



新精活实展平台 翱翔高飞圆梦想

高考领航

高效课堂学案

■ 主编 李成民

GKLNH

化学
选修4

成绩怎么提高?



电子科技大学出版社

梦想 **倾情巨献** Mengxiang

高考领航 为梦想助推力量



希望从这里开始.....

HOPE TO START HERE

一书在手 全程无忧

在高中三年里，酸甜苦辣样样俱全，悲笑泣乐时时存在，语音袅袅，意犹未尽。高考领航愿用不断超越的执著信念，陪伴您走过这段非凡旅程，圆满您的大学梦想，成就您的人生辉煌！

品质是高考领航的座右铭，创新是高考领航的恒动力。专家名师编写，打造出扛鼎中国教辅书业的力作，为复习备考注入无穷动力。可编辑教学课件光盘；一课一练，活页课时作业；模拟考试应试体验，单元质量评估；解疑释惑，详解答案……一项项凝聚着高考领航殚精竭虑的智慧，见证了高考领航永无止境的突破，更为您的逐梦之旅带来无限精彩与感动。

图书在版编目 (CIP) 数据

高考领航. 化学. 4, 化学反应原理 : 选修 / 李成民主编. — 成都 : 电子科技大学出版社, 2012.6
ISBN 978-7-5647-1210-5

I. ①高… II. ①李… III. ①中学化学课—高中—升学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第133384号

高考领航 化学 选修4

李成民主编

出 版 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦 邮编: 610051)
策划编辑 岳 慧
责任编辑 岳 慧
主 页 www.uestcp.com.cn
电子邮件 uestcp@uestcp.com.cn
发 行 新华书店经销
印 刷 山东梁山印刷公司
成品尺寸 210mm×297mm 印张 5.25 字数 223千字
版 次 2012年6月第一版
印 次 2012年6月第一次印刷
书 号 ISBN 978-7-5647-1210-5
定 价 33.80元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本书如有破损、缺页、装订错误、请与我社联系。



让学习与快乐相伴!
伴您轻松步入求知之旅……

CONTENTS 目录

第一章 化学反应与能量	(1)
第1节 化学反应与能量的变化	(1)
第1课时 化学反应与能量变化	(1)
第2课时 热化学方程式 中和热的测定	(3)
第2节 燃烧热 能源	(7)
第3节 化学反应热的计算	(9)
单元知识整合	(12)
第二章 化学反应速率和化学平衡	(15)
第1节 化学反应速率	(15)
第2节 影响化学反应速率的因素	(18)
第3节 化学平衡	(22)
第1课时 化学平衡状态	(22)
第2课时 等效平衡 化学平衡的图象	(27)
第3课时 化学平衡常数 化学平衡的有关计算	(30)
第4节 化学反应进行的方向	(33)
单元知识整合	(36)
第三章 水溶液中的离子平衡	(39)
第1节 弱电解质的电离	(39)
第1课时 强弱电解质	(39)
第2节 水的电离和溶液的酸碱性	(43)
第1课时 水的电离和溶液的酸碱性	(43)
第2课时 溶液中pH值的计算	(46)
第3课时 pH的应用	(48)
第3节 盐类的水解	(52)
第1课时 盐类的水解	(52)
第2课时 影响盐类水解的因素和盐类水解的应用	(55)
第4节 难溶电解质的溶解平衡	(58)
单元知识整合	(61)
第四章 电化学基础	(64)
第1节 原电池	(64)
第2节 化学电源	(67)
第3节 电解池	(70)
第1课时 电解原理	(71)
第2课时 电解原理的应用	(74)
第4节 金属的电化学腐蚀与防护	(77)
单元知识整合	(80)

第一章



化学反应与能量

第1节 化学反应与能量的变化

学习目标定位

课标要求	1. 了解反应热和焓变的含义,能从键能的角度理解化学反应中的能量变化。 2. 理解吸热反应和放热反应的实质。 3. 掌握热化学方程式的书写,并能进行有关热化学方程式的简单计算。
重点	1. 理解吸热反应、放热反应的实质。 2. 热化学方程式的书写。
难点	热化学方程式的书写及应用。

第1课时 化学反应与能量变化

课 前 自 学 导 引

焓变 反应热

1. 焓变

(1) 焓(H)是与内能有关的_____。

(2) 焓变是_____与_____的焓值差,符号为_____,常用单位为:_____或_____,_____条件下的反应热等于焓变。

2. 化学反应过程中能量变化的原因

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,需要克服原子间的相互作用,这需要_____能量;当原子重新结合成生成物分子,即新化学键_____时,又要_____能量。

3. ΔH 与吸热反应、放热反应的关系

(1) 当 ΔH 为_____或 ΔH _____0时,为放热反应,反应体系能量_____。

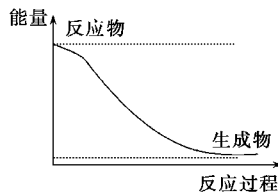
(2) 当 ΔH 为_____或 ΔH _____0时,为吸热反应,反应体系能量_____。如:

1 mol C和1 mol $H_2O(g)$ 反应生成1 mol CO和1 mol H_2 ,需吸收131.5 kJ的热量,则该反应的反应热 ΔH = _____。

【自学效果诊断】

- 吸热反应一定是 ()
 - 释放能量
 - 储存能量
 - 反应物的总能量等于生成物的总能量
 - 反应物的总能量高于生成物的总能量
- 下列过程一定释放出能量的是 ()
 - 化合反应
 - 分解反应
 - 分子拆成原子
 - 原子组成分子

3. (2010年如东中学高二检测)下列变化为放热的化学反应的是 ()



- $H_2O(g) \longrightarrow H_2O(l)$
 $\Delta H = -44.0 \text{ kJ/mol}$
- $2HI(g) \longrightarrow H_2(g) + I_2(g)$
 $\Delta H = +14.9 \text{ kJ/mol}$
- 形成化学键时共放出能量862 kJ的化学反应
- 能量变化如图所示的化学反应

知 识 疑 难 精 讲

知识点一 吸热反应与放热反应

1. 放热反应和吸热反应的比较

类型比较	放热反应	吸热反应
定义	有热量放出的化学反应	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

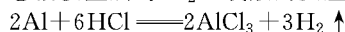
图示		
表示方法	$\Delta H < 0$	$\Delta H > 0$
与化学键强弱的关系	生成物分子成键时释放出的总能量大于反应物分子断键时吸收的总能量	生成物分子成键时释放出的总能量小于反应物分子断键时吸收的总能量

【特别提示】 物质所具有的能量(内能)越高,该物质的键能越小,该物质越不稳定!

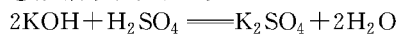
2. 常见的吸热反应和放热反应

(1) 常见的放热反应有:

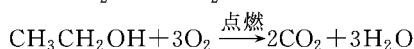
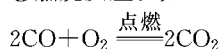
① 活泼金属与 H_2O 或酸的反应。如



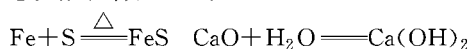
② 酸碱中和反应。如



③ 燃烧反应。如

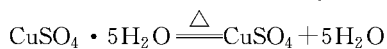


④ 多数化合反应。如



(2) 常见的吸热反应有:

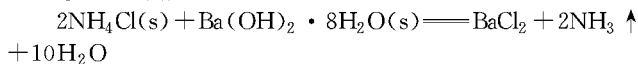
① 多数的分解反应,如 $CaCO_3 \xrightarrow{\text{高温}} CaO + CO_2 \uparrow$



② 生成水煤气: $C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$

③ $CO_2 + C \xrightarrow{\Delta} 2CO$

④ 铵盐与碱的反应:



3. 反应条件与吸热放热的关系

需加热的反应不一定是吸热反应,如物质的燃烧一般需要加热来引发反应的进行,但属于放热反应,只有那些需持续加热的反应才是吸热反应,而那些只是通过加热来引起反应,反应开始后则无须加热的反应属放热反应。所以注意两点,若一个反应需持续加热才能进行,一旦停止加热,反应则停止,这样的反应肯定是吸热反应;若一个反应虽然需加热来引起反应,但只要反应开始后,不需加热也能继续反应,这样的反应属放热反应。

【特别提示】 放热反应、吸热反应均指化学反应。水蒸气→液态水时放出热量,但不属于放热反应。

知识点二 键能与反应热的关系

例如:1 mol H_2 和 1 mol Cl_2 反应生成 2 mol HCl 的能量转化关系如课本 P2 图所示。

由图看出, $H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$ 的反应热,数值上应等于生成物分子形成时所释放的总能量(862 kJ/mol)与反应物分子断裂时所吸收的总能量(679 kJ/mol)的差,即放出了 183 kJ/mol 的能量,故 $\Delta H = 679 \text{ kJ/mol} - 862 \text{ kJ/mol} = -183 \text{ kJ/mol}$

由此可得出 ΔH 与键能的关系:

$$\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和}$$

典例精析 感悟

题型一 吸热反应和放热反应

例 1 下列说法正确的是 ()

A. 焓变单位中 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,是指 1 mol 物质参加反应时的能量变化

B. 当反应放热时 $\Delta H > 0$,反应吸热时 $\Delta H < 0$

C. 一个化学反应中,当反应物的总能量大于生成物的总能量时,反应放热, ΔH 为“-”

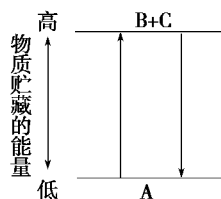
D. 在一定条件下,某一化学反应是吸热反应还是放热反应,由生成物与反应物的焓的差值来决定

【解析】 焓变单位中的 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,是指每摩尔具体的反应,不一定指参加反应的物质,A 错;在反应中物质所具有的总能量减少,反应就放热,反之就吸热,C 对;当焓值差 $\Delta H > 0$ 时为吸热反应, $\Delta H < 0$ 时为放热反应,D 对。

【答案】 CD

【跟踪训练】

1. 由下图分析,有关叙述正确的是 ()



A. $A \longrightarrow B+C$ 和 $B+C \longrightarrow A$ 两个反应吸收或放出的能量不等

B. $A \longrightarrow B+C$ 是放热反应

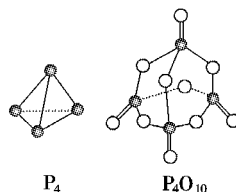
C. A 具有的能量高于 B 和 C 具有的能量总和

D. $A \longrightarrow B+C$ 是吸热反应,则 $B+C \longrightarrow A$ 必然是放热反应

题型二 利用键能计算 ΔH

例 2 白磷与氧可发生如下反应: $P_4 + 5O_2 \longrightarrow$

P_4O_{10} 。已知断裂下列化学键需要吸收的能量分别为: $P-P$ $a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $P-O$ $b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $P=O$ $c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $O=O$ $d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。



根据图示的分子结构和有关数据估算该反应的 ΔH ,其中正确的是 ()

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】 由图可知:1 mol P_4 中含有 6 mol $P-P$ 键,断裂需吸收 $6a \text{ kJ}$ 的能量,1 mol P_4O_{10} 中含有 4 mol $P=O$ 键和 12 mol $P-O$,故形成 1 mol P_4O_{10} 时放出 $(4c + 12b) \text{ kJ}$ 的能量,则该反应的 $\Delta H = (6a + 5d) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (4c + 12b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = (6a + 5d - 4c - 12b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,故 A 项正确。

【答案】 A

【名师点拨】 反应热计算常出现的错误

(1)把反应热与键能的关系和反应热与反应物的总能量与生成物的总能量的关系相混淆。

反应热 $\Delta H = \text{反应物的总键能} - \text{生成物的总键能} = \text{生成物的总能量} - \text{反应物的总能量}$ 。

(2)反应前后分子中的化学键数目错误。如 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 中 N-H 键的个数。

【跟踪训练】

2. 已知 H-H 键键能(断裂时吸收或生成时释放的能量)为 $436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, H-N 键键能为 $391 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 根据化学方程式: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}); \Delta H = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。则 N≡N 键的键能是 ()

- A. $431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $946 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $649 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $896 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

随堂基础巩固

1. (2010 年宁波高二检测)下列反应属于吸热反应的是 ()

- A. 炭燃烧生成一氧化碳
B. 中和反应
C. 锌粒与稀 H_2SO_4 反应制取 H_2
D. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 反应

2. 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

3. 下列说法正确的是 ()

- A. 需要加热方能发生的反应一定为吸热反应
B. 放热的反应在常温下一定易发生
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

4. 已知化学反应 $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}(\text{g}), 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2(\text{g})$ 都是放热反应, 据此判断, 下列说法中不正确的是(其他条件相同) ()

- A. 12 g C 所具有的能量一定高于 28 g CO 所具有的能量
B. 56 g CO 和 32 g O_2 所具有的总能量大于 88 g CO_2 所具有的总能量
C. 12 g C 和 32 g O_2 所具有的总能量大于 44 g CO_2 所具有的总能量
D. 将一定质量的 C 燃烧, 生成 CO_2 比生成 CO 时放出的热量多

5. (2010 年重庆高考)已知 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(\text{g})$ $\Delta H = -72 \text{ kJ/mol}$, 蒸发 1 mol $\text{Br}_2(\text{l})$ 需要吸收的能量为 30 kJ, 其他相关数据如下表:

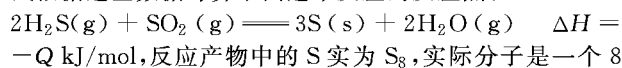
	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{Br}_2(\text{g})$	$\text{HBr}(\text{g})$
1 mol 分子中的化学键断裂时需要吸收的能量/kJ	436	a	369

则表中 a 为 ()

- A. 404 B. 260
C. 230 D. 200

6. 化学键的键能是原子间形成 1 mol 化学键(或其逆过程)时释放(或吸收)的能量。以下是部分共价键键能数据: H-S: 364 kJ/mol , S-S: 266 kJ/mol , S=O: 522 kJ/mol , H-O: 464 kJ/mol 。

试根据这些数据计算下面这个反应的反应热:



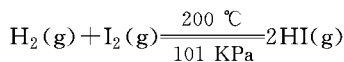
反应产物中的 S 实为 S_8 , 实际分子是一个 8 元环状分子(如图 )。Q = _____。

第 2 课时 热化学方程式 中和热的测定

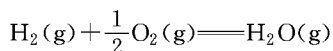
课前自学 导引

一、热化学方程式

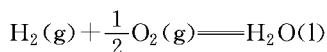
1. 观察下列三个化学方程式



$$\Delta H = -14.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



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



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

上述三个表示焓变的化学方程式与原来的化学方程式相比, 其不同点是:

(1)指明了反应的_____和_____。若在_____时进行的反应, 可不注明。

(2)注明了各物质的状态: _____(固体)、_____(液体)或_____气体。

(3)在方程式的右边注明了 ΔH 的_____、_____及_____。

(4)化学计量数表示_____可以为_____。

2. 概念及表示意义

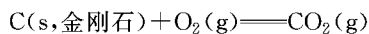
能表示参加反应的_____和_____的关系的化学方程式, 叫做热化学方程式。热化学方程式不仅表明了化学反应中的_____变化, 也表明了化学反应中的_____变化。

$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 表示在_____ $^\circ\text{C}$, _____ kPa, _____ mol H_2 与 _____ mol O_2 完全反应生成_____态水时_____的热量是 285.8 kJ。

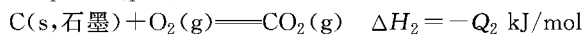
【特别提醒】 ΔH 的单位“kJ/mol”并不是指每摩尔具体物质反应时伴随的能量变化是多少千焦, 而是指给定形式的具体反应以各物质的化学计量数来计量其物质的量时伴随的能量变化。见教材 P4 资料。

3. 已知: $C(s, \text{金刚石}) \xrightarrow[\text{高温、高压}]{\text{隔绝空气}} C(s, \text{石墨})$

$$\Delta H = -1.9 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ/mol}$$



根据上述反应事实所得出的结论是:

(1) ΔH_1 _____ ΔH_2 (填“>、<、=”下同)。

(2) Q_1 _____ Q_2 。

(3) 稳定性: 石墨 _____ 金刚石。

二、回忆中和热的有关知识

1. 概念: 在 _____ 里, 酸与碱发生中和反应生成 _____ 水时所释放的热量。

2. 已知含 1 mol H_2SO_4 的稀溶液与足量 NaOH 溶液反应放出 114.6 kJ 的热量。写出表示该中和热的热化学方程式: _____。

3. 书写中和热的热化学方程式时要以 _____ 为基准。

4. 中和热的测量

某些化学反应的反应热可以用实验方法测得, 用来测量反应热的仪器称为“量热器”。

(1) 实验用品

仪器: 大烧杯(500 mL)、小烧杯(100 mL)、温度计、量筒(50 mL)两个、泡沫塑料或纸条、泡沫塑料板或硬纸板(中心有两个小孔)、环形玻璃搅拌棒。

试剂: 0.50 mol/L 盐酸、0.55 mol/L NaOH 溶液。

【特别提醒】 为减少热量损失, 可用保温杯代替烧杯。

(2) 实验方案

① 组装量热装置

a. 大、小烧杯杯口相平;

b. 大、小烧杯间填满碎泡沫塑料, 确保装置保温、隔热, 减小热量散失。

② 测量初始温度 t_1

a. 用一量筒量取 50 mL 0.50 mol/L 盐酸, 倒入小烧杯中并测量其温度;

b. 用另一量筒量取 50 mL 0.55 mol/L NaOH 溶液并测量其温度。求两温度平均值作为 t_1 。

③ 测量终止温度 t_2

a. 把 _____ 和 _____ 放入小烧杯的盐酸中;

b. 把量筒中的 NaOH 溶液一次性倒入小烧杯;

c. 用 _____ 轻轻搅动溶液并测出终止温度 t_2 。

④ 重复实验操作

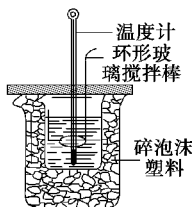
记录每次的实验数据

实验次数	温度			终止温度 $t_2/^\circ\text{C}$	温度差 $(t_2 - t_1)/^\circ\text{C}$
	HCl	NaOH	平均值		
1					
2					
3					

(3) 计算反应热

① 以三次测量所得数据的平均值为计算依据。

② 取盐酸和 NaOH 溶液的密度为 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。忽略实验装置的比热容。



③ 若取盐酸质量为 m_1 、NaOH 溶液质量为 m_2 , 反应后溶液比热容 $c = 4.18 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$, 则实验中反应放出的热量为 $(m_1 + m_2) \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 0.418(t_2 - t_1) \text{ kJ}$, 生成 1 mol H_2O 时的反应热为 $\Delta H = -\frac{0.418(t_2 - t_1)}{0.025} \text{ kJ/mol}$ 。

【自学效果诊断】

1. $2C(s) + O_2(g) = 2CO(g) \quad \Delta H = -221.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 这个热化学方程式表示 _____ ()

A. 2 g 炭燃烧生成一氧化碳时放出 221.0 kJ 的热量

B. 2 mol 炭燃烧生成一氧化碳时吸收 221.0 kJ 的热量

C. 2 mol 固体炭在氧气中燃烧生成一氧化碳气体时放出 221.0 kJ 的热量

D. 12 g 碳和氧气反应生成一氧化碳时放出 221.0 kJ 的热量

2. 已知 $H_2(g) + Cl_2(g) = 2HCl(g) \quad \Delta H = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应 $1/2H_2(g) + 1/2Cl_2(g) = HCl(g)$ 的 ΔH 为 _____ ()

A. $+184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. $-92.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. $-369.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. $+92.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. 分解 1 g $MgCO_3$ 可吸收 1.366 kJ 的热量, 则 $MgCO_3$ 分解的热化学方程式中正确的是 _____ ()

A. $MgCO_3(s) = MgO(s) + CO_2(g)$

$$\Delta H = -1.366 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

B. $MgCO_3(s) = MgO(s) + CO_2(g)$

$$\Delta H = +1.366 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

C. $MgCO_3(s) = MgO(s) + CO_2(g)$

$$\Delta H = +114.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

D. $MgCO_3(s) = MgO(s) + CO_2(g)$

$$\Delta H = -114.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

知识·疑难·精讲

知识点一 热化学方程式的书写

书写热化学方程式除遵循书写化学方程式的书写要求外, 还应注意以下几点:

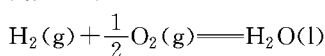
1. 注明反应时的温度、压强——反应热与测定条件有关, 对于在 25°C 和 101 kPa 下进行的反应, 可不注明温度和压强。

2. 注明反应物和产物的聚集状态——聚集状态不同, ΔH 不同, 状态用以下符号表示: 气体用“g”, 液体用“l”, 固体用“s”, 溶液用“aq”, 热化学方程式中不用“ \uparrow ”和“ \downarrow ”。

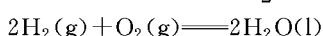
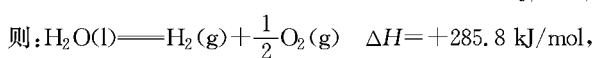
3. 注明 ΔH 的符号和单位——将 ΔH 写在标有反应物、生成物聚集状态的化学方程式右边, 放热反应为“-”, 吸热反应为“+”, 单位是 kJ/mol 。

4. ΔH 的数值与化学计量数对应——热化学方程式中各物质化学式前的计量数只表示该物质的物质的量, 因此可以是整数, 也可以是分数(不要全为分数), 但计量数必须与 ΔH 相对应, 若计量数均扩大或缩小一定倍数, 则 ΔH 按比例关系也扩大或缩小相同的倍数。当反应逆向进行时, 其反应热与正向进行的数值相等, 符号相反。

例如: 已知



$$\Delta H = -285.8 \text{ kJ/mol},$$



$$\Delta H = -571.6 \text{ kJ/mol}.$$

5. 正确理解 ΔH 的数值

热化学方程式是表示反应已完成的量,而不管反应是否真正完成——例如,300℃时,氢气和碘的热化学方程式为 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) \quad \Delta H = -12.84 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,上式并不代表在300℃时,将1 mol 氢气和1 mol 碘蒸气放在一起,就有12.84 kJ 热量放出,而是代表有2 mol HI 生成时,有12.84 kJ 热量放出。

知识点二 反应热大小的比较

1. ΔH 有正负之分,因此比较 ΔH 大小时,要连同“+”、“-”包含在内,类似于数学上的正负数比较,如果只比较反应放出热量多少,则只比较数值大小,与“+”、“-”无关。

例: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -Q_1$

$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = -Q_2$

则 $\Delta H_1 > \Delta H_2, Q_1 < Q_2$ 。

2. 同一物质,状态不同,能量不同:

$E(\text{g}) > E(\text{l}) > E(\text{s})$ 。

典例精析 感悟

题型一 热化学方程式

例1 2007年10月24日“嫦娥一号”发射升空,在三级动力中采用了氢氧燃料。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 ()

A. $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$

$\Delta H = +242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

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

$\Delta H = -484 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$\Delta H = +242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

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

$\Delta H = +484 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【解析】 本题考查热化学方程式的书写。 H_2 与 O_2 反应生成水蒸气是放热反应,故 C、D 错。2 mol H_2 燃烧生成水蒸气放热为484 kJ,则1 mol H_2 燃烧生成水蒸气放热为242 kJ,1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 分解需吸热242 kJ,故 A 正确。

【答案】 A

易错警示:书写热化学方程式易犯的错误:

①漏写反应物或生成物的聚集状态,其根本点是没有认识到反应热与物质的聚集状态有关。

②将 ΔH 的正、负混淆,其关键是没有体会到“+”“-”分别表示吸收或放出热量后使反应体系本身的能量升高或降低了。

③未注意到:化学计量数不同,其反应热的数值也不相同。

例如:

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\frac{1}{2}\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -92.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

【跟踪训练】

1. 含1 mol $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的稀溶液与足量稀盐酸反应,放出热量114.6 kJ。下列热化学方程式中,正确的是 ()

A. $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$\Delta H = +114.6 \text{ kJ/mol}$

B. $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -114.6 \text{ kJ/mol}$

C. $\frac{1}{2}\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ/mol}$

D. $\frac{1}{2}\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = +57.3 \text{ kJ/mol}$

题型二 反应热大小的比较

例2 (双选) 已知氯气、溴蒸气分别跟氢气反应的热化学方程式如下(Q_1, Q_2 均为正值):

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

有关上述反应的叙述正确的是 ()

A. $Q_1 > Q_2$

B. 生成物总能量均高于反应物总能量

C. 生成1 mol HCl 气体时放出 Q_1 热量

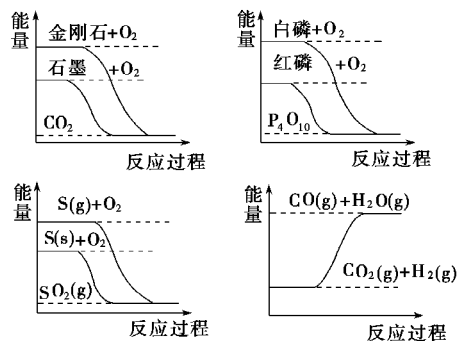
D. 1 mol $\text{HBr}(\text{g})$ 具有的能量大于1 mol $\text{HBr}(\text{l})$ 具有的能量

【解析】 因氯元素的非金属性比溴元素的强,故 HCl 比 HBr 稳定,即 HCl 内能比 HBr 内能低,可见生成等物质的量的 HCl 与 HBr 时,生成 HCl 放出的热量多, $Q_1 > Q_2$, A 项正确。两个反应都是放热反应,生成物的总能量低于反应物的总能量, B 项错。由热化学方程式可知,生成2 mol 氯化氢放出的热量才是 Q_1 , C 项错。物质在气态时具有的能量一般高于液态和固态时,故 D 项正确。

【答案】 AD

【跟踪训练】

2. 下列图像分别表示有关反应的反应过程与能量变化的关系



据此判断下列说法中正确的是 ()

A. 石墨转变为金刚石是吸热反应

B. 白磷比红磷稳定

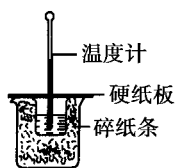
C. $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$,

$\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2$, 则 $\Delta H_1 > \Delta H_2$

D. $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$

题型三 中和热的测定

例3 50 mL 0.50 mol · L⁻¹ 盐酸与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ NaOH 溶液在如图所示的装置中进行中和反应。通过测定反应过程中放出的热量可计算中和热。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,求得的中和热数值_____ (填“偏大”、“偏小”或“无影响”)。

(4)实验中改用 60 mL 0.50 mol·L⁻¹ 盐酸跟 50 mL 0.55 mol·L⁻¹ NaOH 溶液进行反应,与上述实验相比,所求得中和热数值_____ (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,测得的中和热数值会_____ ;用 50 mL 0.50 mol·L⁻¹ NaOH 溶液进行上述实验,测得的中和热的数值会_____ (均填“偏大”、“偏小”或“无影响”)。

【解析】 本题为实验题,做此类题的关键是准确理解实验步骤中的一些注意事项。对于这道题,其中:(1)、(2)两问需同学们牢记实验的用品及实验装置;(4)问则考查了同学们对“中和热”的准确理解;(3)、(5)两问则是对这个实验的误差分析。(3)中,若不盖硬纸板就会造成实验过程中热量损失,导致求得的中和热数值偏小;(5)中用氨水代替 NaOH,由于 NH₃·H₂O 为弱电解质,其电离过程要吸热,会使测得的热量偏小。若用 50 mL、0.50 mol·L⁻¹ 的 NaOH 溶液进行上述实验,会导致在反应后期,酸与碱都无法反应完,同样会导致测得的中和热的数值偏小。

【答案】 (1)环形玻璃搅拌棒

(2)减少实验过程的热量损失

(3)偏小

(4)相等;因为中和热是指酸碱发生中和反应生成 1 mol H₂O 所放出的热量,与酸碱的用量无关

(5)偏小;偏小

【跟踪训练】

3. 实验室进行中和热测定的实验时除需要大烧杯(500 mL)、小烧杯(100 mL)外,所用的其他仪器和试剂均正确的一组是 ()

- A. 0.50 mol/L 盐酸, 0.50 mol/L NaOH 溶液, 100 mL 量筒 1 个
- B. 0.50 mol/L 盐酸, 0.55 mol/L NaOH 溶液, 100 mL 量筒 2 个
- C. 0.50 mol/L 盐酸, 0.55 mol/L NaOH 溶液, 50 mL 量筒 1 个
- D. 0.50 mol/L 盐酸, 0.55 mol/L NaOH 溶液, 50 mL 量筒 2 个

随堂基础巩固

1. 沼气是一种能源,它的主要成分是 CH₄。0.5 mol CH₄ 完全燃烧生成 CO₂ 和液态水时放出 445 kJ 的热量,则下列热化学方程式中正确的是 ()

- A. 2CH₄(g) + 4O₂(g) = 2CO₂(g) + 4H₂O(l) $\Delta H = +890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. CH₄(g) + 2O₂(g) = CO₂(g) + 2H₂O(l) $\Delta H = +890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. CH₄(g) + 2O₂(g) = CO₂(g) + 2H₂O(l) $\Delta H = -890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 1/2CH₄(g) + O₂(g) = 1/2 CO₂(g) + H₂O(l) $\Delta H = -890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. 已知:①1 mol H₂ 分子中化学键断裂时需要吸收 436 kJ 的能量,②1 mol I₂ 蒸气中化学键断裂时需要吸收 151 kJ 的能量,③由 H 原子和 I 原子形成 1 mol HI 分子时释放 299 kJ 的能量。下列热化学方程式正确的是 ()

- A. 2HI(g) = H₂(g) + I₂(g) $\Delta H = +11 \text{ kJ/mol}$
- B. 1/2 H₂(g) + 1/2 I₂(g) = HI(g) $\Delta H = -11 \text{ kJ/mol}$
- C. H₂(g) + I₂(g) = 2HI(g) $\Delta H = +288 \text{ kJ/mol}$
- D. 1/2 H₂(g) + 1/2 I₂(g) = HI(g) $\Delta H = -144 \text{ kJ/mol}$

3. 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 ()

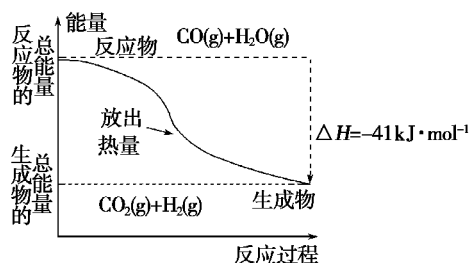
- ① C(s) + O₂(g) = CO₂(g) ΔH_1
C(s) + 1/2 O₂(g) = CO(g) ΔH_2
- ② S(s) + O₂(g) = SO₂(g) ΔH_3
S(g) + O₂(g) = SO₂(g) ΔH_4
- ③ H₂(g) + 1/2 O₂(g) = H₂O(l) ΔH_5
2H₂(g) + O₂(g) = 2H₂O(l) ΔH_6
- ④ CaCO₃(s) = CaO(s) + CO₂(g) ΔH_7
CaO(s) + H₂O(l) = Ca(OH)₂(s) ΔH_8

- A. ① B. ④
- C. ②③④ D. ①②③

4. 根据热化学方程式: S(s) + O₂(g) = SO₂(g) $\Delta H = a \text{ kJ/mol}$ (a = -297.2), 分析下列说法中不正确的是 ()

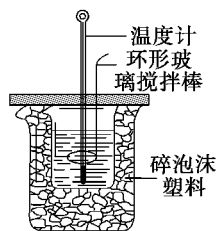
- A. S(s) 在 O₂(g) 中燃烧的反应是放热反应
- B. S(g) + O₂(g) = SO₂(g) $\Delta H = b \text{ kJ/mol}$, 则 a < b
- C. 1 mol SO₂(g) 所具有的能量低于 1 mol S(s) 与 1 mol O₂(g) 所具有的能量之和
- D. 16 g 固体硫在空气中充分燃烧,可放出 148.6 kJ 的热量

5. CO(g) 与 H₂O(g) 反应过程的能量变化如下图所示,有关两者反应的说法正确的是 ()



- A. 该反应为吸热反应
- B. CO(g) 和 H₂O(g) 所具有的总能量大于 CO₂(g) 和 H₂(g) 所具有的总能量
- C. 反应的热化学方程式是 CO(g) + H₂O(g) = CO₂(g) + H₂(g) $\Delta H = +41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 1 mol CO₂(g) 和 1 mol H₂(g) 反应生成 1 mol CO(g) 和 H₂O(g) 要放出 41 kJ 热量

6. 中和热的测定实验(如图)。



(1)量取反应物时,取 50 mL 0.50 mol·L⁻¹ 的盐酸,还应加入的试剂是_____ (填字母)。

- A. 50 mL 0.50 mol·L⁻¹ 的 NaOH 溶液

- B. 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液
 C. 1.0 g NaOH 固体
 (2) 在实验过程中, 该同学需要测定并记录的实验数据有 _____ (填字母)。
 A. 盐酸的浓度
 B. 盐酸的温度

- C. 氢氧化钠溶液的浓度
 D. 氢氧化钠溶液的温度
 E. 水的比热容
 F. 完全反应后混合溶液的温度
 (3) 若用 50 mL 0.5 mol · L⁻¹ 醋酸溶液代替上述盐酸测定中和热, 所得数据 _____ (填“偏大”、“偏小”或“不变”)。



第 2 节 燃烧热 能源



学习目标定位

课标要求	1. 掌握并理解燃烧热的概念。 2. 理解能源的概念并明确能源的范畴, 知道节约能源、提高能源利用率的实际意义。 3. 掌握有关燃烧热的计算。
重点	对燃烧热概念的理解、应用和计算。
难点	对燃烧热概念的理解及能源的开发和利用。

课 前 自 学 导 引

一、燃烧热

1. 概念

_____ 时, _____ 纯物质 _____ 燃烧生成 _____ 时所放出的热量。

2. 表达形式

(1) 符号: ΔH 为“_____”或 ΔH _____ 0。

(2) 单位: _____。

3. 解释

完全燃烧生成稳定的氧化物是指: C → _____, H₂ → _____, S → _____。P(s) → _____。

4. 意义

例如: C 的燃烧热为 393.5 kJ · mol⁻¹, 表示在 _____ 时, _____ C 完全燃烧生成 CO₂ 时 _____ 393.5 kJ 的热量。

二、能源

1. 能源是指能够提供能量的自然资源。主要有化石燃料(_____)、阳光、风力、流水、潮汐及柴草等。

2. 我国目前的主要能源是 _____, 它们的蕴藏量有限, 而且 _____ 再生。

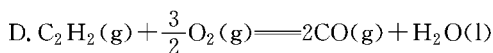
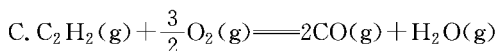
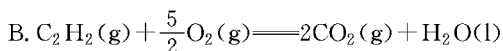
3. 新能源主要是指 _____、风能、地热能、海洋能和生物质能等, 它们资源丰富, _____ 再生, 没有污染或很少污染。

4. 解决能源危机的方法

开发 _____, 节约 _____, 提高能源的 _____。

【自学效果诊断】

1. 25 °C、1.01 × 10⁵ Pa 时, 下列哪个反应放出的热量能表示乙炔的燃烧热(单位: kJ · mol⁻¹) ()
 A. 2C₂H₂(g) + 5O₂(g) = 4CO₂(g) + 2H₂O(g)



2. (2010 年四川理综) 节能减排对发展经济、保护环境有重要意义。下列措施不能减少二氧化碳排放的是 ()

- A. 利用太阳能制氢
 B. 关停小火电企业
 C. 举行“地球一小时”熄灯活动
 D. 推广使用煤液化技术

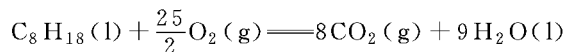
3. 在 101 kPa 时, H₂(g) 在 1.00 mol O₂(g) 中完全燃烧生成 2.00 mol H₂O(l) 放出 571.6 kJ 的热量, H₂ 的燃烧热为 _____, 表示 H₂ 燃烧热的热化学方程式为 _____。

知 识 疑 难 精 讲

知识点一 燃烧热

1. 燃烧热是以 1 mol 可燃物为基准的。故书写表示燃烧热的热化学方程式时要以 1 mol 可燃物为基准, 其他物质的计量数可用分数。如: H₂(g) + $\frac{1}{2}$ O₂(g) = H₂O(l)

$$\Delta H = -285.8 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -5518 \text{ kJ/mol}$$

所以 H₂、C₈H₁₈ 的燃烧热分别为 285.8 kJ/mol、5518 kJ/mol。

2. 燃烧热与中和热的比较

		燃烧热	中和热
相同点	能量变化	放热反应	
	ΔH 及其单位	$\Delta H < 0, \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	
不同点	反应物的量	可燃物为 1 mol	不一定为 1 mol
	生成物的量	不一定为 1 mol	生成水为 1 mol

知识点二 能源

一、能源

1. 概念

能提供能量的资源,它包括化石燃料、阳光、风力、流水、潮汐以及柴草等。

2. 分类

(1) 一次能源与二次能源

从自然界直接取得的天然能源叫一次能源,如原煤、原油、流过水坝的水等;一次能源经过加工转换后获得的能源称为二次能源,如各种石油制品、煤气、蒸汽、电力、氢能、沼气等。

(2) 常规能源与新能源

在一定历史时期和科学技术水平下,已被人们广泛利用的能源称为常规能源,如煤、石油、天然气、水能等;随着科技的不断发展,才开始被人类采用先进的方法加以利用的古老能源以及新发展的利用先进技术所获得的能源都是新能源,如核聚变能,用以发电的风能、太阳能、海洋能和生物质能等。

(3) 可再生能源与非再生能源

可连续再生、永久利用的一次能源称为可再生能源,如水能、风能等;经过亿万年形成的、短期内无法恢复的能源,称之为非再生能源,如石油、煤、天然气等。

二、燃料充分燃烧

1. 燃料充分燃烧的条件是

- (1) 要有足够的空气;
- (2) 燃料与空气要有足够大的接触面积。

2. 要提高燃料燃烧的效率应采取什么措施?

- (1) 通入空气足量,使燃料充分燃烧。空气足量但要适当,否则,过量的空气会带走部分热量。
- (2) 增大燃料与空气的接触面积。通常将大块固体燃料粉碎,液体燃料雾化。
- (3) 将煤气化或液化。煤的气化或液化更易增大燃料与空气的接触面积,使燃烧更充分。

典例精析 感悟

题型一 考查燃烧热

例 1 下列热化学方程式正确的是(ΔH 的绝对值均正确) ()

- A. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}); \Delta H = -1367.0 \text{ kJ/mol}$ (燃烧热)
- B. $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = +57.3 \text{ kJ/mol}$ (中和热)
- C. $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{s}) \longrightarrow \text{SO}_2(\text{g}); \Delta H = -269 \text{ kJ/mol}$ (反应热)
- D. $2\text{NO}_2 \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{NO}; \Delta H = +116.2 \text{ kJ/mol}$ (反应热)

【解析】A 项燃烧热要求可燃物的物质的量必须为 1 mol,得到的氧化物必须是稳定的氧化物, H_2O 的状态必须为液态,A 项错误;中和反应是放热反应, ΔH 应小于 0,B 项错误;热化学反应方程式要注明物质在反应时的状态,D 项错误。

【答案】C

【方法技巧】有关燃烧热的题目,要紧扣燃烧热的定义,“25 ℃、101 kPa”——研究的条件,“1 mol 纯物质”——燃烧物的量,“完全燃烧生成稳定的化合物”——反应的结果。

【跟踪训练】

1. 25 ℃、101 kPa 下,石墨、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 ()

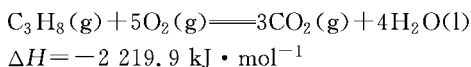
- A. $\text{C}(\text{s}, \text{石墨}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}(\text{g})$
 $\Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H = +571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$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

题型二 能源的分类及利用

例 2 城市使用的燃料,现大多用煤气、液化石油气。煤气的主要成分是一氧化碳和氢气的混合气,它由煤炭与水(蒸气)反应制得,故又称水煤气。

(1) 试写出制取水煤气的主要化学方程式: _____。

(2) 液化石油气的主要成分是丙烷,丙烷燃烧的热化学方程式为:



已知 CO 气体燃烧的热化学方程式为: $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

试比较同物质的量的 C_3H_8 和 CO 燃烧,产生的热量比值约为 _____。

(3) 已知氢气燃烧的热化学方程式为 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

试比较同质量的氢气和丙烷燃烧,产生的热量比值约为 _____。

(4) 氢气是未来的能源,除产生的热量大之外,还具有的优点是 _____。

【解析】(1) 由题意“它由煤炭与水(蒸气)反应制得,故又称水煤气;煤气的主要成分是一氧化碳和氢气的混合气”知反应方程式为 $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$; (2) 同物质的量的 C_3H_8 和 CO 燃烧,产生的热量比值为 $\frac{2219.9}{283.0} = 39:5$ 。

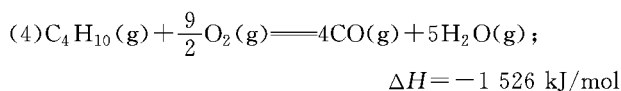
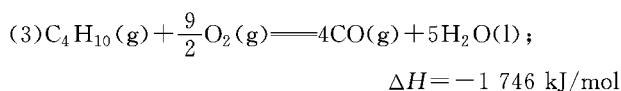
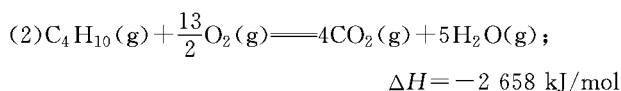
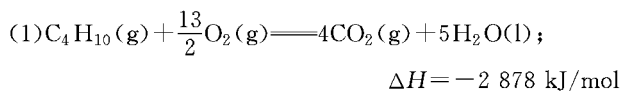
【答案】(1) $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$ (2) 39:5 (3) 14:5 (4) 来源丰富,单位质量氢气产生热量大,产物无污染

【跟踪训练】

2. 关于能源,以下说法中不正确的是 ()
- A. 煤、石油、天然气等燃料属不可再生能源
 - B. 煤、石油、水煤气可从自然界直接获取,属一级能源
 - C. 太阳能是一级能源,新能源,可再生能源
 - D. 潮汐能来源于月球引力做功

随堂基础巩固

1. (2010年全国卷II改编)下面均是正丁烷与氧气反应的热化学方程式(25℃、101 kPa):



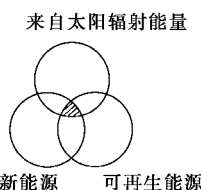
由此判断,正丁烷的燃烧热为 ()

- A. 2 878 kJ/mol B. 2 658 kJ/mol
C. 1 746 kJ/mol D. 1 526 kJ/mol

2. 在 25℃、 1.01×10^5 Pa 时,1 g CH_4 燃烧生成 CO_2 与液态 H_2O ,放出 55.6 kJ 的热量,则 CH_4 的燃烧热为 ()

- A. $-55.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $889.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $-889.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $444.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. (2010年金山模拟)“能源分类相关图”如图所示,下列四组选项中,全部符合图中阴影部分的能源是 ()



- A. 煤炭、沼气、核能 B. 水能、生物能、天然气
C. 太阳能、风能、潮汐能 D. 地热能、海洋能、石油

4. 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源于太阳能
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

5. 下列说法中正确的是 ()

- A. 物质燃烧放出的热量是燃烧热
B. 为使煤充分燃烧,通入的空气越多越好
C. 1 mol H_2 燃烧生成水放出的热量是 H_2 的燃烧热
D. 相同条件下,1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 完全分解吸收的热量与 H_2 、 O_2 化合生成 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 放出的热量数值相等

6. (1) 在 101 kPa、25℃ 时,1.0 g 甲烷完全燃烧生成 CO_2 和水蒸气,放出热量 50.1 kJ。

① 该反应的热化学方程式为 _____。

又 1.0 g 液态水转化为水蒸气吸收热量 2.444 kJ。

② CH_4 的燃烧热为 _____。

(2) 充分燃烧一定量的丁烷放出的热量大小为 Q ,生成的 CO_2 恰好与 100 mL 浓度为 5 mol/L 的 KOH 溶液完全反应生成单一产物。则燃烧 1 mol 丁烷放出的热量为 _____。

第3节 化学反应热的计算

学习目标定位

课标要求	1. 知道盖斯定律的内容,了解其在科学研究中的意义。 2. 能用盖斯定律进行有关反应热的简单计算。 3. 通过有关反应热计算的学习过程,掌握有关反应热计算的方法和技巧,以进一步提高计算能力。
重点	盖斯定律 反应热的计算
难点	盖斯定律的应用

课前提学导引

一、盖斯定律

1. 内容

不管化学反应是一步完成还是分几步完成,其反应热是 _____ 的。或者说,化学反应的反应热只与反应体系的 _____ 有关,而与反应的 _____ 无关。

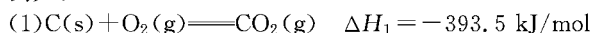
2. 解释

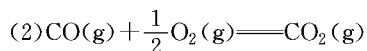
能量的释放或吸收是以 _____ 为基础的,二者密不可分,但以 _____ 为主,如果 _____ 没有变化,就不能引发 _____ 的变化。

3. 应用

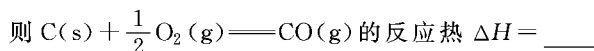
间接地计算难以直接测定的反应热。

例如:





$$\Delta H_2 = -283.0 \text{ kJ/mol}$$



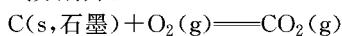
ΔH 、 ΔH_1 、 ΔH_2 三者的关系： $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

二、反应热的计算

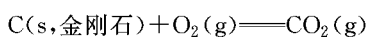
反应热计算的主要依据是：(1) $\underline{\hspace{2cm}}$ ，(2) 盖斯定律，(3) $\underline{\hspace{2cm}}$ 的数据，(4) 据 $\Delta H = \text{反应物的总键能} - \text{生成物的总键能}$ 。

【自学效果诊断】

1. 已知 25 °C、101 kPa 下，石墨、金刚石燃烧的热化学方程式分别为：



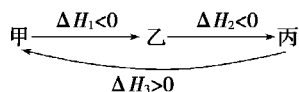
$$\Delta H = -393.51 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



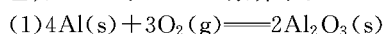
$$\Delta H = -395.41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

据此判断，下列说法正确的是 ()

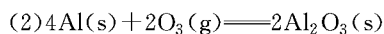
- 由石墨制备金刚石是吸热反应；等质量时，石墨的能量比金刚石的低
 - 由石墨制备金刚石是吸热反应；等质量时，石墨的能量比金刚石的高
 - 由石墨制备金刚石是放热反应；等质量时，石墨的能量比金刚石的低
 - 由石墨制备金刚石是放热反应；等质量时，石墨的能量比金刚石的高
2. 假设反应体系的始态为甲，中间态为乙，终态为丙，它们之间的变化用下图表示，则下列说法不正确的是 ()



- $|\Delta H_1| > |\Delta H_2|$
 - $|\Delta H_1| < |\Delta H_3|$
 - $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = 0$
 - 甲 \rightarrow 丙的 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$
3. 已知 25 °C、101 kPa 条件下：



$$\Delta H = -2834.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -3119.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

由此得出的正确结论是 ()

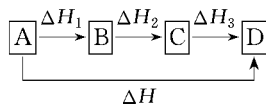
- 等质量的 O_2 比 O_3 能量低，由 O_2 变 O_3 为吸热反应
- 等质量的 O_2 比 O_3 能量低，由 O_2 变 O_3 为放热反应
- O_3 比 O_2 稳定，由 O_2 变 O_3 为吸热反应
- O_2 比 O_3 稳定，由 O_2 变 O_3 为放热反应

知识疑难精讲

知识点一 盖斯定律的应用

1. 虚拟路径法

应用时可以虚拟途径。若反应物 A 变为生成物 D，可以有两个途径：①由 A 直接变成 D，反应热为 ΔH ；②由 A 经过 B 变成 C，再由 C 变成 D，每步的反应热分别为 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 。如下图所示：



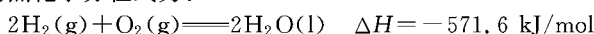
则有： $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$

2. 加减法

即运用所给方程式通过加减的方法得到所求热化学方程式。

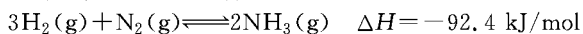
知识点二 进行反应热计算时应注意的问题

1. 进行有关燃烧热计算时，要注意燃烧热规定以 1 mol 纯物质为标准，因此必须注意热化学方程式中物质的化学计量数和反应的 ΔH 是否相对应。同时还要注意物质的量、物质的质量、气体的体积等之间的换算关系。如 H_2 燃烧的热化学方程式为：



则 H_2 的燃烧热为 $\frac{571.6 \text{ kJ/mol}}{2} = 285.8 \text{ kJ/mol}$ ，而不是 571.6 kJ/mol。

2. 可逆反应的热化学方程式，正反应与逆反应的 ΔH 数值相等，符号相反。如合成氨反应：



则其逆反应的 $\Delta H = +92.4 \text{ kJ/mol}$ 。尤其需注意 $\Delta H = -92.4 \text{ kJ/mol}$ 是指完全反应生成 2 mol NH_3 时放出 92.4 kJ 的热量，而不是只要 3 mol H_2 和 1 mol N_2 混合在一定条件下反应就可放出 92.4 kJ 的热量。上述可逆反应实际放出的热量少于 92.4 kJ。

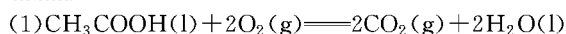
3. 热化学方程式相加减时，相同状态的同种物质之间可相加减，反应热也随之相加减。

热化学方程式相乘（或相除），则对应的反应热也相乘（或相除）。

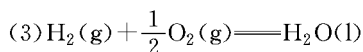
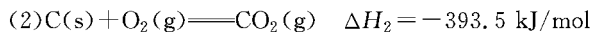
典例精析 感悟

题型一 盖斯定律的应用

【例 1】已知在 298 K 时有下列反应：

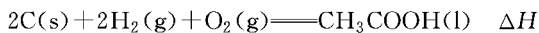


$$\Delta H_1 = -870.3 \text{ kJ/mol}$$



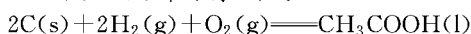
$$\Delta H_3 = -285.8 \text{ kJ/mol}$$

试计算下面反应的反应热：



【解析】 本题考查利用燃烧热数据求算反应的反应热。

观察要求的反应和已知的三个反应可以看出，由 $2 \times (2) + 2 \times (3) - (1)$ 即可得反应：



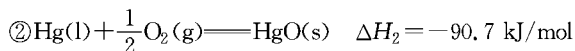
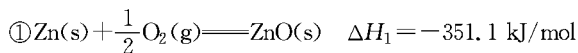
所以， $\Delta H = 2\Delta H_2 + 2\Delta H_3 - \Delta H_1 = (-393.5 \text{ kJ/mol}) \times 2 + (-285.8 \text{ kJ/mol}) \times 2 - (-870.3 \text{ kJ/mol}) = -488.3 \text{ kJ/mol}$ 。

【答案】 -488.3 kJ/mol

【方法技巧】 利用所给燃烧热数据求反应的 ΔH ，实质还是利用盖斯定律求解。在计算过程中，通过几个热化学方程式之间的数学运算，得出所求热化学方程式的 ΔH 。回答反应热时要注明“+”“-”号。如回答本题的反应热为“-488.3 kJ/mol”；课本 P 13 例 1，生成 1 mol NaCl 的反应热为“-411 kJ/mol”。

【跟踪训练】

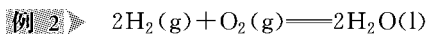
1. 已知下列热化学方程式:



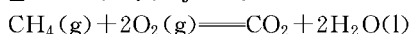
由此可知 $\textcircled{3} \text{Zn(s)} + \text{HgO(s)} \longrightarrow \text{ZnO(s)} + \text{Hg(l)}$ ΔH_3 , 其中 ΔH_3 的值是 ()

- A. -441.8 kJ/mol B. -254.6 kJ/mol
C. -438.9 kJ/mol D. -260.4 kJ/mol

题型二 混合物燃烧的计算



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



$$\Delta H = -890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

现有 H_2 与 CH_4 的混合气体 112 L (标准状况), 使其完全燃烧生成 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O(l)}$, 若实验测得反应放热 3 695 kJ. 则原混合气体中 H_2 与 CH_4 的物质的量之比是 ()

- A. 1 : 1 B. 1 : 3
C. 1 : 4 D. 2 : 3

【解析】 解法一: 方程组法

设 H_2 、 CH_4 的物质的量分别为 x 、 y , 则 $x + y = \frac{112 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$ ①

$$\frac{571.6x}{2} + 890y = 3695 \quad \textcircled{2}$$

解得: $x = 1.25 \text{ mol}$, $y = 3.75 \text{ mol}$

两者比为 1 : 3, 故选 B 项。

解法二: 十字交叉法

1 mol H_2 :	285.8	151	
1 mol 混合气:	739	$\frac{1}{3}$	
1 mol CH_4	890	453.2	

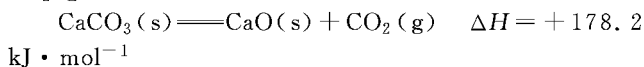
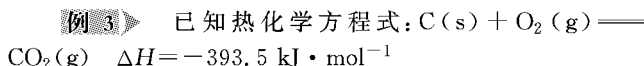
【答案】 B

【跟踪训练】

2. (双选)(2010 年衡水高二检测) 已知 C(石墨)、 H_2 和 CO 的燃烧热分别为 393.5 kJ/mol、285.8 kJ/mol 和 282.8 kJ/mol. 现有 H_2 和 CO 组成的混合气体 56.0 L (标准状况), 经充分燃烧后, 放出总热量为 710.0 kJ, 并生成液态水. 下列热化学方程式或描述中正确的是 ()

- A. $2\text{CO(g)} + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g})$
 $\Delta H = +282.8 \text{ kJ/mol}$
- B. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O(g)}$
 $\Delta H = -571.6 \text{ kJ/mol}$
- C. $\text{C(石墨, s)} + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO(g)}$
 $\Delta H = -110.7 \text{ kJ/mol}$
- D. 燃烧前混合气体中, H_2 的体积分数为 40%

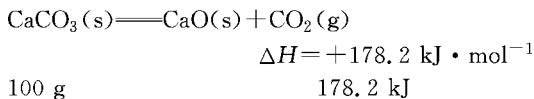
题型三 反应热的计算



若要将 1 t 碳酸钙煅烧成生石灰, 求理论上需要不含杂质的焦炭的质量。

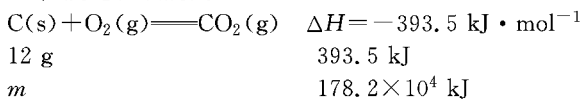
【解析】 碳酸钙分解所需要的能量由焦炭的燃烧提供. 首先求出 1 t 碳酸钙分解需要吸收的热量 x , 然后计算多少焦炭燃烧放出的热量为 x .

设煅烧 1 t CaCO_3 需热量为 x .



解得: $x = 178.2 \times 10^4 \text{ kJ}$.

设要燃烧放出 $178.2 \times 10^4 \text{ kJ}$ 的能量, 需焦炭的质量为 m (假设焦炭完全燃烧):



解得 $m \approx 54.3 \times 10^3 \text{ g}$, 故需焦炭 54.3 kg.

【答案】 54.3 kg

【易错警示】 在进行有关反应热的计算时, 不仅要注意反应热与化学计量数的关系, 还要注意各个量的单位. 利用方程式进行计算时要遵循“上下(单位)一致, 左右(量)相当”。

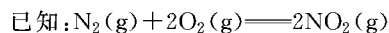
【跟踪训练】

3. 炽热的炉膛内有反应: $\text{C(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -392 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 往炉膛内通入水蒸气时, 有如下反应: $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \longrightarrow \text{CO(g)} + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +131 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $2\text{CO(g)} + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -564 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H = -482 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. 由以上反应推断往炽热的炉膛内通入水蒸气时 ()

- A. 不能节约燃料, 但能使炉膛火更旺
B. 虽不能使炉膛火更旺, 但可节约燃料
C. 既可使炉膛火更旺, 又能节约燃料
D. 既不能使炉膛火更旺, 又不能节约燃料

随堂基础巩固

1. 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。



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



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

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

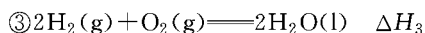
2. 已知: $\textcircled{1} 2\text{C(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO(g)} \quad \Delta H_1 = -221.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\textcircled{2} 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H_2 = -483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. 则制备水煤气的反应 $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \longrightarrow \text{CO(g)} + \text{H}_2(\text{g})$ 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. $+131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. (2010 年杭州高二检测) 下列关于盖斯定律描述不正确的是 ()

- A. 化学反应的反应热不仅与反应体系的始态和终态有关, 也与反应的途径有关
B. 盖斯定律遵守能量守恒定律
C. 利用盖斯定律可间接计算通过实验难测定的反应的反应热
D. 利用盖斯定律可以计算有副反应发生的反应的反应热

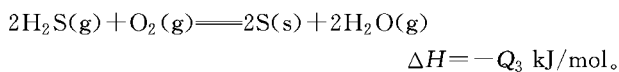
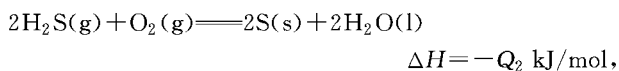
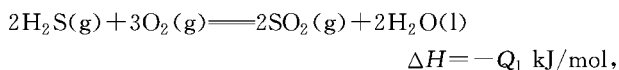
4. 已知: $\textcircled{1} \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H_1$
 $\textcircled{2} 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H_2$



常温下取体积比为 4 : 1 的甲烷和氢气的混合气体 11.2 L(标准状况), 经完全燃烧恢复至室温, 放出的热量为 ()

- A. $-(0.4 \text{ mol} \times \Delta H_1 + 0.05 \text{ mol} \times \Delta H_3)$
- B. $-(0.4 \text{ mol} \times \Delta H_1 + 0.05 \text{ mol} \times \Delta H_2)$
- C. $-(0.4 \text{ mol} \times \Delta H_1 + 0.1 \text{ mol} \times \Delta H_3)$
- D. $-(0.4 \text{ mol} \times \Delta H_1 + 0.1 \text{ mol} \times \Delta H_2)$

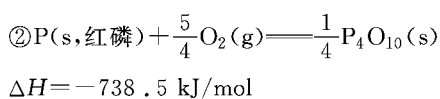
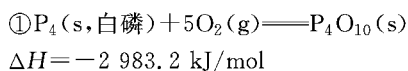
5. (2010 年苏州高二检测) 根据以下三个热化学方程式:



判断 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 三者关系正确的是 ()

- A. $Q_1 > Q_2 > Q_3$
- B. $Q_1 > Q_3 > Q_2$
- C. $Q_3 > Q_2 > Q_1$
- D. $Q_2 > Q_1 > Q_3$

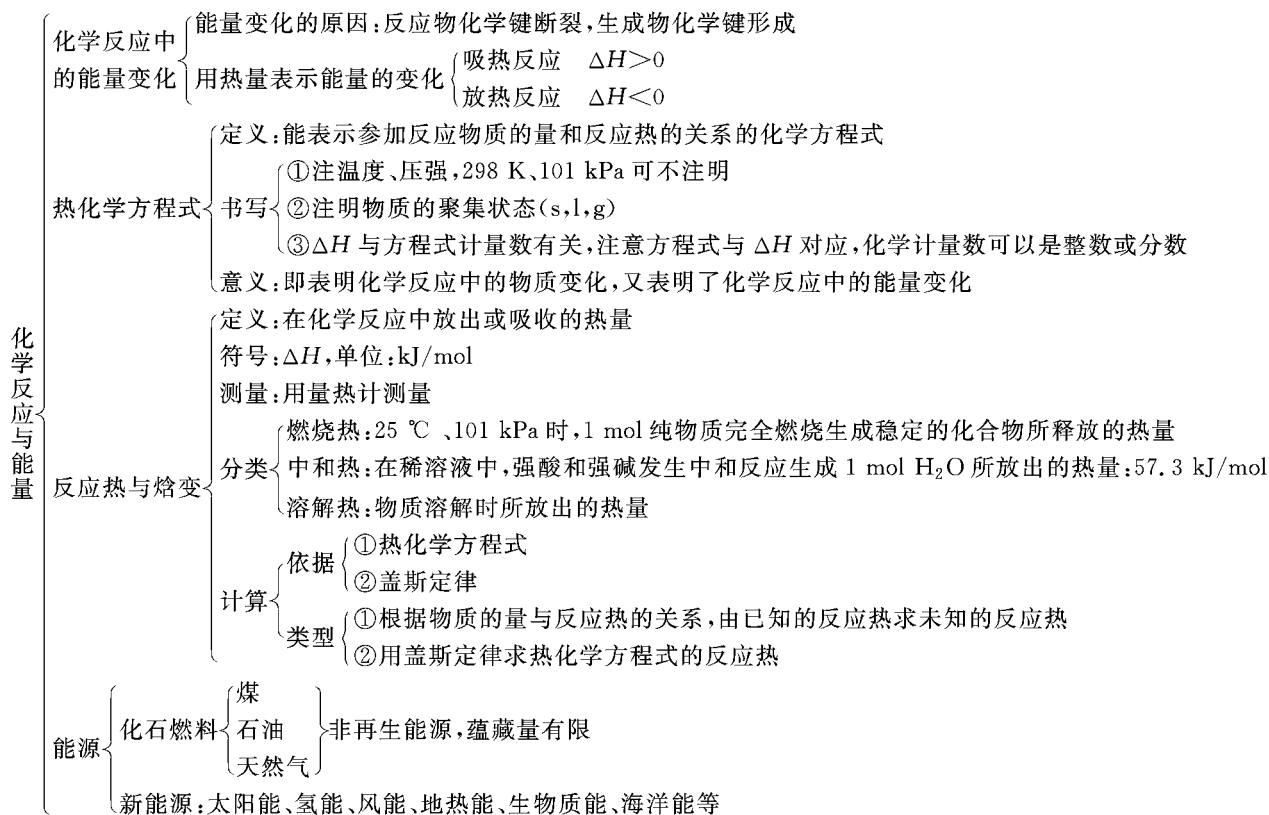
6. 同素异形体相互转化的反应热相当小而且转化速率较慢, 有时还很不完全, 测定反应热很困难。现在可根据盖斯提出的“不管化学过程是一步完成或分几步完成, 这个总过程的热效应是相同的”观点来计算反应热。已知:



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“强”或“弱”)。

单元知识整合

知识网络

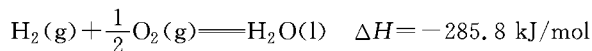
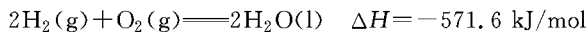


专题整合

专题一 焓变(ΔH)的意义与计算

1. 理解反应热的单位

ΔH 的单位是 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 其中 mol^{-1} 表示参加反应的各种物质的物质的量与化学方程式中各物质的化学计量数相对应。如:

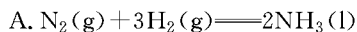
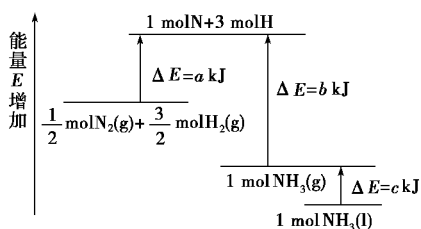
2. ΔH 的计算方法

(1) 由反应物和生成物的能量计算

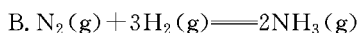
$$\begin{aligned} \Delta H &= \text{生成物的总能量} - \text{反应物的总能量} \\ &= \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和} \end{aligned}$$

【特别提示】 不要混淆物质的能量(内能或者焓)与物质键能的关系。物质的能量越高, 键能越小, 物质越不稳定; 相反能量越低, 键能越大, 物质越稳定。

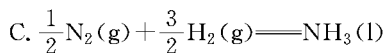
例 1 化学反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$ 的能量变化如图所示, 该反应的热化学方程式是 ()



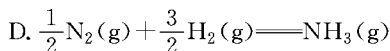
$$\Delta H = 2(a - b - c) \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = 2(b - a) \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = (b + c - a) \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = (a + b) \text{ kJ/mol}$$

【解析】 由图示可知: $a \text{ kJ}$ 能量是 $\frac{1}{2} \text{ mol N}_2(\text{g})$ 和 $\frac{3}{2} \text{ mol H}_2(\text{g})$ 断键所吸收的, $b \text{ kJ}$ 能量是 1 mol N 和 3 mol H 形成 1 mol NH_3 所放出的能量, $1 \text{ mol NH}_3(\text{g})$ 变为 $1 \text{ mol NH}_3(\text{l})$ 释放 $c \text{ kJ}$ 的能量, 若生成 $\text{NH}_3(\text{g})$, 热化学方程式应为: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = 2(a - b) \text{ kJ/mol}$, 或 $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = (a - b) \text{ kJ/mol}$; 若生成 $\text{NH}_3(\text{l})$, 热化学方程式应为: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{l}) \quad \Delta H = 2(a - b - c) \text{ kJ/mol}$ 或 $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NH}_3(\text{l}) \quad \Delta H = (a - b - c) \text{ kJ/mol}$ 综上所述应选 A。

【答案】 A

【跟踪训练】

1. 已知 1 g 氢气完全燃烧生成水蒸气时放出热量 121 kJ , 且氧气中 $1 \text{ mol O}=\text{O}$ 键完全断裂时吸收热量 496 kJ , 水蒸气中 $1 \text{ mol H}-\text{O}$ 键形成时放出热量 463 kJ , 则氢气中 $1 \text{ mol H}-\text{H}$ 键断裂时吸收热量为 ()

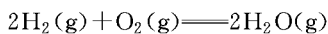
- A. 920 kJ B. 557 kJ
C. 436 kJ D. 188 kJ

专题二 ΔH 大小的比较

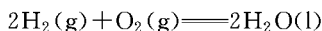
比较 ΔH 大小时, 要注意 ΔH 为“+”还是为“-”, 若为“+”, 则 ΔH 的数值越大, ΔH 越大, 若为“-”则数值越大, ΔH 反而越小。

1. 吸热反应的 ΔH 一定大于放热反应的 ΔH 。

2. (1) 同一反应, 反应物状态相同、生成物状态不同时, ΔH 大小的比较。如:



$$\Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

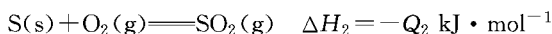
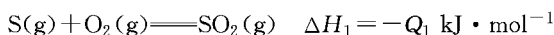


$$\Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

因为同一物质气态的能量高于液态的能量, 即同一物质由气态转变为液态要放出能量。

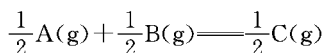
$$\text{故 } Q_2 > Q_1 \quad \Delta H_2 < \Delta H_1$$

(2) 同一反应, 反应物状态不同、生成物状态相同时, ΔH 大小的比较。如:



因为 $\text{S}(\text{g})$ 的能量高于 $\text{S}(\text{s})$, 故 $\text{S}(\text{g})$ 燃烧放出的热量多, 即 $Q_1 > Q_2$ 所以 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ 。

3. 反应热的数值与化学计量数成正比。如:

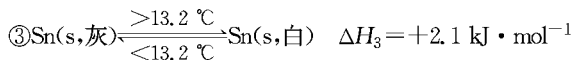


$$\Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

由 $n(\text{A})$ 和 $n(\text{B})$ 越大, 反应放出的热越多, 故 $Q_1 > Q_2$

$\Delta H_1 < \Delta H_2$ 。

例 2 灰锡(以粉末状存在)和白锡是锡的两种同素异形体。已知:



下列说法正确的是 ()

A. $\Delta H_1 > \Delta H_2$

B. 锡在常温下以灰锡状态存在

C. 灰锡转化为白锡的反应是放热反应

D. 锡制器皿长期处在低于 $13.2 \text{ } ^\circ\text{C}$ 的环境中, 会自行毁坏

【解析】 本题考查热化学方程式知识。由题意可知, ② - ① 得 $\text{Sn}(\text{s}, \text{灰}) \xrightleftharpoons[\text{<13.2 } ^\circ\text{C}]{\text{>13.2 } ^\circ\text{C}} \text{Sn}(\text{s}, \text{白}) \quad \Delta H_3 =$