

# 《化学反应与能量》

## 高考解读与考点突破

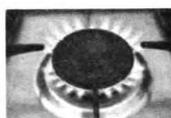
□ 高海增

通过研究分析发现,2013年高考对化学与热能的考查主要集中在四个方面:化学能与其他能量之间转化形式的判断、利用图象判断化学反应是放热反应还是吸热反应、热化学方程式的书写、应用盖斯定律计算反应热。本部分内容在高考中主要以选择题的形式出现,盖斯定律的应用主要以填空题的形式出现。可以预测在2014年高考命题中,本部分内容会

继续考查以上几个考点,特别是运用盖斯定律计算反应热这一考点必定出现。同时也会体现它与电化学、化学平衡移动等内容之间的联系。

### 考点一 化学反应中能量的变化

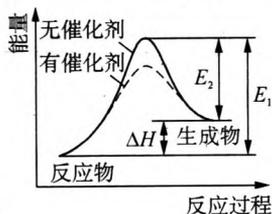
**例1** (2013·北京卷)下列设备工作时,将化学能转化为热能的是 ( )

A. 硅太阳能电池	B. 锂离子电池	C. 太阳能集热器	D. 燃气灶
			

**解析** A项,硅太阳能电池是将太阳能直接转化为电能,A错误;B项,锂离子电池将化学能直接转化为电能,B错误;C项,太阳能集热器是将太阳能转变为热能,C错误;D项,燃料燃烧将化学能直接转化为热能,D正确。

**答案** D

**例2** (2012·江苏卷)某反应的反应过程中能量变化如下图所示(图中 $E_1$ 表示正反应的活化能, $E_2$ 表示逆反应的活化能)。下列有关叙述正确的是 ( )



- A. 该反应为放热反应  
 B. 催化剂能改变反应的焓变  
 C. 催化剂能降低反应的活化能  
 D. 逆反应的活化能大于正反应的活化能

**解析** A项,由图可以看出反应物的总能量小于生成物的总能量,故该反应为吸热反应,A错误;B项,催化剂不能改变反应的焓变,B错误;C项,由图象可以看出,催化剂能降低该反应的活化能,C正确;D项,由图象可以看出 $E_1 > E_2$ ,即逆反应的活化能小于正反应的活化能,D项错误。

**答案** C

#### 【误区警示】

(1) 催化剂只是改变了反应的路径,没有改变反应物与生成物的总能量,故不会改变化学反应的热效应(焓变)。

(2) 化学反应的热效应只决定于反应物

的总能量和生成物的总能量的差值,与外界条件无关。

 **考点二 热化学方程式的书写**

 **例 3** 在 25 ℃、101 kPa 下,1 g 甲醇燃烧生成 CO<sub>2</sub> 和液态水时放热 22.68 kJ,下列热化学方程式正确的是 ( )

- A.  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H = +725.8 \text{ kJ/mol}$
- B.  $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H = -1452 \text{ kJ/mol}$
- C.  $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H = -725.8 \text{ kJ/mol}$
- D.  $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H = +1452 \text{ kJ/mol}$

 **解析** 由燃烧反应为放热反应,可知  $\Delta H < 0$ ,从而排除了 A、D 两项;再由题意可计算求得 2 mol 甲醇燃烧所放出的热量为 1452 kJ,故答案选 B。

**【方法技巧】**书写热化学方程式,除了遵循化学方程式的书写要求外,还要注意以下几点:

(1) 反应物和生成物的聚集状态不同,反应热的数值和符号可能不同,因此必须注明反应物和生成物的聚集状态,用 s、l、g 分别表示固体、液体和气体,而不标“↓、↑”。

(2)  $\Delta H$  只能写在热化学方程式的右边,用空格隔开, $\Delta H$  值“-”表示放热反应, $\Delta H$  值“+”表示吸热反应;单位为“kJ/mol”。

(3) 热化学方程式中各物质化学式前面的化学计量数仅表示该物质的物质的量,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。

(4)  $\Delta H$  的值要与热化学方程式中化学式前面的化学计量数相对应,如果化学计量数加倍, $\Delta H$  也要加倍。

(5) 正反应若为放热反应,则其逆反应必为吸热反应,二者  $\Delta H$  的数值相等而符号相反。

 **考点三 考查燃烧热和中和热的**

概念

 **例 4** 下列热化学方程式中, $\Delta H$  的绝对值能表示可燃物的燃烧热的是 ( )

- A.  $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}), \Delta H = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B.  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta H = -802.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C.  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D.  $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}), \Delta H = -283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

 **解析** A、B 项中,燃烧热所对应的产物应是稳定的化合物,分别是 CO<sub>2</sub>(g) 和 H<sub>2</sub>O(l),故 A、B 错误;C 项,燃烧热所对应的可燃物的物质的量应为 1 mol,故 C 错误。

 **答案 D**

**【特别提醒】**要明确下面概念的内涵与外延:

1. 燃烧热的定义:

(1) 概念: 25 ℃, 101 kPa, 1 mol 可燃物完全燃烧生成稳定的氧化物所放出的热量。

(2) 燃烧热的单位为 kJ/mol, 热量的常用单位为 kJ 或 J。

(3) 完全燃烧的含义 H→H<sub>2</sub>O(l), C→CO<sub>2</sub>, S→SO<sub>2</sub>, P→P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Na→Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, N→N<sub>2</sub>。

(4) 表示“燃烧热”的热化学方程式的书写: 即热化学方程式中的  $\Delta H$  的数值代表该可燃物的燃烧热,先将可燃物的系数定为 1,再去配平其他各物质的系数。

 **例 5** 已知反应: ①标准大气压时,  $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}), \Delta H = -221 \text{ kJ/mol}$  ②稀溶液中,  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-$

(aq) = H<sub>2</sub>O(l), ΔH = -57.3 kJ · mol<sup>-1</sup>, 下列结论正确的是 ( )

- A. 碳的燃烧热大于 110.5 kJ · mol<sup>-1</sup>
- B. ①的反应热为 221 kJ · mol<sup>-1</sup>
- C. 稀硫酸与稀 NaOH 溶液反应的中和热为 -57.3 kJ · mol<sup>-1</sup>
- D. 稀醋酸与稀 NaOH 溶液反应生成 1 mol 水, 放出 57.3 kJ 的热量

**解析** A 项, 因 1 mol 碳不完全燃烧时放出的热量为 110.5 kJ, 故 1 mol 碳完全燃烧时放出的热量必大于 110.5 kJ, 故 A 正确。B 项, ①的反应热为 -221 kJ · mol<sup>-1</sup>; C 项, 正确的表述应为中和热为 57.3 kJ · mol<sup>-1</sup>; D 项, 因醋酸为弱酸, 电离要吸收热量, 故稀醋酸与稀 NaOH 溶液反应生成 1 mol 水, 放出的热量要小于 57.3 kJ。

**答案** A

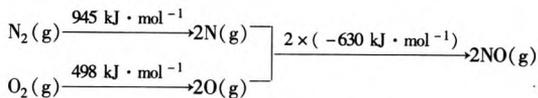
**【误区警示】**

(1) “反应热”或“ΔH”包含“+”和“-”, 因为不知该反应是放热还是吸热; 而用文字描述的“中和热”或“燃烧热”一律都取正值, 因为燃烧和酸碱中和反应一定是放热反应, 所以不需要写“-”。

(2) 中和热的大小与酸碱的用量无关, 反应放出热量的多少与酸碱的用量有关。

**考点四 反应热的计算**

**例 6** (2013 · 北京卷) 汽车发动机工作时引发 N<sub>2</sub> 和 O<sub>2</sub> 反应, 其能量变化示意图如下:



写出该反应的热化学方程式: \_\_\_\_\_。

**解析** 用反应物断裂化学键需要吸收的总能量减去生成物形成化学键释放的总能量即为焓变: ΔH = [(945 + 498) - 2 × 630] kJ · mol<sup>-1</sup> = +183 kJ · mol<sup>-1</sup>。

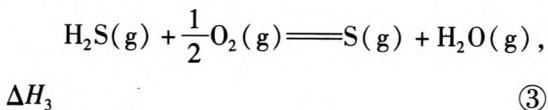
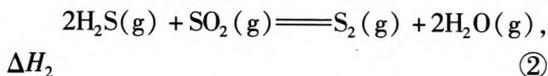
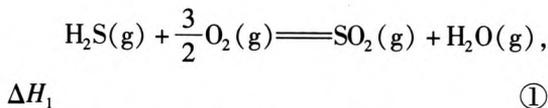
故该反应的热化学方程式为 N<sub>2</sub>(g) + O<sub>2</sub>(g) = 2NO(g), ΔH = +183 kJ · mol<sup>-1</sup>。

**【方法技巧】** 利用物质键能计算反应热的方法:

(1) 公式 ΔH = E(反应物的键能总和) - E(生成物的键能总和)

(2) 也可用如下方法求算: 先计算出断裂旧键吸收的能量和形成新键放出的能量, 作差对比, 计算出反应热 ΔH, 若是放热反应, 就在数值前加上“-”, 若是吸热反应就在数值上加上“+”。

**例 7** (2013 · 新课标 II 卷) 在 1 200℃ 时, 天然气脱硫工艺中会发生下列反应:



则 ΔH<sub>4</sub> 的正确表达式为 ( )

A. ΔH<sub>4</sub> =  $\frac{2}{3}$ (ΔH<sub>1</sub> + ΔH<sub>2</sub> - 3ΔH<sub>3</sub>)

B. ΔH<sub>4</sub> =  $\frac{2}{3}$ (3ΔH<sub>3</sub> - ΔH<sub>1</sub> - ΔH<sub>2</sub>)

C. ΔH<sub>4</sub> =  $\frac{3}{2}$ (ΔH<sub>1</sub> + ΔH<sub>2</sub> + 3ΔH<sub>3</sub>)

D. ΔH<sub>4</sub> =  $\frac{3}{2}$ (ΔH<sub>1</sub> - ΔH<sub>2</sub> - 3ΔH<sub>3</sub>)

**解析** 根据盖斯定律, 进行“变形”, 由 ① ×  $\frac{2}{3}$  + ② ×  $\frac{2}{3}$  - ③ × 2 可得 2S(g) = S<sub>2</sub>(g), 故 ΔH<sub>4</sub> = ΔH<sub>1</sub> ×  $\frac{2}{3}$  + ΔH<sub>2</sub> ×  $\frac{2}{3}$  - ΔH<sub>3</sub> × 2 =  $\frac{2}{3}$  × (ΔH<sub>1</sub> + ΔH<sub>2</sub> - 3ΔH<sub>3</sub>)。

**答案** A

**【方法技巧】** 运用盖斯定律计算反应热( $\Delta H$ )方法与技巧:

参照目标热化学方程式,对已知热化学方程式进行“变形”。若目标热化学方程式中的物质与某已知热化学方程式中的物质处于“同侧”,则已知化学方程式不用颠倒,只考虑化学计量数的变化,通过乘、除某个数,做到两者相同即可;若目标热化学方程式的物质与某个已知热化学方程式中的物质处于“异侧”,则须将已知热化学方程式进行颠倒,然后再观察化学计量数是否相同,然后再通过乘、除某个数,保证化学计量数相同即可。将以上过程概括为“同侧相加,异侧颠倒,然后乘除”。另外,还要注意运用盖斯定律计算反应热的注意事项:

(1) 当热化学方程式乘以或除以某个数时, $\Delta H$ 也应乘以或除以某个数。

(2) 当热化学方程式进行加减时, $\Delta H$ 也要同样进行加减运算,且要带“+”、“-”进行,即把 $\Delta H$ 看作一个整体进行运算。

(3) 当热化学反应逆向进行时,其反应热与正反应的反应热数值相等,但符号相反。

### 考点五 化学能与热能与其他考点的综合

**例 8** (2013·山东卷)  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}), \Delta H < 0$ , 在其他条件不变的情况下 ( )

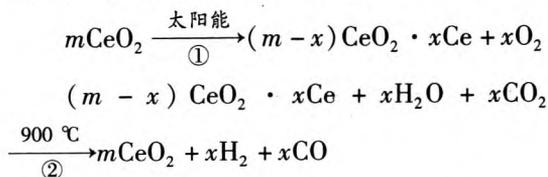
- A. 加入催化剂,改变了反应的途径,反应的 $\Delta H$ 也随之改变
- B. 改变压强,平衡不发生移动,反应放出的热量不变
- C. 升高温度,反应速率加快,反应放出的热量不变
- D. 若在原电池中进行,反应放出的热量不变

**解析** A项,催化剂只改变了反应途径,但是 $\Delta H$ 只取决于反应物、生成物的总能量,故 $\Delta H$ 不变,A错;因该反应是一个反应前

后气体物质的量不变的反应,改变压强,平衡不发生移动,反应放出的热量也不变,B正确;该反应是放热反应,升高温度,平衡左移,反应放出的热量减小,C错;若在原电池中进行,反应不放出热量,化学能转换为电能,D错。

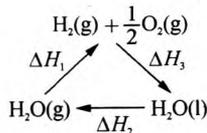
### 答案 B

**例 9** (2013·福建卷) 某科学家利用二氧化铈( $\text{CeO}_2$ )在太阳能作用下将 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ 转变成 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ 。其过程如下:



下列说法不正确的是 ( )

- A. 该过程中 $\text{CeO}_2$ 没有消耗
- B. 该过程实现了太阳能向化学能的转化
- C. 右图中 $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$
- D. 由 $\text{CO}$ 和 $\text{O}_2$ 构成的碱性燃料电池的负极反应式为 $\text{CO} + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$



**解析** A项,把以上两个反应相加就会

会发现,新的化学反应中没有 $\text{CeO}_2$ ,所以 $\text{CeO}_2$ 没有消耗,A正确;B项,从第一个反应式中可看出实现了太阳能向化学能的转化,B正确;C项,根据所给的图示关系可知, $\Delta H_1 = -(\Delta H_2 + \Delta H_3)$ ,C错误;D项,碱性燃料电池的总电极反应为 $2\text{CO} + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 = 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ,正极反应是 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ ,由总电极反应式减去负极反应式(电量守恒),负极反应是 $\text{CO} + 4\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

### 答案 C

**点评** 以上两道例题都与能量的变化有关,但涉及化学平衡和电化学等内容,体现了化学能与热能及其他考点的综合。