



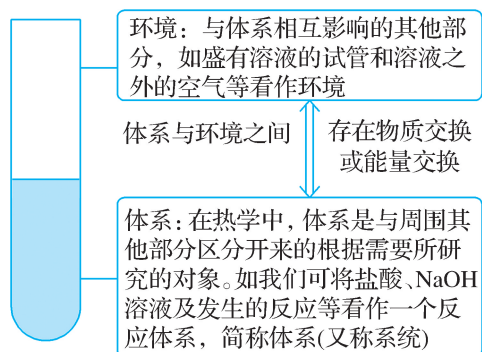
# 第一章 化学反应的热效应

## 第一节 反应热

### 知识梳理

#### 知识点1 反应热及其测定

##### 1. 认识体系与环境(以盐酸与 NaOH 溶液的反应为例)



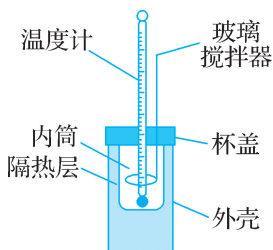
##### 2. 反应热

(1) 含义: 在等温条件下, 化学反应体系向环境释放或从环境吸收的热量, 称为化学反应的热效应, 简称反应热。

(2) 测定方法: 利用量热计直接测定。

##### 3. 中和反应反应热的测定

(1) 实验装置。



(2) 实验测量数据。

① 反应物温度( $t_1$ )的测量: 用一个量筒量取 50 mL 0.50 mol · L<sup>-1</sup> 盐酸, 打开杯盖, 倒入量热计的内筒, 盖上杯盖, 插入温度计, 测量并记录盐酸的温度。(每次使用温度计后均用水把温度计上的酸冲洗干净, 擦干备用)。用另一个量筒量取 50 mL 0.55 mol · L<sup>-1</sup> NaOH 溶液, 用温度计测量并记录 NaOH 溶液的温度, 取两温

度的平均值记为  $t_1$ 。

② 反应后体系温度( $t_2$ )的测量。

打开杯盖, 将量筒中的 NaOH 溶液迅速倒入量热计的内筒, 立即盖上杯盖, 插入温度计, 用搅拌器匀速搅拌。并准确读取混合溶液的最高温度, 并记录为  $t_2$ 。

③ 重复实验操作 2 次, 记录每次的实验数据, 取其平均值作为计算依据。

④ 实验数据处理。

盐酸、NaOH 溶液为稀溶液, 二者的总质量为 100 g (密度近似为 1 g · cm<sup>-3</sup>), 温度差  $\Delta t = (t_2 - t_1)$ , 反应后生成的溶液的比热容  $c = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 。该实验中盐酸和 NaOH 溶液反应放出的热量  $Q = cm\Delta t = 0.418(t_2 - t_1) \text{ kJ}$ , 中和热  $\Delta H = -\frac{Q}{n(\text{H}_2\text{O})} = -\frac{0.418(t_2 - t_1)}{0.025} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

#### 知识点2 反应热与焓变

##### 1. 内能

(1) 内能是体系内物质的各种能量总和, 受温度、压强和物质的聚集状态等影响。

(2) 反应热产生的原因是化学反应前后体系的内能( $U$ )发生变化。

##### 2. 焓变

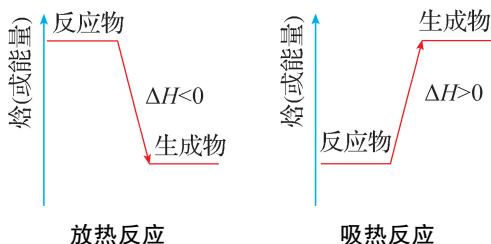
(1) 焓: 与物质内能有关的物理量, 符号为  $H$ 。

(2) 焓变: 在等压条件下进行的化学反应的反应热。符号为  $\Delta H$ , 单位: kJ · mol<sup>-1</sup>。

(3) 定义式:  $\Delta H = E_{\text{生成物}} - E_{\text{反应物}}$   $\begin{cases} > 0: \text{吸热} \\ < 0: \text{放热} \end{cases}$

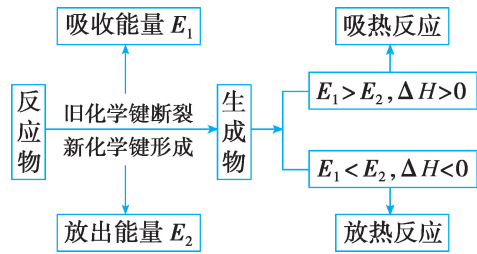
##### 3. 吸热反应与放热反应

(1) 从焓(或能量)的高低角度理解(宏观角度)

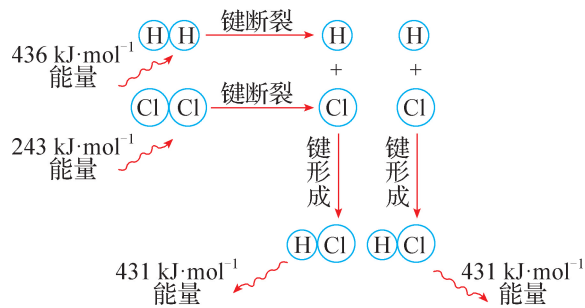


反应类型	放热反应	吸热反应
图示		
能量高低	反应物的总能量大于生成物的总能量, $\Delta H < 0$	反应物的总能量小于生成物的总能量, $\Delta H > 0$
说明	<p>① <math>a</math> 表示断裂旧化学键吸收的能量,也可以表示反应的活化能</p> <p>② <math>b</math> 表示形成新化学键放出的能量,也可以表示活化分子结合成生成物分子所释放的能量</p> <p>③ <math>c</math> 表示反应的反应热</p>	

(2) 从化学键角度理解(微观角度)



以  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$  反应的能量变化为例说明。



化学键	反应中能量变化	
	断裂或形成 1 mol 化学键的能量变化	断裂或形成化学键的总能量变化
H—H	吸收 436 kJ 热量	共吸收 679 kJ 热量
Cl—Cl	吸收 243 kJ 热量	
H—Cl	放出 431 kJ 热量	共放出 862 kJ 热量
结论	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ 的反应热 $\Delta H = -183 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	

$\Delta H = \text{反应物的键能之和} - \text{生成物的键能之和}$ 。

知识点3 热化学方程式 燃烧热

1. 热化学方程式

(1) 概念:表明反应所释放或吸收的热量的化学方程式,叫作热化学方程式。

(2) 含义:不仅表明化学反应中的物质变化,还表明能量变化。

(3) 书写方法

① 在  $25\text{ }^\circ\text{C}$  和  $101\text{ kPa}$  下,  $1\text{ mol}$  气态  $\text{H}_2$  与  $0.5\text{ mol}$  气态  $\text{O}_2$  反应生成  $1\text{ mol}$  气态  $\text{H}_2\text{O}$  时,放出  $241.8\text{ kJ}$  的热量,热化学方程式为  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H = -241.8\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

② 在  $25\text{ }^\circ\text{C}$  和  $101\text{ kPa}$  下,  $1\text{ mol}$  气态  $\text{H}_2$  与  $0.5\text{ mol}$  气态  $\text{O}_2$  反应生成  $1\text{ mol}$  液态  $\text{H}_2\text{O}$  时,放出  $285.8\text{ kJ}$  的热量,热化学方程式为  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -285.8\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

书写热化学方程式时,  $\Delta H$  必须与化学方程式一一对应。 $\Delta H$  的单位中“ $\text{mol}^{-1}$ ”既不是指“每摩尔反应物”,也不是指“每摩尔生成物”,而是指“每摩尔反应”。

2. 燃烧热

(1) 概念:在  $101\text{ kPa}$  时,  $1\text{ mol}$  纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量,叫作该物质的燃烧热,单位是  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

完全燃烧时,可燃物中的碳元素变为  $\text{CO}_2(\text{g})$ ,氢元素变为  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ,硫元素变为  $\text{SO}_2(\text{g})$ ,氮元素变为  $\text{N}_2(\text{g})$ 。

(2) 含义:在  $25\text{ }^\circ\text{C}$  和  $101\text{ kPa}$  时,  $\text{H}_2$  的燃烧热为  $285.8\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,表示该条件下,  $1\text{ mol}$   $\text{H}_2(\text{g})$  完全燃烧生成液态水时,放出的热量为  $285.8\text{ kJ}$ 。

(3) 燃烧热的热化学方程式

① 以燃烧  $1\text{ mol}$  可燃物为标准配平其他物质的化学计量数。

② 可燃物要完全燃烧且生成指定产物。

③ 在  $25\text{ }^\circ\text{C}$  和  $101\text{ kPa}$  时,  $\text{CH}_4$  的燃烧热为  $890.3\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,表示  $\text{CH}_4$  燃烧热的热化学方程式为  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -890.3\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

释疑解惑

问题1 放热反应不需要加热就能发生,吸热反应不加热就不能发生,对吗?

提示 不对。反应放热还是吸热,与反应物和生成物具有的能量有关,反应的发生与是否需要加热无必然联系。

有的放热反应刚开始也需要加热才能进行,有的吸热反应常温下就能发生,如  $\text{NH}_4\text{Cl}$  晶体和  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  晶体的反应。

**问题 2** 中和反应反应热的测定实验中为何使用  $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液与  $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸反应,而不是选用  $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液?

**提示** 实验中选用  $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液,使碱过量,其目的是保证盐酸完全反应。

**问题 3** 能否用浓硫酸代替盐酸? 对结果会产生什么影响?

**提示** 不能。浓硫酸溶解于水时放热,会导致所测中和反应反应热数值偏大。

**问题 4** 燃烧放出的热量与燃烧热有什么不同?

**提示** ① 燃烧放出的热量与物质的多少有关,燃烧的物质越多,放出的热量就越多,而燃烧热是指  $1 \text{ mol}$  纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量。② 研究燃

烧放出的热量并未限定燃烧产物的形态,而研究燃烧热必须是生成指定产物。

**问题 5**  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  热化学方程式中化学计量数为什么可以是分数?

**提示** 热化学方程式中各物质前的化学计量数只表示参加反应的各物质的物质的量,不表示具体的分子数目,故可以是整数,也可以是分数。

**问题 6** 在  $25^\circ\text{C}$  和  $101 \text{ kPa}$  下,  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则  $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H$  是多少? 正、逆反应的焓变  $\Delta H$  有何关系?

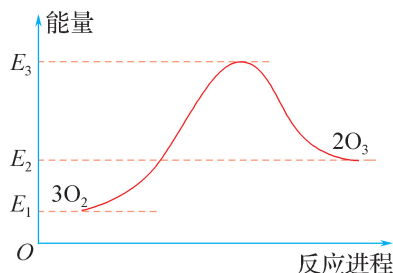
**提示**  $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。正、逆反应  $\Delta H$  的数值相同,符号相反。



## 考问突破

### 考向 1 放热反应与吸热反应

**例 1** (2025 北京师范大学广州实验学校月考) 自然界中臭氧形成反应  $3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{O}_3(\text{g})$  的能量变化如图所示。下列说法错误的是 ( )



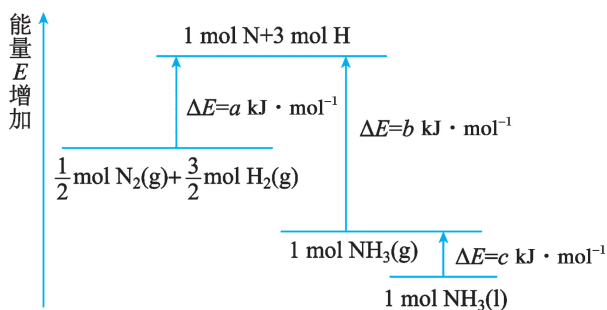
- A.  $2\text{O}_3(\text{g}) = 3\text{O}_2(\text{g})$  为放热反应
- B.  $\text{O}_2$  比  $\text{O}_3$  稳定
- C. 反应物断键吸收的总能量高于生成物成键放出的总能量
- D. 反应消耗  $3 \text{ mol O}_2$  时吸收的总能量为  $E_3 - E_1$

**探索过程** 根据图示可知,生成物的总能量大于反应物的总能量,  $3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{O}_3(\text{g})$  为吸热反应,则  $2\text{O}_3(\text{g}) = 3\text{O}_2(\text{g})$  为放热反应, A 正确;由图示可知,  $\text{O}_2$  的能量比  $\text{O}_3$  的低,能量越低,物质越稳定,所以  $\text{O}_2$  比  $\text{O}_3$  稳定, B 正确;反应物断键吸收的总能量为  $E_3 - E_1$ ,生成物成键放出的总能量为  $E_3 - E_2$ ,  $E_3 - E_1$  大于  $E_3 - E_2$ ,故反应物断键吸收的总能量高于生成物成键放出的总能量, C 正确;反应消耗  $3 \text{ mol O}_2$  时吸收的总能量为  $E_2 - E_1$ , D 错误。

答案 D

### 考向 2 热化学方程式正误判断

**例 2** (2025 河南南阳一中月考) 化学反应  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g})$  的能量变化如图所示。下列关于该反应的热化学方程式正确的是 ( )



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

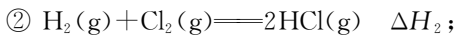
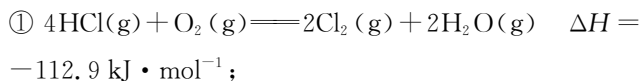
**探索过程** 由图可知,  $\frac{1}{2} \text{ mol N}_2(\text{g})$  和  $\frac{3}{2} \text{ mol H}_2(\text{g})$  断键吸收的能量共为  $a \text{ kJ}$ ,  $1 \text{ mol}$  氮原子与  $3 \text{ mol}$  氢

原子形成 1 mol  $\text{NH}_3(\text{g})$  时放出的能量为  $b \text{ kJ}$ , 则  $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = (a - b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 而 1 mol  $\text{NH}_3(\text{g})$  转化为 1 mol  $\text{NH}_3(\text{l})$  放出的热量为  $c \text{ kJ}$ , 反应的热化学方程式为  $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{l}) \quad \Delta H = (a - b - c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , A 正确, C 错误;  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{l}) \quad \Delta H = 2(a - b - c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , B 错误;  $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = (a - b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = 2(a - b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , D 错误。

答案 A

### 考向3 利用键能计算反应热

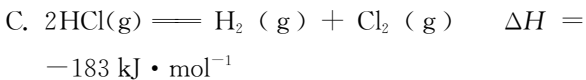
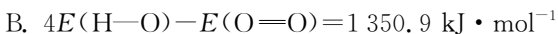
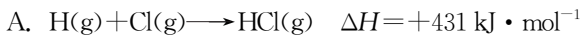
例3 (2025 江西七彩联盟联考) 已知:



③ H—H 键、Cl—Cl 键、H—Cl 键的键能  $E$  分别为

$436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $243 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

下列叙述正确的是 ( )



D. 稳定性:  $\text{H}_2 < \text{HCl} < \text{Cl}_2$

**探索过程** 形成化学键放出热量, H—Cl 键的键能为  $431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则  $\text{H}(\text{g}) + \text{Cl}(\text{g}) \rightarrow \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , A 错误; 反应热  $\Delta H$  等于断裂化学键的总键能与形成化学键的总键能之差, 根据反应①可知,  $\Delta H = 431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4 + E(\text{O}=\text{O}) - 243 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 - 4E(\text{H}-\text{O}) = -112.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 整理得,  $4E(\text{H}-\text{O}) - E(\text{O}=\text{O}) = 1\,350.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , B 正确;  $2\text{HCl}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  的  $\Delta H = 2 \times 431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 243 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +183 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , C 错误; 键能越大, 断键时吸收的能量越多, 形成的分子越稳定, 由已知信息可知, 稳定性  $\text{H}_2 > \text{HCl} > \text{Cl}_2$ , D 错误。

答案 B

## 第二节 反应热的计算

### 知识梳理

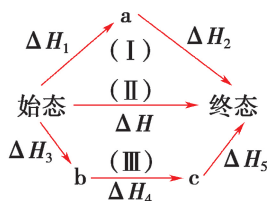
#### 知识点1 盖斯定律

##### 1. 盖斯定律

(1) 内容: 一个化学反应, 不管是一步完成还是分几步完成的, 其反应热是相同的。

(2) 特点

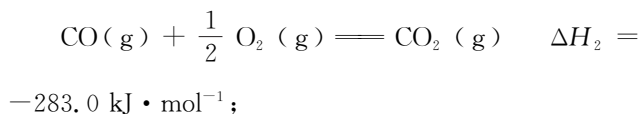
化学反应的反应热, 只与反应体系的始态、终态有关, 与反应进行的途径无关。反应热总值一定, 如图所示为始态到终态的反应热。



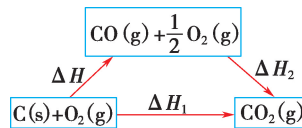
则  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$ 。

(3) 意义

有些反应的反应热虽然无法直接测得, 但可通过间接的方法测定。如反应  $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g})$  的  $\Delta H$  无法直接测得, 但下列两个反应的  $\Delta H$  可以直接测得。



上述反应具有如下关系。



则在此温度下反应  $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g})$  的  $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。



## 知识点2 反应热的计算

### 1. 反应热的计算依据和方法

计算依据	计算方法
根据热化学方程式	热化学方程式与数学上的方程式相似,可以左右颠倒,同时改变正负号,各项的化学计量数包括 $\Delta H$ 的数值可以同时扩大或缩小相同的倍数
根据盖斯定律	根据盖斯定律,可以将两个或两个以上的热化学方程式包括其 $\Delta H$ 相加或相减,得到一个新的热化学方程式
根据燃烧热	可燃物完全燃烧产生的热量=可燃物的物质的量 $\times$ 其燃烧热
根据化学键的变化	$\Delta H$ =断裂反应物的化学键所吸收的能量总和-形成生成物的化学键所放出的能量总和
根据反应物和生成物的总能量	$\Delta H=E_{\text{总}}(\text{生成物})-E_{\text{总}}(\text{反应物})$



### 释疑解惑

**问题1** 相同条件下,在催化剂作用下 1 mol 丙烷反应生成  $\text{CO}_2$  气体和液态水放出的热量与 1 mol 丙烷完全燃烧生成  $\text{CO}_2$  气体和液态水放出的热量是不同的。

**提示** 错误。反应热的大小取决于反应物、生成物能量的相对大小,与反应方式、反应条件无关。

**问题2** 对于放热反应,放出的热量越多, $\Delta H$  就越大。

**提示** 错误。放热反应的  $\Delta H$  为负值,反应放出的热量越多, $\Delta H$  就越小。

**问题3** 需要加热的反应一定是吸热反应吗?

**提示** 不一定。如  $\text{Al}$  与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  反应需要通过引燃镁条

才能触发反应,但该反应是放热反应。

**问题4** 已知  $\text{HCl}$  和  $\text{NaOH}$  中和反应反应热  $\Delta H_1 = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,则 98% 的浓硫酸与  $\text{NaOH}$  稀溶液反应生成 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  的  $\Delta H_2$  还是一  $-57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  吗?为什么?

**提示** 不是。因为 98% 的浓硫酸溶于水时放出热量,所以 98% 的浓硫酸与  $\text{NaOH}$  稀溶液反应生成 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  时放出的热量大于  $57.3 \text{ kJ}$ ,由于  $\Delta H$  为负值,故  $\Delta H_2 < -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

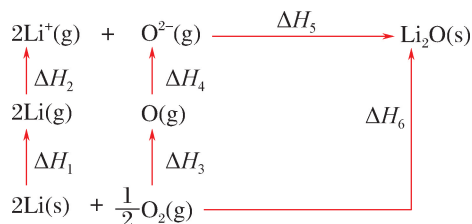


### 考问突破

#### 考向1 应用盖斯定律设计虚拟途径

**例1** (2025 河南信阳罗山高级中学月考)

$\text{Li}/\text{Li}_2\text{O}$  体系的能量循环图如图所示。下列说法正确的是 ( )



A.  $\Delta H_3 < 0$

B.  $\Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 = \Delta H_6$

C.  $\Delta H_6 > \Delta H_5$

D.  $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 = 0$

**探索过程** 由图可知, $\text{O}_2(\text{g})$  变为  $\text{O}(\text{g})$  时,分子中的化学键断裂,要吸收能量,则  $\Delta H_3 > 0$ ,A 错误;根据盖斯定律,化学反应中的反应热只与物质的始态与终态有关,与反应途径无关,由物质转化关系图可知,  $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 = \Delta H_6$ ,B 错误;根据图可知, $\Delta H_1$ 、 $\Delta H_2$ 、 $\Delta H_3$  和  $\Delta H_4$  均大于 0,再结合 B 项分析可知, $\Delta H_6 > \Delta H_5$ ,C 正确;根据 B 项分析可知,  $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 = \Delta H_6$ ,则  $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 - \Delta H_6 = 0$ ,D 错误。

**答案** C

## 考向2 ▶ “四则运算”法应用盖斯定律

**例2** (2025 河南省创新发展联盟第一次联考)

已知:通常状态下,由最稳定单质生成1 mol某纯物质的热效应称为该物质的标准摩尔生成焓( $\Delta_f H_m^\ominus$ ),单质的标准摩尔生成焓为0。部分物质的标准摩尔生成焓如表所示。

物质	H <sub>2</sub> O(l)	CO <sub>2</sub> (g)	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (g)	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (l)
$\Delta_f H_m^\ominus / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-285.8	-393.5	+226.7	+49.0

乙炔(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)三聚化制苯(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)是重要的有机合成反应,具有高效、快速等优点。下列说法错误的是( )

A. H<sub>2</sub>的燃烧热  $\Delta H$  为  $-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B.  $2\text{C}(\text{s, 石墨}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ 

$$\Delta H = +226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

C.  $3\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) \quad \Delta H = +631.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D.  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 

$$\Delta H = -1299.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

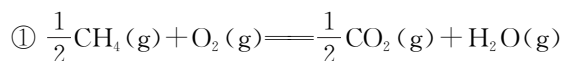
**探索过程** 燃烧热是指1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量, H<sub>2</sub>O(l)的标准摩尔生成焓( $\Delta_f H_m^\ominus$ )为  $-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 故 H<sub>2</sub>的燃烧热  $\Delta H$  为  $-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , A 正确; C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>(g)的标准摩尔生成焓( $\Delta_f H_m^\ominus$ )为  $+226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则  $2\text{C}(\text{s, 石墨}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , B 正确; 根据表中数据可写出, ①  $2\text{C}(\text{s, 石墨}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , ②  $6\text{C}(\text{s, 石墨}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) \quad \Delta H = +49.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 根据盖斯定律, ② - 3 × ①, 得到  $3\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) \quad \Delta H = +49.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 3 \times (+226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -631.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , C 错误; 分析 D 项热化学方程式中的反应物和生成物, 可写出 ①  $2\text{C}(\text{s, 石墨}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , ②  $\text{C}(\text{s, 石墨}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , ③  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 根据盖斯定律,  $2 \times ② + ③ - ①$ , 得到反应  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 + (-285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (+226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -1299.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , D 正确。

答案 C

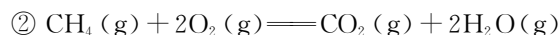
## 考向3 ▶ 反应热的比较

**例3** (2025 江西井冈山大学附中月考)已知下

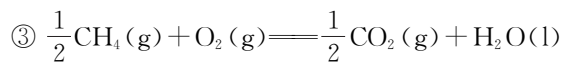
列热化学方程式。



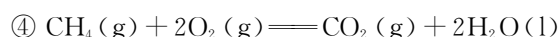
$$\Delta H_1 = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$



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



$$\Delta H_3 = c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$



$$\Delta H_4 = d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

下列关系式正确的是 ( )

A.  $a < c < 0$ B.  $b > d > 0$ C.  $2a = b < 0$ D.  $2c = d > 0$ 

**探索过程** CH<sub>4</sub>的燃烧反应是放热反应, 反应①和③相比, 反应物相同, ①中 H<sub>2</sub>O(g)的能量比③中 H<sub>2</sub>O(l)的能量高, 则①放出的热量比③少,  $\Delta H$  为负值,  $a$  比  $c$  大, 故  $c < a < 0$ , A 错误; 反应②和④相比, 反应物相同, ②中 H<sub>2</sub>O(g)的能量比④中 H<sub>2</sub>O(l)的能量高, 则②放出的热量比④少,  $b$  比  $d$  大, 故  $d < b < 0$ , B 错误; 反应②的化学计量数是①的2倍,  $b = 2a$ , 燃烧反应是放热反应, 故  $2a = b < 0$ , C 正确; 反应④的化学计量数是③的2倍,  $d = 2c$ , 燃烧反应是放热反应, 故  $2c = d < 0$ , D 错误。

答案 C