

“化学反应与能量”高考试题分类例析

江苏省徐州市侯集高级中学 221000 李令远

“化学反应与能量”是高考化学试题的热点。现以近两年的高考试题为例,分类说明其考查方式与解题思路。

一、考查化学反应能量变化的图像分析

例1 (2015年上海化学卷)已知 H_2O_2 在催化剂作用下分解速率加快,其能量随反应进程的变化如图1所示。下列说法正确的是()。

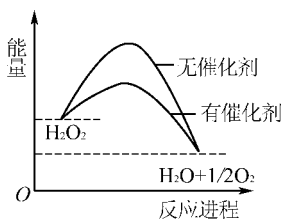


图1

- A. 加入催化剂,减小了反应的热效应
- B. 加入催化剂,可提高 H_2O_2 的平衡转化率
- C. H_2O_2 分解的热化学方程式:
 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2 + Q$
- D. 反应物的总能量高于生成物的总能量

解析 加入催化剂,能够降低反应的活化能,能够加快化学反应速率,但不能改变反应的热效应,

也不改变平衡转化率,A、B项错误;由能量变化图像可知,该反应是放热反应,反应物的总能量高于生成物的总能量,D项正确;热化学方程式应注明物质的聚集状态,C项错误(错在没有注明物质的聚集状态)。

答案:D

例2 (2016年海南化学卷)由反应物X转化为Y和Z的能量变化如图2所示。下列说法正确的是()。

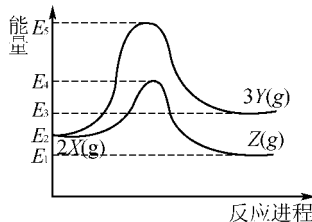


图2

- A. 由 $X \rightarrow Y$ 反应的 $\Delta H = E_3 - E_2$
- B. 由 $X \rightarrow Z$ 反应的 $\Delta H < 0$
- C. 降低压强有利于提高Y的产率
- D. 升高温度有利于提高Z的产率

解析 根据化学反应的实质可知,由 $X \rightarrow Y$

► (7) 过滤器:运用过滤法分离固体和液体的设备;

(8) 离心机:通过离心运动,使沉淀迅速沉降,用于分离固体和溶液;

(9) 框式压滤机:用于压滤的设备,可加快过滤操作,用于分离固体和溶液。

2. 反应或所用试剂优缺点分析

(1) 绿色化学思想:反应中是否产生污染性物质,原子利用率的高低;

(2) 试剂价格:试剂价格是否便宜,来源是否广泛;

(3) 反应条件:反应是否容易进行,是否能耗高;

(4) 试剂性质:试剂是否有毒,是否有腐蚀性,是否会造成污染等。

化学与技术工艺流程的变化是:从无到有,再

到风格的多元化。此类题型的大致思路是:明确整个流程及每一部分的目的→仔细分析每步发生的反应及得到的产物→结合基础理论与实际问题思考→注意答题的模式与要点。“化学与技术”其实就是化学原理在技术上的体现,或技术背后蕴含的化学原理,尽管教材中涉及的工艺内容非常多,但真正涉及的化学原理却不是很多,主要有:化学平衡原理、热交换原理、电解池工作原理、盐类水解原理等,教师备课时要整合包含相似化学原理的生产流程,揭示化工生产的一般规律,去指导学生对不同技术流程的理解。将几种工艺整合在一起分析,让学生去分析相似点,通过这种相似性知识的整合构建,可以促进学生认知结构的稳定化,学生就可以举一反三,主动构建知识的相互联系。

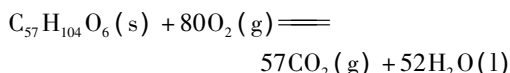
(收稿日期:2016-07-15)

反应的 $\Delta H = E_3 - E_2$, A 项错误;由图像可知,由 $X \rightarrow Z$ 的反应中,反应物的总能量高于生成物的总能量,该反应为放热反应,即由 $X \rightarrow Z$ 反应的 $\Delta H < 0$, B 项正确;因反应 $2X(g) \rightleftharpoons 3Y(g)$ 是气体物质的量增加的可逆反应,则降低压强平衡正向移动,有利于提高 Y 的产率, C 项正确;因反应 $2X \rightarrow Z$ 为放热反应,则升高温度平衡逆向移动, Z 的产率降低, D 项错误。答案: B、C

点评 求解此类题目的关键有两点:一是弄清纵、横坐标轴所代表的意义,弄清图像的变化趋势,弄清图像上点(特别是起点、拐点、终点、交叉点等特殊点)的意义;二是应用有关化学反应的能量变化、反应热 ΔH 、热化学方程式等知识,对选项进行逐一分析判断。

二、考查根据一定量的物质燃烧所放出的热量计算燃烧热 ΔH

例 3 (2016 年海南化学卷)油酸甘油酯(相对分子质量 884)在体内代谢时可发生如下反应:



已知燃烧 1 kg 该化合物释放出热量 3.8×10^4 kJ。油酸甘油酯的燃烧热 ΔH 为()。

- A. 3.8×10^4 kJ/mol B. -3.8×10^4 kJ/mol
C. 3.4×10^4 kJ/mol D. -3.4×10^4 kJ/mol

解析 燃烧热是指 1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量。因燃烧 1 kg 油酸甘油酯释放出热量 3.8×10^4 kJ,则燃烧 1 mol (即 884 g)油酸甘油酯释放出热量为 $(884 \text{ g} \div 1000 \text{ g}) \times 3.8 \times 10^4 \text{ kJ} = 3.4 \times 10^4 \text{ kJ}$,即油酸甘油酯的燃烧热 $\Delta H = -3.4 \times 10^4 \text{ kJ/mol}$ 。答案: D

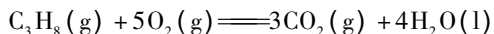
点评 求解此题的关键是要明确燃烧热的概念,根据可燃物的物质的量为 1 mol (1 mol 油酸甘油酯的质量为 884 g)进行计算。

三、考查一定量的物质燃烧放出热量的计算

例 4 (2015 年海南化学卷)已知丙烷的燃烧热 $\Delta H = -2215 \text{ kJ/mol}$ 若一定量的丙烷完全燃烧后生成 1.8 g 水,则放出的热量约为()。

- A. 55 kJ B. 220 kJ C. 550 kJ D. 1108 kJ

解析 设放出的热量为 Q 。表示丙烷燃烧热的热化学方程式为



$$\Delta H = -2215 \text{ kJ/mol}$$

由此可知,生成 4 mol $H_2O(l)$ 放出的热量为 2215 kJ;而 1.8 g 水的物质的量为 $1.8 \text{ g} \div 18 \text{ g/mol} = 0.1 \text{ mol}$,则 $4 \text{ mol} : 2215 \text{ kJ} = 0.1 \text{ mol} : Q$,解得 $Q = 55.375 \text{ kJ} \approx 55 \text{ kJ}$ 。答案: A

点评 求解此题的关键是根据燃烧热的概念,先正确写出表示丙烷的燃烧热的热化学方程式;然后根据热化学方程式,利用生成水的物质的量与燃烧热之间的关系列比例进行计算。

四、考查热化学方程式的书写

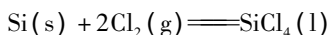
例 5 (2016 年天津理综卷,节选)表 1 为元素周期表的一部分。

表 1

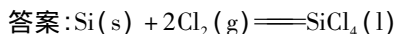
碳	氮	Y
X		硫 Z

回答下列问题: X 与 Z 两元素的单质反应生成 1 mol X 的最高价化合物,恢复至室温,放热 687 kJ,已知该化合物的熔、沸点分别为 -69°C 和 58°C ,写出该反应的热化学方程式_____。

解析 根据 X 、 Y 、 Z 三种元素在周期表中的位置关系可知, X 为 Si, Y 为 O, Z 为 Cl。因 X 与 Z 两元素的单质反应生成 1 mol $SiCl_4$ 放热 687 kJ,而 Si、 Cl_2 和 $SiCl_4$ 分别为固态、气态和液态,则根据热化学方程式的书写方法可写出该反应的热化学方程式为



$$\Delta H = -687 \text{ kJ/mol}$$



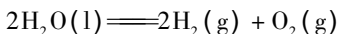
$$\Delta H = -687 \text{ kJ/mol}$$

点评 求解此题的思路是:首先根据三种元素在周期表中的位置关系推断出三种元素,然后根据热化学方程式的书写方法写出热化学方程式。正确推断出三种元素、并掌握热化学方程式的书写方法是解题的关键。

五、考查能量的转化形式、放热反应或吸热反应的判断、影响反应热 ΔH 的因素及利用盖斯定律计算反应热 ΔH

例 6 (2016 年江苏化学卷)通过以下反应均可获取 H_2 。下列有关说法正确的是()。

①太阳光催化分解水制氢:



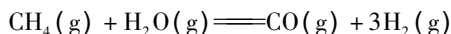
$$\Delta H_1 = 571.6 \text{ kJ/mol}$$

②焦炭与水反应制氢:



$$\Delta H_2 = 131.3 \text{ kJ/mol}$$

③甲烷与水反应制氢:



$$\Delta H_3 = 206.1 \text{ kJ/mol}$$

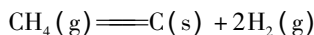
A. 反应①中电能转化为化学能

B. 反应②为放热反应

C. 反应③使用催化剂 ΔH_3 减小

D. 反应 $\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = 74.8 \text{ kJ/mol}$

解析 反应①中太阳能转化为化学能, A项错误; 反应②中 $\Delta H_2 = 131.3 \text{ kJ/mol}$, 则反应②为吸热反应, B项错误; 使用催化剂不能改变反应的始终状态, 不能改变反应的反应热, C项错误; 根据盖斯定律, 将③式 - ②式得



$$\Delta H = 206.1 \text{ kJ/mol} - 131.3 \text{ kJ/mol}$$

$$= 74.8 \text{ kJ/mol}, \text{D项正确。}$$

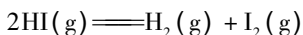
答案: D

点评 求解此题的关键有四点: 一是要弄清反应①的能量转化方式; 二是要明确反应②中 ΔH_2 所表示的意义; 三是要弄清催化剂对反应热 ΔH 无影响; 四是能够利用盖斯定律计算反应热 ΔH 。

六、考查键能与反应热的关系

1. 利用 ΔH 和部分化学键的键能计算某化学键的键能

例7 (2015年全国理综课标I卷, 节选) 已知反应

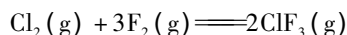


的 $\Delta H = +11 \text{ kJ/mol}$, 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 、1 mol $\text{I}_2(\text{g})$ 分子中化学键断裂时分别需要吸收 436 kJ、151 kJ 的能量, 则 1 mol $\text{HI}(\text{g})$ 分子中化学键断裂时需吸收的能量为 ___ kJ。

解析 设 1 mol $\text{HI}(\text{g})$ 分子中化学键断裂时需吸收的能量为 $x \text{ kJ}$ 。根据键能的概念可知, $\text{H}-\text{I}$ 键、 $\text{H}-\text{H}$ 键和 $\text{I}-\text{I}$ 键的键能分别为 $x \text{ kJ/mol}$ 、436 kJ/mol 和 151 kJ/mol, 由公式“ $\Delta H = \text{反应物键能之和} - \text{生成物键能之和}$ ”得 $\Delta H = 2x \text{ kJ/mol} - (436 \text{ kJ/mol} + 151 \text{ kJ/mol}) = +11 \text{ kJ/}$

mol, 解得 $x = 299$ 。答案: 299

例8 (2015年山东理综卷, 节选) F_2 与其他卤素单质反应可以形成卤素互化物, 例如 ClF_3 、 BrF_3 等。已知反应



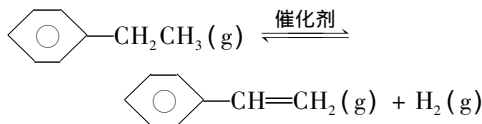
$$\Delta H = -313 \text{ kJ/mol}$$

$\text{F}-\text{F}$ 键的键能为 159 kJ/mol, $\text{Cl}-\text{Cl}$ 键的键能为 242 kJ/mol, 则 ClF_3 中 $\text{Cl}-\text{F}$ 键的平均键能为 ___ kJ/mol。

解析 设 ClF_3 中 $\text{Cl}-\text{F}$ 键的平均键能为 $E(\text{Cl}-\text{F})$ 。由公式“ $\Delta H = \text{反应物键能之和} - \text{生成物键能之和}$ ”得, $\Delta H = (242 \text{ kJ/mol} + 3 \times 159 \text{ kJ/mol}) - 2 \times 3 \times E(\text{Cl}-\text{F}) = -313 \text{ kJ/mol}$, 解得 $E(\text{Cl}-\text{F}) = 172 \text{ kJ/mol}$ 。答案: 172

2. 利用键能计算反应热 ΔH

例9 (2015年浙江理综卷, 节选) 乙苯催化脱氢制苯乙烯的反应为:



有关各键键能见表2。

表2

化学键	C-H	C-C	C=C	H-H
键能/kJ/mol	412	348	612	436

计算上述反应的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$ kJ/mol。

解析 反应过程中拆开 2 mol $\text{C}-\text{H}$ 键和 1 mol $\text{C}-\text{C}$ 键, 生成 1 mol $\text{C}=\text{C}$ 键和 1 mol $\text{H}-\text{H}$; 由公式“ $\Delta H = \text{反应物键能之和} - \text{生成物键能之和}$ ”得 (反应前后没有发生变化的化学键的键能可不予考虑), $\Delta H = (2 \times 412 \text{ kJ/mol} + 348 \text{ kJ/mol}) - (612 \text{ kJ/mol} + 436 \text{ kJ/mol}) = 124 \text{ kJ/mol}$ 。

答案: 124

点评 求解有关键能与反应热关系的试题 (利用 ΔH 和部分化学键的键能计算某化学键的键能或利用键能计算反应热 ΔH) 关键有两点: 一是要掌握公式“ $\Delta H = \text{反应物键能之和} - \text{生成物键能之和}$ ”; 二是要弄清有关物质中的化学键数目与有关物质的化学计量数。

(收稿日期: 2016-08-20)