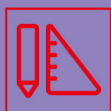




教育图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

经浙江省中小学教辅材料
评议委员会评议通过

全品智能作业

学·练·考

主编 肖德好

练习册

本册主编 陈燕峰

高中化学

选择性必修1 RJ 浙江省

长江出版传媒
崇文书局

CONTENTS 目录

第一章

化学反应的热效应

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	004
第二节 反应热的计算	007

第二章

化学反应速率与化学平衡

第一节 化学反应速率	010
第 1 课时 化学反应速率	010
第 2 课时 影响化学反应速率的因素	012
第 3 课时 活化能	015
▶ 特色训练（一） 反应历程分析	018
第二节 化学平衡	021
第 1 课时 化学平衡状态	021
第 2 课时 化学平衡常数	023
▶ 特色训练（二） 化学平衡常数的应用	025
第 3 课时 影响化学平衡的因素	027
第 4 课时 化学反应速率和化学平衡图像分析	030
第三节 化学反应的方向	033
第四节 化学反应的调控	036
▶ 特色训练（三） 化学平衡原理的应用	039

第一节 电离平衡	042
第 1 课时 强电解质和弱电解质 弱电解质的电离平衡	042
第 2 课时 电离平衡常数	044
第二节 水的电离和溶液的 pH	046
第 1 课时 水的电离 溶液的酸碱性 with pH	046
第 2 课时 溶液 pH 的计算	049
第 3 课时 酸碱中和滴定	051
第三节 盐类的水解	054
第 1 课时 盐类的水解	054
第 2 课时 影响盐类水解的主要因素 盐类水解的应用	056
第 3 课时 溶液中粒子浓度大小的比较	058
第四节 沉淀溶解平衡	060
▶ 特色训练（四） 中和滴定拓展	063
▶ 特色训练（五） 电解质溶液的综合应用（一）	066
▶ 特色训练（五） 电解质溶液的综合应用（二）	068

第一节 原电池	070
第 1 课时 原电池的工作原理	070
第 2 课时 化学电源	073
第二节 电解池	076
第 1 课时 电解原理	076
第 2 课时 电解原理的应用	078
第三节 金属的腐蚀与防护	081
▶ 特色训练（六） 电化学原理综合应用	084

第一章 化学反应的热效应

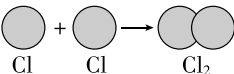
第一节 反应热

第1课时 反应热 焓变

学习理解

知识点一 物质变化与能量变化的关系

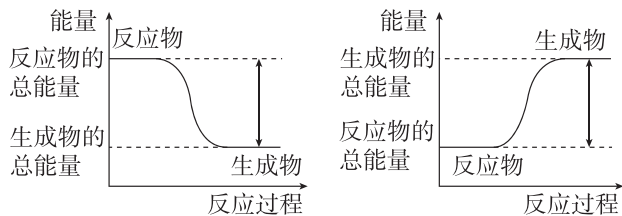
1. [2025·浙江舟山五校高二联考] 下列过程中需要吸收能量的是 ()

- A. 小苏打固体溶于少量水中
- B. 氧化钙溶于水
- C. 
- D. 铝热反应

2. [2025·浙江春晖中学高二月考] 下列反应属于放热反应的是 ()

- A. NaOH 溶于水
- B. NH_4Cl 的分解
- C. 过氧化钠和水反应
- D. 碳酸氢钠和盐酸

3. 下列有关化学反应和能量变化的说法正确的是 ()

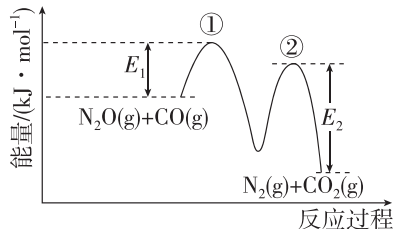


甲

乙

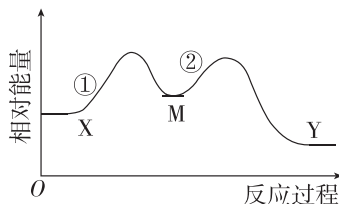
- A. 图甲表示的是吸热反应的能量变化
- B. 图乙中反应物比生成物稳定
- C. 图乙可以表示氧化钙与水反应的能量变化
- D. 图甲不需要加热就一定能发生,图乙一定需要加热才能发生

4. N_2O 和 CO 反应可转化为无毒气体: $\text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H$ 。已知该反应分两步进行,反应过程中的能量变化如图所示。下列说法正确的是 ()



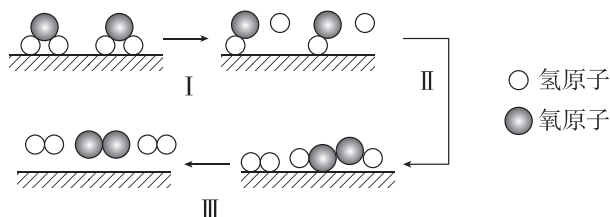
- A. $\Delta H = E_1 - E_2$
- B. 改变催化剂可改变 ΔH 的值
- C. $\Delta H < 0$,故反应无需加热即可发生
- D. 反应①的焓变 ΔH_1 小于反应②的焓变 ΔH_2

5. 某化学反应 $\text{X} \longrightarrow \text{Y}$ 分两步进行:① $\text{X} \longrightarrow \text{M}$;② $\text{M} \longrightarrow \text{Y}$,其能量变化如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 反应 $\text{X} \rightarrow \text{Y}$ 是放热反应
- B. 反应①是吸热反应
- C. X、Y、M 三种物质中 Y 最稳定
- D. M 是该反应的催化剂,可降低该反应的焓变

6. 中国研究人员研制出一种新型复合光催化剂,利用太阳光在催化剂表面实现高效分解水,其主要过程如图所示。



已知:几种物质中化学键的键能如表所示。

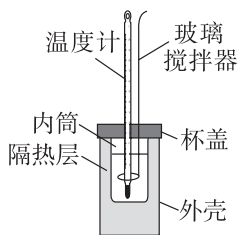
化学键	H—O	O=O	H—H	O—O
键能/(kJ·mol ⁻¹)	463	497	436	142

若反应过程中分解了 2 mol H₂O(g),则下列说法不正确的是 ()

- A. 总反应为 $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow[\text{光照}]{\text{催化剂}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- B. 过程Ⅲ属于放热反应
- C. 总反应是吸热反应
- D. 过程Ⅰ吸收了 926 kJ 能量

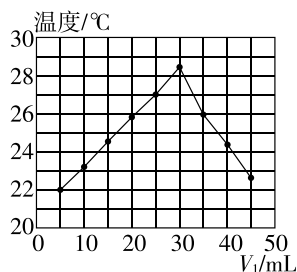
知识点二 反应热与焓变的理解与应用

7. 已知:稀溶液中,强酸和强碱反应生成 1 mol H₂O 时,放出 57.3 kJ 热量。某小组用 50 mL 0.50 mol·L⁻¹ 盐酸和 50 mL 0.55 mol·L⁻¹ NaOH 溶液测定生成 1 mol H₂O 时中和反应的反应热,简易量热计装置如图所示。下列关于该实验的说法错误的是 ()

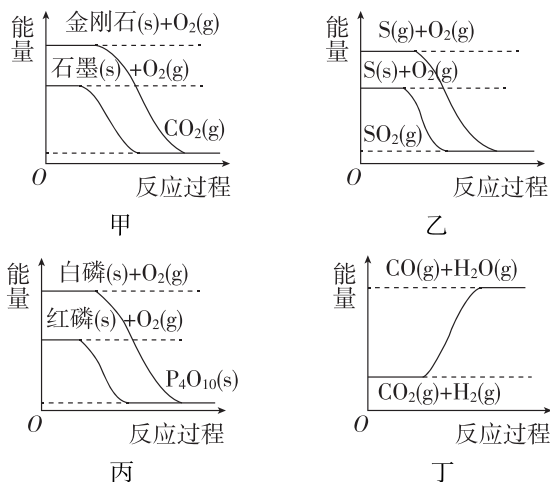


- A. 实验中不盖杯盖,会导致测得的 Q 偏小
- B. 若用同浓度的醋酸代替盐酸,测得的 Q 相同
- C. 实验中,需将 NaOH 溶液一次性快速加入盛有稀盐酸的内筒中
- D. 处理数据时,需要计算生成 H₂O 的物质的量

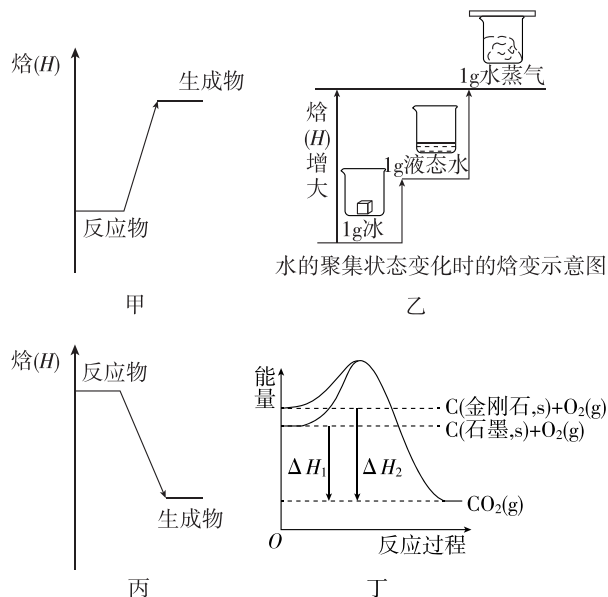
8. 将 V_1 mL 1.00 mol·L⁻¹ HCl 溶液和 V_2 mL 未知浓度的 NaOH 溶液混合均匀后测量并记录溶液温度,实验结果如图所示(实验中始终保持 $V_1 + V_2 = 50$)。下列叙述正确的是 ()



- A. 做该实验时环境温度为 22 °C
- B. 该实验表明化学能可以转化为热能
- C. NaOH 溶液的浓度约为 1.00 mol·L⁻¹
- D. 该实验表明有水生成的反应都是放热反应
9. 下列图像分别表示有关反应的能量变化与反应过程的关系。据此判断下列说法中正确的是 ()



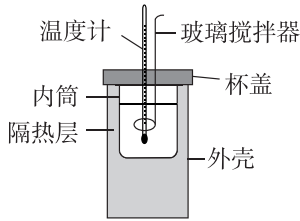
- A. 由图甲知,石墨转变为金刚石是吸热反应
- B. 由图乙知, $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$ ΔH_1 , $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$ ΔH_2 , 则 $\Delta H_1 > \Delta H_2$
- C. 由图丙知,白磷(s)比红磷(s)稳定
- D. 由图丁知, $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H < 0$
10. 下列说法不正确的是 ()



- A. 由图甲可知:该反应 $\Delta H > 0$, 化学反应体系从环境中吸收热量
- B. 由图乙可知:物质聚集状态改变, 焓也改变
- C. 由图丙可知:该反应断开化学键所吸收的能量小于形成化学键所释放的能量
- D. 由图丁可知: $\Delta H_1 < \Delta H_2$, 金刚石比石墨稳定

综合应用

11. 已知稀酸与稀碱溶液中和生成 1 mol H_2O (l) 的反应热叫作中和反应反应热, 某学习小组拟用如图所示装置来测定中和反应反应热。



其主要过程如下:

- I. 测定强酸强碱的中和反应反应热
- (1) 该组同学共设计出以下 3 种测定方案, 通过测定反应过程中释放的热量来计算反应的中和反应反应热 ($\Delta H_{\text{中和}}$)。
- A. 测定 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 HCl 溶液与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液反应所放出的热量
 - B. 测定 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 HCl 溶液与 50 mL 0.50 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液反应所放出的热量
 - C. 测定 50 mL 0.50 mol · L⁻¹ 的 HCl 溶液与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液反应所放出的热量
- 请选出合理的方案: _____。

(2) 取 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液和 50 mL 0.50 mol · L⁻¹ 的 HCl 溶液进行实验, 实验数据如表所示。

实验序号	起始温度 $t_1 / ^\circ\text{C}$		终止温度 $t_2 / ^\circ\text{C}$
	盐酸	NaOH 溶液	混合溶液
1	21.0	21.1	24.3
2	21.2	21.4	24.5
3	21.5	21.6	24.7
4	20.9	21.1	25.8

近似认为 0.55 mol · L⁻¹ NaOH 溶液和 0.50 mol · L⁻¹ HCl 溶液的密度都是 1 g · cm⁻³, 中和后生成溶液的比热容 $c = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 。则中和反应反应热 $\Delta H_{\text{中和}} = \underline{\hspace{2cm}}$ (取小数点后一位)。

(3) 上述实验结果与 $-57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 有偏差, 产生这种偏差的原因是 _____。

- A. 用温度计测定稀盐酸起始温度后直接测定 NaOH 溶液的温度
- B. 分多次把 NaOH 溶液倒入盛有盐酸的内筒中
- C. 量取盐酸时俯视读数

II. 测定醋酸与 NaOH 溶液的中和反应反应热

该组同学设计出以下测定方案, 通过测定反应过程中释放的热量来计算中和反应反应热 ($\Delta H'_{\text{中和}}$)。测定 50 mL 0.50 mol · L⁻¹ 醋酸溶液与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹ 的 NaOH 溶液反应放出的热量。

(4) 该同学坚持用环形铜丝代替玻璃搅拌器, 你认为不可行? _____, 理由是 _____。

第2课时 热化学方程式 燃烧热

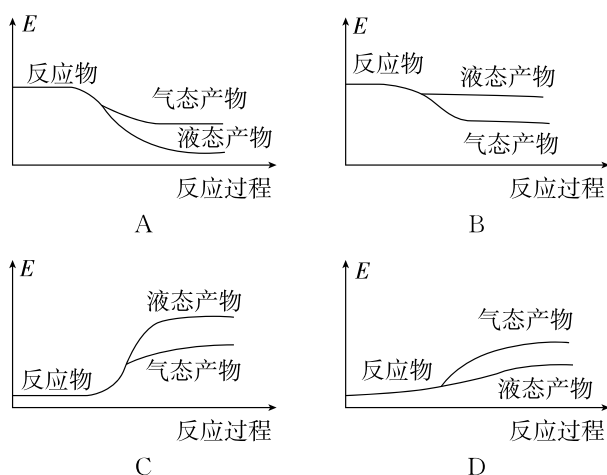
学习理解

知识点一 热化学方程式的理解与书写

1. [2025·广东茂名高二月考] 下列有关热化学方程式的说法,不正确的是 ()

- A. 能同时表明反应中的物质变化和能量变化
- B. 书写条件为“25 °C、101 kPa”时,可以不特别注明
- C. 化学计量数只表示分子个数
- D. ΔH 表示“每摩尔反应”对应的“热量”

2. [2025·浙江嘉兴当湖高级中学高二月考] 工业上由 CO_2 和 H_2 合成气态甲醇的热化学方程式为 $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ 。下列表示合成甲醇的反应的能量变化示意图正确的是 ()



3. [2025·浙江慈溪中学、衢州二中等高二期中联考] 下列热化学方程式正确的是 ()

- A. 已知 1 g 甲烷燃烧生成二氧化碳和液态水放出的热量为 55.625 kJ: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -55.625 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 已知充分燃烧 V L 乙烯气体生成 1 mol 二氧化碳气体和液态水,放出 b kJ 热量: $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -2b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 通常状况下,将 1 g 氢气在氯气中完全燃烧,放出 92.4 kJ 热量: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = +184.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. 12 g 碳与适量水蒸气反应生成一氧化碳和氢气,需吸收 120 kJ 的热量: $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2 \quad \Delta H = +120 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. 下列关于热化学方程式的描述或结论正确的是 ()

选项	热化学方程式	有关描述或结论
A	$3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{O}_3(\text{g}) \quad \Delta H = +242.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	氧气的能量比臭氧的高
B	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \quad \Delta H > 0$	丙烷比乙烯稳定
C	$\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	98% 的浓硫酸与稀氢氧化钠溶液反应生成 1 mol H_2O 时,放出的热量大于 57.3 kJ
D	① $2\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$ ② $2\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_2$	$\Delta H_1 > \Delta H_2$

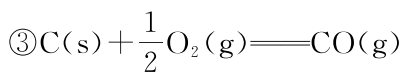
5. 已知: ① $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_1 = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ② $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaSO}_4(\text{s}) \quad \Delta H_2 = -26.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。下列有关说法正确的是 ()

- A. 1 L 1 mol · L⁻¹ H_2SO_4 溶液与足量 NaOH 稀溶液完全反应,放出的热量为 57.3 kJ
- B. 稀盐酸与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 稀溶液反应生成 1 g H_2O ,放出的热量为 57.3 kJ
- C. 稀醋酸和 KOH 稀溶液反应生成 1 mol H_2O ,放出的热量为 57.3 kJ
- D. $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -140.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

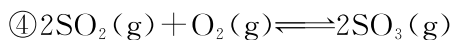
知识点二 燃烧热的理解和应用

6. 已知:

- ① $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = -1323 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- ② $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H_2 = -184.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



$$\Delta H_3 = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H_4 = -197.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

下列说法正确的是 ()

- A. C_2H_4 的燃烧热 ΔH 为 $-1323 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. 1 mol C 完全燃烧放出的热量大于 110.5 kJ
 C. 1 g H_2 在 Cl_2 中完全燃烧放出 184.6 kJ 的热量
 D. 一定条件下, 2 mol SO_2 与足量 O_2 充分反应放出 197.8 kJ 的热量

7. 下列关于热化学反应的描述正确的是 ()

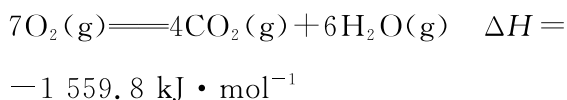
- A. HCl 溶液和 NaOH 溶液反应生成 1 mol H_2O 的反应热 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则含 1 mol H_2SO_4 的溶液和含 1 mol Ba(OH)_2 的溶液反应的反应热 $\Delta H = 2 \times (-57.3) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. 甲烷的燃烧热 $\Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H < -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. CO(g) 的燃烧热是 $283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $2\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO(g)} + \text{O}_2(\text{g})$ 反应的 $\Delta H = +566.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 D. 已知: 一定条件下, $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{一定条件}} 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H = -92.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 将 3 mol H_2 和过量的 N_2 在此条件下充分反应, 会放出 92.4 kJ 热量

8. 一些烷烃的燃烧热如表所示:

化合物	燃烧热/ ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	化合物	燃烧热/ ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)
甲烷	890.3	正丁烷	2 878.0
乙烷	1 559.8	异丁烷	2 869.6
丙烷	2 219.9	异戊烷	3 531.3

下列表达正确的是 ()

- A. 乙烷燃烧的热化学方程式为 $2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) +$

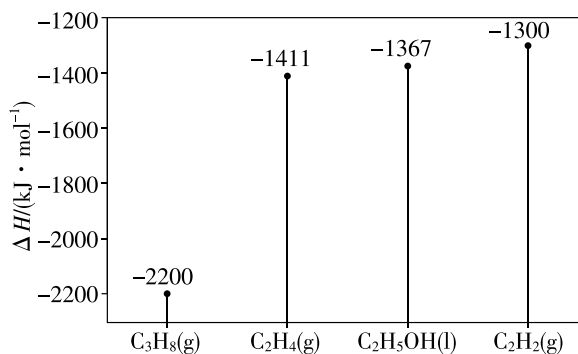


- B. 稳定性: 正丁烷 > 异丁烷
 C. 正戊烷的燃烧热大于 $3\,531.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 D. 相同质量的烷烃, 碳的质量分数越大, 燃烧放出的热量越多

9. 下列热化学方程式, 不正确的是 ()

- A. 4 g 固体硫完全燃烧生成 SO_2 , 放出 37 kJ 热量: $\text{S(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -296 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. 1 mol N_2 与 3 mol H_2 在某密闭容器中反应放出 73 kJ 热量, 则反应的热化学方程式为 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -73 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. 甲烷的燃烧热为 $890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则甲烷燃烧的热化学方程式可表示为 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 D. 强酸和强碱发生中和反应的反应热 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\text{Ba(OH)}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} \quad \Delta H < -114.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

10. [2025 · 安徽多校高二联考] 四种物质的燃烧热如图所示。

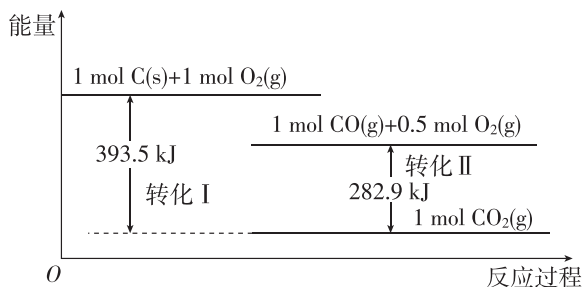


生成等量液态水时放出的热量最多的是 ()

- A. $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ B. $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$
 C. $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ D. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$

综合应用

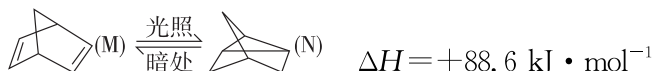
11. 根据如图所示能量关系图, 下列说法正确的是 ()



- A. 1 mol C(s) 与 1 mol O₂(g) 的能量之和为 393.5 kJ
- B. 反应 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$ 中, 生成物的总能量大于反应物的总能量
- C. C 的燃烧热的热化学方程式为 $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -221.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. CO 气体燃烧的热化学方程式为 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -565.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

12. 碳是形成化合物种类最多的元素, 其单质及化合物是人类生产生活的主要能源物质。设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值, 回答下列问题:

(1) 有机物 M 经过太阳光照射可转化成 N, 转化过程如下。



M、N 相比, 较稳定的是 (填“M”或“N”)。

(2) 已知 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ 的燃烧热 $\Delta H = -726 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} (a > 0)$, 则 a

(填“>”“<”或“=”) 726。16 g 的

$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ 完全燃烧, 转移的电子数为, 放出 kJ 的热量。

(3) 1.5 mol $\text{CH}_4(\text{g})$ 完全燃烧时, 生成液态水和 CO_2 , 同时放出 1 335.45 kJ 的热量, 写出甲烷燃烧的热化学方程式:

13. [2025 · 浙江嘉兴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) 下列反应中, 属于吸热反应的是 (填字母)。

- A. Na₂O 与水反应
- B. 铝和氧化铁反应
- C. CaCO₃ 受热分解
- D. 锌与盐酸反应

(2) NH₃ 还原法可将 NO_x 还原为 N₂ 脱除, 已知: $4\text{NH}_3(\text{g}) + 6\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons 5\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

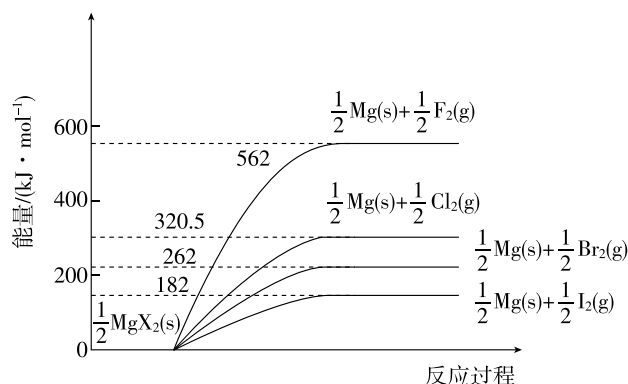
$\Delta H = -2070 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。若有 15 g NO 被还原, 则该反应释放的能量为。

(3) 生产液晶显示器的过程中使用的化学清洗剂 NF₃ 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)	a	b	c

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

(4) 卤化镁高温分解的相对能量变化如图所示, 写出该温度下 $\text{MgF}_2(\text{s})$ 分解的热化学方程式:

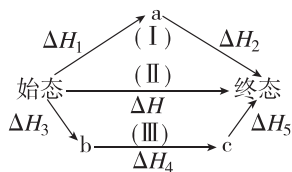


第二节 反应热的计算

学习理解

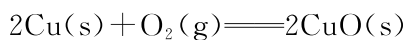
知识点一 盖斯定律的理解与应用

1. 下列关于盖斯定律的说法不正确的是 ()

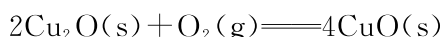


- A. 不管反应是一步完成还是分几步完成,其反应热相同,则 $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$
- B. 根据盖斯定律,几个已知热化学方程式的 ΔH 直接相加即可得目标反应的反应热
- C. 有些反应的反应热不能直接测得,可通过盖斯定律间接计算得到
- D. 反应热只与反应体系的始态和终态有关,与反应的途径无关

2. 氧化亚铜(Cu_2O)常用于制船底防污漆,用 CuO 与 Cu 高温烧结可制取 Cu_2O ,已知反应:



$$\Delta H = -314 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$\Delta H = -292 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

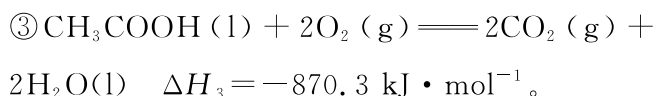
则 $\text{CuO}(\text{s}) + \text{Cu}(\text{s}) = \text{Cu}_2\text{O}(\text{s})$ 的 ΔH 为 ()

- A. $-11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $+11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $+22 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $-22 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. 已知:

①碳的燃烧热为 $\Delta H_1 = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

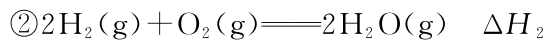
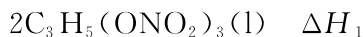
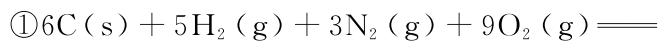
②氢气的燃烧热为 $\Delta H_2 = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;



则 $2\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{COOH}(\text{l})$ 的 ΔH 为 ()

- A. $-488.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $+488.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $+191 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $-996.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

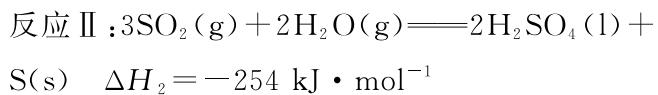
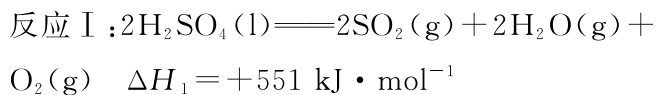
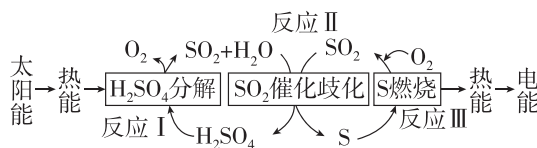
4. [2026·辽宁大连二十四中高二月考] 已知下列反应的热化学方程式:



则反应 $4\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3(\text{l}) = 12\text{CO}_2(\text{g}) + 10\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 6\text{N}_2(\text{g})$ 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. $\Delta H_1 - 12\Delta H_3 - 5\Delta H_2$

5. 某科研人员用下列流程实现了太阳能的转化与存储。



则能表示 $\text{S}(\text{s})$ 的燃烧热的热化学方程式中的 ΔH 为 ()

- A. $-297 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $-605 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $+43 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. $-43 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

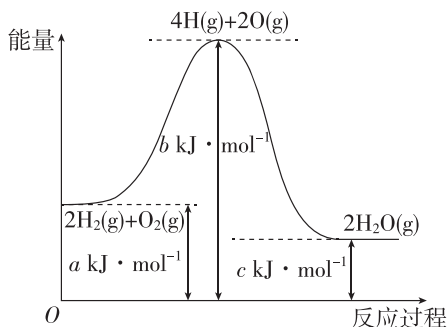
知识点二 反应热的计算与大小比较

6. [2025·浙江春晖中学高二月考] 室温下,将 $1 \text{ mol } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 溶于水,会使溶液温度降低,反应热为 ΔH_1 ;将 $1 \text{ mol } \text{CuSO}_4(\text{s})$ 溶于水,会使溶液温度升高,反应热为 ΔH_2 。

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 受热分解的热化学方程式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s}) = \text{CuSO}_4(\text{s}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ΔH_3 ,则下列关系正确的是 ()

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

7. 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 ()

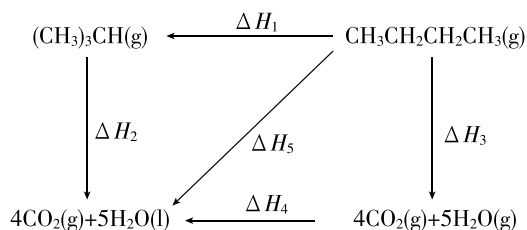


- A. 该反应的反应热 $\Delta H = (c - a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. 该反应为吸热反应
 C. 断裂 2 mol H—H 和 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 中氧氧双键放出 $(b - a) \text{ kJ}$ 能量
 D. 表示 H_2 燃烧热的热化学方程式为 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H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

8. 已知 1 mol $\text{X}_2(\text{g})$ (结构为 X—X) 完全燃烧生成 $\text{X}_2\text{O}(\text{g})$ (结构为 X—O—X) 放出能量 $a \text{ kJ}$, 且 X_2 中 1 mol X—X 断裂时吸收能量 $b \text{ kJ}$, 氧气中 1 mol $\text{O}=\text{O}$ 断裂时吸收能量 $c \text{ kJ}$, 则 X_2O 中 1 mol X—O 形成时放出的能量为 ()

- A. $\frac{2a + 2b - 4c}{4} \text{ kJ}$
 B. $\frac{4c - b - 2a}{2} \text{ kJ}$
 C. $\frac{2a + 2b + c}{2} \text{ kJ}$
 D. $\frac{2a + 2b + c}{4} \text{ kJ}$

9. [2026 · 浙江温州十校高二期中] 已知 ΔH_2 、 ΔH_3 、 ΔH_5 对应的反应中 $\text{O}_2(\text{g})$ 已省略, 且 $\Delta H_2 > \Delta H_5$ 。

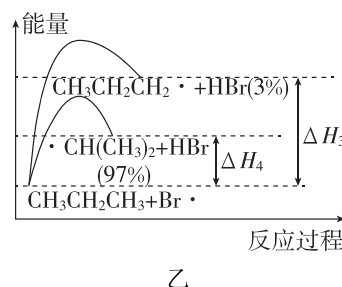
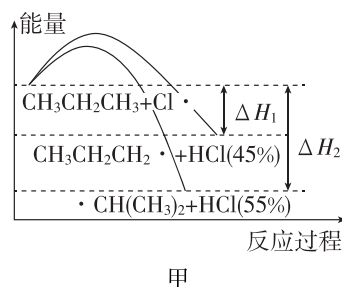


下列说法正确的是 ()

- A. $\Delta H_1 > 0$
 B. ΔH_3 的值是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3(\text{g})$ 的燃烧热
 C. $\Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 - \Delta H_1$
 D. 稳定性: 正丁烷 > 异丁烷

综合应用

10. 一定温度下, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 的氯化、溴化反应能量图及一段时间后产物的选择性如图所示, 下列叙述正确的是 ()



- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ 的氯化、溴化反应的 ΔH 均小于 0
 B. 稳定性: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\cdot > \cdot\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
 C. $\Delta H_1 + \Delta H_4 = \Delta H_2 + \Delta H_3$
 D. HCl 和 HBr 的键能差 = $\Delta H_1 - \Delta H_3$

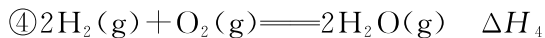
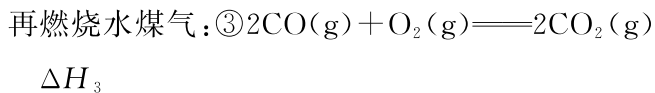
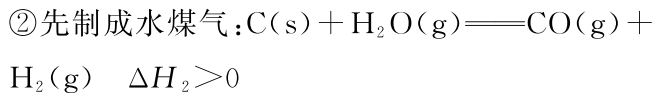
11. [2025 · 浙江舟山五校高二月考] 化学反应中的能量变化对生产生活有着重要意义。回答下列问题:

(1) 把煤作为燃料可通过下列两种途径:

途径 I:

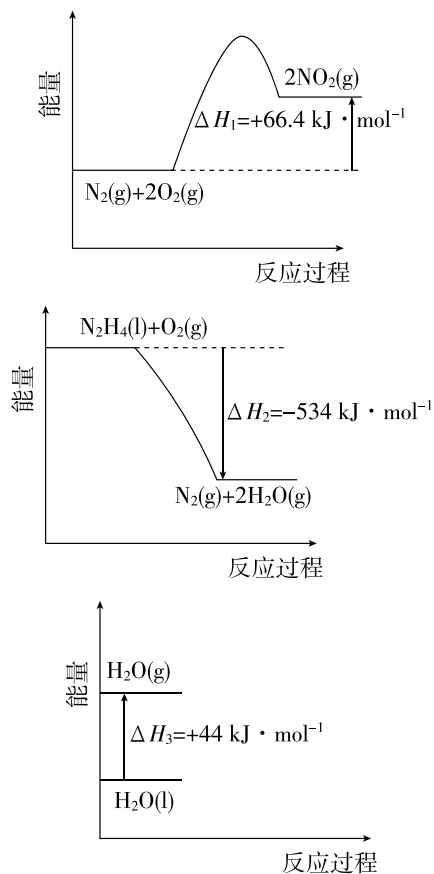


途径Ⅱ：



则 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 、 ΔH_4 之间的数学关系式是 $\Delta H_1 =$ _____。

(2) 火箭常用 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$ (肼) 作燃料，与氧化剂 NO_2 反应生成 N_2 和水蒸气。已知：

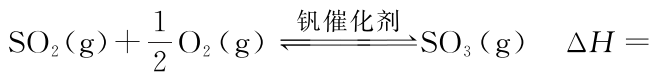


①请写出 N_2H_4 作为火箭燃料与 NO_2 反应的热化学方程式：_____。

②1 mol N_2H_4 与足量 NO_2 反应生成 N_2 和液态水时，放出的热量是 _____ kJ。

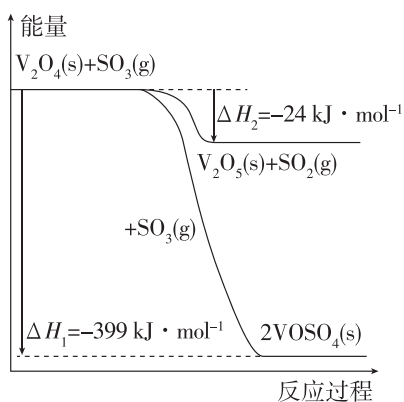
12. 根据要求填空。

(1) 硫酸是一种重要的基本化工产品。接触法制硫酸生产中的关键工序是 SO_2 的催化氧化：



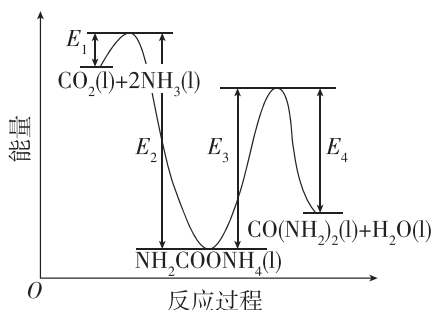
$-98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。钒催化剂参与反应的能量变化如图所示， $\text{V}_2\text{O}_5(\text{s})$ 与 $\text{SO}_2(\text{g})$ 反应生成

$\text{VOSO}_4(\text{s})$ 和 $\text{V}_2\text{O}_4(\text{s})$ 的热化学方程式为 _____。



(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：

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



试写出 $\text{CO}_2(\text{l})$ 和 $\text{NH}_3(\text{l})$ 反应生成 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

(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

第一节 化学反应速率

第1课时 化学反应速率

学习理解

知识点一 化学反应速率的定义与测定

1. 下列说法正确的是 ()

- A. 在化学反应中,固体和纯液体的化学反应速率为零
- B. 在化学反应中,某物质的化学反应速率表示该物质在某时刻反应的速率
- C. 在某一化学反应中,化学反应速率可以用单位时间内反应物浓度的改变或生成物浓度的改变来表示,其数值可能相同,也可能不相同
- D. 化学反应速率用生成物浓度的改变来表示时可以是负值

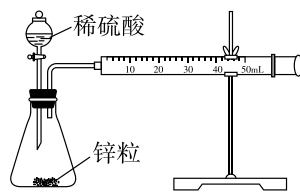
2. 将等物质的量的 A、B 混合于 2 L 的恒容密闭容器中,发生反应 $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons xC(g) + D(g)$,经 4 min 后,测得 D 的浓度为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(A) : c(B) = 3 : 5$,C 的平均反应速率是 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。下列说法不正确的是 ()

- A. A 在 4 min 末的浓度是 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. B 在 4 min 内的平均反应速率为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- C. $x = 1$
- D. 起始时物质 A 的浓度为 $2.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

3. 某温度下,浓度都是 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 X_2 和 Y_2 两种气体,在恒容密闭容器中反应生成气体 Z。反应 2 min 后,测得剩余的 X_2 为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,用 Y_2 表示的反应速率 $v(Y_2) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,生成的 $c(Z)$ 为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则该可逆反应的化学方程式是 ()

- A. $X_2 + Y_2 \rightleftharpoons 2XY$
- B. $2X_2 + Y_2 \rightleftharpoons 2X_2Y$
- C. $3X_2 + Y_2 \rightleftharpoons 2X_3Y$
- D. $X_2 + 3Y_2 \rightleftharpoons 2XY_3$

4. 如图所示安装好实验装置(装置气密性良好),在锥形瓶内盛有 6.5 g 锌粒,通过分液漏斗加入 50 mL $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀硫酸,将产生的 H_2 收集在注射器中,10 s 时恰好收集到标准状况下的 H_2 44.8 mL。忽略锥形瓶内溶液体积的变化,下列说法不正确的是 ()



- A. 用 H^+ 表示 10 s 内该反应的速率为 $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- B. 用 Zn^{2+} 表示 10 s 内该反应的速率为 $0.004 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- C. 用锌粒表示该反应的速率为 $0.013 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$
- D. 用 H_2 的物质的量变化表示 10 s 内该反应的速率为 $0.000 2 \text{ mol} \cdot \text{s}^{-1}$

5. 取 50 mL 过氧化氢水溶液,在少量 I^- 存在下分解: $2H_2O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + O_2 \uparrow$ 。在一定温度下,测得 O_2 的放出量,转换成 H_2O_2 浓度(c)如表:

t/min	0	20	40	60	80
$c/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	0.80	0.40	0.20	0.10	0.050

下列说法错误的是 ()

- A. 第 30 min 时的瞬时速率小于第 50 min 时的瞬时速率
- B. Fe^{3+} 和 Cu^{2+} 都可代替 I^- 作 H_2O_2 分解的催化剂

C. 反应 20 min 时,测得 O_2 体积为 224 mL(标准状况)

D. 20~40 min,消耗 H_2O_2 的平均反应速率为 $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

知识点二 化学反应速率的计算与比较

6. 将 10 mol A 和 5 mol B 放入 10 L 恒容真空容器内,某温度下发生反应 $3A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$,在最初的 0.2 s 内,消耗 A 的平均反应速率为 $0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,则在 0.2 s 末,容器中 C 的物质的量是 ()

A. 0.12 mol B. 0.08 mol

C. 0.04 mol D. 0.8 mol

7. 在一定容积的恒容密闭容器中发生反应:
 $2CH_4(g) + 2NH_3(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2HCN(g) + 6H_2O(g)$ 。
 15 min 内测得用 HCN 表示的反应速率为 $v(HCN) = 0.36 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,下列表示正确的是 ()

A. 15 min 内反应消耗 5.4 mol NH_3

B. 该时间段内用水蒸气表示反应速率为 $v(H_2O) = 5.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

C. 各物质的速率关系为 $3v(CH_4) = 3v(NH_3) = 2v(O_2)$

D. 15 min 末 O_2 浓度下降到 $8.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

8. [2026·浙江宁波高二期中] 在 $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 3C(g) + 4D(g)$ 反应中,表示该反应速率最快的数据是 ()

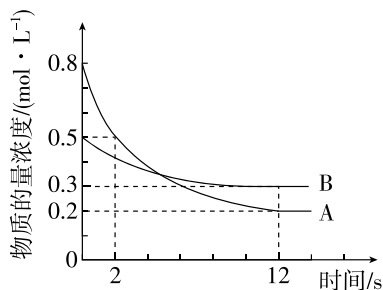
A. $v(A) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

B. $v(B) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

C. $v(C) = 0.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

D. $v(D) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

9. [2025·浙江湖州高二月考] 某温度下,在 2 L 恒容密闭容器中投入一定量的 A、B,发生反应 $3A(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + 2D(s)$,12 s 时生成 C 的物质的量为 0.8 mol(反应过程如图所示)。下列说法中正确的是 ()



A. 2 s 时 B 的转化率为 12.5%

B. 0~2 s 内,D 的平均反应速率为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

C. 化学计量数之比 $b:c=1:2$,且 $v(B)=2v(C)$

D. 图中两曲线相交时,A 的反应速率大于 B 的反应速率

综合应用

10. I. 在容积为 2 L 的恒容密闭容器中进行如下反应:
 $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 3C(g) + nD(g)$ 。
 开始时 A 为 4 mol,B 为 6 mol。5 min 末测得 C 的物质的量为 3 mol,D 的平均反应速率 $v(D) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,请回答:

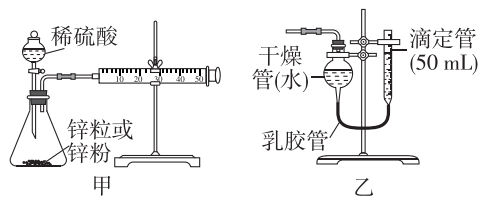
(1)5 min 末 A 的物质的量浓度为_____。

(2)前 5 min 内用 B 表示的平均反应速率 $v(B) =$ _____, $v(C) =$ _____。

(3)前 5 min 内 A 的转化率为_____。

(4)化学方程式中 n 的值为_____。

II. 测定 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀硫酸与锌粒或锌粉反应的速率,设计如图甲所示装置。



(5)按照图甲所示装置实验时,限定了两次实验时间均为 10 min,还需要测定的另一个数据是_____。

(6)若将图甲所示装置中的气体收集装置改为图乙,实验完毕待冷却后,准备读取滴定管中液面所处的刻度时,发现滴定管中的液面高于干燥管中的液面,应首先采取的操作是_____。

第2课时 影响化学反应速率的因素

学习理解

知识点一 影响化学反应速率的因素

1. 下列对化学反应速率描述正确的是 ()

- A. 对有气体参加的化学反应,增大压强化学反应速率一定加快
- B. 向反应体系中加入某一反应物,化学反应速率一定加快
- C. 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
- D. 加入适宜的催化剂,能加快化学反应速率

2. [2025·浙江杭州等四地高二联考] 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. 中和反应时,边滴溶液边摇锥形瓶
- 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

3. 下列有关化学反应速率的说法正确的是 ()

- A. 在金属钠与足量水的反应中,增加水的量能加快反应速率
- B. SO_2 的催化氧化是一个放热反应,降低温度,反应速率加快
- C. 用铁片和稀硫酸反应制氢气时,可改用 98% 的浓硫酸加快生成氢气的速率
- D. 实验室用碳酸钙和盐酸反应制取 CO_2 ,用碳酸钙粉末比块状反应要快

4. [2025·浙江嘉兴平湖高级中学高二月考] 一定量铁粉和水蒸气在带活塞的密闭容器中进行反应,能使反应速率增大的操作是 ()

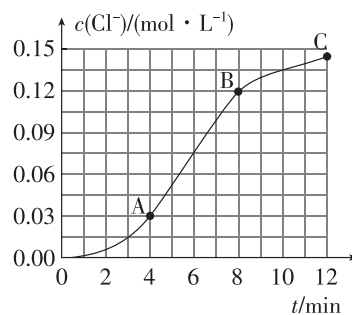
- A. 增加铁粉质量
- B. 保持容积不变,充入 N_2 ,使体系压强增大
- C. 将容器的容积缩小一半
- D. 保持压强不变,充入 N_2 ,使容器容积增大

5. 少量铁粉与 100 mL $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的稀盐酸反应,反应太慢。为了加快该反应的化学反应速率且不改变 H_2 的产量,可以使用如下方法中的 ()

- ①加入 NaCl 溶液
- ②加入少量 KNO_3 固体
- ③加入几滴浓盐酸
- ④滴入几滴硫酸铜溶液
- ⑤升高温度(不考虑盐酸挥发)
- ⑥改用 10 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸

A. ②③④ B. ③⑤⑥ C. ④⑤⑥ D. ①③⑤

6. 某化学小组欲测定 KClO_3 与 NaHSO_3 反应的化学反应速率并探究影响其化学反应速率的因素,反应的离子方程式为 $\text{ClO}_3^- + 3\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$ 。所用试剂为 20 mL $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KClO_3 溶液和 20 mL $0.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHSO_3 溶液,测得数据如图所示,下列说法错误的是 ()



A. 4~8 min 的反应速率 $v(\text{SO}_4^{2-}) = 0.0225 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

B. 反应过程中,该反应的化学反应速率先增大后减小

C. AB 段反应速率变化的原因可能是该反应放热

D. BC 段反应速率变化的原因可能是反应物浓度减小

知识点二 变量控制法在化学反应速率中的应用

7. [2025·广东广州越秀区高二调研] 某课外兴趣小组利用硫代硫酸钠与稀硫酸反应,设计了探究影响化学反应速率因素的系列实验(如表所示,忽略溶液体积变化)。下列说法不正确的是 ()

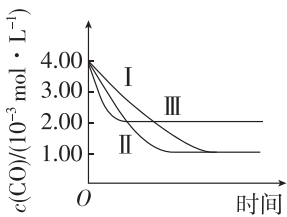
实验序号	反应温度/ $^{\circ}\text{C}$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液		稀硫酸		蒸馏水
		V/mL	$c/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	V/mL	$c/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	
1	20	10.0	0.10	10.0	0.50	0
2	40	V_1	0.10	V_2	0.50	V_3
3	20	V_4	0.10	4.0	0.50	V_5

- A. 通过记录产生沉淀所需的时间可以比较反应的快慢
- B. 若实验 1 记录完全反应的时间为 5 min,则 $v(\text{H}^+)=0.05\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
- C. 实验 1 和 3 若探究稀硫酸浓度对该反应速率的影响,则 $V_4=10.0,V_5=6.0$
- D. 将蒸馏水更换为 Na_2SO_4 溶液,对实验结果无影响

8. 目前,常利用催化技术将汽车尾气中的 NO 和 CO 转化成 CO_2 和 N_2 。为研究如何增大该化学反应的速率,某课题组进行了如下对照实验,探究温度和催化剂的比表面积对反应的影响。

三组实验中 CO 的浓度随时间的变化如图所示。

编号	$t/^{\circ}\text{C}$	$c(\text{NO})/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	$c(\text{CO})/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$	催化剂的比表面积/ $(\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1})$
I	280	6.50×10^{-3}	4.00×10^{-3}	80.0
II				120
III				80.0

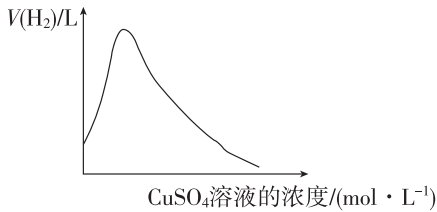


以下关于该实验的说法错误的是 ()

- A. II 中 $c(\text{NO})>6.5\times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- B. III 中温度高于 $280\text{ }^{\circ}\text{C}$
- C. 对比实验 I 和 II 可知,在其他条件相同时,催化剂的比表面积越大,反应速率越快
- D. 在实际应用中,可以通过改良催化剂,减少有害气体的排放

9. 在稀硫酸与锌制氢气的实验中,为研究硫酸铜用量对氢气生成速率的影响,某同学设计了如下系列实验。将表中 6 组溶液分别加入 6 个盛有过量的锌粒(锌粒表面积均相同)的反应瓶中,记录相同时间产生的氢气的体积(如图所示)。

实验组别	A	B	C	D	E	F
$4\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ H}_2\text{SO}_4$ 溶液/mL	30	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
饱和 CuSO_4 溶液/mL	0	0.5	2.5	5	V_6	20
H_2O /mL	V_7	V_8	V_9	V_{10}	10	0



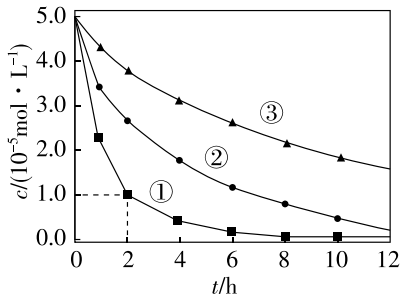
下列关于实验的说法中不正确的是 ()

- A. $V_2=30,V_6=10,V_{10}=15$
- B. 实验中溶液蓝色逐渐变浅,可推测硫酸铜是该反应的催化剂
- C. 水的作用是控制溶液总体积,保证各组实验 H_2SO_4 的浓度相同
- D. 当加入 CuSO_4 溶液超过一定量时,生成氢气的速率反而会下降

综合应用

10. [2025·浙江杭州十四中高二期末] 室温下,为探究纳米铁去除水样中 SeO_4^{2-} 化学反应速率的影响因素,测得不同条件下 SeO_4^{2-} 浓度随时间的变化如图所示。

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 h 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, SeO_4^{2-} 的去除效果越好

11. [2026 · 广东汕头一中高二月考] 某化学小组开展实验探究化学反应速率的影响因素。

【实验目的】探究外界条件对酸性高锰酸钾溶液与草酸反应的影响。

【实验内容及记录】

实验 编号	实验 温度/ ℃	试管中所加试剂及其用量/mL				溶液褪至 无色所需 时间/min
		0.6 mol · L ⁻¹ H ₂ C ₂ O ₄ 溶液	蒸馏水	3 mol · L ⁻¹ H ₂ SO ₄ 溶液	0.05 mol · L ⁻¹ KMnO ₄ 溶液	
①	25	3.0	2.0	2.0	3.0	1.5
②	25	2.0	V ₁	2.0	3.0	2.7
③	50	2.0	V ₂	2.0	3.0	1.7

(1)配制 100 mL 0.050 0 mol · L⁻¹ KMnO₄ 溶液所需的玻璃仪器:量筒、烧杯、玻璃棒、胶头滴

管和_____。

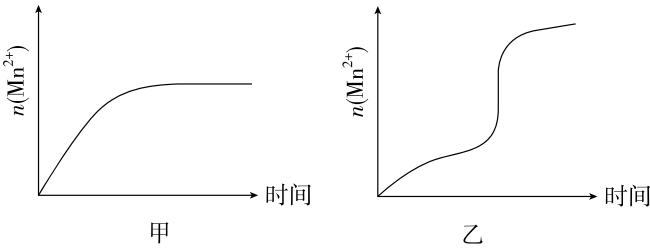
(2)完成该反应的化学方程式: $\square \text{KMnO}_4 + \square \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \square \text{H}_2\text{SO}_4 = \square \text{K}_2\text{SO}_4 + \square \text{MnSO}_4 + \square \text{CO}_2 \uparrow + \square$ _____

(3)请完成上述实验设计,其中:V₂ = _____。

(4)探究温度对化学反应速率的影响,应选择 _____ (填实验编号),实验结论为 _____。

(5)利用实验①中的数据,计算用 KMnO₄ 表示的化学反应速率为 _____ (保留两位有效数字)。

(6)该小组同学根据经验绘制了实验②中 $n(\text{Mn}^{2+})$ 随时间变化的趋势如图甲所示,但查阅资料发现该实验过程中 $n(\text{Mn}^{2+})$ 随时间变化的实际趋势如图乙所示。



该小组同学根据图乙所示信息提出了新的假设,并设计以下实验方案继续进行实验。

实验 编号	实验 温度/ ℃	试管中所加试剂及其用量/mL				再向试管 中加入 少量固体	溶液褪至 无色所需 时间/min
		0.6 mol · L ⁻¹ H ₂ C ₂ O ₄ 溶液	蒸馏水	3 mol · L ⁻¹ H ₂ SO ₄ 溶液	0.05 mol · L ⁻¹ KMnO ₄ 溶液		
④	25	2.0	3.0	2.0	3.0	MnSO ₄	t

①该小组同学提出的假设是 _____。

②若该小组同学提出的假设成立,应观察到的现象是 _____。

第3课时 活化能

学习理解

知识点一 活化能与有效碰撞理论

1. 下列关于“有效碰撞”的说法错误的是 ()

- A. 发生有效碰撞时,会有化学键断裂与形成
- B. 反应物分子具有合适的取向一定能发生有效碰撞
- C. 单位时间单位体积内,活化分子发生的有效碰撞次数越多,反应速率就越快
- D. 其他条件相同时,升高温度可使单位时间内有效碰撞的次数增加

2. 反应 $2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$ 实际上是经过下列两步完成的:① $2\text{HI} \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{I}\cdot$; ② $2\text{I}\cdot \longrightarrow \text{I}_2$ 。下列说法不正确的是 ()

- A. 上述三个反应均为基元反应
- B. 基元反应发生的先决条件是反应物的分子必须发生碰撞
- C. 活化能指的是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
- D. 催化剂能改变反应历程,改变反应的活化能

3. 下列说法正确的是 ()

- A. 活化分子之间的碰撞一定是有效碰撞
- B. 人们把能够发生有效碰撞的分子叫作活化分子,把活化分子具有的平均能量叫作活化能
- C. 活化能接近零的反应,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. 活化能的大小不仅意味着一般分子成为活化分子的难易,也会对化学反应的 ΔH 产生影响

知识点二 外因对速率影响的理论解释

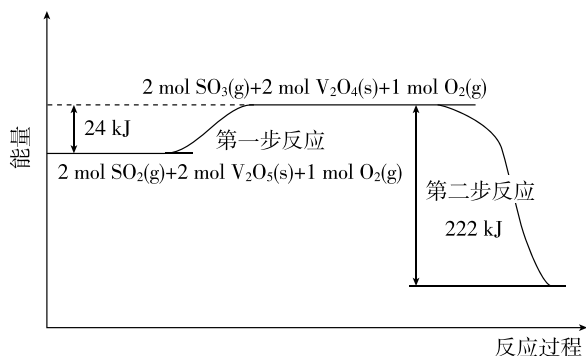
4. [2026·浙江温州十校高二期中] 反应 $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 改变下

列条件能提高产生氢气的速率且提高单位体积内活化分子百分数的是 ()

- ①增加铁的量
- ②将容器的容积缩小一半
- ③适当升高温度
- ④使用高效催化剂
- ⑤保持容器容积不变,充入 N_2 使体系压强增大
- ⑥及时移走氢气

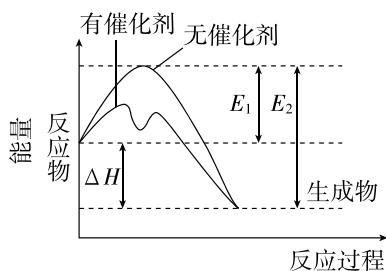
A. ①②④ B. ①③⑥ C. ③④ D. ③⑤

5. [2025·浙江温州中学高二月考] 硫酸工业中,在接触室中催化氧化 SO_2 的反应为 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3(\text{g})$ 。该反应在 V_2O_5 的催化作用下分两步进行,能量变化如图所示。下列说法不正确的是 ()



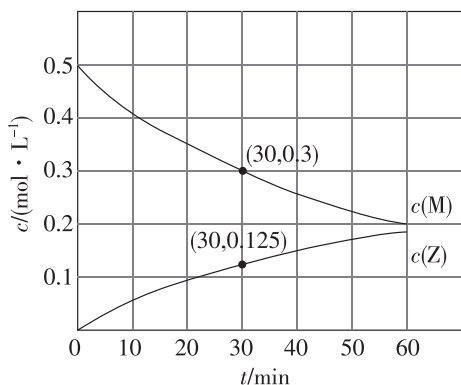
- A. 第一步反应的活化能为 $24 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $2 \text{ mol SO}_2(\text{g})$ 和 $1 \text{ mol O}_2(\text{g})$ 的总能量大于 $2 \text{ mol SO}_3(\text{g})$ 的总能量
- C. 升高温度,活化分子百分数增大,反应速率加快
- D. 第二步反应的热化学方程式: $2\text{V}_2\text{O}_4(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{V}_2\text{O}_5(\text{s}) \quad \Delta H = -222 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

6. [2025·浙江嘉兴当湖高级中学高二月考] $2\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g})$ 反应过程中能量变化如图所示,下列有关叙述正确的是 ()



- A. $E_2 - E_1 = \Delta H$, 该反应为放热反应
 B. 使用催化剂可降低反应的活化能, 降低活化分子百分数
 C. 升高温度, 活化分子的百分数增大
 D. E_2 为使用催化剂时逆反应的活化能

7. 室温下, 某溶液初始时仅溶有 M 和 N 且浓度相等, 同时发生以下两个反应: ① $M + N \rightleftharpoons X + Y$; ② $M + N \rightleftharpoons X + Z$ 。反应①的速率可表示为 $v_1 = k_1 c^2(M)$, 反应②的速率可表示为 $v_2 = k_2 c^2(M)$ (k_1 、 k_2 为速率常数)。反应体系中组分 M、Z 的浓度随时间变化情况如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 0~30 min 内, Y 的平均反应速率为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
 B. 反应开始后, 体系中 Y 和 Z 的浓度之比保持不变
 C. 如果反应能进行到底, 反应结束时 37.5% 的 M 转化为 Z
 D. 反应①的活化能比反应②的活化能大

知识点三 催化剂与反应历程

8. 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

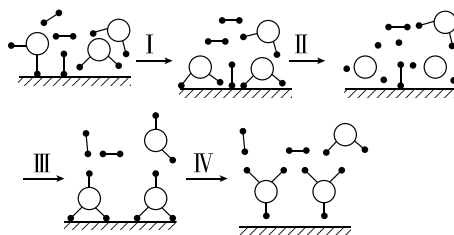
如下:

- 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)
 ③ $\text{N}_2\text{O}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (快)

下列有关说法错误的是 ()

- A. 升高温度可以提高活化分子百分数
 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

9. [2025 · 浙江台州中学高二月考] 工业合成三氧化硫的反应为 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ $\Delta H = -198 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应过程可用如图所示模拟 (●●代表 O_2 分子, ●○代表 SO_2 分子, 代表催化剂)。下列说法不正确的是 ()



- A. 以上四步过程中, 过程 II 和过程 III 决定了整个反应进行的程度
 B. 过程 II 为放热反应, 过程 III 为吸热反应
 C. 1 mol SO_2 和 1 mol O_2 反应, 放出的热量小于 99 kJ
 D. 催化剂可降低整个反应的活化能, 从而使活化分子百分数增大, 化学反应速率增大

10. 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。

