

## 高考化学中热化学的“热点”归类解析

河南省安阳市第一中学 455000 刘连亮

随着高中新课程标准的实施,新高考试题中围绕以热化学方程式为核心的“热化学”成为了高考必考点和热点,知识点涉及吸热反应、放热反应、燃烧热和中和热等概念的判断,热化学方程式的书写与正误判断,盖斯定律的综合应用。考题类型有选择、填空、计算等,试题往往还与图像、新材料、新信息联系在一起,有时这些知识点还进行交叉、综合,陌生度较高,考生往往得分率不高。以往的文献中对此部分的知识解读都是从某一个角度探讨,稍显片面、缺少系统性,本文力求对此部分考点全面、系统的解读,寻找解题的方法技巧,总结规律,预测命题的趋势。

### 一、热化学的概念辨析

试题主要针对吸热反应、放热反应、反应热(焓变、燃烧热和中和热)、活化能等概念的考查。

例 1 (2009 年四川高考化学卷) 25℃, 101 kPa 时, 强酸与强碱的稀溶液发生中和反应的中和热为  $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 辛烷的燃烧热为  $5518 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。下列热化学方程式书写正确的是( )。

- A.  $2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B.  $\text{KOH}(\text{aq}) + 1/2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightleftharpoons 1/2\text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C.  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 25/2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H = -5518 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D.  $2\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g}) + 25\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 16\text{CO}_2(\text{g}) + 18\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = -5518 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

解析 本题以热化学方程式为载体考查中和热及燃烧热的概念。中和热的标准是生成 1 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ , 此外还应注意是在稀溶液中进行的酸碱中和反应, 这样做主要想忽略酸碱相互溶解的热效应。弱酸弱碱因为电离时要吸热, 故有弱酸或弱碱参加的中和反应, 中和热偏小, 即  $\Delta H > -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , A 项错误, B 项正确。燃烧热要求①反应物必须完全燃烧生成稳定的氧化物, 如  $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ 、 $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 、 $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5(\text{s})$ 、 $\text{S} \rightarrow$

$\text{SO}_2(\text{g})$  等, C 项错误; ②标准状况下 1 mol 可燃物(单质或化合物), D 项错误。答案: B。

思路点拨 一个化学反应是吸热反应或放热反应与反应条件无关, 即需要加热才能进行的反应不一定是吸热反应, 如物质的燃烧反应是放热反应, 但大多数需要加热; 不需要加热就能进行的反应不一定是放热反应, 如  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的反应是吸热反应, 但不需要加热。反应热的范围广, 焓变(恒压下的反应热)、燃烧热和中和热只是其中的一种, 使用反应热、焓变时, 数据前要带“+”或“-”, 而使用燃烧热和中和热时, 则不需要带“+”或“-”(因为它们已表明反应是放热反应)。催化剂只能改变反应的“路径”, 可降低反应的活化能, 而不能改变反应的焓变。

### 二、热化学方程式的书写及判断

热化学方程式的书写及正误判断是高考热化学考查中的主要题型之一, 化学方程式的书写与正误判断往往连在一起, 考查考生的记忆能力、观察能力、推理能力及细心程度等。其方式主要有以下几种:

1. 根据物质反应与产生热量的关系书写热化学方程式

例 2 已知充分燃烧  $a \text{ g}$  乙炔( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) 气体时生成 1 mol 二氧化碳气体和液态水, 并放出热量  $b \text{ kJ}$ , 则乙炔燃烧的热化学方程式正确的是( )。

- A.  $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = -2b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B.  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5/2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = +2b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C.  $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = -4b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D.  $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = +b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

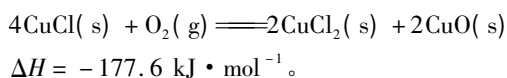
解析 该反应放热,  $\Delta H$  应为负值, B、D 两项错误; 生成 1 mol 二氧化碳气体, 放出热量  $b \text{ kJ}$ , 则生成 4 mol 二氧化碳气体, 放出热量为  $4b \text{ kJ}$ , 即该反应的  $\Delta H = -4b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , C 项正确。答案: C。

2. 根据试题提供的新情景写热化学方程式

提供新情景书写热化学方程式,是近年高考试题中主要考试类型之一。解决此类问题,可结合题目提供的数据、信息,进行逻辑推理或数学运算。对于缺项的,还应注意从原子守恒、电子得失守恒、电荷守恒等规律方面考虑。

例3 (2014年安徽高考化学卷)  $\text{CuCl}(s)$  与  $\text{O}_2$  反应生成  $\text{CuCl}_2(s)$  和一种黑色固体。在  $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $101\text{ kPa}$ 下,已知该反应每消耗  $1\text{ mol CuCl}(s)$  放热  $44.4\text{ kJ}$ ,该反应的热化学方程式是\_\_\_\_\_。

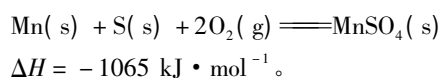
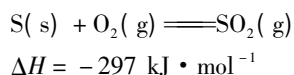
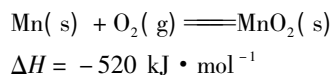
解析 本题考查以氧化还原反应为背景的热化学反应方程式的书写,Cu从+1价升到+2价, $\text{O}_2$ 做氧化剂,从0降到-2价,根据原子守恒及信息,可知黑色固体为CuO,再结合反应的热数据,可写出该反应的热化学方程式为:



3. 根据盖斯定律写热化学方程式

盖斯定律告诉我们,化学反应不管是一步完成还是分几步完成,其反应热是相同的,即化学反应热只与其反应的始态和终态有关,而与具体反应进行的途径无关。根据盖斯定律书写热化学方程式,是高考试题中的又一重要题型,其步骤: 1. 写: 根据题目信息,写出目标化学方程式; 2. 调: 根据目标化学方程式,调整已知热化学方程式中的化学计量数、 $\Delta H$ 符号及数值; 3. 和: 求出调整过的原已知热化学方程式中的 $\Delta H$ 之和,即可得目标热化学方程式的 $\Delta H$ 。根据以上方法步骤,不仅能写出热化学方程式,也可以解答涉及盖斯定律的其它类型的试题(后面讲解)。

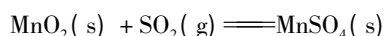
例4 (2014年四川高考化学卷) 已知: $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $101\text{ kPa}$ 时,



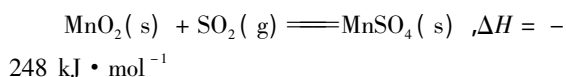
$\text{SO}_2$ 与 $\text{MnO}_2$ 反应生成无水 $\text{MnSO}_4$ 的热化学方程式是\_\_\_\_\_。

解析 典型的盖斯定律的考查。按上述步骤

首先写出目标方程式:



第二步,调整化学计量数、 $\Delta H$ 符号及数值,观察已知热化学方程式,化学计量数、 $\Delta H$ 数值不需要变,只需方程式①、②(按顺序编号)的 $\Delta H$ 符号由“-”变为“+”即可,第三步将变化后方程式的 $\Delta H$ 进行求和,得出目标方程式的 $\Delta H = -248\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。故答案为:

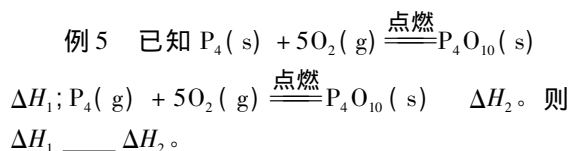


思路点拨 书写热化学方程式过程中易错点主要有:反应物和生成物的聚集状态不标或漏标(固、液、气分别用s、l、g表示,热化学方程式中不用气体符号或沉淀符号,因为物质状态已标出); $\Delta H$ 的正负号容易写错,“+”学生常省略不写,单位经常错写成“kJ”;不能理解化学计量数与 $\Delta H$ 的数值成正比关系( $\Delta H$ 与反应完成的物质的量成正比,而热化学方程式就是表示反应已完成的数量,因此化学计量数必须与 $\Delta H$ 相对应,即对于相同的物质反应,当化学计量数不同,其 $\Delta H$ 也不同。当化学计量数加倍时, $\Delta H$ 也应跟着加倍);当反应逆向进行时,部分学生不知道将 $\Delta H$ 的正负号颠倒一下;不能正确区分热化学方程式和表示燃烧热的热化学方程式(其实,只要紧扣燃烧热的概念,很容易看出来或写出来表示燃烧热的热化学方程式)。

三、反应热的大小比较

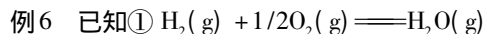
反应热的大小比较,主要有以下几种情况:

1. 根据等质量的反应物状态不同,比较反应热的大小

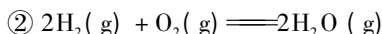


解析 白磷固体变成白磷蒸气要吸热,等量的白磷固体和白磷蒸气分别完全燃烧,后者放出热量多、反应热偏小(因为其数值小于零),故  $\Delta H_1 > \Delta H_2$ 。

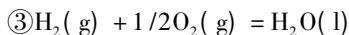
2. 根据等质量同种生成物的状态不同,比较反应热的大小



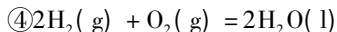
$$\Delta H_1 = a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



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



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



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

则  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  的关系正确的是( )。

A.  $a < c < 0$       B.  $b > d > 0$

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

解析 因氢气燃烧是放热反应,所以  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  均应小于零, B、D 项错误; 依据反应热的含义知  $2a = b$ 、 $2c = d$ 、 $a > c$ 、 $b > d$  A 项错误, C 项正确。

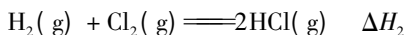
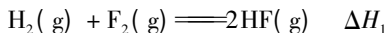
3. 根据等质量同素异形体稳定性不同, 比较反应热的大小

例 7 已知  $\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) = \text{C}(\text{金刚石}, \text{s}) \quad \Delta H = +1.19 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $\text{C}(\text{金刚石}, \text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$ ,  $\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2$ 。则  $\Delta H_1$  \_\_\_\_  $\Delta H_2$ 。

解析 由已知条件可知等质量的金刚石比石墨的能量高(即石墨更稳定), 完全燃烧时, 金刚石放出的热量多, 故  $\Delta H_1 < \Delta H_2$ 。

4. 根据同主族元素的递变规律, 比较反应热的大小

例 8 已知  $\text{F}_2$  与  $\text{H}_2$  在黑暗中能剧烈反应, 且生成的 HF 很稳定,  $\text{Cl}_2$  与  $\text{H}_2$  在光照或点燃的条件下能发生反应, 生成的 HCl 较稳定。



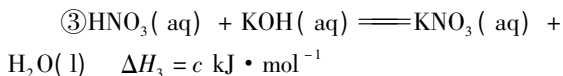
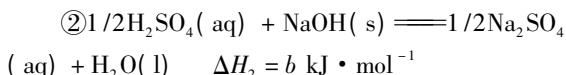
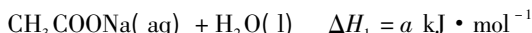
则  $\Delta H_1$  \_\_\_\_  $\Delta H_2$ 。

解析 对于同一主族的不同元素的单质来说, 与同一物质反应时, 生成物越稳定或反应越易进行, 放出的热量越多。显然前者放出热量多, 故  $\Delta H_1 < \Delta H_2$ 。

5. 根据中和反应时酸碱的强弱或生成物溶解性的大小, 比较反应热的大小

例 9 强酸和强碱稀溶液的中和热可表示为:  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

已知:  $\textcircled{1} \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons$



上述反应均为在溶液中的反应, 则  $a$ 、 $b$ 、 $c$  的关系正确的是( )。

A.  $a = b = c$       B.  $b < a < c$

C.  $b < c < a$       D.  $a < c < b$

解析 弱酸电离需要吸收热量, 氢氧化钠固体溶于水要放出热量, 所以放出的热量  $\textcircled{2} > \textcircled{3} > \textcircled{1}$ , 因放热反应的反应热  $\Delta H$  都是负数, 故反应热大小关系为:  $\Delta H_2 < \Delta H_3 < \Delta H_1$ , 即  $b < c < a$ , C 项正确。

6. 根据盖斯定律, 比较反应热的大小

例 10 (2014 年全国新课标 II 卷) 室温下, 将 1 mol 的  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$  溶于水会使溶液温度降低, 热效应为  $\Delta H_1$ , 将 1 mol 的  $\text{CuSO}_4(\text{s})$  溶于水会使溶液温度升高, 热效应为  $\Delta H_2$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  受热分解的化学方程式为:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ , 热效应为  $\Delta H_3$ 。则下列判断正确的是( )。

A.  $\Delta H_2 > \Delta H_3$       B.  $\Delta H_1 < \Delta H_3$

C.  $\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2$       D.  $\Delta H_1 + \Delta H_2 > \Delta H_3$

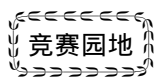
解析  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$  溶于水的热化学方程式为  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_1 > 0$ ;  $\text{CuSO}_4(\text{s})$  溶于水的热化学方程式为  $\text{CuSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \quad \Delta H_2 < 0$ 。根据盖斯定律,  $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 > 0$ , 明显可知 A、C 项错误, B 项正确, D 项的  $\Delta H_1 + \Delta H_2$  应小于  $\Delta H_3$ , 故错误。

7. 与平衡移动规律结合, 比较反应热的大小

例 11 (2014 年全国新课标 II 卷) 在容积为 1.00 L 的容器中, 通入一定量的  $\text{N}_2\text{O}_4$ , 发生反应  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ , 随温度升高, 混合气体的颜色变深。反应的  $\Delta H$  \_\_\_\_ 0 (填“大于”“小于”)。

解析 可逆反应  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  达平衡后, 随温度升高, 混合气体的颜色变深, 则平衡向正反应方向移动, 依据平衡移动规律, 正反应方向应是吸热方向, 故  $\Delta H$  大于 0。答案: 大于。

思路点拨 反应热的大小比较涉及的知识 ▶



## 中考·竞赛·能力·素质\*

江苏省扬州市翠岗中学 225009 尹 蒂

怎样才能化学课堂教学中突出“双基”强化“能力”培养,使学生在中考时取得好成绩?笔者在教学实践中体会到,有目的、有计划地选择一些难度适宜的化学竞赛题,进行能力培养和训练,可达到提高各种能力的目的。化学竞赛是一种优秀生之间的“能力”较量。它不仅要求学生必备化学“基础知识和基本技能”,还须具备很强的自学能力、抽象概括能力、逻辑推理能力以及敏捷的思维能力。其中,思维能力是诸多能力因素的核心。因此,以化学竞赛题培养和训练学生的多种能力素质,是一种有效、简捷的途径。本文仅就一道化学竞赛题,略谈如何对学生能力素质的培养和训练,供同行参考。

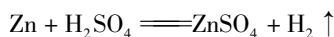
**题目** 锌粉、铝粉、铁粉和镁粉混合物  $a$  g,与一定质量的溶质质量分数为 25% 的硫酸恰好完全反应,蒸干水份得固体(不含结晶水)  $b$  g。求反应过程中生成  $H_2$  多少克?

该题涉及化学反应、化学方程式、质量守恒定律(在涉及反应的同时,应敏捷捕捉质量守恒关系,这是十分重要的)、溶液的质量分数(在该题中为虚设条件)、化学式和有关计算,这些知识都是学生所熟知的内容。教学中从常规分析入手,深入仔细地分

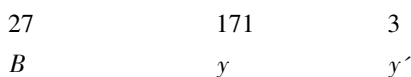
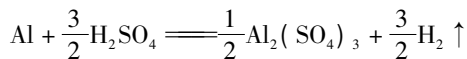
析,可达到深化思维和培养发散思维的目的。

**解法 1 常规法(代数法)**

设混合物中各种组成金属的质量依次是  $A$ 、 $B$ 、 $D$ 、 $E$  g,生成各种盐的质量依次是  $x$ 、 $y$ 、 $z$ 、 $h$  克,生成  $H_2$  的质量依次是  $x'$ 、 $y'$ 、 $z'$ 、 $h'$  g,生成  $H_2$  的总质量为  $m(H_2)$  g。反应的化学方程式如下:



$$\text{解得: } x = \frac{161A}{65} \quad x' = \frac{2A}{65}$$



$$\text{解得: } y = \frac{171B}{27} \quad y' = \frac{3B}{27}$$

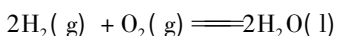


$$\text{解得: } z = \frac{152D}{56} \quad z' = \frac{2D}{56}$$

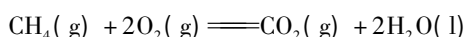
► 点较多,做题时,应“对症下药”,切记不可“胡子眉毛”一把抓。如对互为同素异形体的单质来说,由不稳定状态单质转化为稳定状态的单质要放出能量,因为物质能量越低越稳定。 $\Delta H$  做大小比较时,一定要带上符号,尤其为负值时。

### 四、热化学中反应热的计算

**例 12** (2009 年全国高考 II 卷) 已知:



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



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

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  $H_2O(l)$ ,若实验测得反应放热 3695 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** 设  $H_2$ 、 $CH_4$  的物质的量分别为  $x$ 、 $y$ 。则  $x + y = 5.571$ ,  $6x/2 + 890y = 3695$ ,解得  $x = 1.25 \text{ mol}$ 、 $y = 3.75 \text{ mol}$ ,两者比为 1: 3,故选 B 项。

通过近年的高考试题,可看出热化学的内容是历年高考的重要知识点之一,试题设计力求再现真实情境,以问题解决为目标,让考生在模拟真实情境中运用已学的化学基础知识分析、解决问题。有关燃烧热、中和热、热化学方程式、盖斯定律等问题仍将成为今后命题的重点、热点,希望大家在学习新课或备战高考中都应给予本部分内容以足够重视。

(收稿日期: 2014-09-09)