

## 例析热化学反应方程式考查热点

江苏省如皋市薛窑中学 (226500) 张广建

热化学方程式是表示化学反应热效应的化学方程式,表示化学反应中的物质变化和焓变(或能量变化、热量变化),是高考命题的热点,也是重点,也是必考点.结合反应热的考查,热化学方程式有多重考查方式.

### 一、比较反应热的大小

例1 下列各组热化学方程式中,化学反应的 $\Delta H$ 前者大于后者的是( ).

- ①  $C(s) + O_2(g) = CO_2(g); \Delta H_1$   
 $C(s) + 1/2O_2(g) = CO(g); \Delta H_2$   
 ②  $S(s) + O_2(g) = SO_2(g); \Delta H_3$   
 $S(g) + O_2(g) = SO_2(g); \Delta H_4$   
 ③  $H_2(s) + 1/2O_2(g) = H_2O(g); \Delta H_5$   
 $2H_2(g) + O_2(g) = 2H_2O(l); \Delta H_6$   
 ④  $CaCO_3(s) = CaO(s) + CO_2(g); \Delta H_7$   
 $CaO(s) + H_2O(l) = Ca(OH)_2(s); \Delta H_8$   
 A. ① B. ④ C. ②③④ D. ①②③

解析 放热反应 $\Delta H < 0$ ,吸热反应 $\Delta H > 0$ .

①两反应均为放热反应,CO转化成 $CO_2$ 放热, $\Delta H_1 < \Delta H_2$ ,

②两反应均为放热反应,同一物质的能量高低为: $E(s) > E(l) > E(g)$ ,S(s)转化成S(g)吸热, $\Delta H_3 > \Delta H_4$ ,

③两反应均为放热反应,相同物质的反应,当化学计量数不同时,其 $\Delta H_{\text{值}}$ 不同, $\Delta H_5 > \Delta H_6$ ,

④前为吸热反应后为放热反应, $\Delta H_7 > \Delta H_8$ .

常见的吸热反应:

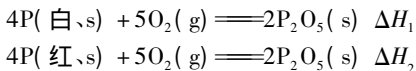
- (1) 电离过程;  
 (2) 水解反应;  
 (3) 大多数的分解反应;

(4) 特例:二氧化碳与碳生成一氧化碳;氢气与碘蒸气生成碘化氢;氮气与氧气生成一氧化氮;碳与水蒸气生成一氧化碳和氢气.

答案: C

### 二、比较物质的稳定性

例2 已知1 mol白磷(s)转化为1 mol红磷(s)放出18.39 kJ热量,又知:



则 $\Delta H_1$ 和 $\Delta H_2$ 的关系正确的是( ).

- A.  $\Delta H_1 = \Delta H_2$  B.  $\Delta H_1 > \Delta H_2$   
 C.  $\Delta H_1 < \Delta H_2$  D. 无法确定

白磷与红磷相比较,稳定性强的是( ).

解析 由题意知白磷的能量比红磷高,燃烧等量磷,白磷放热更多, $\Delta H_1$ 更小,即 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ .由于物质的能量越低,物质越稳定,所以,红磷的稳定性强.

答案: C 红磷

### 三、比较可逆反应进行的程度

例3 在一定条件下化学反应: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g); \Delta H = -197 \text{ kJ/mol}$ 现有容积相同的甲、乙、丙三个容器,在上述条件下分别充入的气体 and 反应放出的热量(Q)如下表所列:

容器	$SO_2(\text{mol})$	$O_2(\text{mol})$	$N_2(\text{mol})$	$Q(\text{kJ})$
甲	2	1	0	$Q_1$
乙	1	0.5	0	$Q_2$
丙	1	0.5	1	$Q_3$

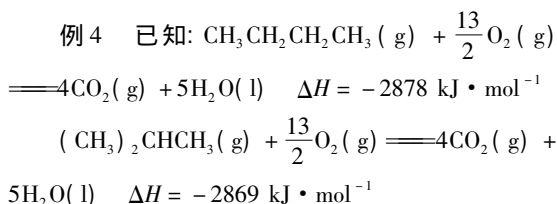
根据以上数据,下列叙述不正确的是( ).

- A. 在上述条件下反应生成1 mol  $SO_3$  气体放热98.5 kJ  
 B.  $2Q_2 = 2Q_3 < Q_1 < 197 \text{ kJ}$   
 C.  $Q_1 = 2Q_2 = 2Q_3 = 197$   
 D. 在上述条件下每摩该反应进行到底时放出的热量为197 kJ

解析 上述热化学反应方程式的含义是:每摩该反应进行到底时放出的热量为197 kJ,即每生成2 mol三氧化硫,放出197 kJ的热量.那么A、B就都正确了.丙中可以把1摩尔三氧化硫全部转化二氧化硫和氧气,那么就和中中一样了,所以 $2Q_2 = 2Q_3$ .对于乙,可以把他的容积减小为原来的一半,那么达到平衡时,放出的热量就是 $1/2Q_2$ ,再把容积扩大到原容积,由于体积变大,那么平衡就会向逆反应方向移动,则放出的热量就会减少,因为正反应是放热反应;那么放出的热量就小于 $1/2Q_2$ .又由于该反应是可逆反应,不能进行到底,所以得出 $2Q_2 = 2Q_3 < Q_1 < 197 \text{ kJ}$ .

答案: C

四、比较同分异构体的能量大小



下列说法正确的是( )。

- A. 正丁烷分子储存的能量大于异丁烷分子
- B. 正丁烷的稳定性大于异丁烷
- C. 异丁烷转化为正丁烷的过程是一个放热过程
- D. 异丁烷分子中的共价键比正丁烷的多

解析 1 mol 正丁烷和异丁烷分别与氧气反应, 正丁烷放出 2878 kJ 的热量, 异丁烷放出 2869 kJ 的热量, 说明正丁烷储存的能量大于异丁烷的能量, 而能量越高越不稳定, 所以正丁烷的稳定性小于异丁烷, 且异丁烷转化为正丁烷需要吸收能量; 在正丁烷和异丁烷的分子中共价键的个数是相等的, 故该题正确选项只有 A。

答案: A

五、比较键能的大小

例5 化学键的键能是指气态原子间形成 1 mol 化学键时释放的能量。如  $\text{H}(\text{g}) + \text{I}(\text{g}) \rightarrow \text{H}-\text{I}(\text{g})$   $\Delta H = +297 \text{ kJ/mol}$  即 H-I 键的键能为  $297 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 也可以理解为破坏 1 mol H-I 键需要吸收 297 kJ 的热量。一个化学反应一般都有旧化学键的破坏和新化学键的形成。下表是一些键能数据( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ):

	键能		键能		键能		键能
H-H	436	H-F	565	C-F	427	C-O	347
H-O	464	H-Cl	432	C-Cl	330	Cl-Cl	243
H-S	339			C-I	218	S-S	255

由热化学方程式  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \text{====} 2\text{HCl}(\text{g})$   $\Delta H = -185 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  并结合上表数据可推知一个化学反应的反应热(设反应物、生成物均为气态)与反应物和生成物的键能之间的关系是\_\_\_\_\_。

由热化学方程式  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{s}) \text{====} 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$   $\Delta H = -224.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  和表中数值可计算出 1 mol  $\text{S}_2(\text{s})$  气化时将\_\_\_\_(填“吸收”或“放出”)\_\_\_\_ kJ 的热量。

解析 由热化学方程式  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \text{====} 2\text{HCl}(\text{g})$ ;  $\Delta H = -185 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 可得出  $\Delta H = 436 \text{ kJ/mol} + 243 \text{ kJ/mol} - 2 \times 432 \text{ kJ/mol} =$

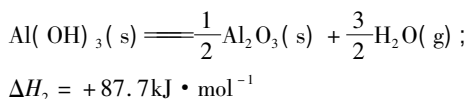
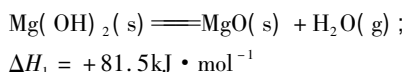
$-185 \text{ kJ/mol}$ , 则有化学反应的反应热等于反应物的键能之和与生成物的键能之和的差, 由表中数据可得:  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g}) \text{====} 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ;  $\Delta H = -229 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  又知  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{s}) \text{====} 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ;  $\Delta H = -224.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则  $\text{S}_2(\text{s}) \rightarrow \text{S}_2(\text{g})$ ;  $\Delta H = +4.5 \text{ kJ/mol}$  1 mol  $\text{S}_2(\text{s})$  气化时将吸收 4.5 kJ 的能量。

答案: 化学反应的反应热等于反应物的键能之和与生成物的键能之和的差; 吸收; 4.5;

六、比较物质阻燃性的效果

例6 往有机聚合物中添加阻燃剂, 可增加聚合物的使用安全性, 扩大其应用范围。例如, 在某聚乙烯树脂中加入等质量由特殊工艺制备的阻燃型  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  树脂可燃性大大降低。

已知热化学方程式:



①  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$  起阻燃作用的主要原因是\_\_\_\_\_。

② 等质量  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$  相比, 阻燃效果较好的是\_\_\_\_\_ 原因是\_\_\_\_\_。

③ 常用阻燃剂主要有三类: A. 卤系, 如四溴乙烷; B. 磷系, 如磷酸三苯酯; C. 无机类, 主要是  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

从环保的角度考虑, 应用时较理想的阻燃剂是\_\_\_\_\_(填代号) 理由是\_\_\_\_\_。

解析 ①  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$  受热分解时吸收大量的热, 使环境温度下降; 同时生成的耐高温、稳定性好的  $\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  覆盖在可燃物表面, 阻燃效果更好。②  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  的吸热效率为:  $81.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} / 58 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.41 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ ;  $\text{Al}(\text{OH})_3$  的吸热效率为:

$87.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} / 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.12 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ , 等质量的  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  比  $\text{Al}(\text{OH})_3$  吸热多。③ C 四溴乙烷、磷酸三苯酯沸点低, 高温时有烟生成, 且高温时受热分解产生有毒、有害的污染物。无机类阻燃剂  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$  无烟、无毒、腐蚀性小。

总之, 热化学方程式在高考中的考查方式千变万化, 只要我们抓住其根本思路方法, 以不变应万变, 熟练解决问题的技巧, 定会迅速而准确的解决该部分问题。

(收稿日期: 2015-08-13)