

全品
—SINCE 1992—



教育图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年专注教育行业

全品学练考

主编 肖德好

导学案

高中化学

选择性必修1 RJ

基础版

AI智慧教辅

索取二维码
贴此处
激活享受服务

AI时代就该用AI学习
遇到问题快扫我

天津出版传媒集团
天津人民出版社

CONTENTS

目录 | 导学案

01 第一章 化学反应的热效应

PART ONE

第一节 反应热	117
第 1 课时 反应热 焓变	117
第 2 课时 热化学方程式 燃烧热	121
第二节 反应热的计算	124
① 本章素养提升	127

02 第二章 化学反应速率与化学平衡

PART TWO

第一节 化学反应速率	128
第 1 课时 化学反应速率	128
第 2 课时 影响化学反应速率的因素	131
第 3 课时 活化能	135
拓展微课 1 有关反应历程与能量变化的图像分析	137
第二节 化学平衡	139
第 1 课时 化学平衡状态	139
第 2 课时 化学平衡常数	142
第 3 课时 影响化学平衡的因素	145
拓展微课 2 K_p 的相关计算	151
拓展微课 3 化学反应速率与平衡图像分析	152
第三节 化学反应的方向	153
第四节 化学反应的调控	155
① 本章素养提升	158

03 第三章 水溶液中的离子反应与平衡

PART THREE

第一节 电离平衡	160
第二节 水的电离和溶液的 pH	164
第 1 课时 水的电离 溶液的酸碱性 with pH	164
第 2 课时 pH 的计算	167
第 3 课时 酸碱中和滴定	170
拓展微课 4 中和滴定拓展——氧化还原滴定	174
第三节 盐类的水解	175
第 1 课时 盐类的水解	175
第 2 课时 影响盐类水解的主要因素 盐类水解的应用	178
第 3 课时 溶液中粒子浓度大小的比较	181
拓展微课 5 水溶液中离子反应与平衡曲线分析	184
第四节 沉淀溶解平衡	187
第 1 课时 难溶电解质的沉淀溶解平衡	187
第 2 课时 沉淀溶解平衡的应用	190
拓展微课 6 难溶电解质沉淀溶解平衡曲线分析	193
拓展微课 7 与 K_{sp} 相关的计算	194
④ 本章素养提升	196

04 第四章 化学反应与电能

PART FOUR

第一节 原电池	198
第 1 课时 原电池的工作原理	198
第 2 课时 化学电源	201
第二节 电解池	204
第 1 课时 电解原理	204
第 2 课时 电解原理的应用	208
拓展微课 8 电化学中的定量计算	210
拓展微课 9 电化学装置中的离子交换膜	211
第三节 金属的腐蚀与防护	212
④ 本章素养提升	217

◆ 参考答案	219
--------	-----



第一节 反应热

第1课时 反应热 焓变

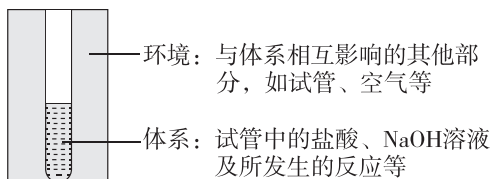
新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 反应热及其测定

【课前自主预习】

1. 体系与环境(以盐酸与 NaOH 溶液之间的反应为例)



2. 反应热

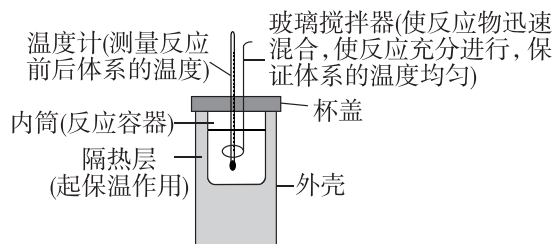
在_____条件下, 化学反应体系向环境_____或从环境_____的热量, 称为化学反应的热效应, 简称反应热。

3. 中和反应反应热的测定

(1) 仪器: _____。

(2) 原理: 根据体系的_____和有关物质的_____等来计算反应热。

(3) 实验装置及作用(如图所示)



(4) 实验测量数据

① 反应前体系温度(t_1)的测量

用一个量筒量取 50 mL $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸, 打开杯盖, 倒入量热计的内筒, 盖上杯盖, 插入温度计, 测量并记录盐酸的温度。用水把温度计冲洗干净, 擦干备用。用另一个量筒量取 50 mL $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液, 用温度计测

量并记录 NaOH 溶液的温度, 取两温度平均值为 t_1 。用水把温度计冲洗干净, 擦干备用。

② 反应后体系温度(t_2)的测量

打开杯盖, 将量筒中的 NaOH 溶液迅速倒入量热计的内筒, 立即盖上杯盖, 插入温度计, 用搅拌器匀速搅拌。准确读取混合溶液的_____, 记录为 t_2 。用水把温度计冲洗干净, 擦干备用。

③ 重复实验操作, 记录每次的实验数据, 取测量所得温度差($t_2 - t_1$)的平均值作为计算依据。

④ 实验数据处理

盐酸、氢氧化钠溶液为稀溶液, 其密度近似地认为都是 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 反应后生成溶液的比热容 $c = 4.18 \text{ J} \cdot (\text{g} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}$ 。

该实验中盐酸和 NaOH 溶液反应放出的热量是_____。生成 1 mol H_2O 时放出的热量为_____。

[问题思考]

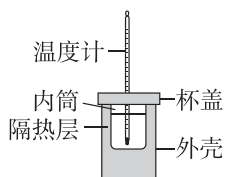
(1) 若改用 100 mL $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸与 100 mL $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液混合, 所测中和反应生成 1 mol H_2O 时放出的热量是否为本次实验结果的 2 倍?

(2) 用浓硫酸代替盐酸会对结果产生什么影响? 用醋酸代替盐酸会对结果产生什么影响? 若用稀硫酸和稀 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液测定中和反应反应热, 会对结果产生什么影响?

(3)若用 NaOH 固体代替 NaOH 溶液,会对结果产生什么影响?

【知识迁移应用】

例 1 [2025·广东江门一中高二月考] 理论上稀强酸溶液、稀强碱溶液反应生成 1 mol 液态水时放出 57.3 kJ 的热量。现用如图所示的装置测定中和反应反应热,实验药品有 50 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸、50 mL $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液。



(1)从实验装置上看,还缺少_____。
 (2)假设盐酸和氢氧化钠溶液的密度 ρ 都是 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$,又知中和反应后生成溶液的比热容 $c = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$ 。为了计算中和反应反应热,某学生进行实验并记录数据如下:

实验次数	起始温度 $t_1/\text{°C}$			终止温度 $t_2/\text{°C}$	温度差值 $(t_2 - t_1)/\text{°C}$
	HCl 溶液	NaOH 溶液	平均值		
1	20.0	20.1	20.05	23.2	3.15
2	20.2	20.4	20.30	23.4	3.10
3	20.5	20.6	20.55	23.6	3.05
4	20.1	20.3	20.20	23.8	3.60

①依据该实验数据计算得出盐酸和 NaOH 反应生成 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时,放出的热量为_____ kJ(结果保留一位小数, $Q = c\rho V_{\text{总}} \cdot \Delta T$)。

②上述实验计算的数值与 57.3 kJ 不同,造成该偏差的原因可能是_____ (填字母)。

- 实验装置保温、隔热效果差
- 配制 $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液定容时俯视刻度线
- 分多次把 NaOH 溶液倒入盛有盐酸的内筒中

d. 用温度计测定 NaOH 溶液起始温度后直接测定盐酸的温度

e. 用量筒量取 NaOH 溶液时仰视读数

③若实验中改用 60 mL $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸与 50 mL $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液进行反应,与上述实验相比,生成 1 mol 液态水时的中和反应反应热_____ (填“相等”或“不相等”)。

[归纳小结] 测定中和反应反应热的实验中需要注意的问题

- 所用装置要尽可能做到保温、隔热;实验操作时动作要快,尽量减少热量的损失。
- 所用溶液的配制必须准确,且浓度要小;为保证盐酸完全被中和,采用稍过量的 NaOH 溶液。
- 实验中所用的盐酸和 NaOH 溶液配好后要充分冷却至室温才能使用。
- 要使用同一支温度计,温度计读数要尽可能准确;水银球部位一定要完全浸没在溶液中,且要读取混合后的最高温度;温度计每次使用后都要用水冲洗干净,擦干备用。
- 可采用多次测量取平均值的方法,减小实验误差。

◆ 学习任务二 反应热与焓变

【课前自主预习】

1. 化学反应产生反应热的原因

化学反应前后体系的_____发生了变化。内能受_____、压强和物质的_____等影响。

2. 焓变

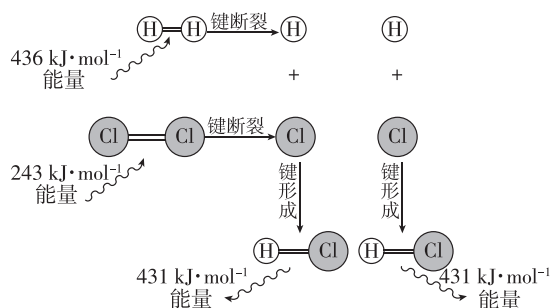
在_____条件下进行的化学反应,其反应热等于反应的焓变。符号为_____,单位是_____。

3. ΔH 的正、负规定

- 当反应体系放热时其焓_____, ΔH 为_____,即 ΔH _____ 0。
- 当反应体系吸热时其焓_____, ΔH 为_____,即 ΔH _____ 0。

4. 微观角度认识反应热实质

(1)实例:以 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$ (25 °C 、 101 kPa 下)的能量变化为例,填写下表中的空白。



化学键	反应中能量变化	
	1 mol A—B 化学键	反应中能量变化
H—H	吸收 _____ kJ	共吸收 _____ kJ
Cl—Cl	吸收 _____ kJ	
H—Cl	放出 _____ kJ	共放出 _____ kJ
结论	H ₂ (g) + Cl ₂ (g) = 2HCl(g) 的反应热 ΔH = _____	

(2) 结论: _____ 时的能量变化是化学反应中能量变化的主要原因。

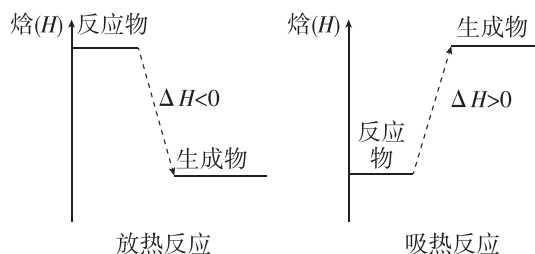
[问题思考]

H₂(g) 和 Cl₂(g) 在光照条件下也可以发生上述反应, 则该反应的 ΔH 是否发生变化? 试说明理由。

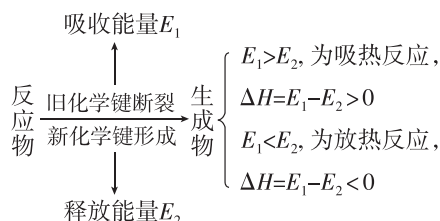
【核心知识讲解】

1. 从两个角度理解吸热反应和放热反应

(1) 从反应物和生成物焓(H)的变化角度理解



(2) 从化学键角度理解



键能是指气态分子中 1 mol 化学键解离成气态原子所吸收的能量。ΔH = 反应物的键能总和 - 生成物的键能总和。

[注意] ① 化学键的断裂和形成是化学反应中能量变化的主要原因。

② 物质具有的能量越低, 该物质越稳定, 断开物质内部的化学键就越难, 其键能就越大。

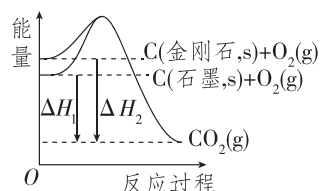
2. 常见的吸热反应和放热反应

(1) 常见的吸热反应: 大多数的分解反应、Ba(OH)₂ · 8H₂O 与 NH₄Cl 的反应、盐酸与碳酸氢钠的反应、C 与 CO₂ 的反应、C 和水蒸气的反应等。

(2) 常见的放热反应: 大多数的化合反应、酸碱中和反应、活泼金属与水(或酸)的反应、较活泼金属与酸的反应、所有的燃烧反应、铝热反应、物质的缓慢氧化等。

[问题思考]

根据图像回答下列问题:

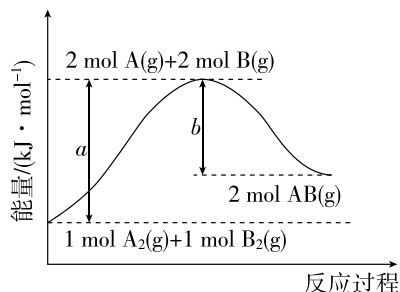


(1) 金刚石和石墨谁更稳定?

(2) ΔH₁ 与 ΔH₂ 相比, 哪一个较大?

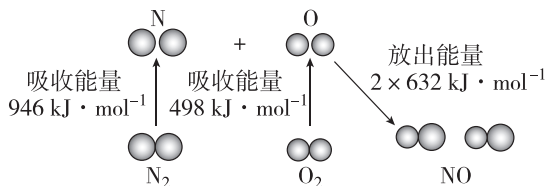
【知识迁移应用】

例 2 化学反应 A₂(g) + B₂(g) = 2AB(g) 的能量变化如图所示。下列有关叙述正确的是 ()



- A. 该反应每生成 2 mol AB(g) 吸收 b kJ 热量
- B. 反应热 ΔH = +(a - b) kJ · mol⁻¹
- C. 该反应中反应物的总能量高于生成物的总能量
- D. 断裂 1 mol A—A 和 1 mol B—B 放出 a kJ 能量

例 3 根据如图所示的 $\text{N}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{NO}(\text{g})$ 过程中能量变化情况,判断下列说法正确的是 ()



- A. 断裂 1 mol $\text{NO}(\text{g})$ 分子中的化学键,放出 632 kJ 能量
- B. 2 mol 氧原子结合生成 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 时,吸收 498 kJ 能量
- C. 1 mol $\text{N}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 生成 2 mol $\text{NO}(\text{g})$ 放热 180 kJ
- D. 该反应中反应物所具有的总能量低于生成物所具有的总能量

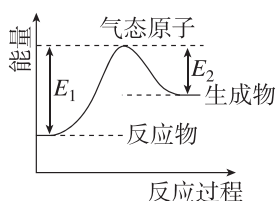
课堂评价

知识巩固 素养形成

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”).

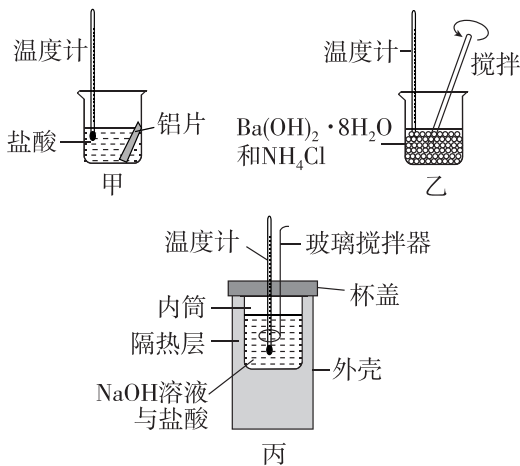
- (1) 所有的化学反应都伴有能量的变化 ()
- (2) 在一个化学反应中,当反应物总焓大于生成物的总焓时,反应放热, ΔH 为负值 ()
- (3) 中和反应反应热的测定实验中,应将 50 mL $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液分多次倒入量热计的内筒 ()
- (4) 石墨转化为金刚石需要吸收能量,所以石墨更稳定 ()
- (5) 浓硫酸与 NaOH 溶液反应生成 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$,放出的热量为 57.3 kJ ()
- (6) 中和反应反应热的测定实验中,测定盐酸后的温度计没有冲洗干净,立即测 NaOH 溶液的温度 ()

2. [2025·广东鹤山一中高二月考] 化学反应中常常伴随着能量的变化,某气体反应的能量变化如图所示,下列叙述正确的是 ()



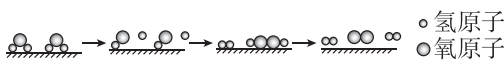
- A. 该反应不一定需要加热
- B. $\Delta H = E_2 - E_1$
- C. 该反应的反应物一定比生成物稳定
- D. 该反应断裂所有反应物化学键所吸收的能量小于形成所有生成物化学键所释放的能量

3. [2026·福建莆田二十五中高二月考] 某同学设计如图所示实验,探究反应中的能量变化。下列判断正确的是 ()



- A. 由实验可知,甲、乙、丙所涉及的反应都是放热反应
- B. 将实验甲中的铝片更换为等质量的铝粉后释放出的热量大幅增加
- C. 实验丙中将玻璃搅拌器改为铁质搅拌器对实验结果没有影响
- D. 若用 NaOH 固体测定中和反应反应热,则生成 1 mol H_2O 时放出的热量偏高

4. 中国科研人员利用太阳光在催化剂表面实现高效分解水的主要过程如图所示。



已知几种物质中化学键的键能如表所示。

化学键	H—O	H—H	O=O
键能/($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	463	436	496

若反应过程中分解 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的物质的量为 1 mol,则产生的热量变化为 ()

- A. 吸收 484 kJ
- B. 放出 484 kJ
- C. 吸收 242 kJ
- D. 放出 242 kJ

第2课时 热化学方程式 燃烧热

新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 热化学方程式

【课前自主预习】

1. 概念

表明反应所_____的化学反应式。

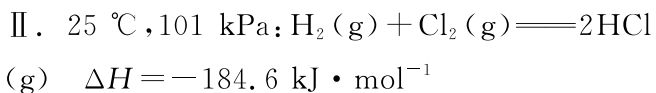
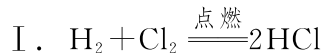
2. 意义

不仅表明了化学反应中的_____变化,也表明了化学反应中的_____变化。

如: $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,表示在 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 和 101 kPa 下,_____气态 H_2 和_____气态 O_2 反应生成_____时放出_____的热量。

【问题思考】

比较 I、II 两个方程式:



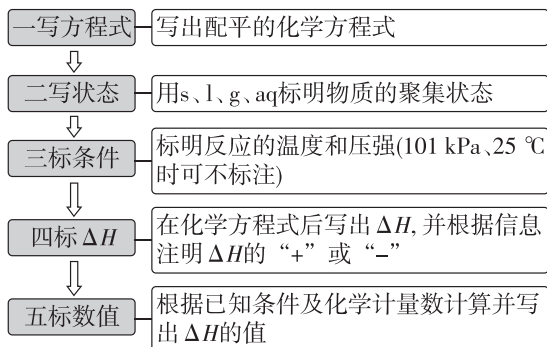
(1)属于热化学方程式的是_____ (填序号)。

(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是_____。

【核心知识讲解】

热化学方程式的书写要求及步骤



【注意】①热化学方程式的右边不用标注“↑”“↓”。

②热化学方程式能反映该反应已完成的量。由于 ΔH 与反应物质的量有关,所以热化学方程式中物质的化学计量数必须与 ΔH 相对应,如果化学计量数加倍,则 ΔH 也要加倍。当反应向逆反应方向进行时,其反应热与正反应的反应热的数值相等,符号相反。

【知识迁移应用】

例 1 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 $1 \text{ mol C}(\text{石墨}, \text{s})$ 与适量 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 完全反应生成 $\text{CO}(\text{g})$ 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) $25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 101 kPa 下,稀盐酸与稀 NaOH 溶液发生中和反应生成 $1 \text{ mol H}_2\text{O}(\text{l})$ 时,放出 57.3 kJ 的热量,其热化学方程式可表示为_____。

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

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

◆ 学习任务二 燃烧热

【课前自主预习】

1. 概念

在 101 kPa 时, 1 mol 纯物质_____燃烧生成_____时所放出的热量,叫作该物质的燃烧热。燃烧热的单位一般用 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示。

指定产物: $\text{C} \rightarrow$ _____, $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (____), $\text{S} \rightarrow$ _____, $\text{N} \rightarrow$ _____。

2. 表示的意义

例如, C 的燃烧热为 $393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 表示在 101 kPa 时, 1 mol C 完全燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$, 放出 393.5 kJ 的热量。

[问题思考]

已知 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则氢气的燃烧热为 $241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。这种说法是否正确?

【核心知识讲解】

1. 反应热和燃烧热的比较

	反应热	燃烧热	中和反应 反应热
概念	在等温条件下, 化学反应体系向环境释放或从环境吸收的热量	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	25 °C、101 kPa 时, 在稀溶液中, 强酸和强碱反应生成 1 mol 水时所放出的热量
能量变化	放热或吸热	放热	放热
ΔH 的大小	放热时, $\Delta H < 0$ 吸热时, $\Delta H > 0$	$\Delta H < 0$	$\Delta H < 0$
反应条件	等温	101 kPa	25 °C、101 kPa
反应物的量	不限	1 mol 纯物质	不限
生成物的量	不限	不限	1 mol H_2O

2. 燃烧热的表示

燃烧热是以 1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物所放出的热量来定义的, 因此在书写燃烧热的热化学方程式时, 应以 1 mol 物质为标准来配平其余物质的化学计量数。

如: $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -1\,299.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 即 $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ 的燃烧热为 $1\,299.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

3. 燃烧热的计算

可燃物完全燃烧放出的热量的计算方法为 $Q_{\text{放}} = n(\text{可燃物}) \times |\Delta H|$ 。

式中: $Q_{\text{放}}$ 为可燃物完全燃烧放出的热量; n 为可燃物的物质的量; ΔH 为可燃物的燃烧热。

【知识迁移应用】

例 2 已知在 25 °C 和 101 kPa 下, 1 g C_8H_{18} (辛烷) 燃烧生成 CO_2 和液态水时放出 48.40 kJ 热量。表示上述反应的热化学方程式正确的是

- ()
- A. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 12.5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -48.40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 12.5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -5\,517.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 12.5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +5\,517.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 12.5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -48.40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

例 3 [2025 · 福建宁德一中高二月考] 在 25 °C 和 101 kPa 时, 几种燃料的燃烧热如表所示。

燃料	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$
$\Delta H / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-283.0	-285.8	-890.3	-726.5

下列说法正确的是 ()

- A. 相同质量的上述四种燃料完全燃烧时, 甲烷放出的热量最多
- B. CO 燃烧的热化学方程式为 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 常温常压下, 1 mol 甲醇液体完全燃烧生成 CO_2 气体和水蒸气放出热量 726.5 kJ
- D. 标准状况下, 相同体积的 CO 、 H_2 、 CH_4 完全燃烧的碳排放量: $\text{CO} = \text{CH}_4 > \text{H}_2$

[易错提醒] 燃烧热理解中的易错点

(1) 反应条件: 101 kPa(书中给出的燃烧热数值均为 25 °C、101 kPa 条件下测得)。

(2) 物质的燃烧热要求的是纯物质。

(3) 特别注意: C→CO 不是完全燃烧; S→SO₃, SO₃ 不是指定的燃烧产物; H→H₂O, 生成的水是液态不能是气态。

(4) 文字叙述燃烧热时, 用正值或 ΔH 表示, 如 CH₄ 的燃烧热为 890.3 kJ·mol⁻¹ 或 ΔH=-890.3 kJ·mol⁻¹。

课堂评价

知识巩固 素养形成

1. 判断正误(正确的打“√”, 错误的打“×”)。

(1) 热化学方程式中, 化学计量数只代表物质的量, 不代表分子数 ()

(2) 比较 ΔH 大小, 只需比较数值, 不用考虑正负号 ()

(3) 若 H₂(g) + Cl₂(g) = 2HCl(g) ΔH = -184.6 kJ·mol⁻¹, 则 2HCl(g) = H₂(g) + Cl₂(g) ΔH = +184.6 kJ·mol⁻¹ ()

(4) 25 °C、101 kPa 下, 1 mol H₂(g) 完全燃烧生成水蒸气时, 放出 241.8 kJ 的热量, 则氢气的燃烧热为 241.8 kJ·mol⁻¹ ()

(5) 已知甲烷的燃烧热为 890.3 kJ·mol⁻¹, 则表示甲烷燃烧热的热化学方程式为 CH₄(g) + 2O₂(g) = CO₂(g) + 2H₂O(l) ΔH = -890.3 kJ·mol⁻¹ ()

(6) 对于可逆反应, 热化学方程式后的 ΔH 代表前面的化学计量数对应物质的量的物质完全反应时的热效应 ()

2. 偏二甲肼(C₂H₈N₂)常用作运载火箭的燃料, 已知: 1.5 g 偏二甲肼(液态)完全燃烧生成液态水放出 50 kJ 热量。

(1) 在计算偏二甲肼的燃烧热时, 碳、氮元素产生的指定产物是_____、_____。

(2) 根据材料中所给信息计算 1 mol 偏二甲肼分子完全燃烧生成液态水时放出的热量为_____。

(3) 下列表示偏二甲肼燃烧的热化学方程式正

确的是_____ (填字母, 下同), 其中表示偏二甲肼燃烧热的热化学方程式为_____。

A. C₂H₈N₂(g) + 4O₂(g) = 2CO₂(g) + 4H₂O(g) + N₂(g) ΔH = -2000 kJ·mol⁻¹

B. $\frac{1}{2}$ C₂H₈N₂(l) + 2O₂(g) = CO₂(g) + 2H₂O(l) + $\frac{1}{2}$ N₂(g) ΔH = -1000 kJ·mol⁻¹

C. C₂H₈N₂(l) + 4O₂(g) = 2CO₂(g) + 4H₂O(l) + N₂(g) ΔH = -2000 kJ·mol⁻¹

3. [2025·北京人大附中高二月考] 依据以下热化学方程式, 根据要求, 回答问题:

①CaCO₃ = CaO + CO₂

ΔH = +177.7 kJ·mol⁻¹

②C(s) + O₂(g) = CO₂(g)

ΔH = -393.5 kJ·mol⁻¹

③C(s) + H₂O(g) = CO(g) + H₂(g)

ΔH = +131.3 kJ

④CO(g) + $\frac{1}{2}$ O₂(g) = CO₂(g)

ΔH = -283 kJ·mol⁻¹

⑤HNO₃(aq) + NaOH(aq) = NaNO₃(aq) + H₂O(l)

ΔH = -57.3 kJ·mol⁻¹

⑥0.5H₂SO₄(l) + NaOH(l) = 0.5Na₂SO₄(l) + H₂O(l)

ΔH = -57.3 kJ·mol⁻¹

⑦2H₂(g) + O₂(g) = 2H₂O(l)

ΔH = -571.6 kJ·mol⁻¹

(1) 已知上述热化学方程式所给出的焓变绝对值没有错误。在①~⑦中, 不正确的有_____ (请填写编号, 下同); 不正确的理由分别是_____

_____。

(2) 上述反应中, 表示燃烧热的热化学方程式是_____。

(3) 表示中和反应反应热的热化学方程式是_____。

第二节 反应热的计算

新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 盖斯定律

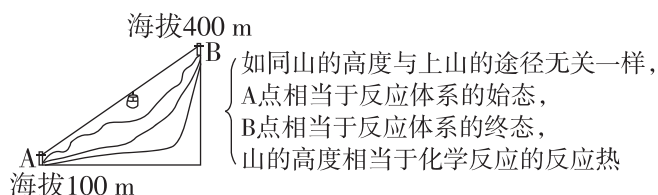
【课前自主预习】

1. 内容

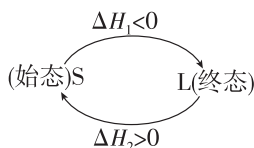
一个化学反应,不管是一步完成的还是分几步完成的,其反应热是_____ (填“相同”或“不同”)的。

2. 理解与特点

(1)从反应途径角度理解



(2)从能量守恒角度理解



从 $S \rightarrow L, \Delta H_1 < 0$, 体系_____;

从 $L \rightarrow S, \Delta H_2 > 0$, 体系_____;

根据能量守恒: $\Delta H_1 + \Delta H_2 = 0$ 。

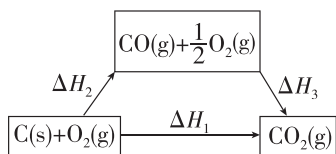
(3)特点

在一定条件下, 化学反应的反应热只与反应体系的_____和_____有关, 而与反应的_____无关。

3. 应用

(1)可以间接计算一些不易直接发生的、伴随副反应发生的、反应进行很慢的的反应的反应热。

(2)示例



已知: ① $\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)}$

$\Delta H_1 = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

② $\text{CO(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)}$

$\Delta H_3 = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

分析上述热化学方程式的关系, 将反应①减去

反应②, 得到反应: $\text{C(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)}$ 。

根据盖斯定律可得: $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$, 则有

$\Delta H_2 = \Delta H_1 - \Delta H_3 = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} -$

$(-283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【核心知识讲解】

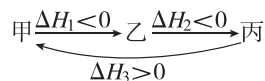
应用盖斯定律计算 ΔH 的一般步骤

解题步骤	解题思路
第一步: 观察	对比已知的反应与需求 ΔH 的反应, 找出需要消去的物质
第二步: 思考	怎样消去这些物质, 是相加减还是需要乘以某一个数之后相加减, 此过程中要特别注意“剔除无关反应”
第三步: 运算	将热化学方程式按第二步的思路进行运算, 得出新的热化学方程式
第四步: 计算	列出算式, 代入数据计算

【知识迁移应用】

例1 [2025·广东深圳盐田高级中学高二月考]

假设反应体系的始态为甲, 中间态为乙, 终态为丙, 它们之间的变化如图所示。则下列说法正确的是 ()



A. $|\Delta H_1|$ 一定大于 $|\Delta H_2|$

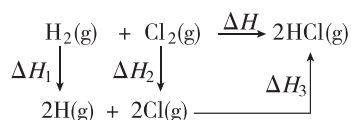
B. $|\Delta H_1| < |\Delta H_3|$

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

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

例2 [2025·北京三十五中高二月考] 某同学

为了估算反应 $\text{H}_2\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{HCl(g)}$ 的 ΔH , 构建如图所示循环。下列说法不正确的是 ()



- A. $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3$
 B. ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 均可由相应的键能数据得到
 C. 按照该过程所示,断开的化学键均为非极性共价键
 D. 该循环过程不一定表示反应的真实历程

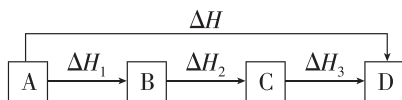
[方法归纳] 运用盖斯定律解题的常用方法

(1)“虚拟路径”法

若反应物 A 变为生成物 D, 可以有两个途径:

- ①由 A 直接变成 D, 反应热为 ΔH ;
 ②由 A 经过 B 变成 C, 再由 C 变成 D, 每步的反应热分别为 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 。

如图所示, 则 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$ 。



(2)加合法

依据目标方程式中各物质的位置和化学计量数, 调整已知方程式, 最终加合成目标方程式, ΔH 同时作出相应的调整和运算。

◆ 学习任务二 反应热的计算和大小比较

【核心知识讲解】

一、反应热的计算

1. 根据热化学方程式计算

反应热与化学方程式中各物质的物质的量成正比。

例如, $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g) \quad \Delta H$

$$\begin{array}{cccc|c} a & b & c & d & |\Delta H| \\ n(A) & n(B) & n(C) & n(D) & Q \end{array}$$

$$\text{则 } \frac{n(A)}{a} = \frac{n(B)}{b} = \frac{n(C)}{c} = \frac{n(D)}{d} = \frac{Q}{|\Delta H|}。$$

2. 根据盖斯定律计算

根据盖斯定律将热化学方程式进行适当的“加”“减”“乘”“除”等计算反应热。

[注意] 使用盖斯定律进行反应热的计算时, 要先对几个反应进行观察, 然后合理重组得到目标反应。重组技巧是同向用加, 异向用减, 倍数用乘, 焓变同变。即条件方程式中的各种物质与目标方程式同向的(如同在左边或同在右边)用加法, 异向的用减法, 化学计量数与目标方程式存在倍数关系的用乘法, 扩大一定倍数(或缩

小为几分之一)后与目标化学方程式中的化学计量数相同, 各条件方程式中的焓变看作生成物做同样变化。

3. 根据反应物和生成物的键能(或能量)计算 $\Delta H = \sum(\text{反应物的总键能}) - \sum(\text{生成物的总键能})$;

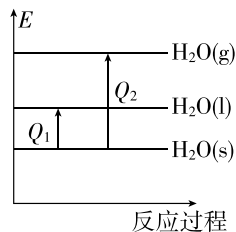
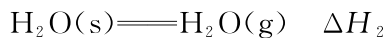
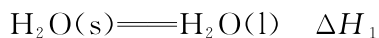
$\Delta H = E(\text{生成物的总能量}) - E(\text{反应物的总能量})$ 。

4. 根据物质的燃烧热数值计算

$$Q_{\text{放}} = n(\text{可燃物}) \times |\Delta H|。$$

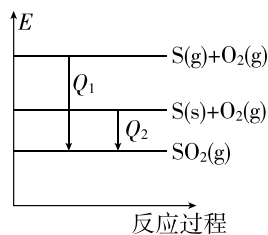
二、 ΔH 的大小比较

1. 同一物质不同聚集状态



由物质的能量(E)大小可知热量: $Q_1 < Q_2$, 且均为吸热反应, ΔH 为正值, $\Delta H_1 = Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta H_2 = Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 得 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ 。

2. 同一反应, 物质的聚集状态不同



由物质的能量(E)大小可知热量: $Q_1 > Q_2$, 此反应为放热反应, 则 $\Delta H_1 = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta H_2 = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 得 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ 。

【知识迁移应用】

例 3 已知: $2Zn(s) + O_2(g) \rightleftharpoons 2ZnO(s) \quad \Delta H = -701.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $2Hg(l) + O_2(g) \rightleftharpoons 2HgO(s) \quad \Delta H = -181.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。则反应 $Zn(s) + HgO(s) \rightleftharpoons ZnO(s) + Hg(l)$ 的 ΔH 为 ()

- A. $+519.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. $+259.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $-519.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 D. $-259.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

例 4 已知: ① $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

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

② $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

③ $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3 = c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

④ $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_4 = d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

下列关系中正确的是 ()

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

课堂评价

知识巩固 素养形成

1. 判断正误(正确的打“√”,错误的打“×”)。

(1) 甲烷细菌使 $1 \text{ mol CH}_4(\text{g})$ 生成 CO_2 气体与液态水,放出的热量与 $1 \text{ mol CH}_4(\text{g})$ 完全燃烧生成 CO_2 气体与液态水放出的热量相同 ()

(2) 控制碳的燃烧路径,C 先燃烧生成 CO , CO 再燃烧生成 CO_2 ,能够放出更多热量 ()

(3) 利用盖斯定律不可以计算有副反应发生的反应的反应热 ()

(4) 放热反应放出的热量越多, ΔH 就越大 ()

(5) 如果用 E 表示破坏(或形成) 1 mol 化学键所消耗(或释放)的能量,则求 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的反应热时,可用下式表示: $\Delta H = 2E(\text{H}-\text{H}) + E(\text{O}=\text{O}) - 2E(\text{H}-\text{O})$ ()

2. [2026·福建莆田二十五中高二月考] 已知 25°C 、 101 kPa 时,某些物质的燃烧热数据如表所示:

物质	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{C}(\text{石墨}, \text{s})$	$\text{C}(\text{金刚石}, \text{s})$	$\text{CH}_4(\text{g})$
$\Delta H/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-285.8	-393.5	-395.0	-890.3

下列热化学方程式书写正确的是 ()

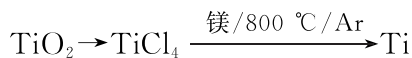
A. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. $\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$
 $\Delta H = +74.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. $\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{金刚石}, \text{s})$
 $\Delta H = -1.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. $\text{CH}_4(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. [2025·福建厦门六中高二月考] TiCl_4 是由钛精矿(主要成分为 TiO_2) 制备钛(Ti) 的重要中间产物。



已知: ① $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$
 $\Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

② $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$
 $\Delta H = -566.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

③ $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
 $\Delta H = +175.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

则 $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_4(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g})$ 的 ΔH 是 ()

- A. $-45.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. $-169.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $+169.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 D. $+45.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. 下列两组热化学方程式中,有关 ΔH 的比较正确的是 ()

① $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 ΔH_1

$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 ΔH_2

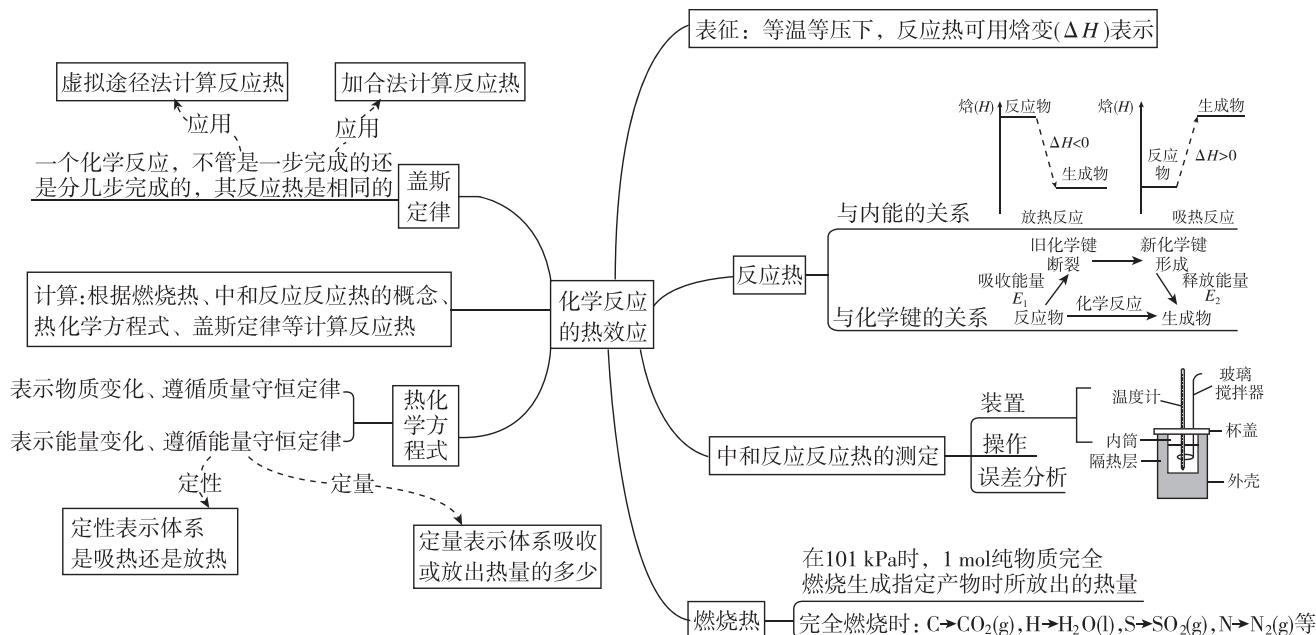
② $\text{NaOH}(\text{aq}) + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3$

$\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_4$

- A. $\Delta H_1 > \Delta H_2; \Delta H_3 > \Delta H_4$
 B. $\Delta H_1 > \Delta H_2; \Delta H_3 < \Delta H_4$
 C. $\Delta H_1 = \Delta H_2; \Delta H_3 < \Delta H_4$
 D. $\Delta H_1 < \Delta H_2; \Delta H_3 > \Delta H_4$

本章素养提升

知识网络



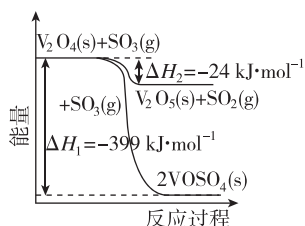
真题体验

◆ 探究点一 热化学方程式书写

1. (1) [2023·天津卷节选] $\text{SO}_2(\text{g})$ 氧化生成 $80\text{ g SO}_3(\text{g})$ 放出热量 98.3 kJ , 写出该反应的热化学方程式: _____。

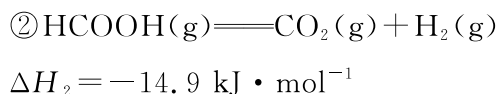
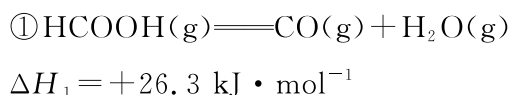
(2) [2022·河北卷节选] 298 K 时, 1 g H_2 燃烧生成 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 放热 121 kJ , $1\text{ mol H}_2\text{O}(\text{l})$ 蒸发吸热 44 kJ , 表示 H_2 燃烧热的热化学方程式为 _____。

2. [2020·全国卷 I 节选] 已知: $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{钒催化剂}} \text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -98\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。钒催化剂参与反应的能量变化如图所示, $\text{V}_2\text{O}_5(\text{s})$ 与 $\text{SO}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{VOSO}_4(\text{s})$ 和 $\text{V}_2\text{O}_4(\text{s})$ 的热化学方程式为 _____。



◆ 探究点二 反应热的计算

3. [2025·安徽卷节选] 通过甲酸分解可获得超高纯度的 CO 。甲酸有两种可能的分解反应:



反应 $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

4. [2023·新课标全国卷节选] 氨是最重要的化学品之一, 我国目前氨的生产能力位居世界首位。根据图中数据计算反应 $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) = \text{NH}_3(\text{g})$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

