



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

长江出版传媒

崇文书局

CONTENTS

目录



扫码领取
单元真题练习
全科高考真题卷

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	007
第 1 课时 化学反应速率	007
第 2 课时 影响化学反应速率的因素	009
第 3 课时 活化能	011
拓展微课 1 有关反应历程与能量变化的图像分析	013
第二节 化学平衡	015
第 1 课时 化学平衡状态	015
第 2 课时 化学平衡常数	017
第 3 课时 影响化学平衡的因素（一） 浓度和压强	019
第 3 课时 影响化学平衡的因素（二） 温度和催化剂	021
拓展微课 2 与 K_p 相关的计算	023
拓展微课 3 化学反应速率与平衡图像分析	024
第三节 化学反应的方向	027
第四节 化学反应的调控	029

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	031
第二节 水的电离和溶液的 pH	033
第 1 课时 水的电离 溶液的酸碱性 with pH	033
第 2 课时 pH 的计算	035
第 3 课时 酸碱中和滴定	037
拓展微课 4 氧化还原滴定	040

第三节 盐类的水解	042
第 1 课时 盐类的水解	042
第 2 课时 影响盐类水解的主要因素 盐类水解的应用	044
第 3 课时 溶液中粒子浓度大小的比较	047
拓展微课 5 水溶液中离子反应与平衡曲线分析	049
第四节 沉淀溶解平衡	052
第 1 课时 难溶电解质的沉淀溶解平衡	052
第 2 课时 沉淀溶解平衡的应用	054
拓展微课 6 难溶电解质沉淀溶解平衡曲线分析	057
拓展微课 7 与 K_{sp} 相关的计算	060

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 8 电化学中的定量计算	072
拓展微课 9 电化学装置中的离子交换膜	073
第三节 金属的腐蚀与防护	075

■ 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



AI学习有疑问
扫码添加AI伴学师

第一节 反应热

第1课时 反应热 焓变

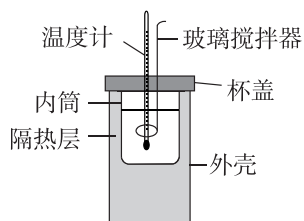
基础对点练

◆ 学习任务一 反应热及其测定

1. [2026·湖北襄阳四中高二月考] 在测定中和反应反应热的实验中,下列说法正确的是 ()

- A. 使用玻璃搅拌器是为了加快反应速率,减小实验误差
- B. 为了准确测定反应混合溶液的温度,实验中温度计水银球应与内筒底部接触
- C. 在测定中和反应反应热的实验中,需要使用的仪器有天平、量筒、量热计、恒压滴液漏斗、温度计、玻璃搅拌器
- D. 用 $0.5\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液分别与 $0.5\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸、醋酸溶液反应,若所取的溶液体积都相等,则测得的中和反应反应热 ΔH 相同

2. 中和反应反应热的测定实验中,用 50 mL $0.5\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀盐酸和 50 mL $0.55\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液进行实验。下列说法错误的是 ()



- A. 所加 NaOH 溶液过量,目的是保证盐酸完全被中和
- B. 使用玻璃搅拌器是为了使反应物混合均匀,充分反应,减小实验误差

C. 进行中和反应反应热的测定实验时,NaOH 溶液要迅速倒入稀盐酸中

D. 若用 NaOH 固体测定中和反应的反应热,则生成 $1\text{ mol H}_2\text{O(l)}$ 时,测得的 ΔH 偏高

◆ 学习任务二 反应热与焓变

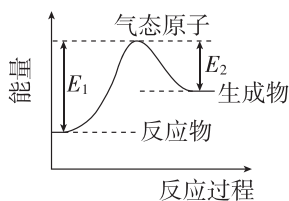
3. 下列关于内能和焓变的说法正确的是 ()

- A. 化学反应过程中内能的变化等于焓变
- B. 气态水和液态水所具有的内能一定不相同
- C. 同一反应利用键能计算的反应热可能不等于焓变
- D. 内能只与物质的种类、数量以及聚集状态有关

4. [2025·广东茂名化州高二月考] 下列有关反应热、焓变的说法中错误的是 ()

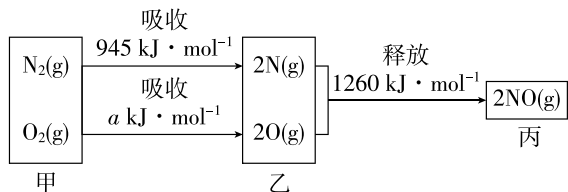
- A. 任何条件下的反应热均等于焓变
- B. 焓变是一个与内能变化量有关的物理量
- C. 吸热反应的 $\Delta H > 0$,放热反应的 $\Delta H < 0$
- D. 反应热数值与反应物的量有关

5. 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 ()



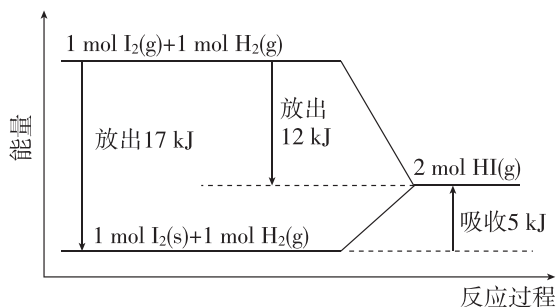
- A. 该反应不一定需要加热
 B. $\Delta H = E_2 - E_1$
 C. 该反应的反应物一定比生成物稳定
 D. 该反应断开所有反应物的化学键所吸收的能量小于形成所有生成物的化学键所释放的能量

6. [2026·河南驻马店高二期中] 汽车发动机工作时会引发 N_2 和 O_2 反应,其能量变化示意图如图所示,已知 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ $\Delta H = +183 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。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。下列说法错误的是 ()



- A. $a = 498$
 B. NO 中化学键的键能为 $630 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. 物质所具有的总能量: 甲 > 丙 > 乙
 D. 2 mol NO(g) 分解为 2 mol N(g) 与 2 mol O(g) 时吸收 1260 kJ 的热量

7. [2025·广东肇庆广信中学高二月考] 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 ()

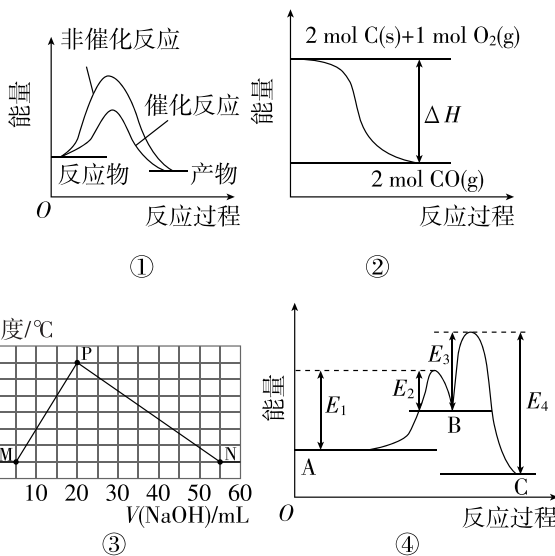


- A. 1 mol 固态碘与 1 mol 氢气化合生成 2 mol HI 气体时,需要吸收 5 kJ 的能量

- 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

8. [2026·湖北武汉六中高二月考] 下列选项正确的是 ()



- A. 图①可表示 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = +26.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的能量变化
 B. 若 $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$ ΔH_1 , 则结合图像②可推知 $\Delta H < 2\Delta H_1$
 C. 实验的环境温度为 20°C , 将物质的量浓度相等、体积分别为 V_1 、 V_2 的 H_2SO_4 、 NaOH 溶液混合, 测得混合液的最高温度如图③所示 (已知 $V_1 + V_2 = 60 \text{ mL}$)
 D. 已知稳定性 $\text{B} < \text{A} < \text{C}$, 某反应由两步构成: $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C}$ 。反应过程中的能量变化曲线如图④所示

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. [2026·河北保定八校高二联考] 肼(N_2H_4)可用作导弹发射的燃料。已知 0.5 mol 液态肼与 $\text{NO}_2(\text{g})$ 完全反应生成 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、 $\text{N}_2(\text{g})$, 放出 283.5 kJ 热量, 则表示该反应的热化学方程式正确的是 ()

- A. $2\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H = -1134.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $2\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H = +283.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $2\text{N}_2\text{H}_4 + 2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 3\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ $\Delta H = -283.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. $2\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -1134.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. [2026·湖北武汉部分重点高中高二联考] 关于热化学方程式, 下列说法正确的是 ()

- A. $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g})$ ΔH_1 , $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g})$ ΔH_2 , 则 $\Delta H_1 < \Delta H_2$
- B. ΔH 的单位中“ mol^{-1} ”是指“每摩尔反应”

C. 已知 $\text{HCN}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HNC}(\text{g})$ $\Delta H > 0$, 则 $\text{HNC}(\text{g})$ 更稳定

D. H_2 的燃烧热 $\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 H_2 燃烧的热化学方程式为 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

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. 下列关于热化学反应的描述正确的是 ()

- A. 已知 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ 和 $1 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2$ 反应的反应热为 $\Delta H = 2 \times (-57.3) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 甲醇蒸气转化为氢气的热化学方程式是 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = -192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的燃烧热为 $192.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 已知 $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = +484 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\text{H}_2(\text{g})$ 的燃烧热是 $242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 葡萄糖(s)的燃烧热是 $2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\frac{1}{2}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -1400 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

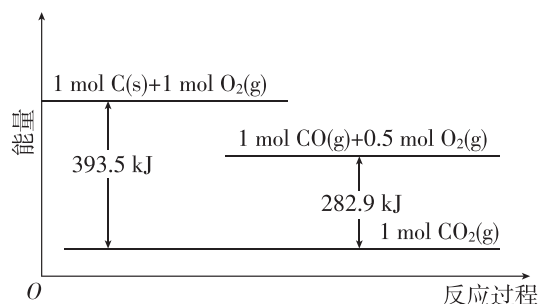
7. [2026 · 广东广州真光中学高二月考] 在 25°C 和 101 kPa 时, 几种燃料的燃烧热如下表:

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

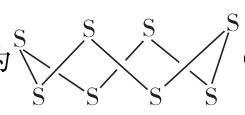
- 下列说法正确的是 ()
- A. 相同质量的上述四种燃料完全燃烧时, 甲烷放出的热量最多
- B. CO 燃烧的热化学方程式为 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 常温常压下, 1 mol 甲醇液体完全燃烧生成 CO_2 气体和水蒸气放出热量 726.5 kJ
- D. 标准状况下, 相同体积的 CO 、 H_2 、 CH_4 完全燃烧的碳排放量: $\text{CO} =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

综合应用练

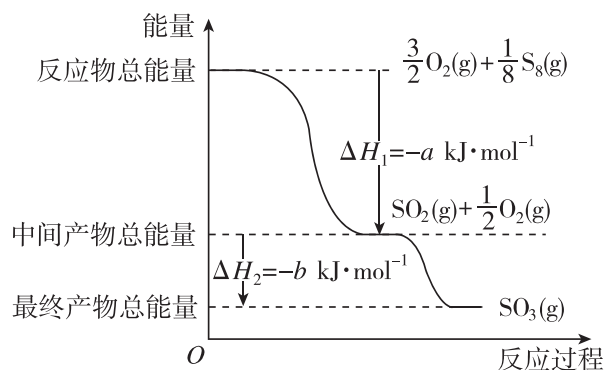
8. [2025 · 安徽江淮名校高二期中] 化学反应伴随着能量变化, 根据如图所示能量关系示意图, 下列说法正确的是 ()
- A. $1 \text{ mol C}(\text{s})$ 和 $1 \text{ mol O}_2(\text{g})$ 的能量之和为 393.5 kJ



- B. CO 气体燃烧的热化学方程式为 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -565.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. C 的燃烧热的热化学方程式为 $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$ $\Delta H = -221.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 反应 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g})$ 中, 生成物的总能量大于反应物的总能量

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)。



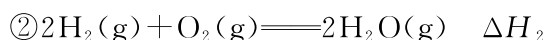
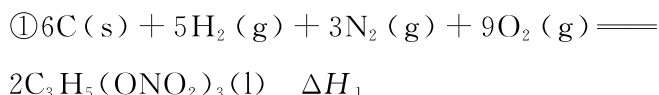
- (1) 写出表示 $\text{S}_8(\text{g})$ 燃烧热的热化学方程式: _____。
- (2) 写出 $\text{SO}_3(\text{g})$ 分解生成 $\text{SO}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 的热化学方程式: _____。
- (3) 键能是指气态分子中 1 mol 化学键解离成气态原子所吸收的能量。若已知二氧化硫中的硫氧键的键能为 $d \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 氧气中氧氧键的键能为 $e \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 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. [2026·辽宁大连二十四中高二月考] 已知下列反应的热化学方程式:



则反应 $4\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3(\text{l}) \rightleftharpoons 12\text{CO}_2(\text{g}) + 10\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 6\text{N}_2(\text{g})$ 的 ΔH 为 ()

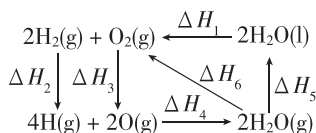
A. $12\Delta H_3 + 5\Delta H_2 - 2\Delta H_1$

B. $2\Delta H_1 - 12\Delta H_3 - 5\Delta H_2$

C. $12\Delta H_3 - 5\Delta H_2 - 2\Delta H_1$

D. $\Delta H_1 - 12\Delta H_3 - 5\Delta H_2$

2. [2025·重庆重点中学高二联考] 几种物质间的转化焓变如图所示, 下列说法不正确的是 ()



A. $\Delta H_3 > \Delta H_4$

B. $\Delta H_1 < \Delta H_6$

C. $\Delta H_1 + \Delta H_5 = -(\Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4)$

D. $\Delta H_1 + \Delta H_5 = \Delta H_6$

◆ 学习任务二 反应热的计算和大小比较

3. 通常人们把拆开 1 mol 某化学键所消耗的能量看成该化学键的键能, 键能的大小可以衡量化学键的强弱, 也可用于估算化学反应的反应热。已知: 1 mol Si(s) 含 2 mol Si—Si。

化学键	Si—O	Si—Cl	H—H	H—Cl	Si—Si	Si—C
键能/(kJ·mol ⁻¹)	460	360	436	431	176	347

工业上高纯硅可通过下列反应制取: $\text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{g})$ 。该反应的 ΔH 为 ()

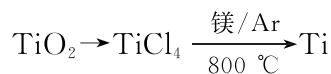
A. $+236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $-236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. $+412 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $-412 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. [2025·辽宁协作体高二期末] 在同温同压下, 下列各组热化学方程式中, $\Delta H_1 > \Delta H_2$ 的是 ()

选项	I	II
A	$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1$	$2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H_2$
B	$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H_1$	$\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H_2$
C	$2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1$	$2\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2$
D	$\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$	$\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_2$

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

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

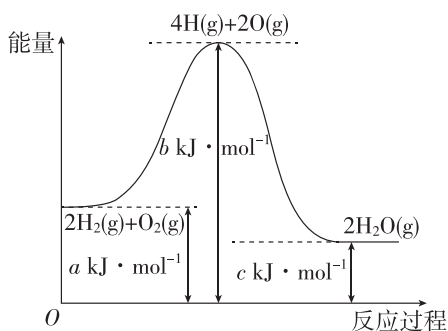
$\textcircled{3} \text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +175.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

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. $+45.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

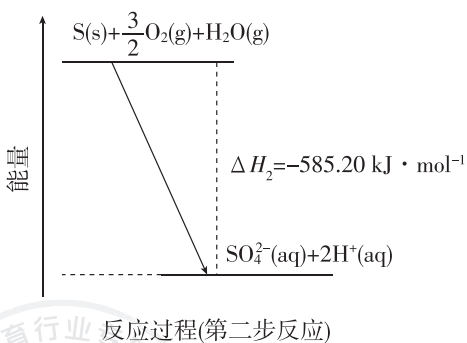
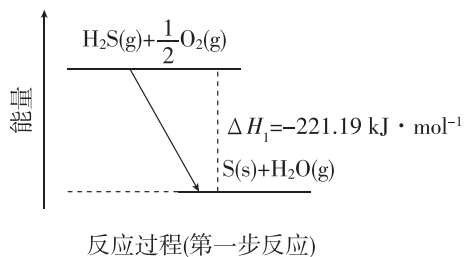
6. 一定条件下, $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的能量变化如图所示, 下列说法正确的是 ()



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

综合应用练

7. 土壤中的微生物可将大气中的 H_2S 经两步反应氧化成 SO_4^{2-} , 两步反应的能量变化如图所示。



- 下列说法不正确的是 ()
 A. O 的非金属性大于 S, 推知热稳定性: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$

B. 两步反应中化学键断裂吸收的总能量均小于化学键形成释放的总能量

C. $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$
 $\Delta H = -364.01 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

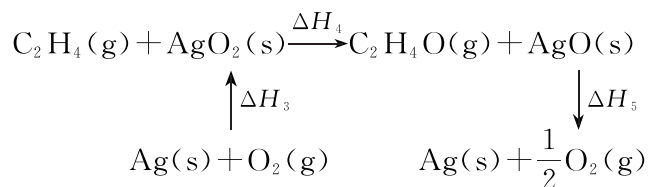
D. 结合 S(s) 的燃烧热, 可求算 $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 ΔH

8. (1) [2026 · 河北石家庄实验中学高二检测] 环氧乙烷 ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$) 是一种重要的化工原料。现代工业常用银作催化剂, 氧化乙烯制备环氧乙烷。发生的主要反应如下:

I. $2\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}_2\text{H}_4\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -210 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

II. $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -1239 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

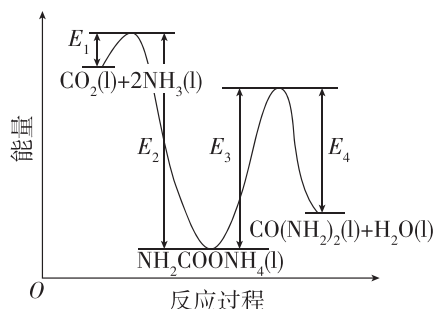
已知银催化反应 I 时存在如下转化过程:



据此计算焓变 $\Delta H_4 =$ _____ (用含 ΔH_1 、 ΔH_3 、 ΔH_5 的代数式表示)。

(2) 二十世纪初, 工业上以 CO_2 和 NH_3 为原料在一定温度和压强下合成尿素。反应分两步:

- i. CO_2 和 NH_3 生成 $\text{NH}_2\text{COONH}_4$;
 ii. $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ 分解生成尿素。



试写出 $\text{CO}_2(\text{l})$ 和 $\text{NH}_3(\text{l})$ 反应生成 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的热化学方程式: _____。

第二章 化学反应速率与化学平衡



AI学习有疑问
扫码添加AI伴学师

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 化学反应速率及测定

1. 下列关于化学反应速率的说法中,正确的是 ()

- A. 化学反应速率是指某一时刻,某种反应物的瞬时反应速率
- B. 化学反应速率为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 是指反应 1 s 时某物质的浓度为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. 根据化学反应速率的大小可以知道化学反应进行的快慢
- D. 化学反应速率可用反应体系中任何一种物质浓度的变化来表示

2. 已知: $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 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·福建福州三中高二期中] 化学反应的速率是通过实验测定的。下列说法错误的是 ()

- A. 酸性 KMnO_4 溶液和 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液反应, 可以通过记录溶液褪色时间来测定反应速率
- B. 锌与稀硫酸反应, 可以通过测量一定时间内

产生的 H_2 体积来计算反应速率

- C. 可以依靠科学仪器测量光的吸收、光的发射、导电能力等来测定反应速率
- D. 恒温恒容条件下发生反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$, 可以通过测量单位时间内压强的变化来测定反应速率

◆ 学习任务二 化学反应速率的计算和比较

4. 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 $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。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

5. 在一定条件下发生反应 $2\text{X}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Y}(\text{g}) + \text{Z}(\text{g})$, 将 4 mol X 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 s 末测得 X 的物质的量为 1.8 mol。用 Z 的浓度变化来表示该反应的速率(单位为 $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$) 为 ()

- A. 0.09 B. 0.11 C. 0.18 D. 0.22

6. [2026·安徽七中高二检测] 将 8 mol A 气体和 4 mol B 气体置于 2 L 的密闭容器中, 发生反应: $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ 。若经 20 s 后测得 C 的浓度为 $3.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 下列说法不正确的是 ()

- A. 20 s 内,用物质 A 表示的反应速率为
 $0.18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- B. 20 s 时,物质 A 的转化率为 45%
- C. 20 s 内,用物质 B 表示的反应速率为
 $5.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- D. 20 s 时物质 B 的浓度为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

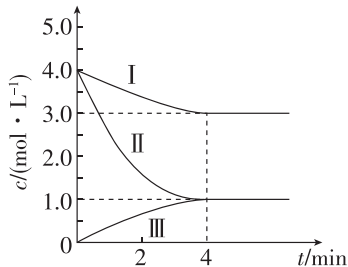
综合应用练

7. 一定温度下,10 mL $0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{O}_2$ 溶液发生催化分解。不同时刻测得生成 O_2 的体积(已折算为标准状况)如下表,下列叙述不正确的是(溶液体积变化忽略不计) ()

t/min	0	2	4	6	8	10
$V(\text{O}_2)/\text{mL}$	0.0	9.9	17.2	22.4	26.5	29.9

- A. 0~6 min 的平均反应速率: $v(\text{H}_2\text{O}_2) \approx 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- B. 0~4 min 的平均反应速率较 4~8 min 的平均反应速率快
- C. 反应至 6 min 时, $c(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 反应至 6 min 时, H_2O_2 分解了 50%

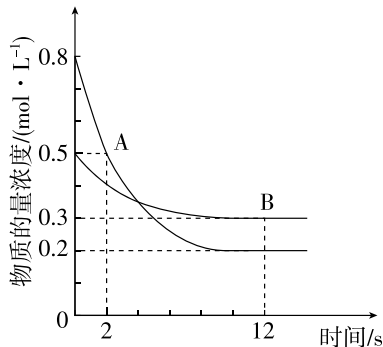
8. [2025·辽宁名校联盟高二联考] 在容积恒为 0.5 L 的密闭容器中,充入物质的量均为 $n \text{ mol}$ 的 A(g) 和 B(g),在一定条件下发生反应 $\text{A}(\text{g}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$,测得 A(g)、B(g) 和 C(g) 的浓度 (c) 随时间 (t) 的变化曲线如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 曲线 I 表示 B 的浓度随时间的变化曲线
- B. $n = 8.0$
- C. 0~4 min 内,用 D 表示的化学反应速率为
 $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- D. A 和 B 的平衡转化率相等

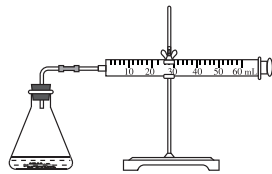
9. [2025·湖北十堰八校教联体高二月考] 某温度下,在容积为 2 L 的密闭容器中投入一定

量的 A、B 发生反应 $3\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons c\text{C}(\text{g})$
 $\Delta H = -Q \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} (Q > 0)$,12 s 时反应达到平衡,生成 C 的物质的量为 0.8 mol,反应过程中 A、B 的物质的量浓度随时间的变化关系如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 12 s 内,A 和 B 反应放出的热量为 $0.2Q \text{ kJ}$
- B. 12 s 时,A 的瞬时反应速率为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- C. 12 s 后,A 的消耗速率等于 B 的生成速率
- D. 该反应的化学方程式为 $3\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$

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

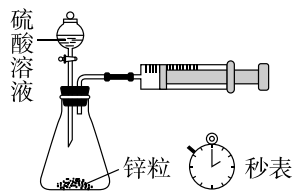
基础对点练

◆ 学习任务一 实验探究影响化学反应速率的因素

1. [2026·安徽阜阳高二开学考] 下列事实能说明反应物本身性质是影响化学反应速率的决定性因素的是 ()

- A. 银能与浓硝酸反应,而不与浓盐酸反应
- B. Cu 与浓硝酸反应的速率比与稀硝酸反应快
- C. N_2 与 O_2 在常温、常压下不反应,放电时可反应
- D. Fe 与热的浓硫酸反应,而不与冷的浓硫酸反应

2. 利用如图所示装置探究浓度对反应速率的影响,实验药品:不同浓度的硫酸溶液,体积均为 40 mL,锌粒大小形状相同且足量。下列说法错误的是 ()



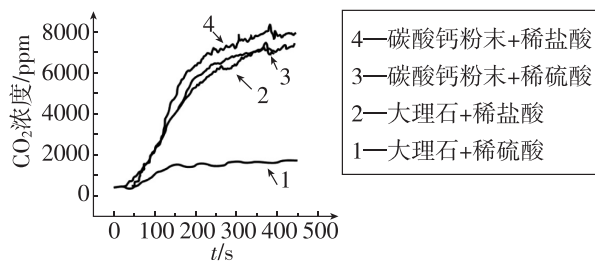
- A. 该反应为放热反应
- B. 将稀硫酸换为浓硫酸,氢气的产生速率加快
- C. 根据相同时间产生氢气的体积可比较反应速率快慢
- D. 0~30 s 内, $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸比 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸与锌反应产生的氢气多

3. [2026·天津二中高二月考] 实验室利用下列方案探究影响化学反应速率的因素,下列说法不正确的是 ()

实验编号	温度	酸性 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液	乙醇溶液	水
1	15 °C	2 mL $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	3 mL 0.1 mol	5 mL
2	25 °C	2 mL $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	3 mL 0.1 mol	5 mL
3	y °C	2 mL $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	3 mL 0.1 mol	0 mL
4	25 °C	2 mL $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	3 mL 0.1 mol	x mL

- A. 该实验需控制每一次实验中 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液的 pH 都相同
- B. 实验 1、2 可以探究温度对化学反应速率的影响
- C. 若实验 2、3 可以探究反应物浓度对化学反应速率的影响,则 $y=25$
- D. 若 $x=3$,则实验 2、4 可以探究单一反应物浓度对化学反应速率的影响

4. 某小组采用等质量的大理石和碳酸钙粉末、足量的 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀盐酸和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硫酸研究实验室制备 CO_2 的化学反应速率。实验中 CO_2 的浓度随时间的变化如图所示。已知:碳酸钙和稀硫酸反应生成微溶的硫酸钙,硫酸钙会包裹在碳酸钙表面。



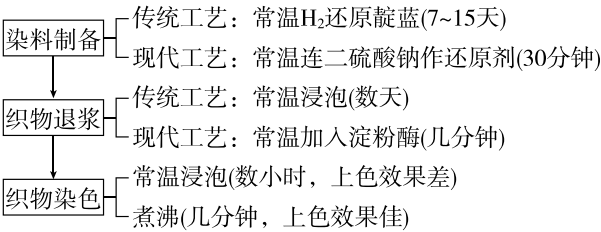
- 下列说法正确的是 ()
- A. 比较实验 1 和实验 2,可以说明酸的 $c(\text{H}^+)$ 对生成 CO_2 的速率有影响
 - B. 比较实验 1 和实验 4,可以说明生成 CO_2 的速率和酸中阴离子的种类有关
 - C. 实验结论:生成的 CaSO_4 对碳酸钙粉末比对大理石的包裹作用更强
 - D. 综合以上四个实验推断大理石粉末和稀硫酸反应能用于制备 CO_2

◆ 学习任务二 外界条件对化学反应速率的影响规律

5. [2025·广东广州越秀区高二开学考] 下列措施中,不能增大化学反应速率的是 ()
- A. 加热分解 KClO_3 时,添加少量 MnO_2
 - B. CaCO_3 与盐酸反应时,适当升高温度
 - C. 进行合成 NH_3 反应时,增大气体压强
 - D. Zn 与稀硫酸反应时,加入几滴蒸馏水

6. 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

7. [2026 · 福建莆田高二开学考] 扎染是中国传统的手工染色技术,染色的核心工艺流程如下,依据流程下列推论错误的是 ()



- A. 制备环节:改变还原剂可调控化学反应速率
- B. 退浆环节:加入催化剂能大幅度加快化学反应速率
- C. 染色环节:升高体系温度,化学反应速率加快
- D. 上述流程涵盖了影响化学反应速率的所有因素

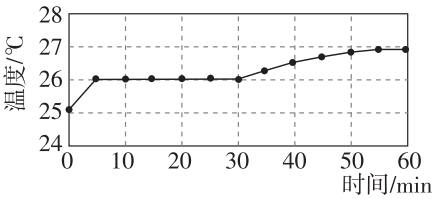
综合应用练

8. 某小组研究了铜片与 5.6 mol · L⁻¹ HNO₃ 溶液反应的速率,实验现象记录如下表。

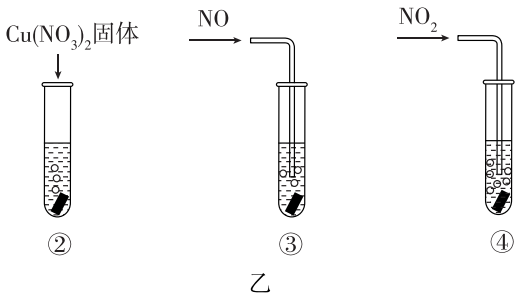
实验	时间段	现象
	0~15 min	铜片表面出现极少气泡
	15~25 min	铜片表面产生较多气泡,溶液呈很浅的蓝色
	25~30 min	铜片表面均匀冒出大量气泡
	30~50 min	铜片表面产生较少气泡,溶液蓝色明显变深,液面上方呈浅棕色

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。



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 mol · L⁻¹ HNO₃ 溶液,结果显示:Cu(NO₃)₂、NO 对 Cu 和 HNO₃ 反应速率的影响均不明显,NO₂ 能明显加快该反应的速率。



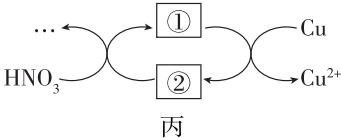
实验 III :在试管⑤中加入铜片和 5.6 mol · L⁻¹ HNO₃ 溶液,当产生气泡较快时,取少量反应液于试管中,检验后发现其中含有 NO₂⁻。

(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)



(5)为验证(4)中猜想,还需补充一个实验:_____。

_____ (请写出操作和现象)。

第3课时 活化能

基础对点练

◆ 学习任务一 活化能与有效碰撞理论

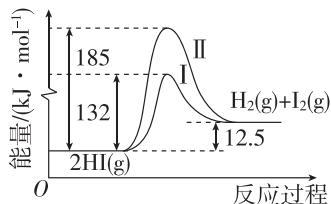
1. 化学反应是有历程的,下列有关叙述错误的是 ()

- A. 所有的化学反应都由多个基元反应构成
- B. 化学反应不同,反应历程就不相同
- C. 反应物的结构和反应条件决定着一个反应的反应历程
- D. 由多个基元反应构成的化学反应中,其快慢取决于反应历程中的慢反应

2. 下列有关有效碰撞理论说法不正确的是 ()

- A. 能发生有效碰撞的分子一定是活化分子
- B. 有效碰撞是发生化学反应的充要条件
- C. 改变温度可以改变反应的活化能
- D. 活化分子间的碰撞不一定是有效碰撞

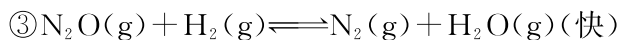
3. [2025·福建厦泉五校高二期中] $\text{HI}(\text{g})$ 分解的能量变化曲线如图所示。下列有关判断不正确的是 ()



- 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

4. [2025·福建福清六校高二期中] 已知反应 $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H = -752 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 的反应机理如下:

- ① $2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_2(\text{g})$ (快)
- ② $\text{N}_2\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (慢)



下列有关说法错误的是 ()

- A. ②反应的活化能最大
- B. ②中 N_2O_2 与 H_2 的碰撞仅部分有效
- C. N_2O_2 和 N_2O 是该反应的催化剂
- D. 总反应中逆反应的活化能比正反应的活化能大

◆ 学习任务二 应用有效碰撞理论解释外因对速率的影响

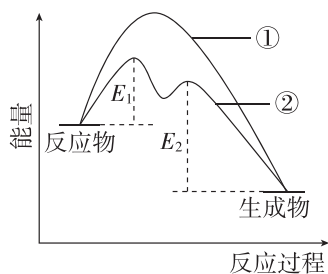
5. [2026·辽宁沈阳郊联体高二联考] 下列有关化学反应速率增大原因的分析错误的是 ()

- A. 仅向反应体系中加入相同浓度的反应物,活化分子百分数增大
- B. 对有气体参加的化学反应,仅压缩容器容积,单位体积内活化分子数增多
- C. 催化剂能加快化学反应速率,是因为它能改变反应历程,降低反应的活化能
- D. 仅升高温度,单位时间内反应物分子有效碰撞的次数增加

6. [2026·湖北名校高二联考] 对于基元反应 $2\text{HBr} \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{Br} \cdot$,改变反应条件使反应速率增大,对其原因分析不正确的一项是 ()

- A. 增大 $c(\text{HBr})$,使反应物分子中活化分子百分数增大,有效碰撞的次数增加
- B. 加入适宜的催化剂,使单位体积内活化分子数增多,有效碰撞的次数增加
- C. 升高温度,使反应物分子中活化分子百分数增大,有效碰撞的次数增加
- D. 缩小容器容积,使单位体积内活化分子数增多,有效碰撞的次数增加

7. [2025·浙江丽水育才高级中学高二期中] 向 A、B 两试管中加入等量 H_2O_2 溶液,然后再向 B 中滴入几滴 FeCl_3 溶液,其反应过程如图所示。

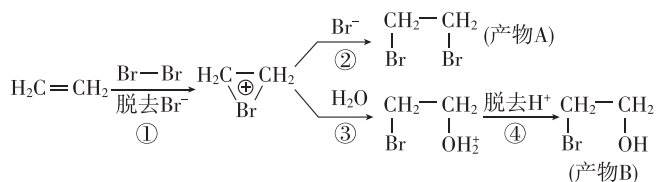


- I. $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$
 II. $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 下列说法不正确的是 ()

- A. 曲线②是滴加了 FeCl_3 溶液的反应过程, Fe^{3+} 改变了 H_2O_2 分解反应的历程
 B. Fe^{3+} 是催化剂, Fe^{2+} 是中间产物
 C. E_1 、 E_2 分别是反应 I、II 的正反应活化能, 反应 I 的速率大于反应 II 的速率
 D. 催化剂能降低反应的活化能, 提高反应物分子中活化分子百分数

综合应用练

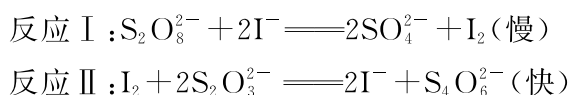
8. [2025·浙江慈溪中学高二期中] 乙烯在溴水中发生加成反应的机理如图所示:



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步和第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

9. [2026·黑龙江哈尔滨六中高二月考] 实验试剂: $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液、 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液、0.2% 淀粉溶液、 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液、蒸馏水。某小组利用上述试剂来探究“外界条件对 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液和 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液反应速率的影响”。已知:



(1) 向 KI 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与淀粉的混合溶液中加入一定量的 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液、当溶液中的 _____ (填化学式) 耗尽后,溶液颜色将由无色变为蓝色。

(2) 为确保能观察到蓝色, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 初始的物质的量需满足的关系为 $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) : n(\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8)$ _____ (填“<”“>”或“=”) 2:1。

(3) 已知 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的结构式为 $\left[\text{O}-\text{S}(=\text{O})_2-\text{O}-\text{S}(=\text{O})_2-\text{O} \right]^{2-}$,

反应 I 中被还原的元素符号是 _____。
 该小组同学设计如下实验方案来探究影响化学反应速率的因素(溶液混合时,忽略体积变化)。

实验序号	室温下,试管中所加试剂用量/mL					t^*/min
	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液	H_2O	KI 溶液	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液	淀粉溶液	
①	10.0	0.0	4.0	4.0	2.0	1.5
②	10.0	2.0	2.0	4.0	2.0	6.0
③	8.0	a	4.0	4.0	2.0	4.3

t^* 表示溶液从混合至变为蓝色所需时间

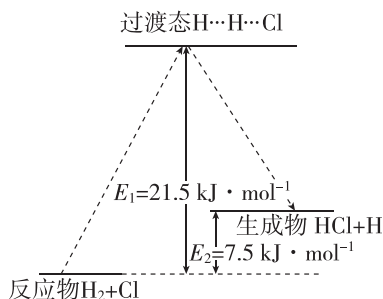
- (4) 表中 $a =$ _____。
 (5) 若实验①中观察到溶液变蓝的时间为 1.5 min, 则用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的浓度变化表示 0~1.5 min 内的平均反应速率 $v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (保留两位有效数字)。
 (6) 用碰撞理论解释实验①和③,随着反应物浓度减少,单位时间内有效碰撞次数减少,反应速率减慢,下列说法正确的是 _____。

选项	活化分子百分数	单位体积内分子总数	单位体积内活化分子数目
A	减小	减小	减小
B	不变	减小	减小
C	减小	不变	减小

(7) 反应的速率由决速步决定,此反应的决速步是 _____ (填“I”或“II”), I^- 在反应中作催化剂,催化剂在反应前后质量不变。对比实验①和②说明增加 $c(\text{I}^-)$ 反应速率变快原因: _____。

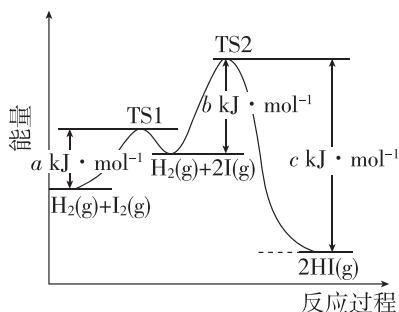
拓展微课 1 有关反应历程与能量变化的图像分析

1. 基元反应 $\text{H}_2 + \text{Cl} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{H}$ 的能量变化如图所示。下列说法不正确的是 ()



- A. 该基元反应 $\Delta H = +7.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 过渡态 $\text{H} \cdots \text{H} \cdots \text{Cl}$ 能量高, 不稳定
- C. 加入催化剂, 则 E_1 小于 $21.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 该基元反应为放热反应

2. [2026 · 河南新乡高二月考] 一定条件下, 容器内发生反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$, 其能量变化如图所示。

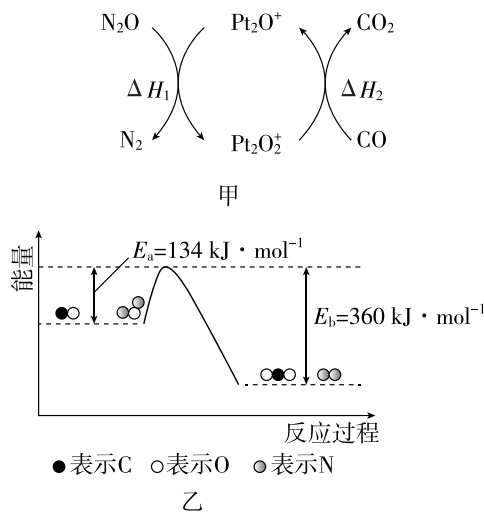


下列说法错误的是 ()

- A. 该反应的决速步骤为 $\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{I}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$
- B. 该反应的焓变 $\Delta H = (a + b - c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 反应物的键能之和小于生成物的键能之和
- D. 若加入催化剂, 可以增大活化分子百分数

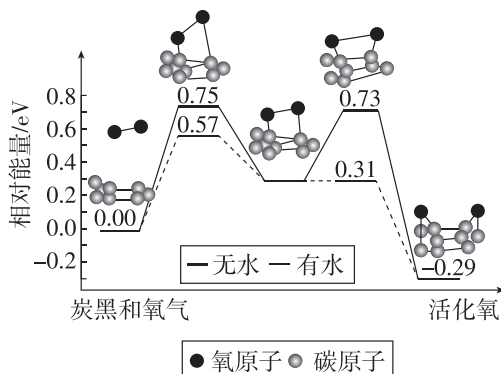
3. [2026 · 天津静海一中高二月考] N_2O 和 CO 是环境污染性气体, 可在 Pt_2O^+ 表面转化为无害气体, 有关化学反应的物质变化过程及能量变化过程分别如图甲、乙所示。下列说法正确的是 ()

- A. Pt_2O^+ 、 Pt_2O_2^+ 都是反应的催化剂
- B. 该反应正反应的活化能大于逆反应的活化能



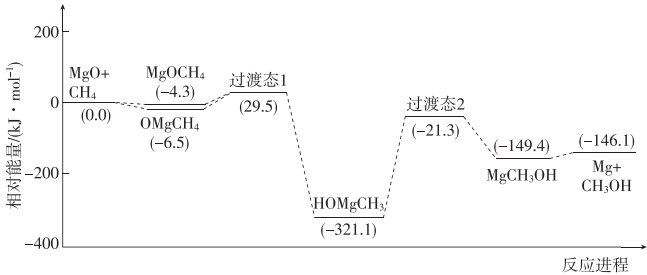
- C. 使用催化效果更好的催化剂, 可降低该反应的焓变
- D. 由图可得 $\text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = -226 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. [2025 · 辽宁名校高二联考] 炭黑是雾霾中的重要颗粒物, 研究发现它可以活化氧分子, 生成活化氧。活化过程的能量变化模拟计算结果如图所示。活化氧可以快速氧化 SO_2 。下列说法正确的是 ()



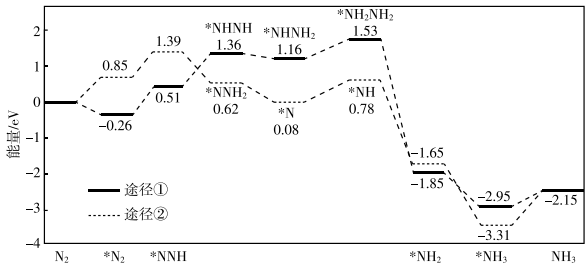
- A. 每活化一个氧分子吸收 0.29 eV 能量
- B. 水可使氧分子活化反应的活化能降低 0.42 eV
- C. 氧分子的活化是 $\text{C}-\text{O}$ 的断裂与 $\text{O}-\text{O}$ 的形成过程
- D. 炭黑颗粒是大气中 SO_2 转化为 SO_3 的催化剂

5. [2025·重庆重点中学高二联考] 研究表明: MgO 基催化剂广泛应用于 CH_4 的转化过程, 如图所示是我国科研工作者研究 MgO 与 CH_4 作用最终生成 Mg 与 CH_3OH 的物质相对能量-反应进程曲线。下列说法不正确的是()



- A. 反应中甲烷被氧化
B. 中间体 OMgCH_4 比 MgOCH_4 更稳定
C. 该反应的速率控制步骤对应的活化能是 $29.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. MgOCH_4 转化为 MgCH_3OH 的焓变为 $-145.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

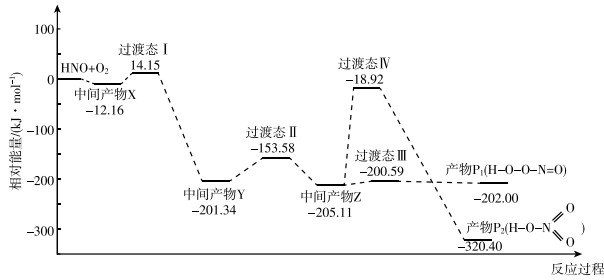
6. [2025·河北邯郸武安一中高二月考] 我国科学家团队设计并合成了纳米 MOFs 催化剂, 并研究在催化剂表面电催化合成氨的反应机理, 如图所示, * 表示吸附态。下列说法正确的是()



- A. 催化剂表面 N_2 吸附时释放能量, NH_3 解吸时需吸收能量
B. “途径①”速率最慢的步骤为 $*\text{NNH} + \text{H}^+ + \text{e}^- \longrightarrow *\text{NHNH}$
C. “途径①”中有极性键的断裂与形成
D. $*\text{N}_2$ 在催化剂表面发生反应转化为 $*\text{NH}_3$ 的过程, “途径①”比“途径②”更易进行

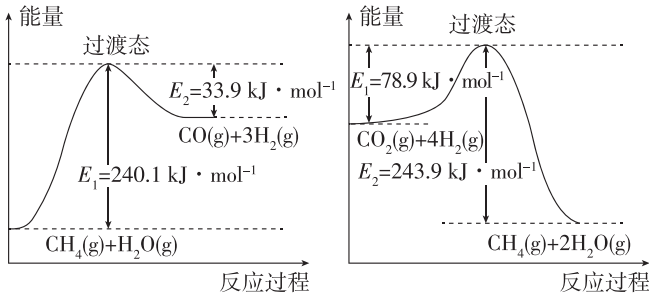
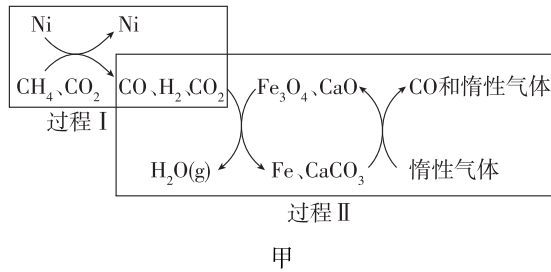
7. [2026·湖南雅礼中学高二开学考] 自由基是化学键断裂时产生的含未成对电子的中间体, HNO 自由基与 O_2 反应过程的能量变化如

图所示。下列说法错误的是()



- A. 该历程中生成产物 P_2 的能垒的最大值为 $186.19 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. 产物 P_1 的键能总和大于产物 P_2 的键能总和
C. 生成产物 P_1 的反应的快慢取决于中间产物 Z 的生成速率
D. 其他条件不变, 选择合适催化剂可以改变一定时间内产物中 P_1 所占比例

8. CH_4 超干重整 CO_2 的催化转化如图甲所示, 相关反应的能量变化如图乙所示。



下列说法不正确的是()

- A. 过程 I 的热化学方程式为 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +247.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. 过程 II 实现了含碳物质与含氢物质的分离
C. 过程 II 中 Fe_3O_4 、 CaO 为催化剂, 降低了反应的 ΔH
D. CH_4 超干重整 CO_2 的总反应为 $\text{CH}_4 + 3\text{CO}_2 \longrightarrow 4\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$

第二节 化学平衡

第1课时 化学平衡状态

基础对点练

◆ 学习任务一 化学平衡的建立

1. 在密闭容器中进行如下反应 $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$, 已知 X_2 、 Y_2 、 Z 的起始浓度分别为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 在一定条件下, 当反应达到平衡时, 各物质的浓度有可能是 ()

- A. Y_2 为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. Y_2 为 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. X_2 为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. Z 为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2. [2026·河北名校高二联考] 一定条件下, 对于可逆反应 $X(g) + 3Y(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$, 若 X 、 Y 、 Z 的起始浓度分别为 c_1 、 c_2 、 c_3 (均不为零), 达到平衡时, X 、 Y 、 Z 的浓度分别为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则下列判断正确的是 ()

- A. $c_1 : c_2 = 3 : 1$
- B. 平衡时, Y 和 Z 的生成速率之比为 $2 : 3$
- C. X 、 Y 的转化率不相等
- D. c_1 的取值范围为 $0 < c_1 < 0.14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

◆ 学习任务二 化学平衡状态的判断方法

3. [2026·湖南雅礼中学高二月考] $T^\circ\text{C}$, 在恒容密闭容器中发生可逆反应 $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$, 下列情况能说明该反应已达到化学平衡的是 ()

- ① H_2 的转化率达到 100%
- ② 反应速率 $3v(H_2) = 2v(NH_3)$
- ③ 混合气体的平均相对分子质量不再改变
- ④ 生成 $3 \text{ mol } H_2$, 同时有 $2 \text{ mol } NH_3$ 生成

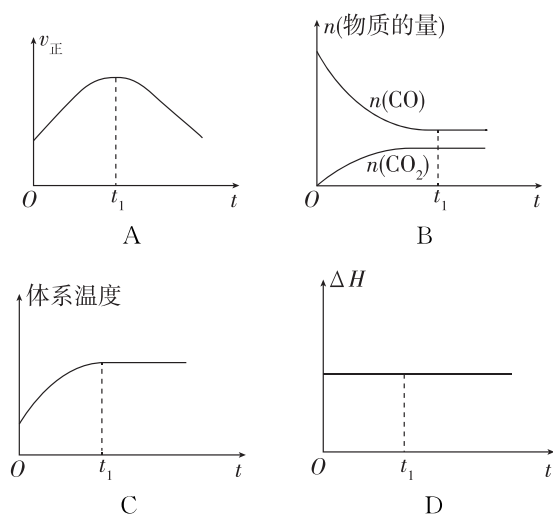
⑤ N_2 的物质的量浓度不再改变

⑥ 气体的密度保持不变

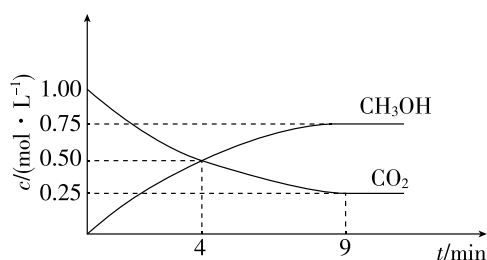
⑦ $1 \text{ mol } N \equiv N$ 断裂的同时, 有 $6 \text{ mol } N-H$ 断裂

- A. ①③⑤⑥
- B. ②③④⑤
- C. ①②⑥⑦
- D. ③④⑤⑦

4. 汽车尾气净化的主要原理为 $2NO(g) + 2CO(g) \rightleftharpoons 2CO_2(g) + N_2(g)$ $\Delta H < 0$ 。若该反应在绝热、恒容的密闭体系中进行, 下列示意图正确并能说明反应在 t_1 时刻才达到平衡状态的是 ()



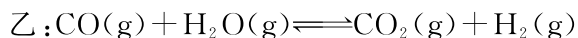
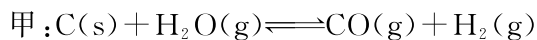
5. [2026·湖南多校高二联考] 恒温条件下, 在容积为 2 L 的密闭恒容容器中, 充入 $2 \text{ mol } CO_2$ 和 $6 \text{ mol } H_2$, 发生反应 $CO_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g) + H_2O(g)$, 测得 CO_2 和 CH_3OH 的浓度随时间变化如图所示。下列选项能说明该反应达到平衡状态的是 ()



- A. $v(\text{CO}_2)$ 与 $v(\text{CH}_3\text{OH})$ 相等
 B. CO_2 的体积分数在混合气体中保持不变
 C. 单位时间内每消耗 3 mol H_2 , 同时生成 1 mol CH_3OH
 D. 混合气体的密度保持不变

综合应用练

6. [2026·湖南娄底一中高二月考] 在两个绝热恒容的密闭容器中分别进行下列两个可逆反应。



现有下列状态:

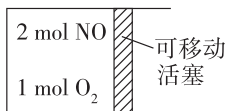
- ①混合气体平均相对分子质量不再改变;
- ②气体的总物质的量不再改变;
- ③各气体组成浓度相等;
- ④反应体系中温度保持不变;
- ⑤断裂氢氧键速率是断裂氢氢键速率的 2 倍;
- ⑥混合气体密度不变。

其中能表明甲、乙容器中反应都达到平衡状态的是 ()

- A. ①③ B. ④⑤ C. ③④ D. ②⑥

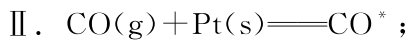
7. 如图所示, 向恒温恒压容器中充入 2 mol NO 、1 mol O_2 , 发生反应 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 。下列情况不能说明反应已达到平衡状态的是 ()

- A. 容器容积不再改变
 B. 混合气体的颜色不再改变
 C. 混合气体的密度不再改变
 D. NO 与 O_2 的物质的量的比值不再改变

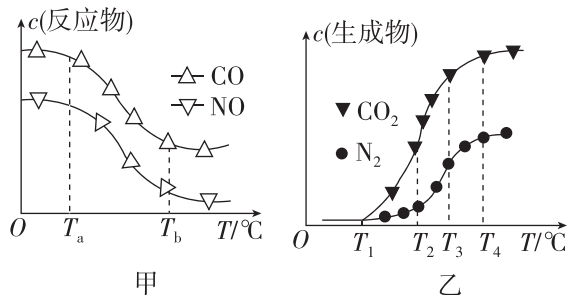


8. [2025·山东郯城一中高二月考] 汽车排气管装有三元催化剂装置, 在催化剂表面通过发生吸附、解吸以消除 CO 、 NO 等污染物。回答下列问题:

(1) 消除 CO 、 NO 污染物的反应机理如下 [$\text{Pt}(\text{s})$ 表示催化剂, 带“*”表示吸附状态]:



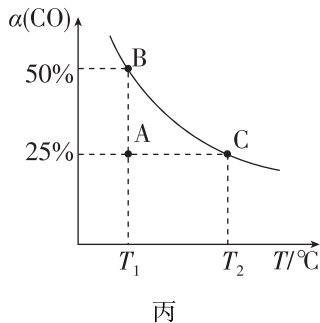
经测定汽车尾气中反应物浓度及生成物浓度随温度的变化关系如图甲和乙所示。



①图甲中温度从 $T_a^\circ\text{C}$ 升至 $T_b^\circ\text{C}$ 的过程中, 反应物浓度急剧减小的主要原因是 _____。

②由图乙知, $T_2^\circ\text{C}$ 时反应 V 的活化能 _____ (填“<”“>”或“=”) 反应 IV 的活化能。

(2) 为模拟汽车的“催化转化器”, 将 2 mol $\text{NO}(\text{g})$ 和 2 mol $\text{CO}(\text{g})$ 充入 1 L 恒容密闭容器中, 加入催化剂后发生反应 $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$, 测得 CO 的平衡转化率 α 随温度 T 的变化曲线如图丙所示。



①图像中 A 点正反应速率 _____ (填“>”“=”或“<”) 逆反应速率。

② $T_1^\circ\text{C}$ 时, 下列说法能表明该反应已达到平衡状态的是 _____ (填序号)。

- a. 混合气体的密度不变
- b. 体系的压强不变
- c. 混合气体中 N_2 的体积分数不变
- d. $2v_{\text{正}}(\text{CO}) = v_{\text{逆}}(\text{N}_2)$