

## 培优点十一 热化学方程式的书写

### 一. 几种情形下的热化学方程式的书写

#### 1. 热化学方程式判断正误

**典例 1.** 已知在  $25^{\circ}\text{C}$ 、 $101\text{kPa}$  下,  $1\text{g C}_8\text{H}_{18}$ (辛烷)燃烧生成二氧化碳和液态水放出  $48.40\text{ kJ}$  热量, 表示上述反应的热化学方程式正确的是 ( )

- A.  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -48.40\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
 B.  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -5518\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
 C.  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +5518\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
 D.  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +48.40\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

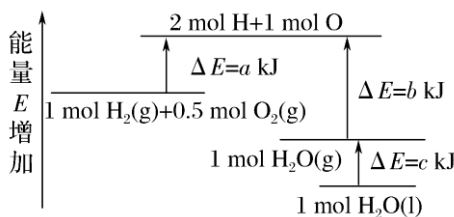
#### 2. 键能与热化学方程式书写

**典例 2.** 制取甲胺的反应为  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H$ 。已知该反应中相关化学键的键能数据如下, 则该反应的  $\Delta H =$   $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

共价键	C—O	H—O	N—H	C—N
键能/ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	351	463	393	293

#### 3. 图像与热化学方程式书写

**典例 3.** 一定条件下, 化学反应  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$  的能量变化如图所示, 则反应的热化学方程式可表示为 ( )



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

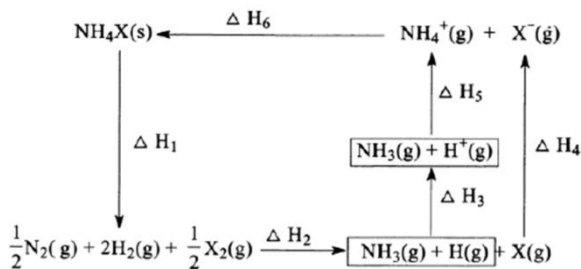
#### 4. 盖斯定律与热化学方程式书写

典例 4. 已知: ① $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}, \text{石墨}) = 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g})$   $\Delta H_1 = +489.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ; ② $\text{C}(\text{s}, \text{石墨}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$   $\Delta H_2 = +172.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。则反应  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) = 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$  的  $\Delta H$  为 ( )

- A.  $-28.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  B.  $-109\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   
C.  $+28.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  D.  $+109\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

## 二. 对点增分集训

- 下列热化学方程式书写正确的是 ( $\Delta H$  的绝对值均正确) ( )  
A.  $2\text{NO}_2 = \text{O}_2 + 2\text{NO}$   $\Delta H = +116.2\text{kJ/mol}$  (反应热)  
B.  $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) = \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   $\Delta H = +57.3\text{kJ/mol}$  (中和热)  
C.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H = -1367.0\text{kJ/mol}$  (燃烧热)  
D.  $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$   $\Delta H = -296.8\text{kJ/mol}$  (反应热)
- $\text{NH}_4\text{X}$  (X 为卤素原子) 的能量关系如下图所示。下列说法正确的是 ( )



- A.  $\Delta H_1 < \Delta H_5$   
B.  $\Delta H_6 = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$   
C. 已知  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶于水吸热, 则  $\Delta H_6 > 0$   
D. 相同条件下,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的 ( $\Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_5$ ) 比  $\text{NH}_4\text{Br}$  的大
- 已知反应: ① $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta H_1$ ; ② $\text{C}(\text{s}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g})$   $\Delta H_2$   
③ $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$   $\Delta H_3$ ; ④ $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$   $\Delta H_4$   
⑤ $3\text{CO}(\text{g}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) = 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta H_5$ 。下列叙述正确的是 ( )  
A.  $\Delta H_4$  是 Fe 的燃烧热 B.  $\Delta H_1 > \Delta H_2$   
C.  $\Delta H_3 = 2\Delta H_2 - \Delta H_1$  D.  $3\Delta H_1 - 3\Delta H_2 - \frac{1}{2}\Delta H_4 + \Delta H_5 = 0$
  - 下列热化学方程式书写正确的是 ( $\Delta H$  的绝对值均正确) ( )  
A.  $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$   $\Delta H = -296.8\text{kJ/mol}$  (反应热)

- B.  $\text{NaOH(aq)} + \text{HCl(aq)} = \text{NaCl(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)}$   $\Delta H = +57.3 \text{ kJ/mol}$  (中和热)
- C.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH(l)} + 3\text{O}_2\text{(g)} = 2\text{CO}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{O(g)}$   $\Delta H = -1367.0 \text{ kJ/mol}$  (燃烧热)
- D.  $2\text{NO}_2 = \text{O}_2 + 2\text{NO}$   $\Delta H = +116.2 \text{ kJ/mol}$  (反应热)

5. 在  $25^\circ\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  下, 将  $22 \text{ g CO}_2$  通入到  $750 \text{ mL } 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NaOH}$  溶液中充分反应, 放出  $x \text{ kJ}$  热量。在该条件下  $1 \text{ mol CO}_2$  通入到  $2 \text{ L } 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NaOH}$  溶液中充分反应, 放出  $y \text{ kJ}$  热量, 则  $\text{CO}_2$  与  $\text{NaOH}$  反应生成  $\text{NaHCO}_3$  的热化学方程式为 ( )

- A.  $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{NaOH(aq)} = \text{NaHCO}_3\text{(aq)}$   $\Delta H = -(2y - x) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B.  $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{NaOH(aq)} = \text{NaHCO}_3\text{(aq)}$   $\Delta H = -(4x - y) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C.  $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{NaOH(aq)} = \text{NaHCO}_3\text{(aq)}$   $\Delta H = -(2x - y) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D.  $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{NaOH(aq)} = \text{NaHCO}_3\text{(aq)}$   $\Delta H = -(8x - 2y) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

6. 根据所给信息完成下列热化学方程式:

(1) 已知  $1 \text{ mol C(石墨, s)}$  与适量  $\text{H}_2\text{O(g)}$  反应生成  $\text{CO(g)}$  和  $\text{H}_2\text{(g)}$ , 吸收  $131.3 \text{ kJ}$  热量, 请写出该反应的热化学方程式: \_\_\_\_\_。

(2)  $1.7 \text{ g NH}_3\text{(g)}$  发生催化氧化反应生成气态产物, 放出  $22.67 \text{ kJ}$  的热量: \_\_\_\_\_。

(3) 已知:  $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$   $\Delta H = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 请写出  $1 \text{ mol NH}_3$  分解对应的热化学方程式: \_\_\_\_\_。

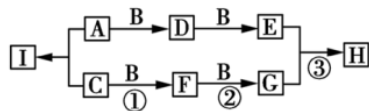
(4) 已知一些化学键的键能数据如表所示:

化学键	C—H	C—F	H—F	F—F
键能/ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	414	489	565	155

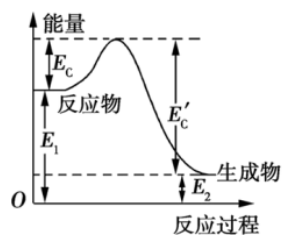
请根据键能数据估算  $\text{CH}_4\text{(g)}$  和  $\text{F}_2\text{(g)}$  反应生成  $\text{CF}_4\text{(g)}$  和  $\text{HF(g)}$  的热化学方程式:

\_\_\_\_\_。

7. 如图甲所示, 已知 A、B、C 都是中学常见的单质, 且其中有一种是金属, 有一种是气体单质, 图示其余物质均是化合物, G 是淡黄色的固体, I 中 A、C 两种短周期元素的原子个数之比为  $1:2$ , 且图甲中所涉及的反应除③外均是化合反应。



图甲



图乙

- (1) I 的化学式为\_\_\_\_\_，反应③的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (2) 已知反应①、②中每消耗 1mol B 时能量的变化分别为  $Q_1$  kJ、 $Q_2$  kJ，写出由 C、B 直接反应生成 G 的热化学方程式\_\_\_\_\_。
- (3) 450℃时，反应  $B+D=E$  的能量关系如图乙所示(图中反应物的量为理论上恰好生成 1 mol E 时所对应的量)，则此条件下该反应的反应热为\_\_\_\_\_ (填字母)。
- a.  $E_2-E_1$       b.  $E_C-E'_C$       c.  $E_1-E_2$       d.  $E_1$



## 参考答案

### 一、几种情形下的热化学方程式的书写

#### 典例 1. 【答案】 B

【解析】 由  $25^{\circ}\text{C}$ ， $101\text{kPa}$  下， $1\text{g C}_8\text{H}_{18}$ (辛烷)燃烧生成二氧化碳和液态水时放出  $48.40\text{kJ}$  热量，则  $1\text{mol C}_8\text{H}_{18}$  燃烧生成二氧化碳和液态水时放出热量为  $48.40\text{kJ}\times 114=5518\text{kJ}$ ，该反应为放热反应，则热化学反应方程式为  $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l})+22.5\text{O}_2(\text{g})=8\text{CO}_2(\text{g})+9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H=-5518\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，故选 B。

#### 典例 2. 【答案】 A

【解析】 短周期元素中，X 最高价氧化物对应的水化物能与其气态氢化物反应生成盐，则 X 为 N 元素；Y 元素原子 M 层上有 3 个电子，则 Y 为 Al；Z 是短周期元素中原子半径最大的主族元素，则 Z 为 Na；W 单质是淡黄色固体，则 W 为 S 元素；Q 最高正价与最低负价代数和为 6，则 Q 为 Cl。

#### 典例 3. 【答案】 D

【解析】 由图可知，A 项， $\Delta H=(a-b)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；B 项， $\Delta H=2(a-b)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；C 项， $\Delta H=(a-b-c)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；D 项， $\Delta H=2(a-b-c)\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

#### 典例 4. 【答案】 A

【解析】 已知：① $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})+3\text{C}(\text{石墨})=2\text{Fe}(\text{s})+3\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_1=+489.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，② $\text{C}(\text{石墨})+\text{CO}_2(\text{g})=2\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_2=+172.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，依据盖斯定律，①-② $\times 3$  得  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})+3\text{CO}(\text{g})=2\text{Fe}(\text{s})+3\text{CO}_2(\text{g})$ ，故  $\Delta H=489.0\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}-3\times 172.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}=-28.5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，故选 A。

### 二、对点增分集训

#### 1. 【答案】 D

【解析】 A. 热化学反应方程式要注明物质在反应时的状态，故 A 错误；B. 中和反应是放热反应， $\Delta H$  应小于 0，故 B 错误；C. 燃烧热要求可燃物的物质的量必须为  $1\text{mol}$ ，得到的氧化物必须是稳定的氧化物， $\text{H}_2\text{O}$  的状态必须为液态，故 C 错误；D. 热化学方程式的书写注明了物质的聚集状态、 $\Delta H$  的正负号、数值、单位均正确，故 D 正确。

#### 2. 【答案】 D

【解析】 A. 一般而言，分解反应为吸热反应，形成化学键需要放热，则  $\Delta H_1 > 0$ ， $\Delta H_5 < 0$ ，即  $\Delta H_1 > \Delta H_5$ ，故 A 错误；B. 结合盖斯定律可知，途径 6 的逆过程为 1、2、3、4、5 的和，则  $-\Delta H_6 = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$ ，故 B 错误；C. 途径 6 为化学键的形成，则  $\Delta H_6 < 0$ ，故 C 错误；D. 氯原子半径比溴原子小，氯气中的共价键比溴分子中的共价键强，氯气

比溴的能量高, 则同条件下,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  的  $(\Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_5)$  比  $\text{NH}_4\text{Br}$  的大, 故 D 正确; 故选 D。

3. 【答案】C

【解析】A. 燃烧热是 1mol 可燃物完全燃烧生成稳定化合物时放出的能量, 而  $\Delta H_4$  是 4mol 铁燃烧放出的热量, 故 A 错误; B.  $\Delta H_1$  为 1mol C 完全燃烧时放出的热量,  $\Delta H_2$  为 1mol C 不完全燃烧时放出的热量, 故反应①放出的能量更多, 又因为放热反应  $\Delta H$  为负值, 所以  $\Delta H_1 < \Delta H_2$ , B 错误; C. 根据盖斯定律,  $\textcircled{3} = 2 \times \textcircled{2} - \textcircled{1}$ , 所以  $\Delta H_3 = 2\Delta H_2 - \Delta H_1$ , C 正确; D.  $3 \times \textcircled{1} - 3 \times \textcircled{2} - \frac{1}{2} \times \textcircled{4} + \textcircled{5}$  得到方程式  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{CO} = 4\text{Fe} + 6\text{CO}_2$ , 该反应的  $\Delta H \neq 0$ , 故 D 错误。

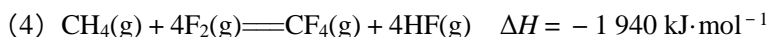
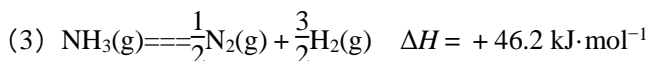
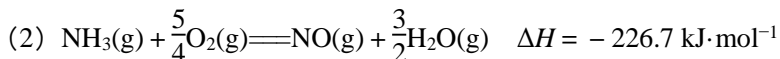
4. 【答案】A

【解析】A. 硫在氧气中燃烧是放热反应, 其热反应方程式为  $\text{S(s)} + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -296.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , A 正确; B. 中和热为放热反应,  $\Delta H < 0$ , B 错误; C. 乙醇的燃烧热, 水应为液态, C 错误; D. 没写出物质的状态, D 错误; 答案选 A。

5. 【答案】B

【解析】根据题意, 22g  $\text{CO}_2$  通入 750mL  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 NaOH 溶液中充分反应,  $n(\text{CO}_2) = 0.5 \text{ mol}$ ,  $n(\text{NaOH}) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.75 \text{ L} = 0.75 \text{ mol}$ , 该反应既生成碳酸钠又生成碳酸氢钠, 方程式为  $2\text{CO}_2 + 3\text{NaOH} = \text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , 由 0.5mol  $\text{CO}_2$  反应放出热量为  $x \text{ kJ}$ , 则 2 mol  $\text{CO}_2$  反应放出热量为  $4x \text{ kJ}$ , 即热化学方程式为  $2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{NaOH}(\text{aq}) = \text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -4x \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ①, 又 1mol  $\text{CO}_2$  通入 2L  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH 溶液中充分反应放出  $y \text{ kJ}$  的热量, 则热化学方程式为  $2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) = \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -y \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ②, 由盖斯定律可知, ① - ②可得,  $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) = \text{NaHCO}_3(\text{aq}) \quad \Delta H = -(4x - y) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

6. 【答案】(1)  $\text{C(石墨, s)} + \text{H}_2\text{O(g)} = \text{CO(g)} + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



【解析】(2) 1.7 g  $\text{NH}_3$  的物质的量为 0.1mol, 则 4mol  $\text{NH}_3$  发生反应放出的热量为  $22.67 \text{ kJ} \times 40 = 906.8 \text{ kJ}$ , 1mol  $\text{NH}_3$  完全反应放出的热量为 226.7 kJ。那么相应的热化学方

程式为  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -906.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  或  $\text{NH}_3(\text{g}) + \frac{5}{4}$

$\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(4) 首先根据反应物和生成物写出反应

方程式, 注明各物质的状态, 化学反应的反应热等于断裂旧化学键吸收的能量和形成新化学键放出的能量的差, 根据键能数据可知, 所求反应的反应热  $\Delta H = 414 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4 + 155$

$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4 - 489 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4 - 565 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 4 = -1940 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

7. 【答案】 (1)  $\text{Na}_2\text{S} \quad 2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \uparrow$

(2)  $2\text{Na}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) \quad \Delta H = -\frac{1}{2}(Q_1 + Q_2) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3) ab

【解析】 (1) 由 G 的颜色及生成过程知, G 为  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , 由此推知 B 是  $\text{O}_2$ , C 是 Na; 由 A 与钠反应生成原子个数之比为 1:2 的化合物 I 知, A 是 S, I 为  $\text{Na}_2\text{S}$ , D 为  $\text{SO}_2$ , E 为  $\text{SO}_3$ 。 $\text{SO}_3$  与  $\text{Na}_2\text{O}_2$  反应生成  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  与  $\text{O}_2$ 。(2) 因  $4\text{Na}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) \quad \Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $2\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) \quad \Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 将两式相加后除以 2, 得  $2\text{Na}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{Na}_2\text{O}_2(\text{s}) \quad \Delta H = -\frac{1}{2}(Q_1 + Q_2) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(3) 由物质的能量与反应热的关系知,  $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_2$  转化为  $\text{SO}_3$  的反应热为  $E_2 - E_1$  或  $E_C - E'_C$ , 选 ab。