - ③ $H^+ + OH^- = H_2O \quad \Delta H = -57.3 kJ \cdot mol^{-1}$
 - ④ $NaOH(aq) + \frac{1}{2} H_2SO_4(aq) = \frac{1}{2} Na_2SO_4(aq) + H_2O(l) \quad \Delta H = +57.3 kJ \cdot mol^{-1}$
- A. ①③ B. ②③ C. ②④ D. 只有②

(2) 有关燃烧热的计算: $Q(\text{放}) = n(\text{可燃物}) \times \Delta H_c$ 或 $Q(\text{放}) = m(\text{可燃物}) \times \Delta H_m$ 。

说明: $Q(\text{放})$ 为可燃物燃烧放出的热量, $n(\text{可燃物})$ 为可燃物的物质的量, ΔH_c 为可燃物的燃烧热, $m(\text{可燃物})$ 为可燃物的质量, ΔH_m 为可燃物的热值。

● 难点突破

书写一种化学用语和判断这种化学用语的正误是掌握这种化学用语相辅相成的两个重要方面。学习热化学方程式, 可以与离子方程式等其他化学用语相联系, 理解书写原则, 归纳判断依据, 熟悉设错角度, 加强变式练习, 从而熟练地掌握这一知识点。

● 考点拓展

热化学方程式中的 ΔH 可以广泛地与物质变化、化学键变化、电子转移等相联系。将阿伏加德罗常数与热化学方程式相融合, 能形成 N_A 及 ΔH 与物质结构等基本理论和元素化合物知识相渗透的联系面宽、发散面广的试题情景, 综合考查相关基础知识和迁移与分析能力。

例如: 以 N_A 代表阿伏加德罗常数, 则热化学方程式 $C_2H_2(g) + \frac{5}{2} O_2(g) = 2CO_2(g) + H_2O(l) \quad \Delta H = -1300 kJ \cdot mol^{-1}$ 表示:

- ① 有 $\underline{\hspace{1cm}}$ N_A 个电子转移时, 该反应放出 1300kJ 的热量;
- ② 有 $\underline{\hspace{1cm}}$ 个水分子生成且为液态时, 该反应放出 1300kJ 的热量;
- ③ 有 $\underline{\hspace{1cm}}$ 个碳氧共用电子对生成时, 该反应放出 1300kJ 的热量;
- ④ 有 $\underline{\hspace{1cm}}$ 个“ $C \equiv C$ ”键断裂时, 该反应放出 650kJ 的热量。

[答案分别为: 10、 N_A 、 $8N_A$ 、 $0.5N_A$]

考点6 能源及其充分利用

核心总结

- (1)化石燃料:包括煤、石油、天然气等,属非再生能源。
- (2)使用化石燃料有利有弊。必须通过清洁煤技术,如将煤液化和气化,以及实行烟气净化脱硫等,以大大减少燃煤对环境造成的污染,提高煤燃烧的热利用率。
- (3)新能源的开发
 - ①调整和优化能源结构。
 - ②最有希望的新能源是太阳能、燃料电池、风能、氢能、生物质能等。这些能源的特点是资源丰富,且有些可以再生,对环境没有污染或污染很小。
 - ③全社会、全人类都要注重节能减排,增强环境保护意识。

● 考题6 (2008,广东高考)下列有关能量转换的说法正确的是()。

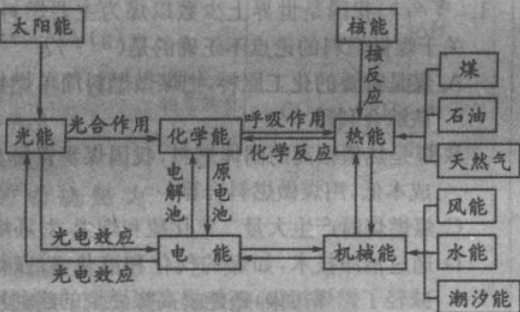
- A. 煤燃烧是化学能转化为热能的过程
- B. 化石燃料和植物燃料燃烧时放出的能量均来自于太阳能
- C. 动物体内葡萄糖被氧化成 CO_2 是热能转变成化学能的过程
- D. 植物通过光合作用将 CO_2 转化为葡萄糖是太阳能转变成热能的过程

【解析】煤燃烧是将化学能转化为热能的过程,化石燃料和植物燃料中的能量均来自太阳能;动物体内葡萄糖被氧化生成 CO_2 ,是将化学能转化为热能的过程;植物通过光合作用将 CO_2 转化为葡萄糖,是太阳能转化为化学能的过程。因此A、B项是正确的。

【答案】A、B

方法视窗

能量之间的相互转化关系可归纳如下:



【变式6-1】“绿色奥运”是举办第29届奥林匹克运动会的三大理念之一,北京市在改善空气质量方面付出了大量的努力,所取得的显著效果也受到国际奥委会和各国人士的高度评价。下述做法能改善空气质量的是()。

- A. 以煤等燃料作为主要生活燃料
- B. 利用太阳能、风能和氢能等能源替代化石能源
- C. 鼓励私人购买和使用汽车代替公交车
- D. 限制使用电动车

专题优化测训

学业水平测试

1. [考点6] (2008,广东理基)煤是一种重要的能源,燃烧时会生成 SO_2 。下列说法正确的是()。

- A. 煤是含硫化物
- B. 煤是一种可再生能源
- C. 水吸收 SO_2 的过程中只发生物理变化, SO_2 被云雾吸收后可转化为酸雨
- D. 发电厂的煤经脱硫处理,将煤转化为水煤气做燃料等做

考点拓展

(1)能源的分类

①按来源分类

来自太阳辐射的能量	太阳能、风能、水能、生物质能、海洋能以及煤、石油、天然气等化石能源
来自地球内部的能量	地热能、核能、火山、地震
来自天体引力的能量	潮汐能

②按形成分类

一次能源	常规能源	可再生能源	水能、风能、生物质能
	新能源	不可再生能源	煤、石油、天然气等化石能源
		可再生能源	太阳能、风能、地热能、氢能、潮汐能
	不可再生能源	核能	
二次能源	电能、焦炭、汽油、煤气、工业余热、酒精、蒸汽等		

(2)能量守恒定律

自然界一切物质都具有能量,能量有各种不同的形式,可以从一种形式转化为另一种形式,也可以从一个物体转移给另一个物体,而在转化和转移中能量的总量不变。这就是能量守恒定律,也称为热力学第一定律。

任何化学反应除遵循质量守恒外,同样也都遵循能量守恒。吸热、放热反应的实质就是能量守恒的体现。

法有利于环境保护

2. [考点6] (2008, 上海高考) 植物及其废弃物可制成乙醇燃料, 下列关于乙醇燃料的说法错误的是()。
- A. 它是一种可再生能源
B. 乙醇易燃烧, 污染小
C. 乙醇只能在实验室内做燃料
D. 粮食作物是制乙醇的重要原料
3. [考点1, 2] 下列说法正确的是()。
- A. 物质发生反应时放出的热量来源于对反应的加热
B. 化学反应除了生成新物质外, 还发生能量变化
C. 化学反应过程中放出或吸收热量, 会使反应体系的能量降低或升高, 其 ΔH 为“-”或“+”
D. 化学反应总是放出热量
4. [考点1, 2] 下列说法中正确的是()。
- A. 化学反应中的能量变化都表现为热量变化
B. 在高温条件下才能进行的反应都是吸热反应, 在常温下即可进行的反应都是放热反应
C. 由金刚石变为石墨是放热反应, 因此金刚石的能量比石墨高
D. 反应物的总能量高于生成物的总能量时, 发生吸热反应
5. [考点2] (上海高考) 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
6. [考点2] 下列各组物质中, 只用水作试剂即可鉴别的是()。
- A. H_2 、 O_2 、 N_2 三种无色气体
B. $NaCl$ 、 KNO_3 、 $NaOH$ 三种无色溶液
C. 食盐、苛性钠、硝酸铵三种固体
D. 硝酸钡、硫酸钠、硫酸钡三种固体
7. [考点4, 5] (2007, 重庆高考) $25^\circ C$ 、 $101 kPa$ 下, 碳、氢气、甲烷和葡萄糖的燃烧热 ΔH 依次是 $-393.5 kJ \cdot mol^{-1}$ 、 $-285.8 kJ \cdot mol^{-1}$ 、 $-890.3 kJ \cdot mol^{-1}$ 、 $-2800 kJ \cdot mol^{-1}$, 则下列热化学方程式正确的是()。
- A. $C(s) + \frac{1}{2} O_2(g) = CO(g) \quad \Delta H = -393.5 kJ \cdot mol^{-1}$
B. $2H_2(g) + O_2(g) = 2H_2O(g) \quad \Delta H = +571.6 kJ \cdot mol^{-1}$
C. $CH_4(g) + 2O_2(g) = CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad \Delta H = -890.3 kJ \cdot mol^{-1}$
D. $\frac{1}{2} C_6H_{12}O_6(s) + 3O_2(g) = 3CO_2(g) + 3H_2O(l) \quad \Delta H = -1400 kJ \cdot mol^{-1}$
8. [考点4] 下列热化学方程式中, ΔH 等于 $-57.3 kJ/mol$ 的是()。
- A. $\frac{1}{2} H_2SO_4(aq) + \frac{1}{2} Ba(OH)_2(aq) = \frac{1}{2} BaSO_4(s) + H_2O(l) \quad \Delta H_1$
B. $NaOH(aq) + HCl(aq) = NaCl(aq) + H_2O(l) \quad \Delta H_2$
C. $2NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) = Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l) \quad \Delta H_3$
D. $CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) = CH_3COONa(aq) +$

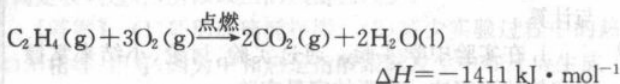
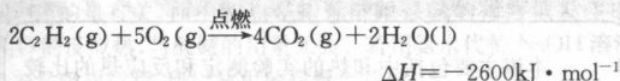
$H_2O(l) \quad \Delta H_4$

9. [考点3] (1) 氯的最高价氧化物为无色液体, $0.25 mol$ 该物质与一定量水混合得到一种稀溶液, 并放出 $Q kJ$ 的热量。写出该反应的热化学方程式: _____。
- (2) 黄铁矿的主要成分是 FeS_2 。若灼烧 $6g FeS_2$ 产生的 SO_2 全部转化为 SO_3 气体时放出 $9.83 kJ$ 热量, 产生的 SO_3 与水全部化合生成 H_2SO_4 放出 $13.03 kJ$ 热量。写出 SO_2 转化为 SO_3 气体和 SO_3 气体转化为 H_2SO_4 的热化学方程式: _____。
10. [考点3, 4] 已知:
- (1) $2H_2(g) + O_2(g) = 2H_2O(l) \quad \Delta H = -571.6 kJ \cdot mol^{-1}$,
(2) $C_3H_8(g) + 5O_2(g) = 3CO_2(g) + 4H_2O(l) \quad \Delta H = -2220 kJ \cdot mol^{-1}$,
(3) 葡萄糖的燃烧热 ΔH 是 $-2804 kJ \cdot mol^{-1}$ 。
- 回答下列问题:
- (1) 氢能的优点是 _____, 缺点是 _____。
- (2) $1 mol H_2$ 和 $2 mol C_3H_8$ 组成的混合气体完全燃烧释放的热量为 _____。
- (3) 现有 H_2 和 C_3H_8 的混合气体共 $5 mol$, 完全燃烧时放热 $3847 kJ$, 则在混合气体中 H_2 和 C_3H_8 的体积比约为 _____。
- (4) 当葡萄糖氧化生成 $1g$ 水时, 放出的热量约为 _____。

高考水平测试

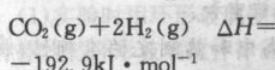
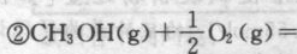
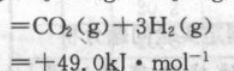
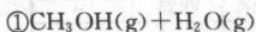
1. [考点6] 我国是世界上少数以煤为主要燃料的国家。下列关于煤做燃料的论点不正确的是()。
- A. 煤是重要的化工原料, 把煤做燃料简单燃烧掉太可惜, 应该综合利用
B. 煤是热值很高的固体燃料, 我国煤炭资源相对集中, 开采成本低, 用煤做燃料合算
C. 煤燃烧时产生大量二氧化硫和烟尘, 对环境污染严重
D. 通过洁净技术, 如煤的气化和液化, 以及烟气脱硫, 不仅减轻了燃煤污染, 还能提高煤燃烧的热利用率
2. [考点3] 燃烧 $a g$ 乙醇(液态)生成 CO_2 气体和液态 H_2O , 放出的热量为 $Q kJ$, 经测定 $a g$ 乙醇与足量金属钠反应能生成 H_2 $5.6 L$ (标准状况下), 则乙醇燃烧的热化学方程式是()。
- A. $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) = 2CO_2(g) + 3H_2O(l) \quad \Delta H = -Q kJ \cdot mol^{-1}$
B. $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) = 2CO_2(g) + 3H_2O(l) \quad \Delta H = -\frac{1}{2} Q kJ \cdot mol^{-1}$
C. $\frac{1}{2} C_2H_5OH(l) + \frac{3}{2} O_2(g) = CO_2(g) + \frac{3}{2} H_2O(l) \quad \Delta H = -Q kJ \cdot mol^{-1}$
D. $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) = 2CO_2(g) + 3H_2O(l) \quad \Delta H = -2Q kJ \cdot mol^{-1}$
3. [考点1, 3] (2008, 上海高考) 已知: $H_2(g) + F_2(g) = 2HF(g) \quad \Delta H = -270 kJ/mol$, 下列说法正确的是()。

- A. 2L 氟化氢气体分解成 1L 氢气与 1L 氟气吸收 270kJ 热量
 B. 1mol 氢气与 1mol 氟气反应生成 2mol 液态氟化氢放出的热量小于 270kJ
 C. 在相同条件下, 1mol 氢气与 1mol 氟气的能量总和大于 2mol 氟化氢气体的能量
 D. 1 个氢气分子与 1 个氟气分子反应生成 2 个氟化氢气体分子放出 270kJ 热量
4. [考点 3、4] 已知乙炔和乙烯燃烧的热化学方程式是:



又已知乙炔火焰的温度比乙烯火焰的温度高。下列说法错误的是()。

- A. 每摩尔烃完全燃烧时, 放热多的火焰温度也高
 B. 烃完全燃烧时, 火焰温度高低不仅仅取决于燃烧反应的反应热大小
 C. 相同条件下, 等体积乙炔和乙烯完全燃烧时, 乙炔放热稍小, 耗氧较少, 生成物的物质的量也较少
 D. 每摩尔乙烯完全燃烧生成气态产物时, 放热小于 1411 kJ
5. [考点 1、3、4、5] 甲醇质子交换膜燃料电池中将甲醇蒸气转化为氢气的两种反应原理是:



下列说法正确的是()。

- A. CH_3OH 的燃烧热为 $192.9\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. 反应①中的能量变化如图 1-4 所示
 C. CH_3OH 转变成 H_2 的过程一定要吸收能量
 D. 根据②推知反应 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H > -192.9\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

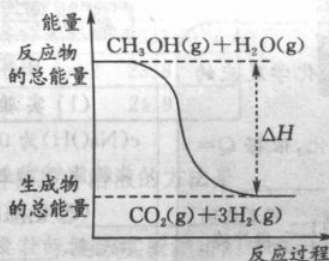


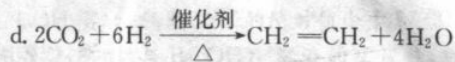
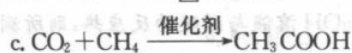
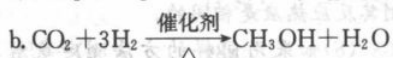
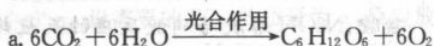
图 1-4

6. [考点 6] (2008, 江苏高考) “温室效应”是全球关注的环境问题之一。 CO_2 是目前大气中含量最高的一种温室气体。因此, 控制和治理 CO_2 是解决温室效应的有效途径。

(1) 下列措施中, 有利于降低大气中 CO_2 浓度的有 _____ (填字母)。

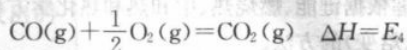
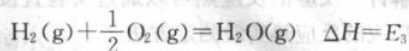
- a. 减少化石燃料的使用 b. 植树造林, 增大植被面积
 c. 采用节能技术 d. 利用太阳能、风能

(2) 将 CO_2 转化成有机物可有效实现碳循环。 CO_2 转化成有机物的例子很多, 如:



以上反应中, 最节能的是 _____, 原子利用率最高的是 _____。

7. [考点 1、2] 煤燃烧的反应热可通过以下两个途径来利用: ①利用煤在充足的空气中直接燃烧产生的反应热; ②先使煤与水蒸气反应得到氢气和一氧化碳, 然后使得到的氢气和一氧化碳在充足的空气中燃烧。这两个过程的热化学方程式为:



请回答:

- (1) 与途径①相比, 途径②有较多的优点, 即 _____。
 (2) 上述四个热化学方程式中 $\Delta H > 0$ 的是 _____。
 (3) 等质量的煤分别通过以上两个不同的途径产生的可利用的总能量关系正确的是 _____ (填序号)。
 A. ①比②多 B. ①比②少 C. ①与②在理论上相同
 (4) 根据能量守恒定律, E_1 、 E_2 、 E_3 、 E_4 之间的关系为 _____。

8. [考点 3] CO 、 CH_4 均为常见的可燃性气体。

- (1) 等体积的 CO 和 CH_4 在相同条件下分别完全燃烧, 转移的电子数之比是 _____。
 (2) 已知在 25°C 、 101kPa 时, CO 的燃烧热为 $-283\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。相同条件下, 若 2mol CH_4 完全燃烧生成液态水, 所放出的热量为 1mol CO 完全燃烧放出热量的 6.30 倍, 则 1mol CH_4 完全燃烧反应的热化学方程式是 _____。

9. [考点 3] 运送“神舟”飞船的火箭燃料除液态双氧水外, 还有另一种液态氮氢化合物。已知该化合物中氢元素的质量分数为 12.5%, 相对分子质量为 32, 结构分析发现该分子结构中只有单键。

- (1) 该氮氢化合物的电子式为 _____。
 (2) 已知原子数相同、电子总数相同的分子互称为等电子体, 则可以与该氮氢化合物互称为等电子体的是 _____。
 (3) 若 64g 该物质与液态双氧水恰好完全反应, 产生两种无毒又不污染环境的气态物质, 还放出 3000kJ 的热量。写出该反应的热化学方程式: _____。

10. [考点 3、4] (天津高考) 磷在氧气中燃烧, 可能生成两种固态氧化物。3.1g 单质磷(P)在 3.2g 氧气中燃烧, 至反应物耗尽, 放出 $x\text{kJ}$ 热量。

- (1) 通过计算确定反应产物的组成是 _____ (用化学式表示), 其相应的质量为 _____。
 (2) 已知单质磷的燃烧热为 $-y\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 1mol P 与 O_2 反应生成固态 P_2O_3 的反应热 $\Delta H =$ _____。
 (3) 写出 1mol P 与 O_2 反应生成固态 P_2O_3 的热化学方程式: _____。

第二讲 盖斯定律 反应热的测定、比较和计算

课标解读

1. 了解许多反应的反应热可以通过实验直接测得, 掌握中和反应的反应热实验测定方法。
2. 掌握依据键能、燃烧热、中和热和热化学方程式计算反应热(焓变)的方法。
3. 理解盖斯定律的含义, 能灵活运用盖斯定律比较和计算反应热、比较物质的稳定性。

学法导引

- 本讲主要包括中和热的实验测定和反应热的比较与计算。
1. 在实验中学实验。通过实验、讨论、小结来掌握中和热的测定这一重要的定量实验。
 2. 从例题中领悟方法、获得依据, 在练习中举一反三、巩固应用, 是学习比较和计算反应热 ΔH 的重要路径。

考点分类例析

考点1 中和反应反应热的测定

核心总结

(1) 实验目的: 测定强酸与强碱反应的反应热(中和热), 体验化学反应的热效应。

(2) 实验原理: 通过实验测定酸碱中和反应中溶液温度的变化, 依据 $Q = cm\Delta t$ 计算 Q 从而测定反应热(中和热)。

(3) 实验装置: 如图 2-1 所示。

(4) 实验步骤

- ① 按图 2-1 组装实验装置;
- ② 取 50mL 0.5mol/L 盐酸、50mL 0.55mol/L NaOH 溶液测量反应前酸、碱溶液的温度(t_1);
- ③ 酸、碱混合并测量混合溶液的最高温度(t_2);
- ④ 重复实验 2~4 次。

(5) 实验数据记录和处理

记录每次实验所测定的温度数据, 取三次测量所得数据的平均值作为计算依据。

生成 0.025mol H_2O 时, 放出的热量为:

$$Q = cm\Delta t = 4.18 \times 10^{-3} \text{ kJ}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C}) \times 100\text{g} \times (t_2 - t_1)^\circ\text{C} = 0.418(t_2 - t_1) \text{ kJ},$$

$$\text{故中和热为: } \Delta H = -\frac{0.418(t_2 - t_1)}{0.025} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$



图 2-1

● 考题 1 50mL 0.50mol/L 盐酸与 50mL 0.55mol/L NaOH 溶液在如图 2-2 所示的装置中进行中和反应。回答下列问题:

- (1) 从实验装置上看, 图中尚缺少的一种玻璃用品是_____。
- (2) 烧杯间填满碎纸条的作用是_____。
- (3) 大烧杯上如不盖硬纸板, 测得的中和热的数值_____ (填“偏大”、“偏小”或“无影响”)。



图 2-2

超级链接

● 难点突破

中和热测定实验问题分析

(1) 实验中使碱液稍稍过量[如使 $c(\text{NaOH})$ 为 0.55mol/L] 的目的是为了保证盐酸能够完全被中和。

(2) 要提高中和热测定的准确性, 实验操作时动作要快, 隔热和保温效果要尽可能好, 以尽量减少热量的散失。

(3) 温度在反应热的测定中是最重要的参数, 在测量温度时读数要准确, 要读取并记录温度的最高值。

(4) 在中学化学实验中, 环形玻璃搅拌棒仅在反应热的测定这一实验中出现和使用。

(5) 对于定量实验, 均需重复实验, 取 2~3 次实验数据的平均值。

(6) 对于定量实验, 均存在实验误差, 需要对误差进行分析。本实验由于仪器的保温、隔热效果和操作方面的原因, 产生的误差导致的结果一般是 $\Delta H > -57.3 \text{ kJ/mol}$ (即生成 1mol H_2O 所放出的热量小于 57.3kJ)。

(7) 如果用同样的方法测 KOH 溶液与盐酸、NaOH 溶液与硝酸反应的反应热, 预测其反应热应是相同的。

(8) 如果用同样的方法测定氨水与盐酸、NaOH 溶液与醋酸的反应热, 则所测 ΔH

(4) 实验中改用 55mL 0.50mol·L⁻¹ 盐酸跟 55mL 0.55mol·L⁻¹ NaOH 溶液进行反应,与上述实验相比,所放出的热量_____ (填“相等”或“不相等”),所测反应热(中和热)_____ (填“相等”或“不相等”),简述理由:_____。

(5) 用相同浓度和体积的氨水代替 NaOH 溶液进行上述实验,测得的中和热的数值会_____ (填“不变”、“变大”或“变小”)。

【解析】 在实验室用简易量热计测定中和热的装置中,碎纸条、硬纸板等都是为了起到隔热、保温、减少热量散失的作用。中和反应放出的热量跟生成 H₂O 的物质的量有关,而中和热是指强酸跟强碱的稀溶液发生中和反应生成 1mol H₂O 的反应热,与酸碱的用量无关。若用氨水代替 NaOH 溶液,由于 NH₃·H₂O 电离是吸热过程,所以放出的热量会减少。

【答案】 (1) 环形玻璃搅拌棒。(2) 减少实验过程中的热量散失。(3) 偏小。(4) 不相等;相等;因为中和热是指酸跟碱发生中和反应生成 1mol H₂O 所放出的热量,与酸碱的用量无关。(5) 变小。

● 方法视窗

中和反应的反应热的测定是中学化学中一个重要的定量实验,和其他定量实验(如配制一定物质的量浓度的溶液)一样,专用仪器(环形玻璃搅拌棒)、实验原理和步骤、数据处理和误差讨论是其主要内容。

【变式 1-1】 某同学在实验室用 50mL 0.50mol/L 盐酸、50mL 0.55mol/L NaOH 溶液按如图 2-3 所示装置进行测定中和热的实验,得到表中的数据:

实验次数	起始温度 t ₁ /°C		终止温度 t ₂ /°C
	盐酸	NaOH 溶液	
1	20.2	20.3	23.7
2	20.3	20.5	23.8
3	21.5	21.6	24.9



图 2-3

试回答下列问题:

(1) 实验时用环形玻璃搅拌棒搅拌溶液的方法是_____,不能用铜丝搅拌棒代替环形玻璃搅拌棒的理由是_____。

(2) 经数据处理, t₂ - t₁ = _____, 则该实验测得的中和热 ΔH = _____ [盐酸和 NaOH 溶液的密度按 1g/cm³ 计算, 反应后混合溶液的比热容(c)按 4.18J/(g·°C) 计算]。

(3) (2) 中的 ΔH _____ -57.3kJ/mol (填“>”、“<”或“=”), 其可能的原因是_____。

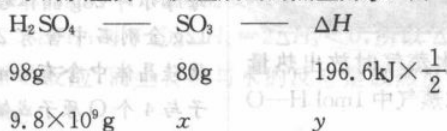
考点 2 依据热化学方程式计算反应热

核 心 总 结

热化学方程式中 ΔH 与各物质的物质的量(质量、体积等)对应成比例, 已知热化学方程式, 便可计算一定量的反应物发生反应所放出的热量或放出一定量的热量时消耗或生成的物质的质量、体积和物质的量。

● 考题 2 (2007, 宁夏高考) 已知: 2SO₂(g) + O₂(g) = 2SO₃(g) ΔH = -196.6kJ·mol⁻¹, 计算每生产 1 万吨 98% 的硫酸所需要的 SO₃ 质量和由 SO₂ 生产这些 SO₃ 所放出的热量。

【解析】 1 万吨 98% 的硫酸所含 H₂SO₄ 的质量为: 10⁴ × 10⁶g × 98% = 9.8 × 10⁹g。设需要的 SO₃ 的质量为 x, 反应放出的热量为 y。由



● 难点突破

依据热化学方程式计算反应热的依据是: 反应放出的热量与各种反应物、生成物的质量, 物质的量, 体积以及其差量成比例。

与根据化学方程式的计算一样, 计算反应热也是以物质的量为计量核心, 常用的方法有关系式法、差量法、守恒法、方程组法等。在列比例式时, 一定要做到两个量的单位“上下一致, 左右相当”。

$$\text{可得: } x = \frac{9.8 \times 10^9 \text{ g} \times 80 \text{ g}}{98 \text{ g}} = 8.0 \times 10^9 \text{ g} = 8.0 \times 10^3 \text{ t},$$

$$y = \frac{9.8 \times 10^9 \text{ g} \times 98.3 \text{ kJ}}{98 \text{ g}} = 9.83 \times 10^9 \text{ kJ}.$$

● 方法视窗

依据化学方程式计算反应热,就是把 ΔH 作为化学方程式的一个延伸项,依据反应物或生成物的物质的量、质量或体积与 ΔH 的比例关系去分析、计算。

【变式 2-1】 已知:1.00g CH_4 完全燃烧生成液态水和 CO_2 放出 59.6kJ 热量, C_2H_2 的燃烧热 $\Delta H = -1298.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。试计算 CH_4 的燃烧热和 1kg C_2H_2 在 O_2 中完全燃烧(生成液态水和 CO_2)所放出的热量。

考点 3 依据键能计算反应热

核 心 总 结

反应热(焓变)等于反应物中的键能总和与生成物中的键能总和的差: $\Delta H = \sum E_{\text{反应物}} - \sum E_{\text{生成物}}$ (E 表示键能)。如反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ 的焓变为: $\Delta H = E(\text{H}-\text{H}) + E(\text{Cl}-\text{Cl}) - 2E(\text{H}-\text{Cl})$ 。

● 考题 3 (2008,海南高考)白磷与氧可发生如下反应: $\text{P}_4 + 5\text{O}_2 = \text{P}_4\text{O}_{10}$ 。已知断裂下列化学键需要吸收的能量分别为: $\text{P}-\text{P} a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $\text{P}-\text{O} b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $\text{P}=\text{O} c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $\text{O}=\text{O} d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

根据图 2-4 所示的分子结构和有关数据估算该反应的 ΔH ,其中正确的是 ()。

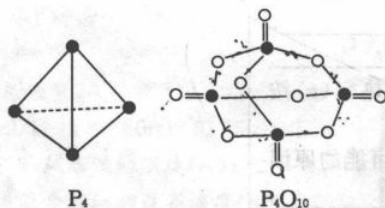


图 2-4

- A. $(6a+5d-4c-12b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $(4c+12b-6a-5d) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $(4c+12b-4a-5d) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $(4a+5d-4c-12b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【解析】 化学反应的实质是旧键断裂、新键形成,其中旧化学键断裂要吸收能量,新化学键形成会释放能量,反应方程式 $\text{P}_4 + 5\text{O}_2 = \text{P}_4\text{O}_{10}$ 中有 6mol $\text{P}-\text{P}$ 键和 5mol $\text{O}=\text{O}$ 键断裂,同时生成 4mol $\text{P}=\text{O}$ 键和 12mol $\text{P}-\text{O}$ 键,因此, $\Delta H = (6a+5d-4c-12b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【答案】 A

● 方法视窗

反应热 ΔH 等于反应物中的键能总和减去生成物中的键能总和,切不可错算为生成物中的键能总和减去反应物中的键能总和。在 ΔH 的计算中请理解并记住:凡是吸收热量(如断掉反应物中的化学键)均记为“+”,凡是放出热量(如形成生成物中的化学键)均记为“-”。

【变式 3-1】 (重庆高考)已知 1g 氢气完全燃烧生成水蒸气时放出热量 121kJ,且氧气中 1mol $\text{O}=\text{O}$ 键完全断裂时吸收热量 496kJ,水蒸气中 1mol $\text{H}-\text{O}$

● 难点突破

ΔH 与键能的关系

以 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ 为例,可通过图 2-5 从微观角度解释反应过程中的能量变化,诠释 ΔH 与键能的关系。

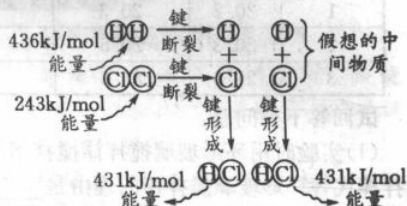


图 2-5

化学键断裂时需要吸收能量,吸收的总能量为: $436 \text{ kJ} + 243 \text{ kJ} = 679 \text{ kJ}$ 。

化学键形成时需要释放能量,释放的总能量为: $431 \text{ kJ} + 431 \text{ kJ} = 862 \text{ kJ}$ 。

反应热的计算: $\Delta H = 679 \text{ kJ/mol} - 862 \text{ kJ/mol} = -183 \text{ kJ/mol}$,即 $\Delta H = \sum E_{\text{反应物}} - \sum E_{\text{生成物}}$ (反应物的键能总和减去生成物的键能总和)。

● 防错档案

由键能计算反应热,必须清楚物质的结构即物质中所含化学键的类别及数目。如 1mol P_4 中含有 6mol $\text{P}-\text{P}$ 键;晶体硅中每个 Si 原子与相邻的 4 个 Si 原子形成共价键而每个 $\text{Si}-\text{Si}$ 键为 2 个 Si 原子所共有,所以每摩尔即 28g 晶体硅中含有 2mol $\text{Si}-\text{Si}$ 键;12g 金刚石中含有 2mol $\text{C}-\text{C}$ 键;60g 二氧化硅晶体中含有 4mol $\text{Si}-\text{O}$ 键(每个 Si 原子与 4 个 O 原子成键,每个 O 原子与 2 个 Si