

第2课时 热化学方程式 燃烧热

[核心素养发展目标] 1.模型认知：建立从定性到定量描述化学反应中的能量变化的思维模型，会正确书写热化学方程式。2.宏观辨识与微观探析：在理解反应热的基础上，从宏观上理解辨识燃烧热的概念，能正确书写关于燃烧热的热化学方程式，学会关于燃烧热的相关计算。

一、热化学方程式

1. 概念

表明反应所释放或吸收的热量的化学方程式。

2. 意义

不仅表示化学反应中的物质变化，也表明了化学反应中的能量变化。

实例：

已知 25 ℃、101 kPa 下，热化学方程式为 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -571.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，其表示在 25 ℃、101 kPa，2 mol H₂(氢气)与 1 mol O₂(氧气)完全反应生成 2 mol 液态水时放出的热量是 571.6 kJ。

3. 热化学方程式的书写方法

(1)写出相应的化学方程式。热化学方程式中各物质化学式前的化学计量数只表示其物质的量，可以是整数或分数。

(2)标注反应的温度和压强。没有特殊说明是指 25 ℃、101 kPa。不用标明反应条件(如“加热”“高温”“催化剂”等)。

(3)标注各物质聚集状态。在物质后面用括号标注各物质的聚集状态：气体用“g”，液体用“l”，固体用“s”，溶液用“aq”。

(4)标注 ΔH 的正负。化学方程式后面空一格标注 ΔH ，若为放热反应， ΔH 为“-”；若为吸热反应， ΔH 为“+”。

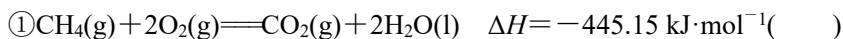
(5)计算 ΔH 的数值。根据化学方程式中的化学计量数计算写出 ΔH 的数值。 ΔH 单位是 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

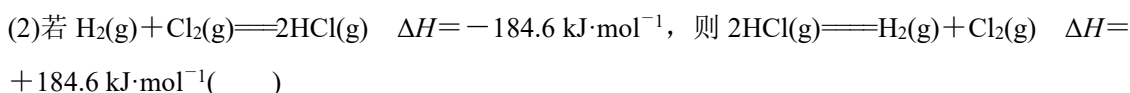
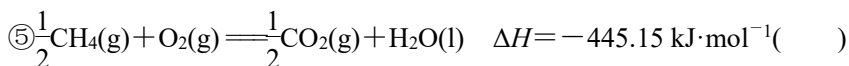
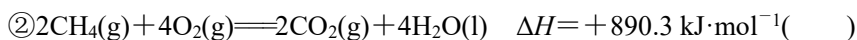
4. ΔH 的单位中“ mol^{-1} ”的含义

对一个化学反应， ΔH 的单位中“ mol^{-1} ”不是指每摩尔具体物质，而是指“每摩尔反应”。因此 ΔH 必须与化学方程式一一对应。

【正误判断】

(1)25 ℃、101 kPa 时，0.5 mol CH_4 完全燃烧生成 CO_2 气体和液态 H_2O 时，放出 445.15 kJ 的热量。判断下列几个热化学方程式的正误，错误的指出错误的原因。



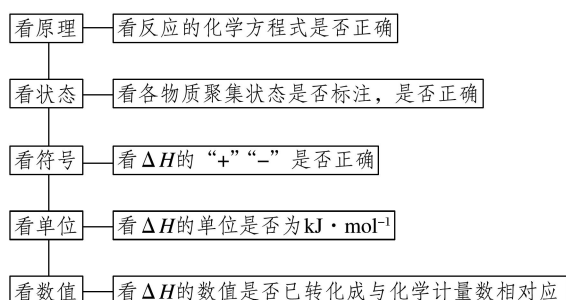


(3) 一个化学反应的热化学方程式只有一个()

答案 (1)①× 反应热的数值与方程式中的化学计量数不对应 ②× CH_4 燃烧为放热反应, $\Delta H < 0$ 且反应热的数值与方程式计量数不对应 ③× 未注明反应物和生成物的状态 ④√ ⑤√ (2)√ (3)×

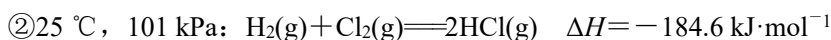
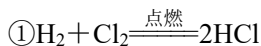
■ 方法指导 ■

热化学方程式正误判断的方法



【深度思考】

1. 比较①②两个方程式:



(1) 属于热化学方程式的是_____ (填序号)。

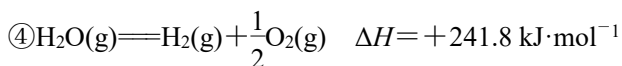
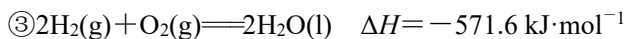
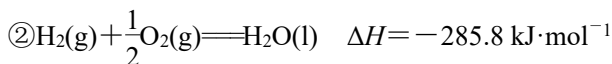
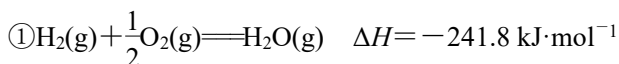
(2) 热化学方程式与化学方程式相比较, 不同之处为_____。

(3) 热化学方程式中注明物质聚集状态的原因_____。

答案 (1)② (2)①指明了反应时的温度和压强; ②在化学方程式右边注明 ΔH 的 “+” “-” 及数值和单位; ③所有反应物和生成物都用括号注明它们在反应时的状态

(3)因为物质的聚集状态不同时, 它们所具有的内能、焓也均不同

2. 下面是 25 ℃、101 kPa 下的四个热化学方程式:



对比分析回答下列问题:

(1)①②相比, 反应热(焓变)数值不同的原因是_____。

(2)②③相比, 若化学方程式的化学计量数扩大一倍, 则反应热_____。

(3)①④相比, 可得出的结论是正、逆反应的焓变数值____, 符号_____。

答案 (1)产物中水的状态不同 (2)数值扩大一倍, 符号不变 (3)相同 相反

3. 根据所给信息完成下列热化学方程式, 并回答有关问题:

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

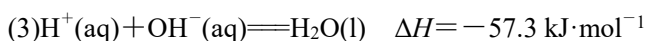
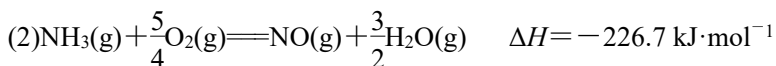
(2)1.7 g $\text{NH}_3(\text{g})$ 发生催化氧化反应生成气态产物, 放出 22.67 kJ 的热量, 其热化学方程式为: _____。

(3)25 ℃、101 kPa 下, 强酸、强碱的稀溶液发生中和反应生成 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时, 放出 57.3 kJ 的热量, 其热化学方程式可表示为: _____。

(4)已知: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 请写出 1 mol NH_3 分解对应的热化学方程式: _____。

若 1 mol $\text{N}_2(\text{g})$ 和 3 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 在一定条件下发生反应, 放出的热量_____ 92 kJ(填“大于”“小于”或“等于”), 理由是_____。

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



(4) $\text{NH}_3(\text{g}) = \frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 小于 由于该反应是可逆反应, 不能进行完全, 放出的热量小于 92 kJ

解析 (1)化学式相同的同素异形体除需标明状态外还需标明其名称(因为结构不同, 具有的能量不同), 如金刚石应表示为“C(金刚石, s)”。

(2) 1.7 g NH₃ 的物质的量为 0.1 mol, 则 1 mol NH₃ 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 $\text{NH}_3(\text{g}) + \frac{5}{4}\text{O}_2(\text{g}) = \text{NO}(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -226.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4) 该题注意正、逆反应焓变符号及化学计量数与 ΔH 的对应。可逆反应中的“ ΔH ”表示的是完全反应时对应的焓变值。若 1 mol N₂ 和 3 mol H₂ 在一定条件下反应, 由于该反应是可逆反应, 不能进行完全, 放出的热量小于 92 kJ。

■ 归纳总结 ■

书写热化学方程式的注意点

(1) 需注明环境的温度和压强(25 °C、101 kPa, 可不注明)。

(2) 应注明反应物和生成物的状态。

(3) 对于相同的反应, 当化学计量数不同时, 其 ΔH 不同。

(4) 注意可逆反应的热效应

可逆反应中的“ ΔH ”表示的是完全反应时对应的焓变值。若按该反应的化学计量数投料进行反应, 由于可逆反应不能进行彻底, 那么吸收或放出的热量一定比该值小。

二、燃烧热

1. 概念

(1) 概念: 在 101 kPa 时, 1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量。

(2) 要求: ①1 mol 燃料; ②完全燃烧; ③生成指定产物。

如: C 元素 → CO₂(g) H 元素 → H₂O(l)

S 元素 → SO₂(g) N 元素 → N₂(g)

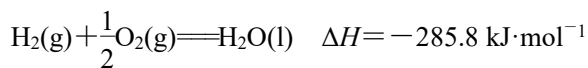
2. 单位: kJ·mol⁻¹ 或 kJ/mol。

3. 意义

甲烷的燃烧热为 890.3 kJ·mol⁻¹, 或 $\Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 它表示 25 °C、101 kPa 时, 1 mol 甲烷完全燃烧生成 1 mol CO₂(g) 和 2 mol H₂O(l) 时放出 890.3 kJ 的热量。

4. 表示燃烧热的热化学方程式的书写

书写表示燃烧热的热化学方程式时, 以燃烧 1 mol 可燃物为标准来配平其余物质的化学计量数, 同时可燃物要完全燃烧且生成指定产物。例如:



5. 燃烧热的热化学方程式正误判断

“一看”可燃物的化学计量数是否为 1。

“二看”元素完全燃烧生成的物质是否为指定产物。

“三看” ΔH 是否为“-”及单位是否正确。

「正误判断」

- (1)在 101 kPa 下, 1 mol 纯物质完全燃烧所放出的热量就是其燃烧热()
(2)1 mol H₂ 完全燃烧生成 1 mol 水蒸气时放出的热量为 H₂ 的燃烧热()
(3)表示燃烧热的热化学方程式可以有无数个()
(4)燃烧热的数值与参与反应的可燃物的物质的量成正比()
(5)所有物质的燃烧热其 ΔH 均小于 0()

答案 (1)× (2)× (3)× (4)× (5)√

「应用体验」

1. 下列热化学方程式中能表示可燃物燃烧热的是()

- A. $\text{CO(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} \quad \Delta H = -283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $\text{CH}_4\text{(g)} + 2\text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H = -802.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H = -484.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

答案 A

解析 表示燃烧热的热化学方程式要求 1 mol 纯物质完全燃烧, 生成指定产物。符合要求的只有 A 项。

2. (2019·威海高二检测)下列关于热化学反应的描述中正确的是()

- A. 已知 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 H_2SO_4 和 Ba(OH)_2 反应的反应热 $\Delta H = 2 \times (-57.3) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. 燃料电池中将甲醇蒸气转化为氢气的热化学方程式是 $\text{CH}_3\text{OH(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \quad \Delta H = -192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\text{CH}_3\text{OH(g)}$ 的燃烧热为 $192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. 已知 $2\text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \quad \Delta H = +571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 则 $\text{H}_2\text{(g)}$ 的燃烧热是 $285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. 葡萄糖的燃烧热是 $2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\frac{1}{2}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6\text{(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 3\text{CO}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H = -1400 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

答案 D

解析 A 项中 H_2SO_4 与 Ba(OH)_2 反应除有 H^+ 与 OH^- 反应放热外, 生成 BaSO_4 沉淀亦放热, 故 $\Delta H < 2 \times (-57.3) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; B 项中甲醇未完全生成稳定的氧化物, H 元素应生成 $\text{H}_2\text{O(l)}$; C 项可表示为 $\text{H}_2\text{(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O(g)} \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 而水为气态, 所以不是 H_2 的燃烧热; D 项燃烧热是指 1 mol 葡萄糖完全燃烧放出的热量, 热化学方程式中 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6\text{(s)}$ 的化学计量数为 $\frac{1}{2}$, 则 $\Delta H = -1400 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

3. $2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的反应热是_____ , H_2 的燃

燃烧热是_____； $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 的反应热是_____，燃烧热是_____，如此可知反应热的数值与化学计量数_____，燃烧热的数值与化学计量数_____。

答案 $-571.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ $285.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ $-285.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ $285.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 有关 无关

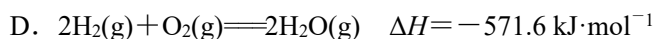
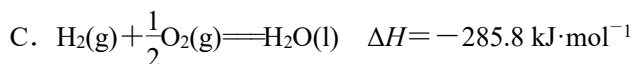
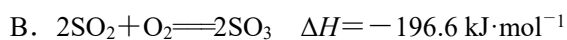
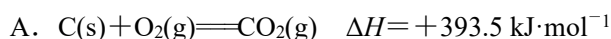
■ 归纳总结 ■

反应热、燃烧热

	反应热	燃烧热
能量的变化	放热或吸热	放热
ΔH 的大小	放热时, $\Delta H < 0$; 吸热时, $\Delta H > 0$	$\Delta H < 0$
反应物的量	不限	1 mol 纯物质
生成物	无要求	指定产物
热化学方程式	有无数个	唯一

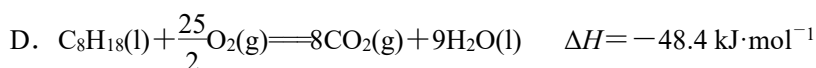
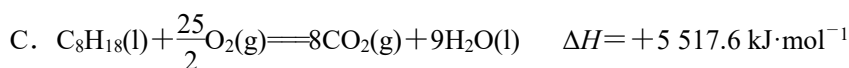
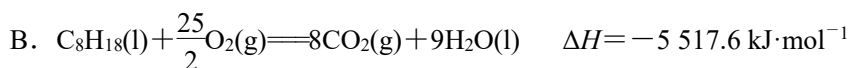
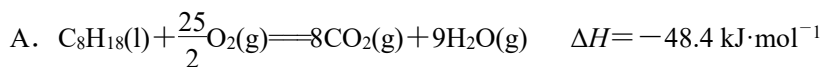
随堂演练 知识落实

1. 下列热化学方程式书写正确的是()



答案 C

2. (2020·西安高新一中期中)已知在 25°C 、 101 kPa 下, $1 \text{ g C}_8\text{H}_{18}$ (辛烷)完全燃烧生成二氧化碳和液态水时放出 48.4 kJ 热量。表示该反应的热化学方程式正确的是()



答案 B

解析 C_8H_{18} (辛烷)的摩尔质量为 $114 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, 所以 $1 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}$ (辛烷)完全燃烧生成二氧化碳和液态水时放出 $5\,517.6 \text{ kJ}$ 热量。

3. 下列各组物质的燃烧热相等的是()

- A. 碳和一氧化碳
B. 淀粉和纤维素
C. 1 mol 碳和 3 mol 碳
D. 3 mol C₂H₂ 和 1 mol C₆H₆

答案 C

解析 燃烧热是指 1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量。物质不同，其燃烧热不相等，A、B、D 项错误；燃烧热是物质的性质，与可燃物的用量多少无关，可燃物相同，则燃烧热相等，C 项正确。

4. 下列关于热化学方程式的描述或结论正确的是()

选项	已知热化学方程式	有关描述或结论
A	$3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{O}_3(\text{g}) \quad \Delta H = +242.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	氧气的能量比臭氧的高
B	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \quad \Delta H > 0$	丙烷比乙烯稳定
C	$\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	含 10.0 g NaOH 的稀溶液与稀盐酸完全中和，放出的热量约为 14.3 kJ
D	① $2\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$; ② $2\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_2$	$\Delta H_1 > \Delta H_2$

答案 C

解析 由给出的热化学方程式可知，该反应为吸热反应，故臭氧的能量比氧气的高，A 项错误；丙烷吸收能量，分解为乙烯和甲烷两种物质，无法比较反应物与生成物之一的稳定性，B 项错误；由已知热化学方程式可知 1 mol NaOH 与 HCl 完全反应放出 57.3 kJ 热量，故含 10.0 g NaOH 的稀溶液与稀盐酸完全反应放出的热量约为 14.3 kJ，C 项正确； ΔH_1 、 ΔH_2 均小于 0，燃烧越充分放出的热量越多， ΔH 越小，故 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ ，D 项错误。

5. 根据所给信息，书写对应的热化学方程式。

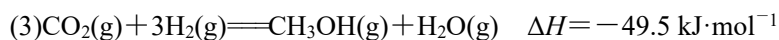
(1) 已知 1 mol Cu(s) 与适量 O₂(g) 反应生成 CuO(s)，放出 157 kJ 热量，请写出该反应的热化学方程式：_____。

(2) 11.2 L(标准状况)H₂ 在足量 Cl₂ 中燃烧生成 HCl 气体，放出 91.5 kJ 热量，其热化学方程式为：_____。

(3) 已知 4.4 g CO₂ 气体与足量 H₂ 经催化生成 CH₃OH 气体和水蒸气时放出 4.95 kJ 的热量，其热化学方程式为：_____。

答案 (1) $\text{Cu}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CuO}(\text{s}) \quad \Delta H = -157 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -183 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



课时对点练

☑对点训练

题组一 热化学方程式的概念及意义

1. 下列说法正确的是()

- A. 书写热化学方程式时, 只要在化学方程式的右端写上热量的符号和数值即可
- B. 凡是在加热或点燃条件下进行的反应都是吸热反应
- C. 表明反应所放出或吸收热量的化学方程式叫做热化学方程式
- D. 氢气在氧气中燃烧的热化学方程式是 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ}$

答案 C

解析 热化学方程式还应注明各物质的聚集状态, A 项错误; 放热反应有时在点燃或加热时才能发生, B 项错误; ΔH 的单位应为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, D 项错误。

2. 已知 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则下列关于热化学方程式 $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 的 ΔH 的说法中正确的是()

- A. 方程式中的化学计量数表示分子数
- B. 该反应的 ΔH 大于零
- C. 该反应的 $\Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 该反应可表示 36 g 水分解时的热效应

答案 B

解析 在书写热化学方程式时, 若反应物和生成物对换, 则 ΔH 的符号相反, 数值不变, 故 B 项正确, C 项不正确; D 项未注明水为液态。

题组二 热化学方程式正误判断

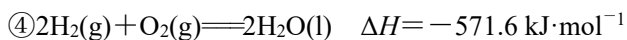
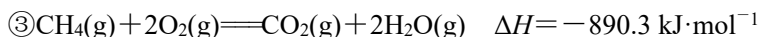
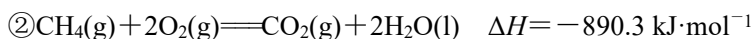
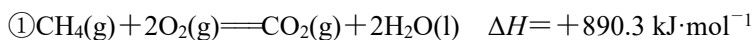
3. 下列热化学方程式书写正确的是()

- A. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3 \quad \Delta H = -196.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ}$
- D. $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

答案 B

解析 A 项中反应物和生成物都未标明聚集状态; C 项中 ΔH 的单位不正确; D 项中为放热反应, ΔH 符号应为 “-”。

4. 实验测得: 101 kPa 时, 1 mol H_2 完全燃烧生成液态水, 放出 285.8 kJ 的热量; 1 mol CH_4 完全燃烧生成液态水和 CO_2 , 放出 890.3 kJ 的热量。下列热化学方程式的书写正确的是()



A. 仅有①

B. 仅有②④

C. 仅有②

D. 全部符合要求

答案 B

解析 解答本题时要注意：(1)产物的状态；(2) ΔH 的数值要与热化学方程式中物质的化学计量数保持一定比例关系；(3) ΔH 的符号，吸热反应为“+”，放热反应为“-”。本题中②④正确。

题组三 中和反应的热化学方程式

5. (2020·长春期中)下列有关 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 的说法正确的是()

A. 代表所有的酸碱中和反应

B. 反应物一定是强酸与强碱

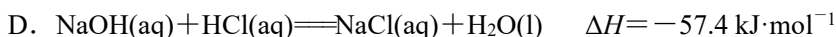
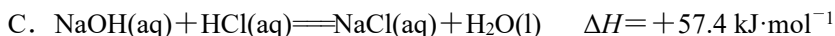
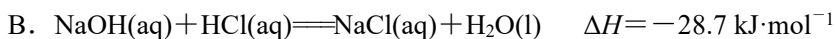
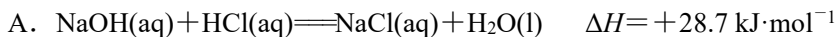
C. 强酸与强碱的中和反应的热化学方程式都可以这样表示

D. 表示稀的强酸溶液与稀的强碱溶液反应生成可溶性盐和 1 mol 液态水时放出 57.3 kJ 热量

答案 D

解析 弱酸与弱碱在溶液中主要以分子形式存在，由于电离吸热，生成 1 mol 液态水时放出的热量小于 57.3 kJ，A 项错误；该热化学方程式表示的反应不一定是强酸与强碱的反应，也可以是硫酸氢钠与氢氧化钠的反应，故 B 项错误；该热化学方程式不能表示强酸与强碱生成难溶盐的反应，如硫酸与氢氧化钡的反应，故 C 项错误； $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 表示稀的强酸溶液与稀的强碱溶液反应生成可溶性盐和 1 mol 液态水时放出 57.3 kJ 热量，故 D 项正确。

6. 含 NaOH 20.0 g 的稀溶液与足量的稀盐酸反应，放出 28.7 kJ 的热量，表示该反应的热化学方程式是()



答案 D

解析 含 NaOH 20.0 g 的稀溶液与足量的稀盐酸反应，放出 28.7 kJ 的热量，则含 1 mol NaOH 的稀溶液与足量稀盐酸反应，放出 57.4 kJ 的热量。A 项，焓变的符号应为“-”、数值与化学计量数不对应，错误；B 项，焓变的数值与化学计量数不对应，错误；C 项，焓变的符号

应为“-”，错误。

7. 已知： $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_1 = -57.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ， $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}, \text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) = \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = m \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。下列说法正确的是()

A. 上述热化学方程式中的化学计量数表示物质的量

B. $\Delta H_1 < \Delta H_2$

C. $\Delta H_2 = -57.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

D. $|\Delta H_1| > |\Delta H_2|$

答案 A

解析 A项，热化学方程式中的化学计量数表示物质的量，正确；B项，浓硫酸溶于水放热，故含 $\frac{1}{2} \text{ mol}$ H_2SO_4 的浓硫酸与含 1 mol NaOH 的溶液反应时，放出的热量大于 57.3 kJ ，由于 ΔH 为负值，所以 $\Delta H_1 > \Delta H_2$ ，B、C、D项错误。

题组四 燃烧热及其热化学方程式

8. 下列对燃烧热的理解中正确的是()

A. 可燃物燃烧放出的热量就是其燃烧热

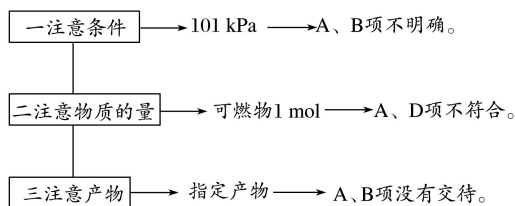
B. 1 mol 可燃物发生氧化还原反应所放出的热量就是其燃烧热

C. 101 kPa 时， 1 mol H_2 燃烧生成液态水时放出的热量就是其燃烧热

D. 燃烧热随热化学方程式中物质前的化学计量数的改变而改变

答案 C

解析 解答本题的关键：



9. 甲醇属于可再生能源，可代替汽油作为汽车的燃料，下列能正确表示甲醇燃烧热的热化学方程式为()

A. $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +763.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

B. $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -763.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

C. $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -675.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

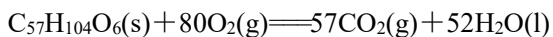
D. $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1\,526.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

答案 B

解析 根据燃烧热的定义,书写表示燃烧热的热化学方程式时要以 1 mol 可燃物为标准,其他物质的化学计量数可为分数,且生成物应为指定产物。

题组五 燃烧热的相关计算

10. 油酸甘油酯(相对分子质量为 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 $3.8 \times 10^4 \text{ kJ}$, 油酸甘油酯的燃烧热约为()

- A. $3.8 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $-3.8 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $3.4 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $-3.4 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

答案 C

解析 燃烧热是指 25 °C、101 kPa 下, 1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量,

则 1 mol 油酸甘油酯的燃烧热为 $\frac{3.8 \times 10^4 \text{ kJ}}{1\,000 \text{ g}} \times 884 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 3.4 \times 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

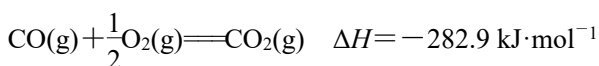
11. 已知在一定条件下, CO 的燃烧热为 $283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, CH_4 的燃烧热为 $890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 由 1 mol CO 和 3 mol CH_4 组成的混合气体在上述条件下充分燃烧, 释放的热量为()

- A. 2 912 kJ B. 2 953 kJ
C. 3 236 kJ D. 3 867 kJ

答案 B

解析 1 mol CO 完全燃烧放出的热量为 $1 \text{ mol} \times 283 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 283 \text{ kJ}$ 。3 mol CH_4 完全燃烧放出的热量为 $3 \text{ mol} \times 890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 2\,670 \text{ kJ}$ 。释放的总热量为 $283 \text{ kJ} + 2\,670 \text{ kJ} = 2\,953 \text{ kJ}$ 。

12. 已知: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



某 H_2 和 CO 的混合气体完全燃烧时放出 113.74 kJ 热量, 同时生成 3.6 g 液态水, 则原混合气体中 H_2 和 CO 的物质的量之比为()

- A. 2 : 1 B. 1 : 2 C. 1 : 1 D. 2 : 3

答案 C

解析 根据热化学方程式可知: H_2 的燃烧热为 $571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \div 2 = 285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。生成的

$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3.6 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, 参加反应的 H_2 为 0.2 mol, 故 H_2 燃烧放出的热量为 $0.2 \text{ mol} \times$

$285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 57.16 \text{ kJ}$ 。CO 燃烧放出的热量为 $113.74 \text{ kJ} - 57.16 \text{ kJ} = 56.58 \text{ kJ}$, 故 $n(\text{CO}) =$

$\frac{Q_{\text{放}}}{|\Delta H(\text{CO})|} = \frac{56.58 \text{ kJ}}{282.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$ 。则 $n(\text{H}_2) : n(\text{CO}) = 1 : 1$ 。

☒ 综合强化

13. 依据事实, 写出下列反应的热化学方程式。

(1) 1 mol $\text{N}_2(\text{g})$ 与适量 $\text{H}_2(\text{g})$ 反应, 生成 2 mol $\text{NH}_3(\text{g})$, 放出 92.4 kJ 热量, 其热化学方程式为:

_____。

(2) 23 g $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l})$ 和一定量的氧气混合点燃, 恰好完全反应, 生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, 放出 683.5 kJ 的热量, 其热化学方程式为: _____。

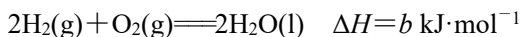
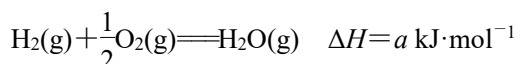
(3) 稀溶液中, 1 mol H_2SO_4 与 NaOH 完全反应时, 放出 114.6 kJ 热量, 写出该反应的热化学方程式: _____。

答案 (1) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1367 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(3) $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{NaOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -114.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

14. 已知两个氢气燃烧生成水的热化学方程式:



请回答下列问题($|b|$ 表示 b 的绝对值):

(1) 若 2 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 完全燃烧生成水蒸气, 则放出的热量 _____ (填 “>” “<” 或 “=”) $|b|$ kJ。

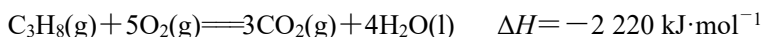
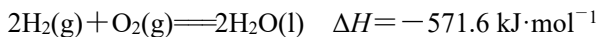
(2) 反应热的关系: $2a$ _____ (填 “>” “<” 或 “=”) b 。

(3) 若已知 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 且氧气中 1 mol $\text{O}=\text{O}$ 完全断裂时吸收热量 496 kJ, 水蒸气中 1 mol $\text{H}-\text{O}$ 形成时放出热量 463 kJ, 则氢气中 1 mol $\text{H}-\text{H}$ 断裂时吸收的热量为 _____。

答案 (1) < (2) > (3) 436 kJ

解析 (1) 水蒸气转化为液态水是放热的过程, 故 2 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 完全燃烧生成水蒸气, 放出的热量小于 $|b|$ kJ。(2) 由于 a 和 b 均小于 0, 两个反应的化学计量数相同时, 生成液态水放出的热量大于生成气态水放出的热量, 故 $2a > b$ 。(3) $\Delta H =$ 断裂旧化学键吸收的总能量 - 形成新化学键放出的总能量, 设断裂 1 mol $\text{H}-\text{H}$ 时吸收的热量为 x kJ, 即 $-242 = x + 496 \times \frac{1}{2} - 463 \times 2$, 解得 $x = 436$ 。

15. 已知下列两个热化学方程式:



请根据上面两个热化学方程式, 回答下列问题:

(1) H_2 的燃烧热为 _____, C_3H_8 的燃烧热为 _____。

(2) 1 mol H_2 和 2 mol C_3H_8 组成的混合气体完全燃烧释放的热量为 _____。

(3) 现有 H_2 和 C_3H_8 的混合气体共 5 mol, 完全燃烧时放热 3847 kJ, 则在混合气体中 H_2 和 C_3H_8 的体积比是 _____。

答案 (1) 285.8 kJ·mol⁻¹ 2220 kJ·mol⁻¹

(2) 4 725.8 kJ (3) 3 : 1

解析 (1) 根据燃烧热的概念知 H_2 、 C_3H_8 的燃烧热分别为 $285.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $2\,220 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(2) 完全燃烧释放的总能量的计算式为 $Q_{\text{放}} = 1 \text{ mol} \times 285.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} + 2 \text{ mol} \times 2\,220 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = 4\,725.8 \text{ kJ}$ 。

(3) 设 H_2 、 C_3H_8 的物质的量分别为 n_1 、 n_2 ，则有

$$\begin{cases} n_1 + n_2 = 5 \text{ mol} \\ n_1 \times 285.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} + n_2 \times 2\,220 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = 3\,847 \text{ kJ} \end{cases}$$

解得 $n_1 = \frac{15}{4} \text{ mol}$ ， $n_2 = \frac{5}{4} \text{ mol}$ ，在相同 p 、 T 时， $V(\text{H}_2) : V(\text{C}_3\text{H}_8) = n(\text{H}_2) : n(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 : 1$ 。

16. “西气东输”是西部开发的重点工程，这里的“气”是指天然气，其主要成分是甲烷。工业上将碳与水在高温下反应制得水煤气，水煤气的主要成分是 CO 和 H_2 ，二者的物质的量之比为 1 : 1。已知 1 mol CO 气体完全燃烧生成 CO_2 气体放出 283 kJ 热量；1 mol H_2 完全燃烧生成液态水放出 286 kJ 热量；1 mol CH_4 气体完全燃烧生成 CO_2 气体和液态水放出 890 kJ 热量。

(1) 写出氢气完全燃烧生成液态水的热化学方程式：_____。

(2) 若 1 mol CH_4 气体完全燃烧生成 CO_2 气体和水蒸气，放出的热量_____ (填“>”“=”或“<”) 890 kJ。

(3) 忽略水煤气中的其他成分，相同状况下若得到相等的热量，所需水煤气与甲烷的体积比为 (取简单整数比，下同)；燃烧生成的 CO_2 的质量比为_____。

(4) 以上数据和计算说明，以天然气代替水煤气作为燃料的突出优点是_____。

答案 (1) $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -572 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (2) < (3) 3 : 1 3 : 2 (4) 等物质的量时燃烧产生的热量高， CO_2 排放量少，有利于保护环境(合理即可)

解析 (1) 注意反应物、生成物的状态， ΔH 要与写出的化学方程式的化学计量数相对应。

(2) 液态水变为水蒸气需吸收热量，故放出的热量小于 890 kJ。(3) 忽略水煤气中的其他成分，1 mol 水煤气中含有 0.5 mol CO 和 0.5 mol H_2 ，完全燃烧时放出的热量为 $0.5 \times 283 \text{ kJ} + 0.5 \times 286 \text{ kJ} = 284.5 \text{ kJ}$ ，而 1 mol CH_4 气体完全燃烧放出 890 kJ 热量，要得到相等的热量，水煤气与甲烷的体积比为 $890 : 284.5 \approx 3 : 1$ 。