



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

练习册

高中化学

选择性必修1 RJ

浙江省

天津出版传媒集团
天津人民出版社

CONTENTS

目录

01 第一章 化学反应的热效应

PART ONE

第一节 反应热	001
第 1 课时 反应热 焓变	001
第 2 课时 热化学方程式 燃烧热	003
第二节 反应热的计算	005

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	008
第 1 课时 化学反应速率	008
第 2 课时 影响化学反应速率的因素	010
第 3 课时 活化能	012
拓展微课 1 反应历程与机理图分析	014
第二节 化学平衡	016
第 1 课时 化学平衡状态	016
第 2 课时 化学平衡常数	018
第 3 课时 影响化学平衡的因素（一）	020
第 3 课时 影响化学平衡的因素（二）	022
拓展微课 2 K_p 相关计算	024
拓展微课 3 化学反应速率与平衡图像分析	026
第三节 化学反应的方向	029
第四节 化学反应的调控	031

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	033
第二节 水的电离和溶液的 pH	036
第 1 课时 水的电离 溶液的酸碱性 with pH	036
第 2 课时 pH 的计算	038
第 3 课时 酸碱中和滴定	040
拓展微课 4 中和滴定拓展——氧化还原滴定	042

第三节 盐类的水解 044
 第 1 课时 盐类的水解 044
 第 2 课时 影响盐类水解的主要因素 盐类水解的应用 046
 第 3 课时 溶液中粒子浓度大小的比较 049
 第四节 沉淀溶解平衡 051
 第 1 课时 难溶电解质的沉淀溶解平衡 051
 第 2 课时 沉淀溶解平衡的应用 054
 拓展微课 5 电解质溶液中的常见曲线 056
 拓展微课 6 四大平衡常数的综合应用 059

04

第四章 化学反应与电能

PART FOUR

第一节 原电池 061
 第 1 课时 原电池的工作原理 061
 第 2 课时 化学电源——一次电池和二次电池 063
 第 3 课时 化学电源——燃料电池 065
 第二节 电解池 067
 第 1 课时 电解原理 067
 第 2 课时 电解原理的应用 069
 拓展微课 7 电化学装置中的离子交换膜 072
 第三节 金属的腐蚀与防护 074

■ 参考答案 (练习册) [另附分册 P077~P116]

■ 导学案 [另附分册 P117~P250]

>> 测 评 卷

单元素养测评卷 (一) [第一章 化学反应的热效应] 卷 001
 单元素养测评卷 (二) [第二章 化学反应速率与化学平衡] 卷 005
 单元素养测评卷 (三) [第三章 水溶液中的离子反应与平衡] 卷 009
 单元素养测评卷 (四) [第四章 化学反应与电能] 卷 013
 参考答案 卷 017

第一章 化学反应的热效应

第一节 反应热

第1课时 反应热 焓变

基础对点练

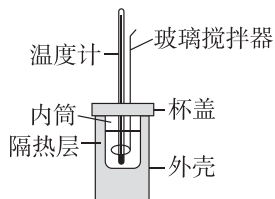
◆ 学习任务一 反应热及其测定

1. [2024·浙江宁波九校高二期末联考] 50 mL $0.50\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸与 50 mL $0.55\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液进行中和反应,通过测定反应过程中所放出的热量可计算中和反应生成 1 mol 水时的反应热 ΔH ,下列说法正确的是 ()

- A. 为防止混合时溶液溅出产生误差,混合时速度要慢
B. 玻璃搅拌器材料若用铜代替,则 ΔH 会偏小
C. 用相同物质的量的 NaOH(s) 代替 NaOH(aq) 进行上述实验,则 ΔH 会偏大
D. 为了保证盐酸完全被中和,应采用稍过量的 NaOH 溶液

2. [2025·浙江宁波北仑中学高二期中] 在如图所示装置中进行中和反应。通过测定反应过程中放出的热量可测定中和反应反应热。下列关于该实验的说法正确的是 ()

- A. 醋酸溶液和 NaOH 溶液反应测定中和反应反应热数值偏高



- B. 隔热层的作用是减少热量损失,减小实验误差
C. 如果没有玻璃搅拌器,酸碱混合后可用温度计轻轻搅拌
D. 完成一次中和反应反应热测定实验,温度计需要使用 2 次,分别用于测混合液的初始温度和反应最高温度

◆ 学习任务二 反应热与焓变

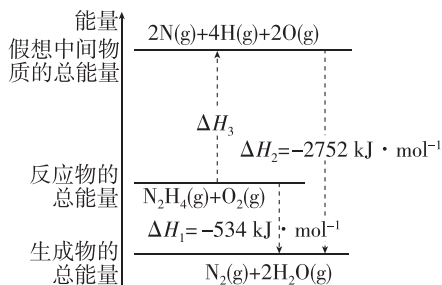
3. [2024·浙江温州高二期中联考] 下列反应既属于氧化还原反应,又属于吸热反应的是 ()

- A. 灼热的炭与 CO_2 反应
B. $\text{Ba}(\text{OH})_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 反应
C. 铁与稀盐酸反应
D. 己烷在氧气中燃烧

4. [2026·浙江杭师大附中、鲁迅中学等高二联考] 下列关于化学反应与能量的说法正确的是 ()

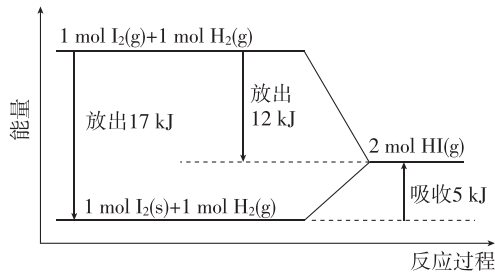
- A. 可以用氢氧化钠和醋酸反应来测定中和反应反应热
B. 红磷比白磷更稳定,则反应 $\text{P}_4(\text{白磷},\text{s})\rightleftharpoons 4\text{P}(\text{红磷},\text{s})$ 的 $\Delta H < 0$
C. 氢气在氧气中燃烧实现了热能转化为化学能
D. 硝酸铵与水合碳酸钠利用吸热的物理变化原理可制作成冰敷袋

5. 已知某条件下,断裂 1 mol 化学键所需的能量: $\text{N}\equiv\text{N}$ 为 942 kJ、 $\text{O}=\text{O}$ 为 500 kJ、 $\text{N}-\text{N}$ 为 154 kJ、 $\text{O}-\text{H}$ 为 452.5 kJ,则该条件下,断裂 1 mol $\text{N}-\text{H}$ 所需的能量是 ()



- A. 194 kJ
B. 316 kJ
C. 391 kJ
D. 658 kJ

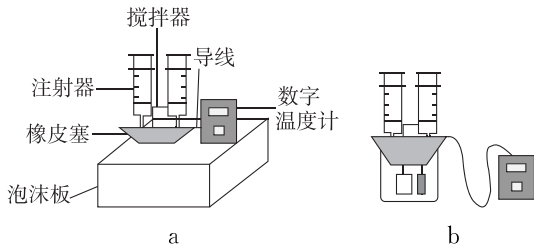
6. 我们知道,任何化学反应过程中一定有物质变化,同时伴随着能量变化。关于下图的说法不正确的是 ()



- A. 1 mol 固态碘与 1 mol 氢气化合生成 2 mol HI 气体时,需要吸收 5 kJ 的能量
 B. 2 mol HI 气体分解生成 1 mol 碘蒸气与 1 mol 氢气时需要吸收 12 kJ 的能量
 C. 1 mol 固态碘变为 1 mol 碘蒸气时需要吸收 17 kJ 的能量
 D. 碘蒸气与氢气生成 HI 气体的反应是吸热反应

综合应用练

7. 测定中和反应反应热的数字化实验如图所示。将 b 装置嵌入挖好孔的泡沫板中,两支注射器中分别装有 5 mL $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸和 5 mL $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液。下列说法正确的是 ()



- A. 由于实验实行数字化,搅拌器可为铜丝或塑料
 B. 泡沫板只是起到支撑稳固仪器的作用
 C. 数字温度计测量盐酸的温度后,可直接测量 NaOH 溶液的温度
 D. 应快速将注射器中的溶液注入烧杯中并转动搅拌器,记录温度最大值

8. [2026·浙江绍兴春晖中学高二月考] 中和反应反应热的测定是中学化学重要的定量实验。实验步骤如下:

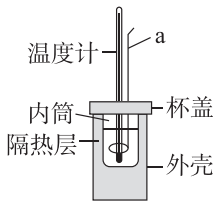
I. 反应物温度的测量

用量筒量取 50 mL $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸,倒入量热计的内筒,盖上杯盖,测量并记录温度,洗

净温度计,擦干备用;用另一量筒量取 50 mL $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液,用温度计测其温度并记录。

II. 反应后体系温度的测量

打开杯盖,将 NaOH 溶液迅速倒入量热计内筒,立即盖上杯盖,密切关注温度变化,记录反应后体系温度(t_2)。



III. 重复上述步骤三次

IV. 数据处理

取盐酸、NaOH 溶液平均温度记为反应前体系温度 t_1 ,计算温度差($t_2 - t_1$),填入下表:

次数	反应物温度/ $^{\circ}\text{C}$		反应前体系温度	反应后体系温度	温度差
	盐酸	NaOH 溶液	$t_1 / ^{\circ}\text{C}$	$t_2 / ^{\circ}\text{C}$	$(t_2 - t_1) / ^{\circ}\text{C}$
1	26.9	27.1		30.3	
2	27.1	27.1		30.3	
3	27.0	27.0		29.3	
4	27.1	27.1		30.5	

(1)仪器 a 的名称是 _____;取反应时溶液的 _____ (填“最低温度”“最高温度”或“平均温度”)作为反应后体系温度。

(2)实验中酸、碱溶液的密度均为 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$,且比热容与水的相同,发生中和反应后溶液的比热容 $c = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$,上述实验测得生成 1 mol H_2O 的 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3)又知 25°C 、 101 kPa 下,生成 1 mol H_2O 的中和反应反应热 ΔH 为 $-57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,实验值与理论值相差较大的原因可能是 _____。

- ①保温效果差、能量损失大
 ②温度计测量酸溶液后没有清洗
 ③量取盐酸溶液时仰视量筒
 ④反应过程中碱溶液分批加入

⑤反应过程中没有使用仪器 a 上下反复搅动

(4)进行中和反应反应热的测定时,保持其他条件相同,使用下列酸碱组合:

- ①稀硫酸、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 ②醋酸溶液、氨水
 ③稀硫酸、NaOH 溶液

理论上测得生成 1 mol H_2O 的 ΔH 由大到小的顺序为 _____ (填标号且用“ $>$ ”表示)。

第2课时 热化学方程式 燃烧热

基础对点练

◆ 学习任务一 热化学方程式

1. 下列有关热化学方程式的说法错误的是 ()
- A. 热化学方程式未注明温度和压强时, ΔH 表示标准状况下的数据
- B. 热化学方程式中, 各物质的化学计量数不表示分子个数, 只代表该物质的物质的量
- C. 同一化学反应, 化学计量数不同, 则 ΔH 不同; 化学计量数相同而状态不同, ΔH 也不同
- D. 化学反应过程中所吸收或放出的热量与参加反应的物质的物质的量成正比
2. 下列有关 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 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
3. [2025·浙江杭州等四地高二期中] 下列说法中正确的是 ()
- A. 已知 $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$ 、 $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2$, 则 $\Delta H_1 < \Delta H_2$
- B. 由 $\text{C}(\text{金刚石}, \text{s}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{石墨}, \text{s}) \quad \Delta H = -1.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 可知, 金刚石比石墨稳定
- C. 500 °C、30 MPa 下, 将 0.5 mol N_2 和 1.5 mol H_2 置于密闭容器中充分反应生成 $\text{NH}_3(\text{g})$, 放热 19.3 kJ, 则热化学方程式为 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[30 \text{ MPa}]{500 \text{ }^\circ\text{C}} 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -38.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. 稀溶液中: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 若将 1 mol NaOH 固体溶于含 0.5 mol H_2SO_4 的稀硫酸中, 放出的热量大于 57.3 kJ

4. 依据实验数据, 写出下列反应的热化学方程式。

(1) 1 mol $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ 与足量 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应, 生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, 放出 1411 kJ 的热量:

_____。

(2) 1 mol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$ 与足量 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应, 生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, 放出 1367 kJ 的热量:

_____。

(3) 2 mol $\text{Al}(\text{s})$ 与足量 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应, 生成 $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$, 放出 1 669.8 kJ 的热量:

_____。

(4) 18 g 葡萄糖与足量 $\text{O}_2(\text{g})$ 反应, 生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, 放出 280.4 kJ 的热量:

_____。

◆ 学习任务二 燃烧热

5. 如下反应可表示相应纯物质燃烧热的热化学方程式的是 ()

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

B. $2\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -1\,780.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = -241.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{S}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -632 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

6. 101 kPa 时,下列热化学方程式中的 ΔH 可表示燃烧热的是 ()

- A. $\text{C(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO(g)}$
 $\Delta H = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O(l)}$
 $\Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO(g)} + 6\text{H}_2\text{O(g)}$
 $\Delta H = -226 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O(l)}$
 $\Delta H = -5518 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

7. 在 25 °C 和 101 kPa 时,几种燃料的燃烧热如表所示:

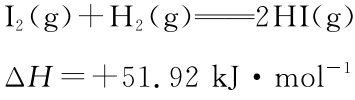
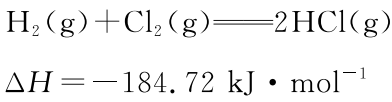
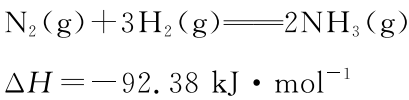
燃料	CO(g)	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{CH}_3\text{OH(l)}$
$\Delta H / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-283.0	-285.8	-890.3	-726.5

下列说法正确的是 ()

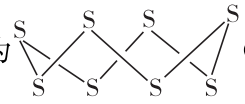
- A. 相同质量的上述四种燃料完全燃烧时,甲烷放出的热量最多
- B. CO 燃烧的热化学方程式为 $2\text{CO(g)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 常温常压下,1 mol 甲醇液体完全燃烧生成 CO_2 气体和水蒸气放出热量 726.5 kJ
- D. 标准状况下,相同体积的 CO 、 H_2 、 CH_4 完全燃烧的碳排放量: $\text{CO} = \text{CH}_4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

综合应用练

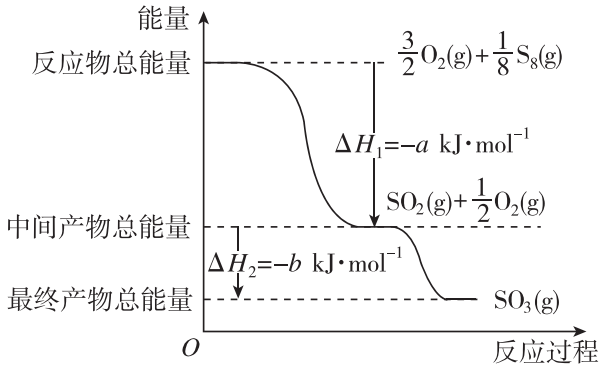
8. [2025 · 浙江杭州高二月考] 根据下列热化学方程式,判断氢化物的稳定性顺序正确的是 ()



- A. $\text{HI} > \text{HCl} > \text{NH}_3$
- B. $\text{HCl} > \text{NH}_3 > \text{HI}$
- C. $\text{HCl} > \text{HI} > \text{NH}_3$
- D. $\text{NH}_3 > \text{HI} > \text{HCl}$

9. 已知单质硫在通常条件下以 S_8 (斜方硫) 的形式存在,其结构为  (皇冠状)。

在一定条件下, $\text{S}_8(\text{g})$ 与 $\text{O}_2(\text{g})$ 发生反应依次转化为 $\text{SO}_2(\text{g})$ 和 $\text{SO}_3(\text{g})$ 。反应过程和能量关系的简单表示如图所示(图中的 ΔH 表示生成 1 mol 产物的反应热)。



(1) 写出表示 $\text{S}_8(\text{g})$ 燃烧热的热化学方程式: _____。

(2) 写出 $\text{SO}_3(\text{g})$ 分解生成 $\text{SO}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 的热化学方程式: _____。

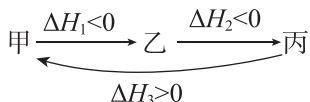
(3) 键能是指气态分子中 1 mol 化学键解离成气态原子所吸收的能量。若已知二氧化硫中的硫氧键的键能为 $d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 氧气中氧氧键的键能为 $e \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 S_8 分子中硫硫键的键能为 _____。

第二节 反应热的计算

基础对点练

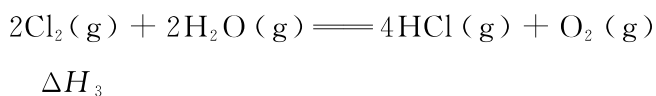
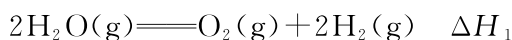
◆ 学习任务一 盖斯定律

1. [2025·浙江嘉兴八校高二期中] 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,则下列说法不正确的是()



- A. $|\Delta H_1| < |\Delta H_3|$
 B. $|\Delta H_1| > |\Delta H_2|$
 C. $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = 0$
 D. 甲 $\rightarrow$ 丙的 $\Delta H = (\Delta H_1 + \Delta H_2) < 0$

2. 已知 298 K、101 kPa 时:



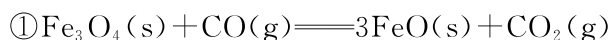
则 ΔH_3 与 ΔH_1 和 ΔH_2 间的关系正确的是()

- A. $\Delta H_3 = \Delta H_1 + 2\Delta H_2$
 B. $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$
 C. $\Delta H_3 = \Delta H_1 - 2\Delta H_2$
 D. $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2$

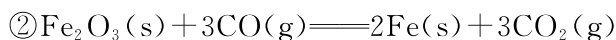
3. 已知:① $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -221.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ② $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。则制备水煤气的反应 $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 的 ΔH 为()

- A. $+262.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $-131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $-352.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $+131.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. [2025·浙江杭师大附中、鲁迅中学等高二期中] 已知下列热化学方程式:



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



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

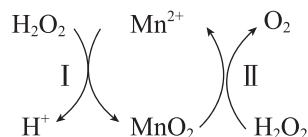


$$\Delta H_3 = c \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

则反应 $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的 ΔH (单位: $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) 为()

- A. $\frac{a}{3} + \frac{b}{2} - \frac{c}{6}$ B. $-\frac{a}{3} + \frac{b}{2} + \frac{c}{6}$
 C. $-\frac{a}{3} - \frac{b}{2} + \frac{c}{6}$ D. $-\frac{a}{3} + \frac{b}{2} - \frac{c}{6}$

5. [2026·浙江杭师大附中、鲁迅中学等高二联考] H_2O_2 催化分解反应: $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$, 其反应机理如下:

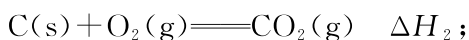
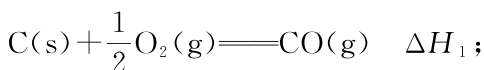


若反应 II 的焓变为 ΔH_2 , 反应 I、II 的化学计量数均为最简整数比, 则反应 I 的焓变 ΔH 为()

- A. $2\Delta H_2 - \Delta H_1$ B. $\Delta H_1 - \Delta H_2$
 C. $2\Delta H_1 - \Delta H_2$ D. $\Delta H_1 + \Delta H_2$

◆ 学习任务二 反应热的计算

6. [2026·浙江平湖当湖高级中学高二月考] 已知:



下列叙述正确的是()

- A. $\Delta H_4 > \Delta H_3$
 B. $\Delta H_1 < \Delta H_2$
 C. $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 2(\Delta H_2 - \Delta H_1)$
 D. ΔH_4 代表 H_2 的燃烧热

7. [2025·浙江台州十校高二期中] 下表是几种化学键的键能:

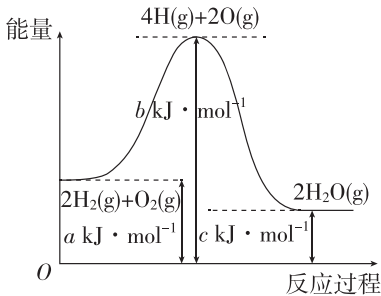
化学键	H—N	N—N	Cl—Cl	N≡N	H—Cl
键能/ (kJ·mol ⁻¹)	391	193	243	<i>a</i>	432

已知热化学方程式为 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

求 *a* 的大小(提示 N_2H_4 中 N 原子与 N 原子之间形成的是单键) ()

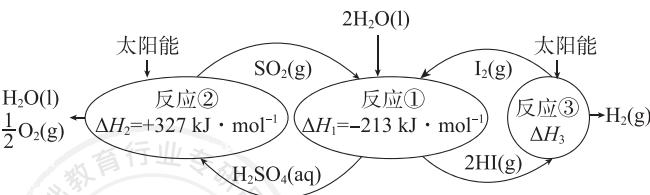
- A. 703 B. 946 C. 84 D. 948

8. 一定条件下, $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的能量变化如图所示, 下列说法正确的是 ()



- A. 该反应的反应热 $\Delta H = (c - a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. 该反应为吸热反应
 C. 断裂 2 mol H—H 和 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 中氧氧键放出 $(b - a) \text{ kJ}$ 能量
 D. 表示 H_2 燃烧热的热化学方程式为 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = \frac{c - a}{2} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

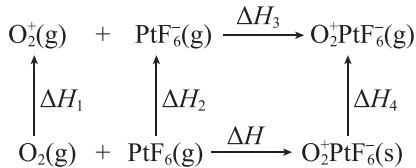
9. [2026·浙江舟山五校高二月考] 以太阳能为热源, 热化学硫碘循环分解水制氢流程如图。



已知氢气燃烧热 $\Delta H = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 ΔH_3 为 ()

- A. $+172 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $+400 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $+29 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $+254 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

10. O_2PtF_6 是一种深红色固体, 属于离子化合物, 其晶体可用 $\text{O}_2^+\text{PtF}_6^-(\text{s})$ 表示。该晶体形成过程中的能量变化如图所示, 下列说法正确的是 ()



- A. $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$
 B. $\Delta H_4 > \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$
 C. $\Delta H_3 > 0, \Delta H_4 > 0$
 D. $\Delta H > 0, \Delta H_2 < 0$

综合应用练

11. [2025·浙江平湖当湖高级中学高二月考] 化学反应伴随着能量变化, 根据所学知识, 回答下列问题:

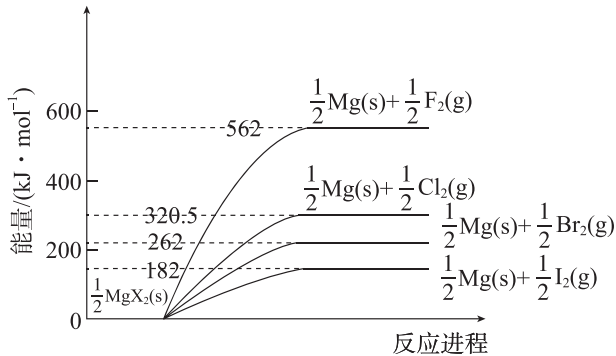
(1) NH_3 还原法可将 NO_x 还原为 N_2 脱除, 已知: $4\text{NH}_3(\text{g}) + 6\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons 5\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -2070 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。若有 15 g NO 被还原, 则该反应释放的能量为 _____。

(2) 生产液晶显示器过程中使用的化学清洗剂 NF_3 是一种温室气体, 在大气中寿命可达 740 年之久。已知: 键能是指断开(或形成) 1 mol 化学键所需要吸收(或放出) 的能量, 部分键能数据如表所示。

化学键	N≡N	F—F	N—F
键能/(kJ·mol ⁻¹)	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>

则 $3\text{F}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NF}_3(\text{g}) \quad \Delta H = \text{_____} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) 卤化镁高温分解的相对能量变化如图所示。



①写出该温度下 $\text{MgF}_2(\text{s})$ 分解的热化学方程式:_____。

②比较热稳定性: MgBr_2 _____ (填“>”或“<”) MgCl_2 。

③反应 $\text{MgI}_2(\text{s}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{MgBr}_2(\text{s}) + \text{I}_2(\text{g})$
 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

12. [2026·浙江湖州高二开学考] 按要求回答下列问题。

(1)下列反应中,生成物总能量低于反应物总能量的是_____。

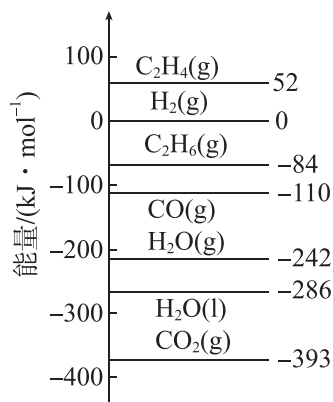
- A. 八水合氢氧化钡与氯化铵的反应
- B. 铝与氧化铁在高温下的反应
- C. 金属与酸的反应
- D. 碳酸钙受热分解

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

(3)研究 CO_2 氧化 C_2H_6 制 C_2H_4 对资源综合利用有重要意义。相关的主要化学反应如下:

- I. $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = +136 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- II. $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = +177 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- III. $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_3$

已知:298 K 时,相关物质的相对能量如图所示。可根据相关物质的相对能量计算反应或变化的 ΔH (ΔH 随温度变化可忽略)。例如: $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -44 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。



根据相关物质的相对能量计算 $\Delta H_3 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4)依据盖斯定律可以对某些难以通过实验直接测定的化学反应的反应热进行推算。

已知:① $\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

② $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

③ $2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3 = -2599 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

根据盖斯定律,计算 298 K 时由 $\text{C}(\text{石墨}, \text{s})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 生成 1 mol $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ 反应的反应热为 $\Delta H =$ _____。

第二章 化学反应速率与化学平衡

第一节 化学反应速率

第1课时 化学反应速率

基础对点练

◆ 学习任务一 化学反应速率

1. 在一定条件下发生反应 $2A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g)$, 将 2 mol A 通入 2 L 容积恒定的密闭容器中, 若维持容器内温度不变, 5 min 末测得 A 的物质的量为 0.8 mol。用 B 的浓度变化来表示该反应的速率(单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) 为 ()

A. 0.24 B. 0.08 C. 0.06 D. 0.12

2. 已知: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}(g)$, 若反应速率分别用 $v(\text{NH}_3)$ 、 $v(\text{O}_2)$ 、 $v(\text{NO})$ 、 $v(\text{H}_2\text{O})$ (单位均为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) 表示, 则正确的关系式是 ()

- A. $\frac{4}{5}v(\text{NH}_3) = v(\text{O}_2)$
- B. $\frac{5}{6}v(\text{O}_2) = v(\text{H}_2\text{O})$
- C. $\frac{2}{3}v(\text{NH}_3) = v(\text{H}_2\text{O})$
- D. $\frac{4}{5}v(\text{O}_2) = v(\text{NO})$

3. [2025·浙江宁波高二期中] $X(g) + 3Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$ $\Delta H = -a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} (a > 0)$, 一定条件下, 将 1 mol X 和 3 mol Y 通入 2 L 的恒容密闭容器中, 反应 10 min, 测得 Y 的物质的量为 2.4 mol。下列说法正确的是 ()

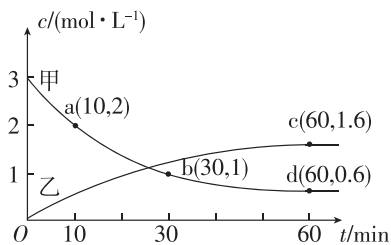
- A. 10 min 内, Y 的平均反应速率为 $0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- B. 第 10 min 时, X 的反应速率为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

- C. 第 10 min 时, Z 的物质的量浓度为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 10 min 内, X 和 Y 反应放出的热量为 $0.2a \text{ kJ}$

4. 在密闭容器中 A(g) 和 B(g) 反应生成 C(g), 其反应速率分别用 $v(A)$ 、 $v(B)$ 、 $v(C)$ 表示, 已知 $v(A)$ 、 $v(B)$ 、 $v(C)$ 之间有以下关系: $2v(B) = 3v(A)$, $v(A) = 2v(C)$ 。则该反应的化学方程式可表示为 ()

- A. $2A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons C(g)$
- B. $3A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$
- C. $3A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 6C(g)$
- D. $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$

5. 在恒温恒容条件下, 发生反应 $2A(g) + xB(g) \rightleftharpoons 2C(g)$, 反应体系中两种物质的浓度 c 随时间的变化如图中曲线甲、乙所示, 已知 x 为整数。下列说法正确的是 ()



- A. $x = 3$
- B. 曲线乙表示的是物质 A 在反应过程中的浓度变化
- C. 10~30 min 内 $v(C) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- D. c 点对应物质的浓度与 d 点对应物质的浓度相等

◆ 学习任务二 比较化学反应速率大小的方法

6. [2026·浙江绍兴春晖中学高二月考] 反应 $3A(g) + B(s) \rightleftharpoons C(g) + 2D(g)$ 在不同条件下的化学反应速率如下,其中表示反应速率最快的是 ()

- A. $v(A) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 B. $v(B) = 6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
 C. $v(C) = 5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 D. $v(D) = 8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

7. 已知在一定条件下 CO_2 可转化为高附加值的燃料 CH_4 ,反应原理为 $\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2(g) \rightleftharpoons \text{CH}_4(g) + 2\text{H}_2\text{O}(g)$ 。实验测得在四种不同条件下的反应速率分别为① $v(\text{CO}_2) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 、② $v(\text{H}_2) = 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 、③ $v(\text{CH}_4) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 、④ $v(\text{H}_2\text{O}) = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,则四种条件下的速率大小关系为 ()

- A. ②>①>④>③ B. ④>③>②>①
 C. ③>④>②>① D. ④=③>②>①

综合应用练

8. [2026·浙江杭师大附中、鲁迅中学等高二联考] 某温度下,将 $3 \text{ mol A}(s)$ 和 $1 \text{ mol B}(g)$ 放入容积为 2 L 的恒容密闭容器中,发生如下反应: $3A(s) + B(g) \rightleftharpoons xC(g) + 2D(g)$, 3 min 末反应达到平衡,生成 0.8 mol D ,容器压强为起始压强的 1.8 倍,下列说法不正确的是 ()

- A. $x = 1$
 B. 3 min 内 A 的平均反应速率为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 C. 密闭容器中混合气体密度不再变化,表明该反应达到平衡状态
 D. 2 min 末的正反应速率大于 3 min 末的逆反应速率

9. [2025·浙江宁波五校高二期中] 对利用甲烷消除 NO_2 污染进行研究,反应方程式: $\text{CH}_4 + 2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。在 1 L 恒容密闭

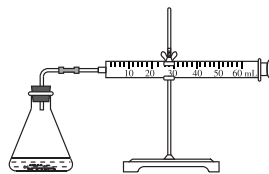
容器中,控制不同温度,分别加入 0.50 mol CH_4 和 1.50 mol NO_2 ,测得 CH_4 的物质的量 $[n(\text{CH}_4)]$ 随时间变化的有关实验数据如表所示。

组别	温度	n/mol	时间/min				
			0	10	20	40	50
①	T_1	$n(\text{CH}_4)$	0.50	0.35	0.25	0.10	0.10
②	T_2	$n(\text{CH}_4)$	0.50	0.30	0.18	a	0.15

下列说法不正确的是 ()

- A. 表格中对应的数据 a 应为 0.15
 B. 组别①中, $0 \sim 20 \text{ min}$ 内,用 NO_2 的浓度变化表示反应的平均速率为 $0.0125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 C. 组别①中,反应达平衡时, CH_4 的转化率为 80%
 D. 组别②中, T_2 温度下各物质均为气态, 10 min 时容器内气体压强与初始气体压强比为 $11:10$

10. 盐酸与碳酸钙反应生成 CO_2 ,运用如图所示装置可测定该反应的反应速率。请根据要求填空:



(1)连接好仪器后,需要检查_____,再加入药品进行实验。

(2)在锥形瓶中加入 5 g 碳酸钙,加入 20 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸。每隔 10 s 观测注射器中气体的体积,并以 $\text{mL} \cdot \text{s}^{-1}$ 为反应速率的单位,计算每 10 s 内的反应速率。数据处理的结果见下表:

时间/s	10	20	30	40	50	60
气体体积/mL	4	14	25	38	47	55
反应速率/ ($\text{mL} \cdot \text{s}^{-1}$)	0.4	1.0	1.1	?	0.9	0.8

表格中的“?”处应填的数据是_____。

(3)从反应速率随时间变化的数据可知,本实验中反应速率与_____和_____有关。

第2课时 影响化学反应速率的因素

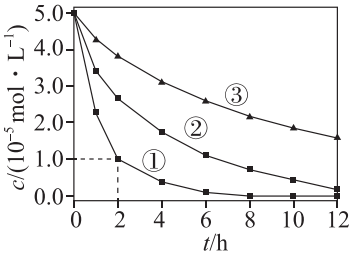
基础对点练

◆学习任务一 影响化学反应速率的因素

1. [2025·浙江杭州等四地高二期中] 下列措施能降低化学反应速率的是 ()
- A. 催化氧化氨制备硝酸时加入铂
B. 中和滴定时,边滴边摇锥形瓶
C. 锌粉和盐酸反应时加水稀释
D. 石墨合成金刚石时增大压强
2. 用一质量为 1.2 g 的铝片与 45 mL 4 mol·L⁻¹ 的稀硫酸反应制取 H₂,若要增大反应速率,采取的措施:①再加入 20 mL 4 mol·L⁻¹ 硫酸;②改用 30 mL 6 mol·L⁻¹ 的稀硫酸;③改用 20 mL 18 mol·L⁻¹ 浓硫酸;④改用 1.2 g 铝粉代替 1.2 g 铝片;⑤适当升高温度;⑥在敞口容器中反应。其中正确的是 ()
- A. ①②③④ B. ②④⑤
C. ②③④⑤ D. ②③④⑤⑥
3. [2025·浙江宁波高二期中] 反应: C(s) + H₂O(g) ⇌ CO(g) + H₂(g) 在一可变容积的密闭容器中进行。下列条件的改变,可以加快其反应速率的是 ()
- A. 增加 C 的量
B. 将容器的容积缩小一半
C. 保持容积不变通入 N₂
D. 保持压强不变充入 N₂ 使容器容积增大
4. [2025·浙江丽水五校高二期中] 下列说法正确的是 ()
- A. 加入适宜的催化剂,可促使 Cu + Fe²⁺ = Fe + Cu²⁺ 反应进行,且反应速率加快
B. 对于正反应是吸热的可逆反应,升高温度正反应速率增大,逆反应速率减小
C. 反应 Zn + 2H⁺ = Zn²⁺ + H₂↑ 中,加入更多的 Zn 粒可以加快反应速率
D. 对有气体参加的化学反应,压缩容器增大压强,速率加快

◆学习任务二 变量控制法在化学反应速率中的应用

5. [2025·浙江丽水高二期末] 室温下,为探究纳米铁去除水样中 SeO₄²⁻ 的影响因素,测得不同条件下 SeO₄²⁻ 浓度随时间的变化关系如图所示。



实验序号	水样体积/ mL	纳米铁质量/ mg	水样初始 pH
①	50	8	6
②	50	2	6
③	50	2	8

- 下列说法正确的是 ()
- A. 实验①中,0~2 小时内平均反应速率 $v(\text{SeO}_4^{2-}) = 2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$
B. 实验③中,反应的离子方程式为 $2\text{Fe} + \text{SeO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Se} + 4\text{H}_2\text{O}$
C. 其他条件相同时,适当增加纳米铁质量可加快反应速率
D. 其他条件相同时,水样初始 pH 越小,SeO₄²⁻ 的去除效果越好
6. 室温下,用 0.1 mol·L⁻¹ Na₂S₂O₃ 溶液、0.1 mol·L⁻¹ H₂SO₄ 溶液和蒸馏水进行如表所示的 5 个实验,分别测量浑浊度随时间的变化。

编号	Na ₂ S ₂ O ₃ 溶液	H ₂ SO ₄ 溶液	蒸馏水	浑浊度随时间变化的曲线
	V/mL	V/mL	V/mL	
①	1.5	3.5	10	
②	2.5	3.5	9	
③	3.5	3.5	x	
④	3.5	2.5	9	
⑤	3.5	1.5	10	

下列说法不正确的是 ()

- A. 实验③中 $x=8$
- B. 实验①②③或③④⑤均可说明其他条件相同时,增大反应物浓度可增大该反应速率
- C. 将装有实验②的试剂的试管浸泡在热水中一段时间后,其浑浊度曲线应为 a
- D. 降低 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液浓度比降低 H_2SO_4 溶液浓度对该反应化学反应速率影响程度更大

7. [2026·浙江名校协作体高二开学考] 实验室中模拟合成氨反应: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$, 在 2 L 容积不变的密闭容器中, 初始均按 N_2 与 H_2 物质的量之比 1:1 投料, 在不同条件下测得 H_2 的物质的量随时间变化的三组实验数据如表所示。

实验序号	温度/ $^{\circ}\text{C}$	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
1	300	2.00	1.70	1.50	1.36	1.25	1.20	1.20
2	300	2.00	1.50	1.28	1.20	1.20	1.20	1.20
3	400	2.00	1.60	1.39	1.29	1.27	1.27	1.27

下列说法正确的是 ()

- A. 20 min 到 30 min 内, 实验 2 的反应速率小于实验 1, 一定是催化剂失效
- B. 实验 1 中, 10 min 时 NH_3 的化学反应速率为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- C. 对比实验 2 和实验 3, 实验 2 可能使用了更高效的催化剂
- D. 当 N_2 的体积分数保持不变时, 反应到达平衡

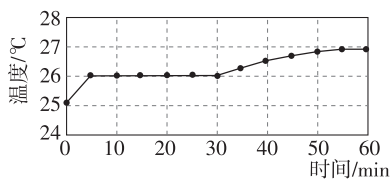
综合应用练

8. 某小组研究了铜片与 $5.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液反应的速率, 实验现象记录如表。

实验	时间段	现象
①	0~15 min	铜片表面出现极少气泡
	15~25 min	铜片表面产生较多气泡, 溶液呈很浅的蓝色
	25~30 min	铜片表面均匀冒出大量气泡
	30~50 min	铜片表面产生较少气泡, 溶液蓝色明显变深, 液面上方呈浅棕色

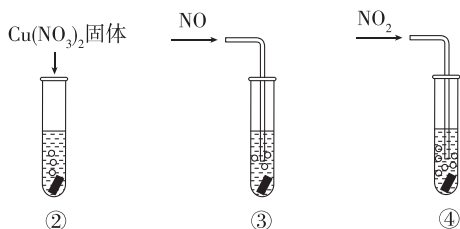
为探究影响该反应速率的主要因素, 小组进行如下实验。

实验 I: 监测上述反应过程中溶液温度的变化, 所得曲线如图甲所示。



甲

实验 II: ②~④试管中加入大小、形状相同的铜片和相同体积、 $5.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液, 结果显示: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 NO 对 Cu 和 HNO_3 反应速率的影响均不明显, NO_2 能明显加快该反应的速率。



乙

实验 III: 在试管⑤中加入铜片和 $5.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液, 当产生气泡较快时, 取少量反应液于试管中, 检验后发现其中含有 NO_2^- 。

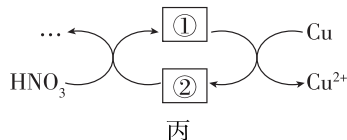
(1) 根据表格中的现象, 描述该反应的速率随时间的变化情况: _____。

(2) 实验 I 的结论: 温度升高 _____ (填“是”或“不是”) 反应速率加快的主要原因。

(3) 实验 II 的目的: _____。

(4) 小组同学查阅资料后推测: 该反应由于生成某中间产物而加快了反应速率。请结合实验 II、III, 补全图丙中的催化机理。① _____;

② _____。(填相应的粒子符号)



丙

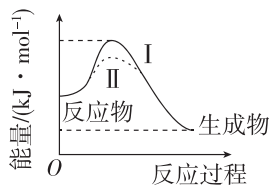
(5) 为验证(4)中猜想, 还需补充一个实验: _____。

(请写出操作和现象)。

基础对点练

◆ 学习任务一 活化能与简单碰撞理论

1. 我们把能够发生化学反应的碰撞叫作有效碰撞;发生有效碰撞的分子必须具有足够的能量,这种分子叫作活化分子;活化分子具有的平均能量与反应物分子具有的平均能量之差,叫作反应的活化能。下列说法不正确的是 ()



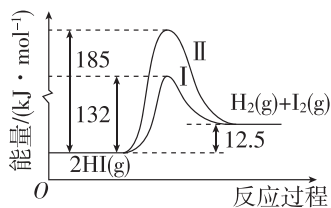
甲



乙

- A. 图甲中曲线 II 可以表示催化剂降低了反应的活化能
B. 图乙中 HI 分子发生了有效碰撞
C. 活化能接近于零的反应,当反应物相互接触时,反应瞬间完成,而且温度对其反应速率几乎没有影响
D. 图甲中所示反应为放热反应

2. [2025·福建厦泉五校高二期中] $\text{HI}(\text{g})$ 分解的能量变化曲线如图所示。下列有关判断不正确的是 ()



- A. 该反应为吸热反应
B. 过程 I 使用了催化剂,加快了反应速率
C. 过程 II 逆反应的活化能 $E_2 = 185 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. 催化剂通过参与反应,改变反应历程、改变反应的活化能来改变化学反应速率

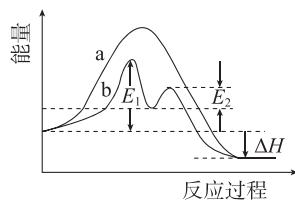
3. [2026·浙江绍兴春晖中学高二月考] 某反应过程的能量变化如图所示,下列说法正确的是 ()

A. 反应过程 a 有催化剂参与

B. 该反应为吸热反应,热效应等于 ΔH

C. 改变催化剂,可改变该反应的活化能

D. 有催化剂的条件下,反应的活化能等于 $E_1 + E_2$



4. [2025·浙江嘉兴八校高二期中] 已知反应 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NOBr}(\text{g})$ $\Delta H = -a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ($a > 0$),其反应机理如下:

① $\text{NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NOBr}_2(\text{g})$ 快

② $\text{NO}(\text{g}) + \text{NOBr}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NOBr}(\text{g})$ 慢

下列有关该反应的说法正确的是 ()

- A. 该反应的速率主要取决于①的快慢
B. NOBr_2 是该反应的催化剂
C. 正反应的活化能比逆反应的活化能小 $a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. 增大 $\text{Br}_2(\text{g})$ 浓度能增大活化分子百分数,加快反应速率

◆ 学习任务二 外因对速率影响的理论解释

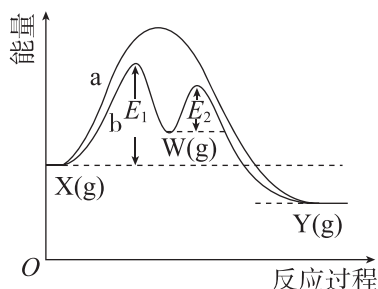
5. [2025·浙江宁波五校高二期中] 下列关于活化能和碰撞理论的说法正确的是 ()

- A. 活化分子间的碰撞都是有效碰撞
B. 催化剂之所以能改变化学反应速率,是因为它能改变反应历程,改变反应的焓变
C. 活化分子具有的平均能量与反应物分子具有的平均能量之差,叫作活化能
D. 升高温度和增加反应物浓度,都能加快反应速率,是因为增加了活化分子百分数,使单位时间内的有效碰撞次数增加,从而增大化学反应速率

6. 工业制氢原理: $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 。改变下列条件能提高产生氢气的速率且提高活化分子百分数的是 ()

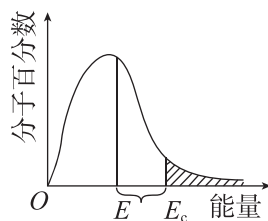
- A. 将炭块改为炭粉 B. 加入高效催化剂
C. 降低反应温度 D. 增大水蒸气浓度

7. 反应 $X(g) \rightleftharpoons Y(g)$ 的能量变化如图所示, 下列说法不正确的是 ()



- A. 升高温度, 能同时加快正、逆反应速率, 且对逆反应速率影响更大
B. 曲线 b 为使用催化剂的反应历程, 其中 W 是 $X(g)$ 、 $Y(g)$ 、 $W(g)$ 中最不稳定的物质
C. $X(g) \rightleftharpoons Y(g)$ 的逆反应活化能大于正反应活化能, 该反应为放热反应
D. 压缩容器容积, 增大体系压强, 可提高活化分子百分数, 加快反应速率

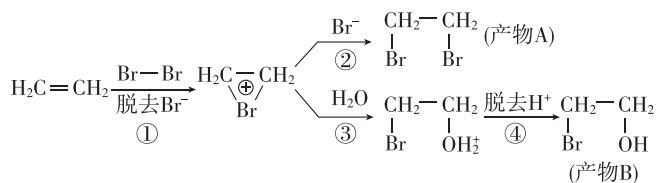
8. [2025·浙江杭州源清中学高二期末] 具有不同能量的分子百分数和能量的对应关系图叫作一定温度下分子能量分布曲线图(如图所示)。图中 E 表示分子平均能量, E_c 是活化分子具有的最低能量。下列说法正确的是 ()



- A. $E_c - E$ 的值就是反应的活化能
B. 升高温度, 反应的活化能基本保持不变, 图中阴影部分面积会增大
C. 反应物用量增加, 有效碰撞次数增多, 反应速率一定增大
D. 恒压容器中发生反应 $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$, 若向容器中充入 He, 活化分子个数不变, 正、逆反应的速率均不变

综合应用练

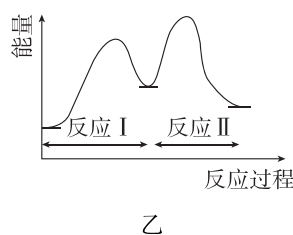
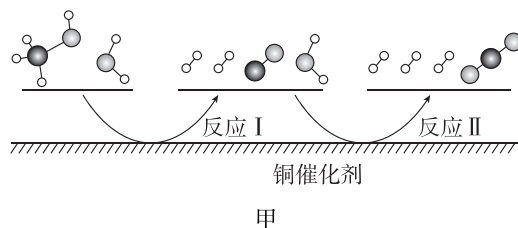
9. 乙烯在溴水中发生加成反应的机理如图所示。



实验显示, 在饱和溴水中反应时, 产物 A 和 B 的比例约为 1 : 9。下列说法不正确的是 ()

- A. 若在 Br_2 的 CCl_4 溶液中反应, 产物仅有 A
B. 该反应不可逆, 产物的比例主要由第②和第③步反应的速率大小决定
C. 降低溴的浓度, 产物中 B 的比例可能升高
D. 该实验说明第②步反应的活化能比第③步大

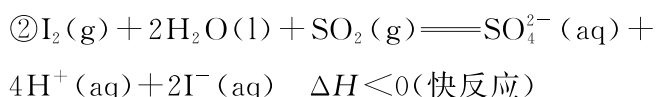
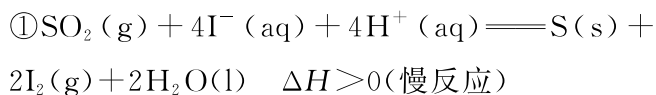
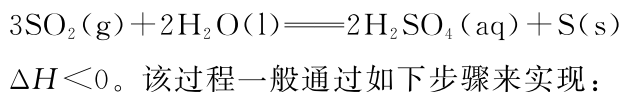
10. 多相催化反应是在催化剂表面通过吸附、解吸过程进行的。我国学者发现 $T^\circ C$ 时(各物质均为气态), 甲醇与水在铜催化剂上的反应机理和能量图如图, 下列说法不正确的是 ()



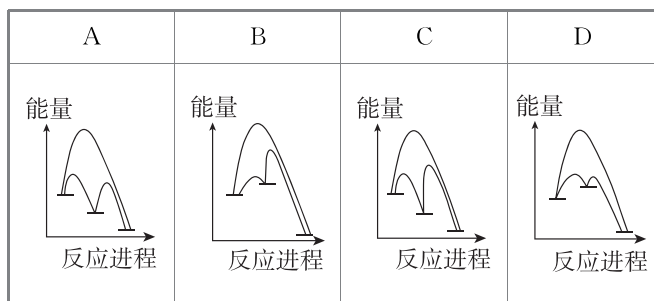
- A. 反应 I 和反应 II 相比, 反应 II 速率更快
B. 反应 II 是放热反应, 但是反应 I 和 II 总的反应过程是吸热的
C. 铜催化剂不参与反应过程, 但是会影响反应速率
D. CO 在反应中生成又消耗, 但 CO 并不是催化剂

拓展微课 1 反应历程与机理图分析

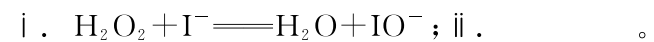
1. [2025·浙江杭州四中高二期末] 研究表明 I^- 可以作为水溶液中 SO_2 歧化反应的催化剂:



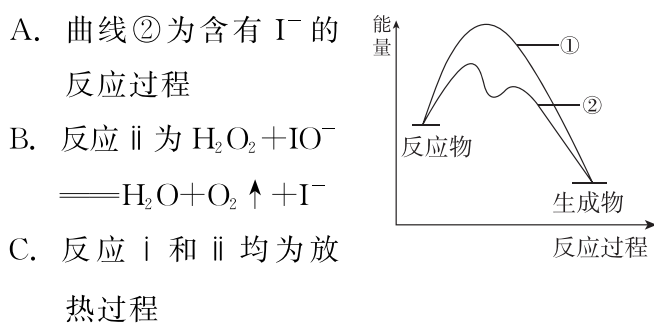
下列可以体现上述反应过程中能量变化的是 ()



2. [2025·浙江平湖当湖高级中学高二月考] I^- 可以作为 H_2O_2 分解的催化剂, 催化机理:

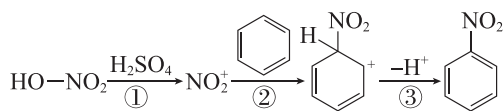


分解反应过程中能量变化如图所示, 下列判断不正确的是 ()



3. [2025·浙江杭州六校高二期中] 苯的硝化反应机理如图所示。已知碳正离子与吸电子基团相连会降低稳定性, 与推电子基团相连会增强稳定性, 甲基是推电子基团, 硝基是吸电子基团, 下列说法不正确的是 ()

A. 浓硫酸在反应中作催化剂

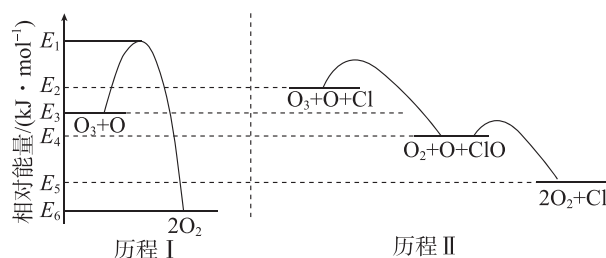


B. 反应②破坏了苯环的芳香性, 可推测反应②活化能大于反应③

C. 发生硝化反应的难易程度: 甲苯 > 硝基苯 > 苯

D. 通过控制酸的浓度可以调控硝化反应的速率

4. [2026·浙江湖州高二开学考] 标准状况下, 气态反应物和生成物的相对能量与反应历程示意图如下 [已知 $\text{O}_2(\text{g})$ 和 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 的相对能量为 0], 下列说法不正确的是 ()



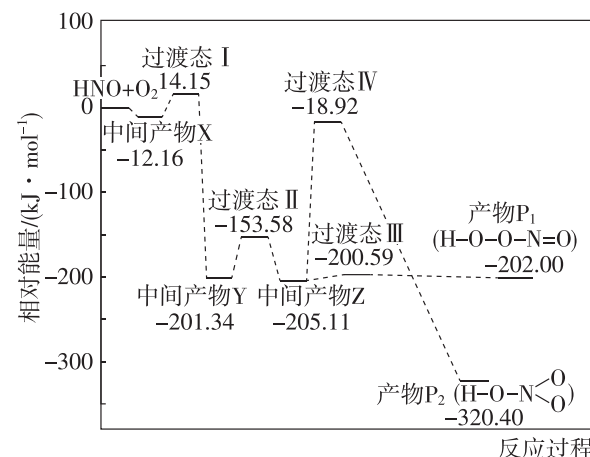
A. $E_6 - E_3 = E_5 - E_2$

B. 历程 II 中, ClO 是中间产物

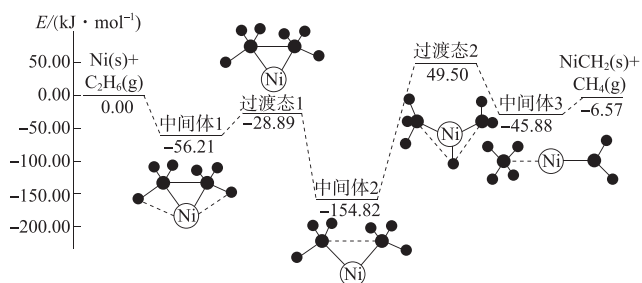
C. 相同条件下, 该反应的总反应速率: 历程 I > 历程 II

D. 可计算 $\text{Cl}-\text{Cl}$ 键能为 $2(E_2 - E_3) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

5. 活泼自由基与氧气的反应一直是关注的热点。HNO 自由基与 O_2 反应过程的能量变化如图所示。下列说法正确的是 ()



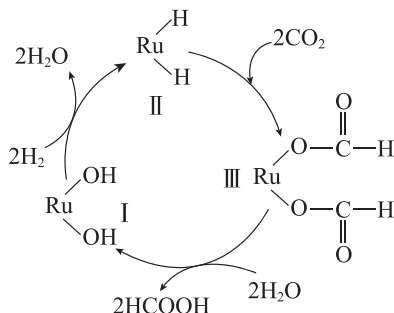
- A. 该反应为吸热反应
- B. 产物的稳定性: $P_1 > P_2$
- C. 该历程中最大的正反应活化能 $E_{\text{正}} = 186.19 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 相同条件下, 由中间产物 Z 转化为产物的速率: $v(P_1) < v(P_2)$
6. [2025 · 浙江杭州地区(含周边)重点中学高二期中] 金属 Ni 可活化 C_2H_6 放出 CH_4 , 其反应历程如图所示。



下列关于活化历程的说法错误的是 ()

- A. 反应中涉及极性键和非极性键的断裂以及极性键的形成
- B. 加入催化剂使正反应活化能和逆反应活化能均降低
- C. Ni(s) 和 $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ 的总键能大于 $\text{NiCH}_2(\text{s})$ 和 $\text{CH}_4(\text{g})$ 的总键能
- D. 中间体 2 $\rightarrow$ 中间体 3 的过程是决定整个历程反应速率的关键步骤

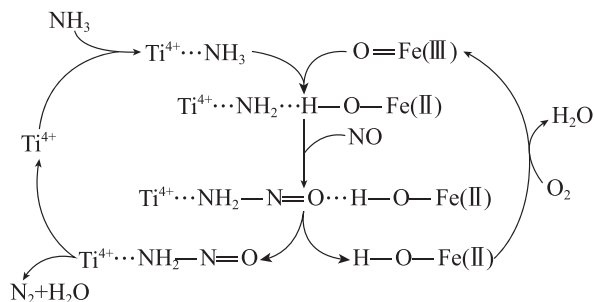
7. 钌(Ru)是极好的催化剂, 常用于氢化、异构化、氧化等重要反应。用钌(Ru)基催化剂催化 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 的反应时, 每生成 92 g 液态 HCOOH 放出 62.4 kJ 的热量, 反应机理如图所示, 下列说法正确的是 ()



- A. 图示中物质 II 为该反应的催化剂

- B. 图示中参与循环的物质有 CO_2 、 H_2 和 H_2O
- C. 反应的活化能为 $62.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 该反应的热化学方程式为 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH(l)} \quad \Delta H = -31.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

8. [2025 · 浙江宁波北仑中学高二期中] NH_3 脱除 NO 的一种催化反应机理示意图如图所示, 下列说法不正确的是 ()



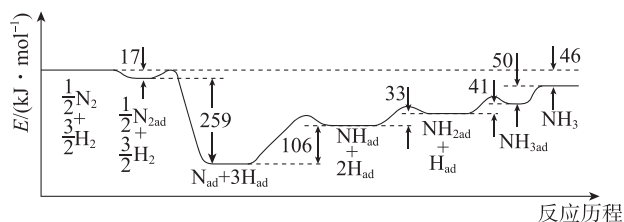
- A. $\text{Ti}^{4+} \cdots \text{NH}_2 - \text{N} = \text{O} \rightarrow \text{Ti}^{4+} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 属于氧化还原反应

- B. $\text{Ti}^{4+} \cdots \text{NH}_2 - \text{N} = \text{O}$ 是该反应的中间产物

- C. 总反应化学方程式为 $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

- D. Ti^{4+} 可降低该反应的活化能

9. 如图所示是合成氨反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 在某催化剂作用下吸附解离机理的能量(E)变化, 其中吸附在催化剂表面的物种用“ad”表示。下列说法正确的是 ()



- A. 使用催化剂, 合成氨反应的 ΔH 和活化能均改变

- B. 该反应历程中决定整体反应速率的一步反应应为 $\frac{1}{2}\text{N}_{2\text{ad}} + \frac{3}{2}\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{N}_{\text{ad}} + 3\text{H}_{\text{ad}}$

- C. 合成氨反应中生成物的总能量比反应物的总能量低

- D. 工业合成氨常采用高温、高压条件的目的是提高 NH_3 的平衡产率