



浙江省

练习册

主编 肖德好

全品

学练考

高中化学

选择性必修1 RJ

细分课时

分层设计

落实基础

突出重点

详答案本

天津出版传媒集团  
天津人民出版社

## 01

课时内容划分不同学习任务并从【课前自主预习】、【核心知识讲解】、【知识迁移应用】逐级推进，结构合理使用便捷。

### 第二节 反应热的计算

#### 新课探究

知识导学 素养初识

#### 学习任务一 盖斯定律

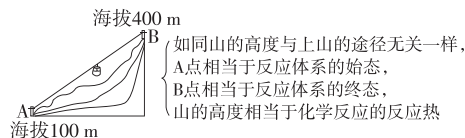
【课前自主预习】

##### 1. 内容

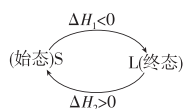
一个化学反应，不管是一步完成的还是分几步完成的，其反应热是\_\_\_\_\_（填“相同”或“不同”）的。

##### 2. 理解与特点

(1) 从反应途径角度理解



(2) 从能量守恒角度理解



从  $S \rightarrow L$ ,  $\Delta H_1 < 0$ , 体系\_\_\_\_\_；从  $L \rightarrow S$ ,  $\Delta H_2 > 0$ , 体系\_\_\_\_\_；根据能量守恒： $\Delta H_1 + \Delta H_2 = 0$ 。

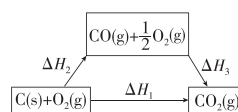
(3) 特点

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

3. 应用

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

(2) 示例



已知：①  $C(s) + O_2(g) = CO_2(g)$

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

②  $CO(g) + \frac{1}{2} O_2(g) = CO_2(g)$

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

分析上述热化学方程式的关系，将反应①减去反应

②，得到反应： $C(s) + \frac{1}{2} O_2(g) = CO(g)$ 。根据盖斯

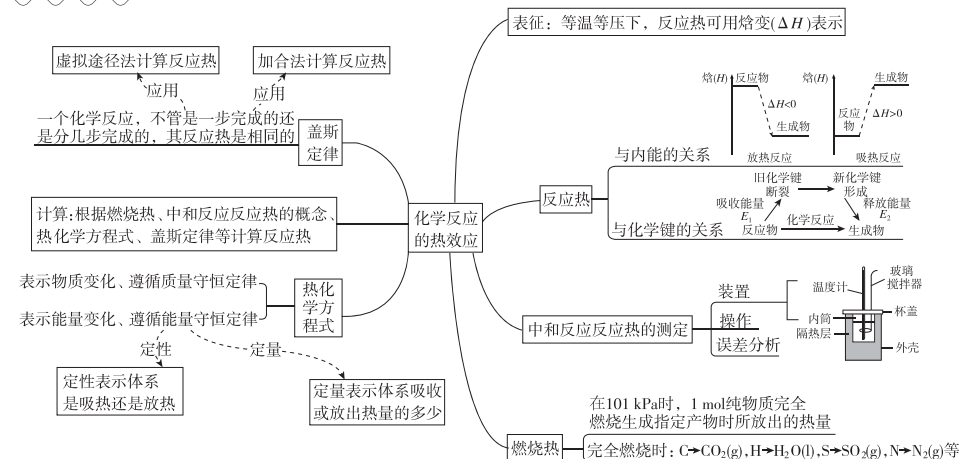
定律可得： $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$ ，则有  $\Delta H_2 = \Delta H_1 - \Delta H_3 = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

## 02

章节内容构建知识网络，帮助学生知识碎片网络化、结构化，促进整体及局部的掌握与熟练化。

### 本章素养提升

#### 知识网络



## 整合突破2 平衡常数应用

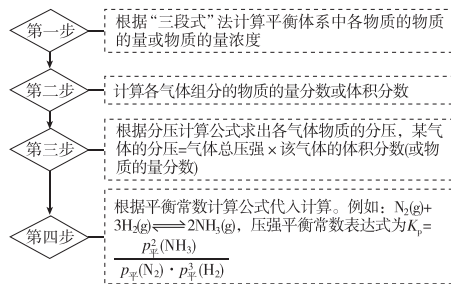
### 考情分析

年份	2020	2021	2022	2023
题号	全国 I T28, 全国 II T28, 全国 III T28, 天津 T16, 山东 T18	浙江 1 月选考 T29, 湖南 T16, 广东 T19, 山东 T20	全国甲 T28, 全国乙 T28, 河北 T16, 江苏 T10, 湖南 T14, T16, 山东 T20	福建 T13, 河北 T17, 湖南 T13, T16, 山东 T20, 全国甲 T28, 全国乙 T28
考查方向	书写平衡常数表达式、计算平衡常数的数值(特别是近几年的考查热点:压强平衡常数 $K_p$ )、运用平衡常数判断反应进行的方向以及运用平衡常数求算反应物的转化率等			
学科素养	证据推理与模型认知、变化观念与平衡思想等学科核心素养			

### 解题策略

#### ◆ 类型一 三段式法计算化学平衡常数

三段式法就是依据化学方程式列出各物质的起始量、变化量和平衡量,然后根据已知条件建立代数等式而进行解题的一种方法。这是解答化学平衡计算题的一种“万能方法”,只要已知起始量和转化率就可用三段式法解题。对于反应前后气体体积变化的反应,如果已知反应前气体的总物质的量与反应后气体的总物质的量的差值,也可用差量法解题。



例 2 [2024·重庆十一中期中]  $T$  °C 时,将 0.10 mol

## 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. 为了测定酸碱中和反应反应热,计算生成 1 mol  $H_2O$  时放出的热量,至少需要的数据是 ( )

- ①酸溶液的浓度和体积 ②碱溶液的浓度和体积  
③比热容 ④反应后溶液的质量(单位:g) ⑤生成水的物质的量  
⑥反应前后温度变化 ⑦操作所需的时间

- A. ③④⑤⑥ B. ③④⑤⑦  
C. ①②③⑥ D. 全部

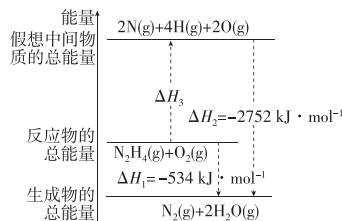
##### ◆ 学习任务二 反应热与焓变

3. [2024·浙江温州新力量联盟期中联考] 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.  $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$  与  $NH_4Cl$  反应  
C. 铁与稀盐酸反应  
D. 己烷在氧气中燃烧

7. 已知某条件下,断裂 1 mol 化学键所需的能量:  
 $N \equiv N$  为 942 kJ,  $O=O$  为 500 kJ,  $N-N$  为 154 kJ,

$O-H$  为 452.5 kJ,则断裂 1 mol  $N-H$  所需的能量是 ( )



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

#### 综合应用练

8. 已知 1 mol  $X_2(g)$  (结构为  $X-X$ ) 完全燃烧生成  $X_2O(g)$  (结构为  $O-X-O$ ) 放出  $a$  kJ 能量,且氧气中 1 mol  $O=O$  完全断裂时吸收  $b$  kJ 能量,  $X_2O$  中形成 1 mol  $X-O$  时放出  $c$  kJ 能量,则  $X_2$  中断裂 1 mol  $X-X$  时吸收的能量为 ( )

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

# 目录 Contents

## 01 第一章 化学反应的热效应

PART ONE

第一节 反应热	练 001/导 115
第 1 课时 反应热 焓变	练 001/导 115
第 2 课时 热化学方程式 燃烧热	练 003/导 118
第二节 反应热的计算	练 005/导 121
本章素养提升	导 124

## 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	练 007/导 127
第 1 课时 化学反应速率	练 007/导 127
第 2 课时 影响化学反应速率的因素 活化能	练 009/导 129
<b>整合突破 1 有关反应历程与能量变化的图像分析</b>	练 012/导 133
第二节 化学平衡	练 015/导 135
第 1 课时 化学平衡状态	练 015/导 135
第 2 课时 化学平衡常数	练 017/导 137
第 3 课时 影响化学平衡的因素	练 019/导 140
<b>整合突破 2 平衡常数应用</b>	练 022/导 144
<b>整合突破 3 化学反应速率与平衡图像分析</b>	练 024/导 146
第三节 化学反应的方向	练 027/导 147
第四节 化学反应的调控	练 029/导 149
本章素养提升	导 152

## 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	练 031/导 155
第二节 水的电离和溶液的 pH	练 034/导 159
第 1 课时 水的电离 溶液的酸碱性 with pH	练 034/导 159
第 2 课时 pH 的计算	练 036/导 161
第 3 课时 酸碱中和滴定	练 038/导 164
<b>整合突破 4 中和滴定拓展——氧化还原滴定</b>	练 040/导 167

第三节 盐类的水解	练 042/导 168
第 1 课时 盐类的水解	练 042/导 168
第 2 课时 影响盐类水解的主要因素 盐类水解的应用	练 044/导 171
第 3 课时 溶液中粒子浓度大小的比较	练 047/导 175
<b>整合突破 5 电解质溶液中的常考曲线</b>	练 050/导 178
第四节 沉淀溶解平衡	练 053/导 181
第 1 课时 难溶电解质的沉淀溶解平衡	练 053/导 181
第 2 课时 沉淀溶解平衡的应用	练 055/导 183
⑩ 本章素养提升	导 185

## 04 第四章 化学反应与电能

PART FOUR

第一节 原电池	练 057/导 188
第 1 课时 原电池的工作原理	练 057/导 188
第 2 课时 化学电源	练 060/导 191
第二节 电解池	练 063/导 194
第 1 课时 电解原理	练 063/导 194
第 2 课时 电解原理的应用	练 066/导 197
<b>整合突破 6 电化学装置中的离子交换膜</b>	练 069/导 201
第三节 金属的腐蚀与防护	练 072/导 202
⑩ 本章素养提升	导 206

◆ 参考答案(练习册)	练 075
◆ 参考答案(导学案)	导 211

## 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. 为了测定酸碱中和反应反应热,计算生成 1 mol  $H_2O$  时放出的热量,至少需要的数据是 ( )

- ①酸溶液的浓度和体积 ②碱溶液的浓度和体积  
③比热容 ④反应后溶液的质量(单位:g) ⑤生成水的物质的量  
⑥反应前后温度变化 ⑦操作所需的时间

- A. ③④⑤⑥ B. ③④⑤⑦  
C. ①②③⑥ D. 全部

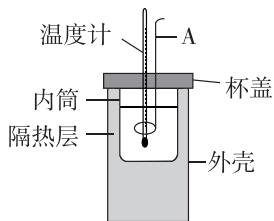
2. [2023·浙江宁波五校期中] 中和反应反应热的测定中,下列说法不正确的是 ( )

- A. 玻璃搅拌器应顺时针或逆时针搅拌  
B. 温度计的水银球不能与内筒底部接触  
C. 稀硫酸和氢氧化钡溶液反应,测量生成 1 mol  $H_2O(l)$  时中和反应反应热数值偏高  
D. 测温度只能用同一支温度计

3. [2024·浙江温州新力量联盟期中联考] 利用如图所示装置测定中和反应反应热的实验步骤如下:

①量取 50 mL  $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} H_2SO_4$  溶液倒入量热计的内筒,测量温度;②量取 50 mL  $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} NaOH$  溶液,测量温度;③打开杯盖,将  $NaOH$  溶液倒入量热计的内筒,立即盖上杯盖,插入温度计,混合均匀后测量混合液温度。下列说法不正确的是 ( )

- A. 仪器 A 的名称是玻璃搅拌器  
B. 为便于酸碱充分反应,  $NaOH$  溶液应分多次加入  
C.  $NaOH$  溶液稍过量的原因是确保硫酸完全被中和  
D. 用温度计测定  $H_2SO_4$  溶液起始温度后直接测定  $NaOH$  溶液的温度,所测生成 1 mol  $H_2O(l)$  时中和反应反应热有误差



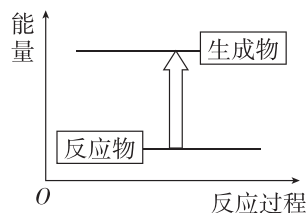
##### ◆ 学习任务二 反应热与焓变

4. [2024·浙江温州新力量联盟期中联考] 下列反应既属于氧化还原反应,又属于吸热反应的是 ( )

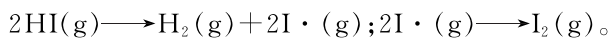
- A. 灼热的炭与  $CO_2$  反应  
B.  $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$  与  $NH_4Cl$  反应  
C. 铁与稀盐酸反应  
D. 己烷在氧气中燃烧

5. 分解水获得  $H_2$  的能量变化如图所示,下列说法正确的是 ( )

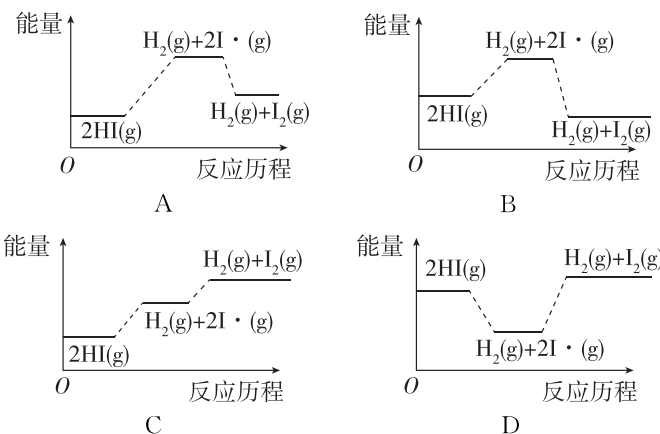
- A. 断开  $H-O$  放出能量  
B. 分解水属于吸热反应  
C. 吸热反应一定要加热  
D. 反应物的总能量大于生成物的总能量



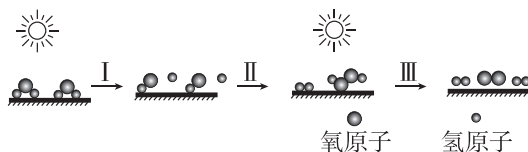
6. 已知碘化氢分解吸热,分以下两步完成:



下列图像最符合上述反应历程的是 ( )



7. [2023·河南濮阳一高月考] 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。



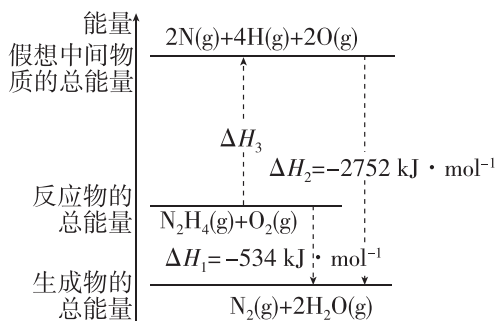
已知几种物质中化学键的键能如表所示:

化学键	H <sub>2</sub> O 中 H—O	O <sub>2</sub> 中 O=O	H <sub>2</sub> 中 H—H	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 中 O—O	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 中 O—H
键能/ (kJ·mol <sup>-1</sup> )	463	496	436	138	463

若反应过程中分解了 2 mol H<sub>2</sub>O(g), 则下列说法不正确的是 ( )

- A. 总反应为  $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$   
 B. 过程 I 吸收了 926 kJ 能量  
 C. 过程 II 放出了 574 kJ 能量  
 D. 过程 III 属于放热反应

8. 已知某条件下, 断裂 1 mol 化学键所需的能量: N≡N 为 942 kJ, O=O 为 500 kJ, N—N 为 154 kJ, O—H 为 452.5 kJ, 则断裂 1 mol N—H 所需的能量是 ( )



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

### 综合应用练

9. 已知 1 mol X<sub>2</sub>(g) (结构为 X—X) 完全燃烧生成 X<sub>2</sub>O(g) (结构为 O—X—O) 放出 a kJ 能量, 且氧气中 1 mol O=O 完全断裂时吸收 b kJ 能量, X<sub>2</sub>O 中形成 1 mol X—O 时放出 c kJ 能量, 则 X<sub>2</sub> 中断裂 1 mol X—X 时吸收的能量为 ( )

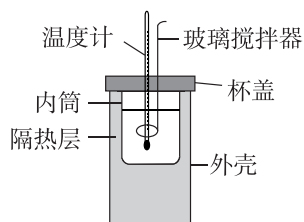
- A. (4c - b + 2a) kJ B.  $\frac{4c - b - 2a}{2}$  kJ  
 C. (4c + b - 2a) kJ D.  $\frac{4c + b - 2a}{2}$  kJ

10. 向 1 L 0.5 mol·L<sup>-1</sup> 的 NaOH 溶液中分别加入下列物质: ①稀醋酸、②浓硫酸、③稀硝酸, 恰好完全反应时的焓变分别为 ΔH<sub>1</sub>、ΔH<sub>2</sub>、ΔH<sub>3</sub>, 则 ΔH<sub>1</sub>、ΔH<sub>2</sub>、ΔH<sub>3</sub> 的关系是 ( )

- A. ΔH<sub>1</sub> > ΔH<sub>2</sub> > ΔH<sub>3</sub> B. ΔH<sub>1</sub> < ΔH<sub>3</sub> < ΔH<sub>2</sub>  
 C. ΔH<sub>1</sub> = ΔH<sub>3</sub> > ΔH<sub>2</sub> D. ΔH<sub>1</sub> > ΔH<sub>3</sub> > ΔH<sub>2</sub>

11. 已知稀酸与稀碱中和生成 1 mol H<sub>2</sub>O(l) 的反应热叫作中和热, 某学习小组拟用如图所示装置来测定中和热。

其主要过程如下:



### I. 测定强酸强碱的中和热

(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热(ΔH<sub>中和</sub>)。

- A. 测定 50 mL 0.55 mol·L<sup>-1</sup> 的 HCl 溶液与 50 mL 0.55 mol·L<sup>-1</sup> 的 NaOH 溶液反应所放出的热量  
 B. 测定 50 mL 0.55 mol·L<sup>-1</sup> 的 HCl 溶液与 50 mL 0.50 mol·L<sup>-1</sup> 的 NaOH 溶液反应所放出的热量  
 C. 测定 50 mL 0.50 mol·L<sup>-1</sup> 的 HCl 溶液与 50 mL 0.55 mol·L<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 的 NaOH 溶液和 50 mL 0.50 mol·L<sup>-1</sup> 的 HCl 溶液进行实验, 实验数据如下表:

实验序号	起始温度 t <sub>1</sub> /°C		终止温度 t <sub>2</sub> /°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<sup>-1</sup> NaOH 溶液和 0.50 mol·L<sup>-1</sup> HCl 溶液的密度都是 1 g·cm<sup>-3</sup>, 中和后生成溶液的比热容 c = 4.18 J·g<sup>-1</sup>·°C<sup>-1</sup>。则中和热 ΔH<sub>中和</sub> = \_\_\_\_\_ (取小数点后一位)。

(3) 上述实验结果与 -57.3 kJ·mol<sup>-1</sup> 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热(ΔH'<sub>中和</sub>)。测定 50 mL 0.50 mol·L<sup>-1</sup> 醋酸溶液与 50 mL 0.55 mol·L<sup>-1</sup> 的 NaOH 溶液反应放出的热量。

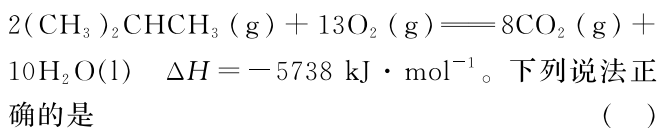
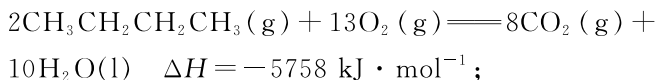
(4) 该同学坚持将环形铜丝代替玻璃搅拌器, 你认为不可行? \_\_\_\_\_, 理由是\_\_\_\_\_。

## 第2课时 热化学方程式 燃烧热

### 基础对点练

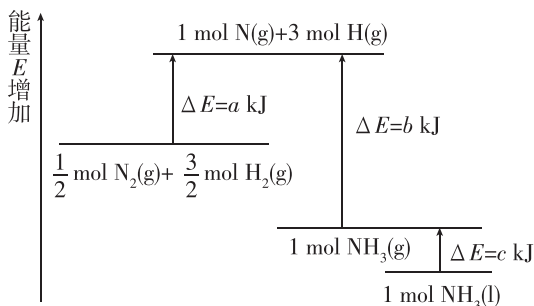
#### ◆ 学习任务一 热化学方程式

1. [2024·浙江杭州四校联考] 已知:



- A. 等物质的量的正丁烷分子储存的能量大于异丁烷分子  
 B. 正丁烷的稳定性大于异丁烷  
 C. 异丁烷转化为正丁烷的过程是一个放热过程  
 D. 异丁烷分子中的碳氢键的数量比正丁烷的多

2. 化学反应  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  的能量变化如图所示,下列热化学方程式正确的是 ( )



- A.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{l})$   
 $\Delta H = 2(b+c-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 B.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$   
 $\Delta H = 2(b-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 C.  $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{l})$   
 $\Delta H = (a+b+c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 D.  $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$   
 $\Delta H = (a-b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. 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

4. [2024·浙江宁波期末] 查表得焓变数据(25 °C, 101 kPa),下列能正确表示物质燃烧热的热化学方程式是 ( )

- A. 石墨:  $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 B.  $\text{CH}_4$ :  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$   
 $\Delta H = -802.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 C.  $\text{H}_2\text{S}$ :  $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = -562.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 D.  $\text{NH}_3$ :  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = -1 530.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

5. [2024·浙江绍兴一中期中] 下列说法正确的是 ( )

- A. 25 °C、101 kPa 时,甲醇的燃烧热  $\Delta H = -726.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,则  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < -726.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 B. 25 °C、101 kPa 时,1 mol S(s)和 2 mol S(s)的燃烧热相等  
 C. 一定条件下,将 0.5 mol  $\text{N}_2(\text{g})$  和 1.5 mol  $\text{H}_2(\text{g})$  置于密闭的容器中充分反应生成  $\text{NH}_3(\text{g})$ ,放热 19.3 kJ,热化学方程式为  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{一定条件}} 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -38.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 D. 在稀溶液中:  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,若将含 1 mol  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的稀溶液与含 1 mol NaOH 的稀溶液混合,放出的热量大于 57.3 kJ

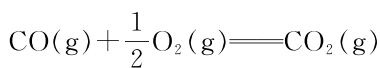


6. [2023·山西吕梁孝义中学月考] 已知丙烯( $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ , 气态)的燃烧热  $\Delta H = -1\,922.0\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 环丙烷( $\text{C}_3\text{H}_6$ , 气态)的燃烧热  $\Delta H = -2\,076.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 下列热化学方程式或叙述正确的是 ( )

- A.  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3(\text{g}) + \frac{9}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$   
 $\Delta H = -1\,922.0\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- B.  $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 3\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\Delta H = -2\,076.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- C. 丙烯比环丙烷稳定
- D.  $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = 154.3\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

### 综合应用练

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

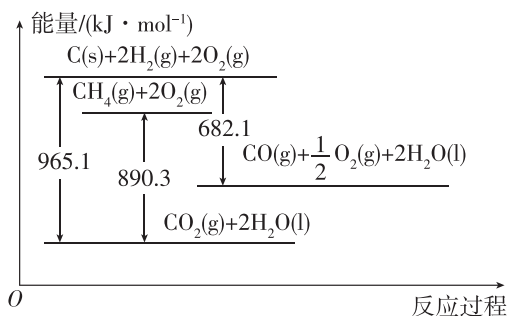


$$\Delta H = -282.9\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

某  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的混合气体完全燃烧时放出  $113.74\text{ kJ}$  热量, 同时生成  $3.6\text{ g}$  液态水, 则原混合气体中  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的物质的量之比为 ( )

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

8. [2023·四川成都石室中学月考] 已知下列几种含碳化合物的转化及能量变化关系如图所示。



下列说法正确的是 ( )

- A.  $\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g}) \quad \Delta H = +74.8\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- B.  $1\text{ mol C}(\text{s})$  完全燃烧可释放  $779.7\text{ kJ}$  能量
- C.  $\text{CO}$  的燃烧热  $\Delta H = -283\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- D.  $1\text{ mol CO}(\text{g})$  具有的能量大于  $1\text{ mol CO}_2(\text{g})$  具有的能量

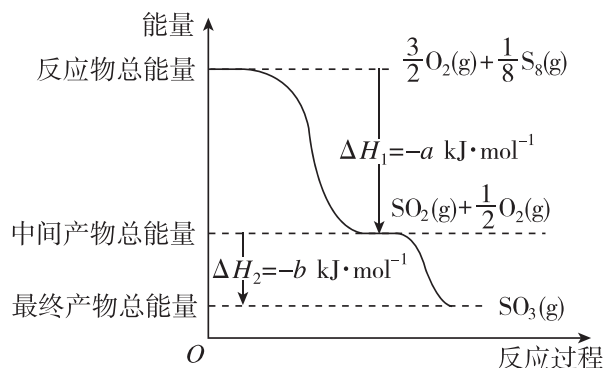
9. 标准状态下, 下列物质气态时的相对能量如下表:

气态物质	$\text{H}_2$	$\text{O}_2$	$\text{H}$	$\text{O}$	$\text{HO}$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O}_2$
能量/( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	0	0	218	249	39	-242	-136

可根据  $\text{HO}(\text{g}) + \text{HO}(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}_2(\text{g})$  计算出  $\text{H}_2\text{O}_2$  中氧氧单键的键能为  $214\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。下列说法不正确的是 ( )

- A.  $\text{H}_2$  的键能为  $436\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- B.  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{HO}(\text{g}) \quad \Delta H = -214\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- C.  $\text{O}_2$  的键能大于  $\text{H}_2\text{O}_2$  中氧氧单键的键能的两倍
- D.  $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$   
 $\Delta H = -212\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

10. 已知单质硫在通常条件下以  $\text{S}_8$  (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可用图简单表示 (图中的  $\Delta H$  表示生成  $1\text{ mol}$  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:

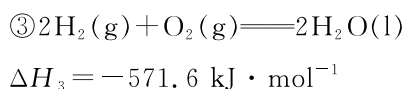
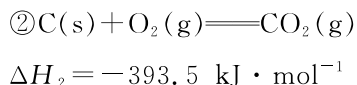
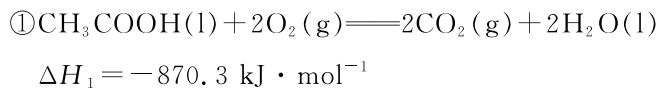
(3) 键能是指气态分子中  $1\text{ mol}$  化学键解离成气态原子所吸收的能量。若已知二氧化硫中的硫氧键的键能为  $d\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 氧气中氧氧键的键能为  $e\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 则  $\text{S}_8$  分子中硫硫键的键能为 \_\_\_\_\_。

## 第二节 反应热的计算

### 基础对点练

#### ◆ 学习任务一 盖斯定律

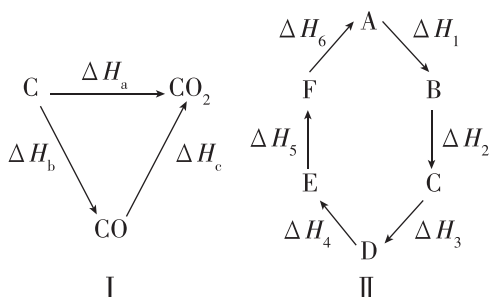
1. [2024·浙江宁波北仑中学期中] 已知下列热化学方程式:



则反应  $2\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{COOH}(\text{l})$  的焓变为 ( )

- A.  $-488.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$     B.  $-244.15 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
C.  $+488.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$     D.  $+244.15 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. 已知化学反应的热效应只与反应物的初始状态和生成物的最终状态有关,如图 I 所示:  $\Delta H_a = \Delta H_b + \Delta H_c$ 。根据上述原理和图 II 所示,判断下列各项对应的反应热关系中不正确的是 ( )



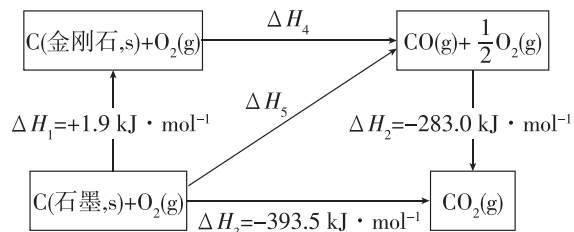
- A.  $A \rightarrow F$  的  $\Delta H = -\Delta H_6$   
B.  $A \rightarrow D$  的  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$   
C.  $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 = 0$   
D.  $\Delta H_1 + \Delta H_6 = \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$

#### ◆ 学习任务二 反应热的计算

3. 已知葡萄糖  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$  的燃烧热  $\Delta H_1 = -2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则下列关于热化学方程式  $6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 6\text{CO}_2(\text{g}) = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g})$   $\Delta H_2 > 0$  的说法正确的是 ( )

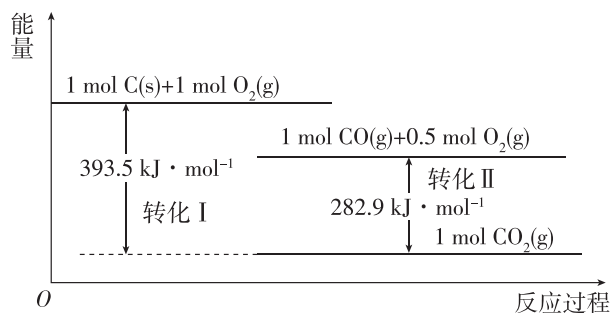
- A. 表示 108 g 水和 264 g 二氧化碳反应时的反应热  
B. 1 mol  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$  的能量高于 6 mol  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  和 6 mol  $\text{CO}_2(\text{g})$  的总能量  
C.  $\Delta H_2 = +2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
D.  $\Delta H_2 < +2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. 依据图示关系,下列说法不正确的是 ( )



- A.  $\Delta H_5 > \Delta H_4$   
B. 1 mol C(石墨,s)、1 mol CO(g) 分别完全燃烧, 石墨放出热量多  
C. 石墨比金刚石稳定  
D.  $\text{C}(\text{石墨}, \text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$  的  $\Delta H = \Delta H_3 - \Delta H_2$

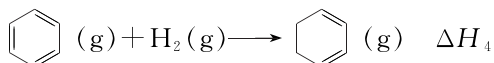
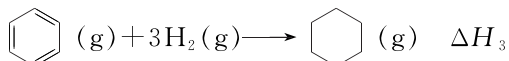
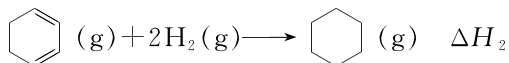
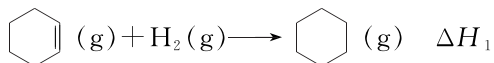
5. [2024·浙江台州八校联盟期中联考] 根据如图所示能量关系,下列说法正确的是 ( )



- A. 1 mol C(s) 与 1 mol  $\text{O}_2(\text{g})$  的能量之和为 393.5 kJ  
B. 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  
C. 由  $\text{C} \rightarrow \text{CO}$  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. 热值指一定条件下 1 g 物质完全燃烧所放出的热量, 则  $\text{CO}(\text{g})$  的热值约为 10.1 kJ

## 综合应用练

6. 相同温度和压强下,关于反应的  $\Delta H$ ,下列判断正确的是 ( )



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

7. [2023·河南南阳统考] 设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值。已知反应:



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



$$\Delta H_2 = -b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} (a, b \text{ 均大于 } 0)$$

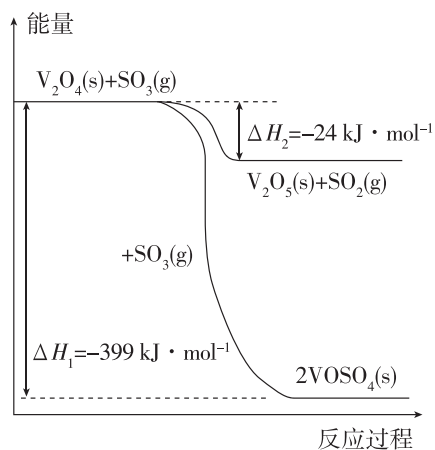
其他数据如表所示,下列说法正确的是 ( )

化学键	C=O	O=O	C—H	O—H
键能/(kJ·mol <sup>-1</sup> )	798	$x$	413	463

- A.  $b < a$ , 且甲烷的燃烧热为  $b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 B.  $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -(a - b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 C. 上表中  $x = \frac{1796 - b}{2}$   
 D. 当有  $4N_A$  个 C—H 断裂时,反应放出的热量一定为  $b \text{ kJ}$

8. [2023·河南宜阳县一中月考] 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  $\text{SO}_2$  的催化氧化:  $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{钒催化剂}} \text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。钒催化剂参与反应的能量变化如图所示,  $\text{V}_2\text{O}_5(\text{s})$  与  $\text{SO}_2(\text{g})$  反应生成  $\text{VOSO}_4(\text{s})$  和  $\text{V}_2\text{O}_4(\text{s})$  的热化学方程式为 \_\_\_\_\_

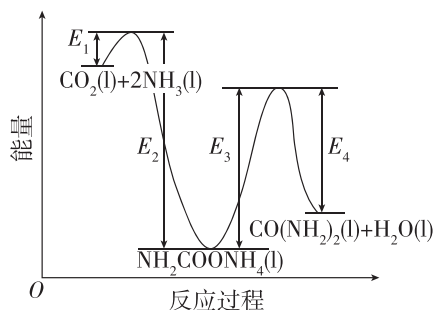


(2) 在  $25^\circ\text{C}$ 、 $101 \text{ kPa}$  下,一定质量的无水乙醇完全燃烧时放出热量  $Q \text{ kJ}$ ,其燃烧生成的  $\text{CO}_2$  用过量饱和石灰水吸收可得  $100 \text{ g CaCO}_3$  沉淀,则乙醇燃烧的热化学方程式为 \_\_\_\_\_。

(3) 在一定条件下,将  $1 \text{ mol N}_2(\text{g})$  和  $3 \text{ mol H}_2(\text{g})$  充入一密闭容器中发生反应生成氨气,达到平衡时  $\text{N}_2$  的转化率为  $25\%$ ,放出  $Q \text{ kJ}$  的热量,写出  $\text{N}_2$  与  $\text{H}_2$  反应的热化学方程式: \_\_\_\_\_。

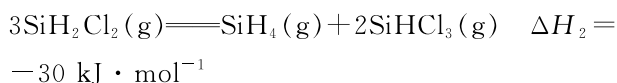
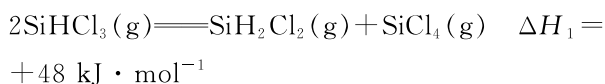
(4) 二十世纪初,工业上以  $\text{CO}_2$  和  $\text{NH}_3$  为原料在一定温度和压强下合成尿素。反应分两步:

- i.  $\text{CO}_2$  和  $\text{NH}_3$  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: \_\_\_\_\_。

(5)  $\text{SiHCl}_3$  在催化剂作用下发生反应:



则反应  $4\text{SiHCl}_3(\text{g}) \longrightarrow \text{SiH}_4(\text{g}) + 3\text{SiCl}_4(\text{g})$  的  $\Delta H$  为 \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

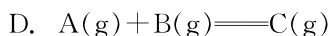
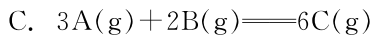
第一节 化学反应速率

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

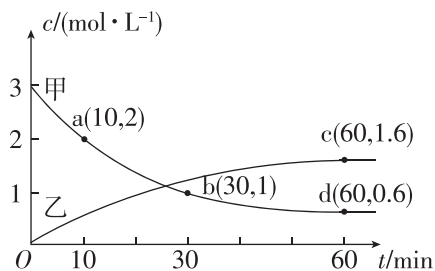
- 下列说法正确的是 ( )
  - 在化学反应中,固体和纯液体的化学反应速率为零
  - 在化学反应中,某物质的化学反应速率表示该物质在某时刻反应的速率
  - 在某一化学反应中,化学反应速率可以用单位时间内反应物浓度的改变或生成物浓度的改变来表示,其数值可能相同,也可能不相同
  - 化学反应速率用生成物浓度的改变来表示时可以是负值
- 在 2 L 的恒容密闭容器中,发生以下反应: $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + D(g)$ 。若最初加入的 A 和 B 都是 4 mol,在前 10 s 内 A 的平均反应速率为  $0.12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ,则 10 s 内时,容器中 B 的物质的量浓度是 ( )
  - $1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
  - $1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
  - $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
  - $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 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 在 4 min 末的浓度是  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
  - B 在 4 min 内的平均反应速率为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
  - $x = 1$
  - 起始时物质 A 的浓度为  $2.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- 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 ( )
  - $2A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons C(g)$
  - $3A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$



5. 下列化学反应速率的测量中,测量依据不可行的是 ( )

选项	化学反应	测量依据 (单位时间内)
A	$2\text{NO}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(g)$	颜色深浅
B	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$	$\text{H}_2$ 体积变化
C	$\text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g)$	压强变化
D	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$	沉淀质量变化

6. 在恒温恒容条件下,发生反应  $2A(g) + xB(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ ,反应体系中某物质的浓度  $c$  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 ( )



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

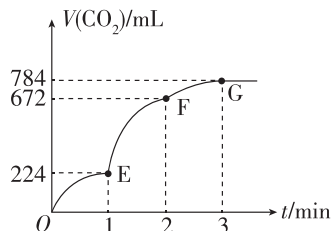
◆ 学习任务二 比较化学反应速率大小的方法

7. [2024·浙江宁波北仑中学期中] 反应  $4A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 3C(g) + D(g)$ ,在不同条件下反应,其平均反应速率  $v(X)$ 如下,其中反应速率最大的是 ( )
- $v(A) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
  - $v(B) = 6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
  - $v(C) = 8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
  - $v(D) = 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

8. [2024·福建泉州期中] 已知在一定条件下  $\text{CO}_2$  可转化为高附加值的燃料  $\text{CH}_4$ , 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

9. 反应  $4\text{A}(\text{s}) + 3\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$ , 经 2 min, B 的浓度减少  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。对此反应速率的表示正确的是 ( )
- A. 用 A 表示的反应速率是  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$   
B. 分别用 B、C、D 表示的反应速率的比值是 3 : 2 : 1  
C. 此 2 min 内的反应速率, 用 B 表示是  $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$   
D. 在这 2 min 内用 B 和 C 表示的反应速率的值是相等的
10. [2024·上海控江中学月考] 用纯净的  $\text{CaCO}_3$  与 100 mL 稀盐酸反应制取  $\text{CO}_2$ , 实验过程记录如图所示( $\text{CO}_2$  的体积已折算为标准状况下的体积, 溶液体积变化忽略不计)。下列分析正确的是 ( )



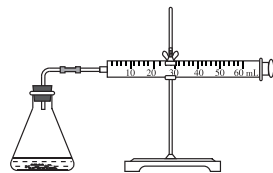
- A. EF 段, 用 HCl 表示该反应的平均反应速率为  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$   
B. OE 段表示的平均速率最快  
C. F 点收集到的  $\text{CO}_2$  的量最多  
D. OE、EF、FG 三段中, 该反应用二氧化碳表示的平均反应速率之比为 2 : 6 : 7

11. [2024·北京北大附中月考] 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  $\text{O}_2$  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(O <sub>2</sub> )/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,  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解了 50%

12. 盐酸与碳酸钙反应生成  $\text{CO}_2$ , 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 活化能

### 基础对点练

#### ◆ 学习任务一 影响化学反应速率的因素

1. [2024·浙江金华一中月考] 下列有关化学反应速率的说法中正确的是 ( )

- A. 100 mL  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的盐酸与锌反应时, 加入适量的氯化钠溶液, 生成氢气的速率不变  
 B. 用铁片和稀硫酸反应制取氢气时, 改用铁片和浓硫酸可以加快产生氢气的速率  
 C. 二氧化硫的催化氧化是一个放热反应, 所以升高温度, 反应速率减慢  
 D. 汽车尾气中的 CO 和 NO 可以缓慢反应生成  $\text{N}_2$  和  $\text{CO}_2$ , 减小压强, 反应速率减慢

2. [2024·浙江宁波北仑中学期中] 采取下列措施对增大化学反应速率有明显效果的是 ( )

- A. Na 与水反应时, 增加水的用量  
 B. Al 与稀硫酸反应制取氢气时, 改用浓硫酸  
 C.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液与  $\text{BaCl}_2$  溶液反应时, 增大压强  
 D. Zn 与稀硫酸反应时滴入少量  $\text{CuSO}_4$  溶液

3. [2024·浙江嘉兴高级中学期中] 反应  $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$  在一容积可变的密闭容器中进行, 下列条件的改变能使反应速率加快的是 ( )

- ①增加铁的量  
 ②将容器的容积缩小一半  
 ③保持容积不变, 充入  $\text{N}_2$  使体系压强增大  
 ④保持容积不变, 充入水蒸气使体系压强增大

A. ①④ B. ②③ C. ①③ D. ②④

4. [2024·湖南南县一中月考] 某学习小组为了探究  $\text{BrO}_3^- + 5\text{Br}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Br}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$  的反应速率( $v$ )与反应物浓度( $c$ )的关系, 在  $20^\circ\text{C}$  条件下进行实验, 所得的数据如下:

实验编号 相关数据	①	②	③	④	⑤
$c(\text{H}^+)/$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	0.008	0.008	0.004	0.008	0.004
$c(\text{BrO}_3^-)/$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
$c(\text{Br}^-)/$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	0.10	0.20	0.20	0.10	0.40
$v/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$	$2.4 \times 10^{-8}$	$4.8 \times 10^{-8}$	$1.2 \times 10^{-8}$	$4.8 \times 10^{-8}$	$v_1$

已知: 该反应的速率方程为  $v = kc^a(\text{BrO}_3^-)c^b(\text{Br}^-)c^c(\text{H}^+)$  ( $k$  为常数)。

下列结论不正确的是 ( )

- A. 若温度升高到  $40^\circ\text{C}$ , 则化学反应速率增大  
 B. 等浓度的  $\text{H}^+$  和  $\text{BrO}_3^-$ ,  $c(\text{H}^+)$  对反应速率的影响小  
 C. 速率方程中的  $c=2$   
 D. 实验⑤中,  $v_1 = 4.8 \times 10^{-8}$

#### ◆ 学习任务二 活化能

5. [2024·浙江台州八校联盟期中联考] 下列关于碰撞理论的理解不正确的是 ( )

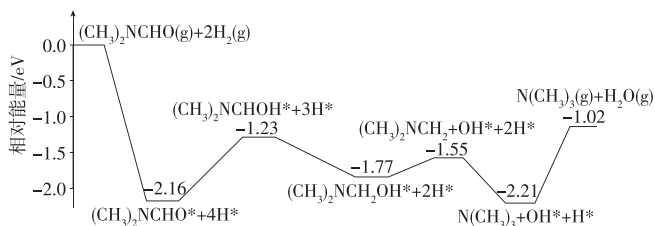
- A. 当其他条件相同时, 反应物浓度增大, 活化分子百分数增大, 单位时间内有效碰撞次数增大, 所以反应速率增大  
 B. 对于有气体参加的化学反应, 当其他条件相同时, 压缩容积增大压强, 单位体积内活化分子数增大, 单位时间内有效碰撞次数增大, 所以反应速率增大  
 C. 当其他条件相同时, 降低温度, 活化分子百分数减小, 单位时间内有效碰撞次数减小, 所以反应速率减小  
 D. 当其他条件相同时, 加入适当催化剂, 活化能减小, 活化分子百分数增大, 单位时间内有效碰撞次数增大, 所以反应速率增大

6. [2024·山东聊城一中期中] 在气体反应体系中, 能使反应物中活化分子数和活化分子百分数同时增加的方法是 ( )

- ①增大反应物浓度      ②增大压强  
 ③升高温度              ④加入催化剂
- A. ①③ B. ②③  
 C. ③④ D. ②④

7. [2024·浙江宁波北仑中学期中] 三甲胺

$[\text{N}(\text{CH}_3)_3]$  是重要的化工原料。我国科学家实现了在铜催化剂条件下将  $N, N$ -二甲基甲酰胺  $[(\text{CH}_3)_2\text{NCHO}]$ , 简称 DMF 转化为三甲胺。计算机模拟单个 DMF 分子在铜催化剂表面的反应历程如图所示 (\* 表示物质吸附在铜催化剂上), 下列说法正确的是 ( )



- A. 该历程中决速步骤为  $(\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2\text{OH}^* \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_2\text{NCH}_2 + \text{OH}^*$
- B. 该历程中的最大能垒(活化能)为 2.16 eV
- C. 使用催化剂可以加快反应速率,并改变反应焓变
- D. 若 1 mol DMF 完全转化为三甲胺,则会释放出  $1.02N_A$  eV 的能量

### 综合应用练

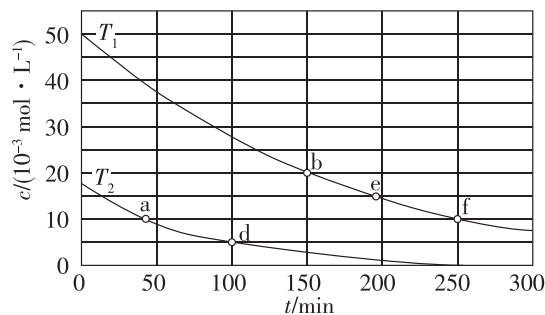
8. [2024·浙江杭州周边四校期末联考]  $T$  °C 时,降冰片烯在催化剂作用下反应,反应物浓度与催化剂种类及反应时间的关系如下表所示。下列说法不正确的是 ( )

编号	浓度/ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	时间/ min					
		0	50	100	150	200	250
1	催化剂 I	3.00	2.40	1.80	1.20	0.60	0
2	催化剂 II	3.00	1.80	0.60	0	0	0
3	催化剂 III	1.50	0.90	0.30	0	0	0

- A. 催化效果:催化剂 II 优于催化剂 I
- B. 编号 2 和 3 实验中,反应至 125 min 之前,反应物都已经消耗完
- C. 编号 2 实验中,以反应物浓度变化表示的反应速率为  $0.024 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- D. 其他条件相同时,反应物浓度越大,反应速率不一定越大

9. [2024·浙江金华一中期中] 在恒容密闭容器中,甲异腈( $\text{CH}_3\text{NC}$ )发生异构化反应  $\text{CH}_3\text{NC}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{CN}(\text{g})$ ,反应过程中甲异腈浓度  $c$  随时间  $t$  的变化曲线如图所示(图中  $T$  为温度)。该反应的反应速率  $v$  与  $c$  的关系为  $v = kc$ ,  $k$  为速率常数(只与温度有关),a 点和 b 点反应速率相等,即  $v(\text{a}) = v(\text{b})$ 。下列说法错误的是 ( )

- A. bf 段的平均反应速率为  $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$



- B. a 点反应物的活化分子数多于 d 点
- C.  $T_1 > T_2$
- D.  $3v(\text{d}) = 2v(\text{e})$

10. [2024·浙江名校协作体联考] 为探究  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$  中化学反应速率的影响因素,设计了以下实验,下列说法正确的是 ( )

锥形瓶序号	1	2	3	4
$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 的体积/mL	10	10	10	10
$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液的 体积/mL	10	5	10	4
蒸馏水的 体积/mL	0	$V_1$	$V_2$	$V_3$
反应温度/°C	20	20	50	50
浑浊出现时间/s	10	16	5	8
备注			10 秒后浑 浊不再增多	

- A.  $V_1 = 5, V_2 = 0, V_3 = 6$
- B. 10 s 内,3 号瓶中  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  的平均反应速率为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- C. 该反应也可通过比较相同时间内生成  $\text{SO}_2$  体积的多少来判断化学反应的快慢
- D. 由 2 号瓶和 3 号瓶的实验结果可推知温度越高反应速率越快

11. [2023·湖北咸宁月考]  $\text{CO}$  是一种常用的还原剂。一定条件下,反应  $\text{CO}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$  的速率方程为  $v = kc^a(\text{CO}) \cdot c^b(\text{NO}_2)$  ( $k$  为速率常数,只与温度、催化剂有关,与浓度无关)。某温度下,该反应在不同浓度下的反应速率如下表所示:

	$c(\text{CO})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$c(\text{NO}_2)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	反应速率
①	0.10	0.10	$v$
②	0.20	0.10	$2v$
③	0.20	0.20	$4v$

(1)根据表中测定结果,下列推断正确的是\_\_\_\_\_ (填选项字母)。

- A.  $a=1, b=2$                       B.  $a=1, b=1$   
C.  $a=2, b=2$                       D.  $a=2, b=1$

(2)改变下列一个条件,反应速率增大的是\_\_\_\_\_ (填选项字母)。

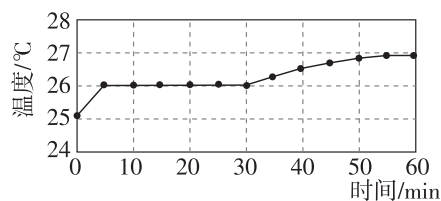
- A. 降温                                  B. 缩小容积  
C. 加入催化剂                      D. 减压

12. [2024·北京西城区育才学校月考]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,实验现象记录如下表。

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

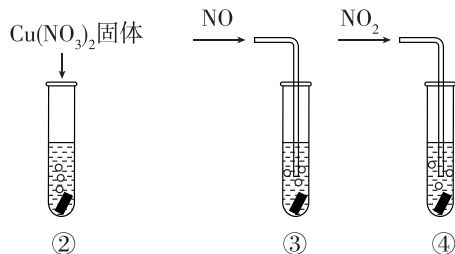
为探究影响该反应速率的主要因素,小组进行如下实验。

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: $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{NO}$  对  $\text{Cu}$  和  $\text{HNO}_3$  反应速率的影响均不明显, $\text{NO}_2$  能明显加快该反应的速率。



乙

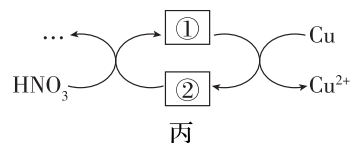
实验 III:在试管⑤中加入铜片和  $5.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ HNO}_3$  溶液,当产生气泡较快时,取少量反应液于试管中,检验后发现其中含有  $\text{NO}_2^-$ 。

(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\_\_\_\_\_。(填相应的微粒符号)



丙

(5)为验证(4)中猜想,还需补充一个实验:\_\_\_\_\_

---



---



---



---



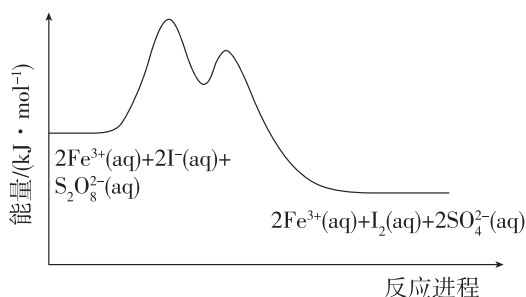
---

(请写出操作和现象)。

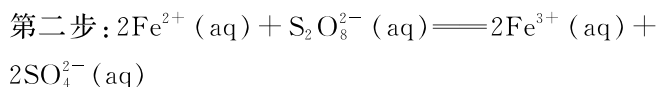
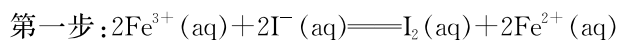


## 整合突破 1 有关反应历程与能量变化的图像分析

1. [2024·重庆重点中学月考] 为研究  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) + 2\text{I}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq})$  的反应进程中的能量变化,在  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  和  $\text{I}^-$  的混合溶液中加入  $\text{Fe}^{3+}$ ,过程变化如下:



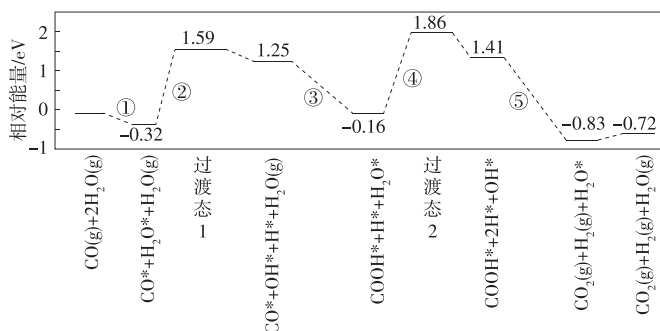
反应机理如下:



下列有关该反应的说法正确的是 ( )

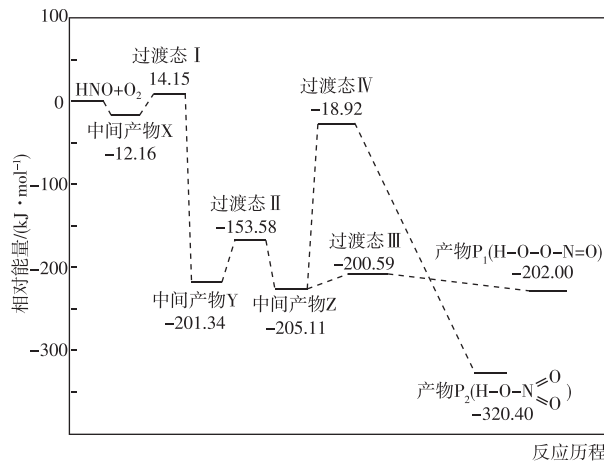
- A.  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  (已知其中有 2 个 O 为 -1 价) 中 S 元素的化合价为 +7
- B. 总反应是吸热反应
- C. 第一步基元反应是该反应的决速步骤
- D.  $\text{Fe}^{3+}$  改变了总反应的反应历程和焓变

2. [2024·河南豫南名校月考] 水煤气变换反应为  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 。我国研究人员结合实验与计算机模拟结果,揭示了在金催化剂表面上水煤气变换的反应历程(如图所示),其中吸附在金催化剂表面上的物种用“\*”标注。下列说法错误的是 ( )



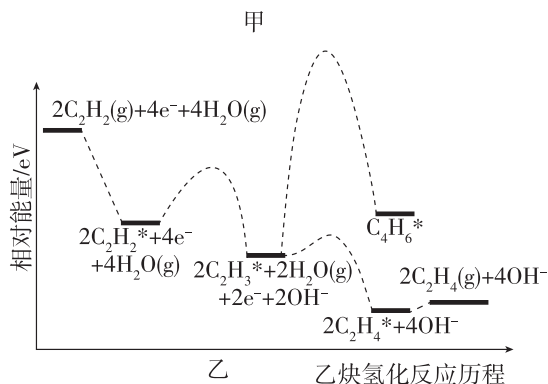
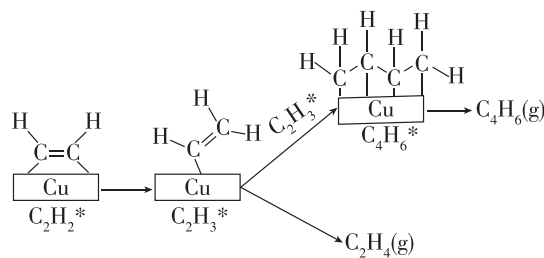
- A. 水煤气变换反应的  $\Delta H < 0$
- B. 步骤③的转化关系可表示为  $\text{CO}^* + \text{OH}^* + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COOH}^* + \text{H}_2\text{O}^*$
- C. 该历程中最大能垒(活化能)  $E_{\text{正}} = 2.02 \text{ eV}$
- D. 升温 and 增大反应物浓度均能增加反应物的活化分子百分数,加快反应速率

3. 活泼自由基与氧气的反应一直是科学家关注的热点。 $\text{HNO}$  自由基与  $\text{O}_2$  反应历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:  $\text{P}_1 > \text{P}_2$
- C. 该历程中最大正反应的活化能  $E_{\text{正}} = 186.19 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 相同条件下,由中间产物 Z 转化为产物的速率:  $v(\text{P}_1) < v(\text{P}_2)$

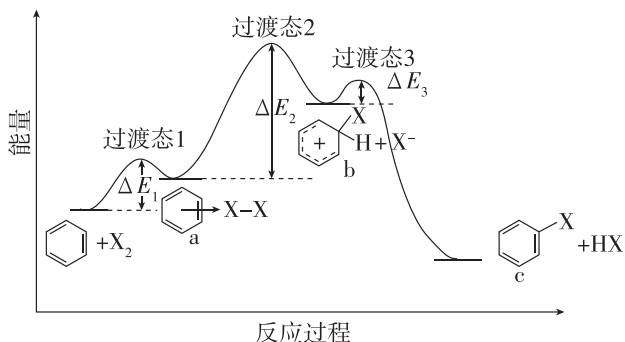
4. [2024·湖北云学新高考联盟学校月考] 中国科学院科学研究者实现了常温常压下利用铜催化乙炔选择性氢化制乙烯,副产物是  $\text{C}_4\text{H}_6$ 。其反应机理如图所示(其中吸附在铜催化剂表面上的物种用“\*”标注)。



下列说法正确的是 ( )

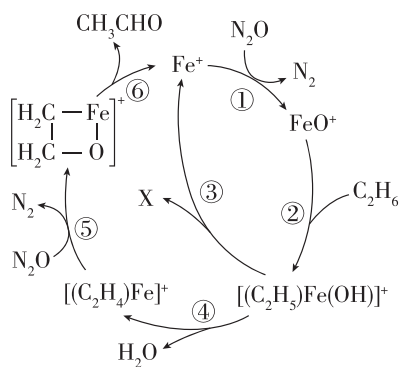
- A. 使用其他高效催化剂,不可能提高乙烯产率  
 B. 由图甲可知,  $C_2H_2^*$  转化为  $C_2H_3^*$  时,只有化学键的断裂  
 C. 由图乙可知,  $C_2H_3^*$  转化为  $C_4H_6^*$  的速率低于转化为  $C_2H_4^*$  的速率  
 D. 决定制乙烯速率快慢的反应为  $C_2H_3^* + H_2O(g) + e^- \rightleftharpoons C_2H_4^* + OH^-$

5. [2023·山东泰安期末] 苯在催化剂作用下与卤素单质发生取代反应,其反应机理和能量变化如图所示,下列说法错误的是 ( )



- A. 反应过程中的焓变:  $\Delta H < 0$   
 B. 图中 a、b、c 三种物质中, c 物质最稳定  
 C. 由图可知,形成过渡态 2 的反应是整个反应的决速步  
 D.  $b \rightarrow c$  的方程式:

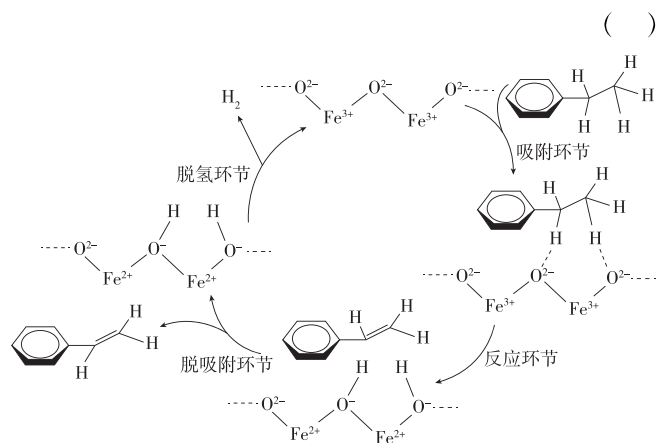
6. [2024·江苏苏州期中] 在  $Fe^+$  催化下,  $C_2H_6$  与  $N_2O$  制备乙醛的反应机理如图所示,下列说法正确的是 ( )



- A.  $Fe^+$  是反应的中间产物  
 B. 过程①~⑥中铁元素化合价均发生变化  
 C. X 为  $C_2H_5OH$ , 是反应的产物之一  
 D. 每消耗 1 mol  $N_2O$  可制备 0.5 mol 乙醛

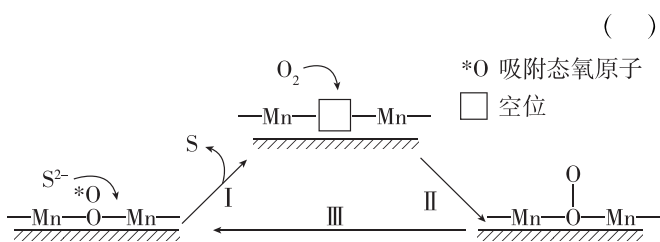
7. [2024·湖北重点中学智学联盟月考] 在催化剂  $Fe_2O_3$  作用下,乙苯可脱氢制得苯乙烯,反应机理如

图所示,“吸附环节”中乙苯分子被吸附在催化剂  $Fe_2O_3$  表面活性位点并被活化,下列说法错误的是 ( )



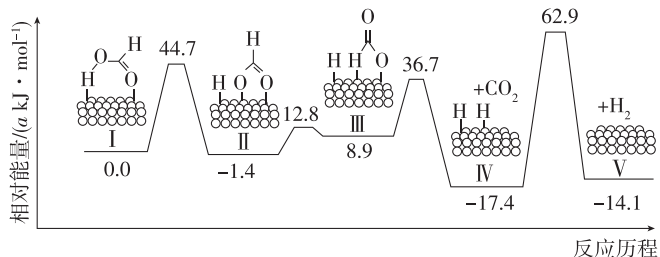
- A. 改变  $Fe_2O_3$  颗粒大小会影响反应速率  
 B. 温度较高时,有利于“吸附环节”的发生  
 C.  $Fe_2O_3$  降低乙苯脱氢反应的活化能,提高了化学反应速率  
 D. 该催化剂在使用过程中,失活现象比较严重,由此推断“脱氢环节”除了产生  $H_2$ ,还可能生成  $H_2O$  离开催化剂表面

8. [2023·福建龙岩统考] 炼油、石化等含  $S^{2-}$  工业废水可通过催化氧化法进行处理。将  $MnO_2$  嵌于聚苯胺(高温会分解)表面制成催化剂,碱性条件下,催化氧化废水的机理如图所示。下列说法正确的是 ( )



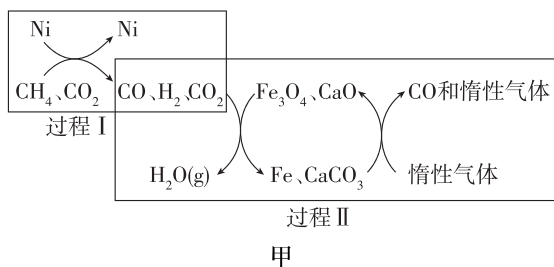
- A. 催化剂因 S 覆盖表面或进入空位而失效,高温灼烧后可继续使用  
 B. 反应 I 为  $2H^+ + S^{2-} + *O \rightleftharpoons H_2O + S$   
 C. 反应过程 I 中化合价发生变化的元素仅有 S 和 O  
 D. 反应 III 的  $\Delta H > 0$

9. 1 mol  $HCOOH$  在 Pd 催化剂表面脱氢的反应历程与能量的关系如图所示,下列说法正确的是 ( )

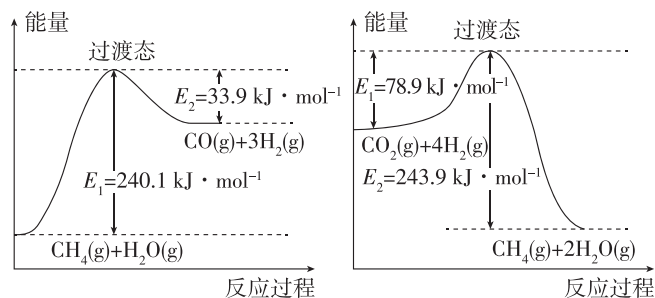


- A. 反应历程用 DCOOH 代替 HCOOH, 得到的产物可能有 HD 和 CO<sub>2</sub>
- B. Pd 催化剂可以加快反应速率, 降低反应的活化能, 但不参与反应
- C. 历程中决速步骤的活化能为 80.3 kJ · mol<sup>-1</sup>
- D. 以上反应历程涉及极性键和非极性键的断裂与形成

10. CH<sub>4</sub> 超干重整 CO<sub>2</sub> 的催化转化如图甲所示, 相关反应的能量变化如图乙所示。



甲

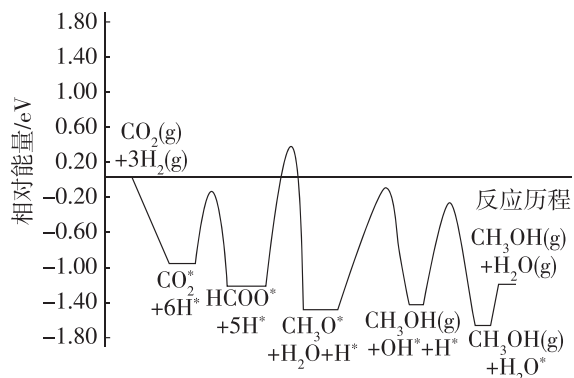
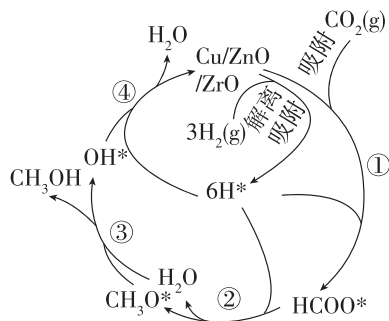


乙

下列说法不正确的是 ( )

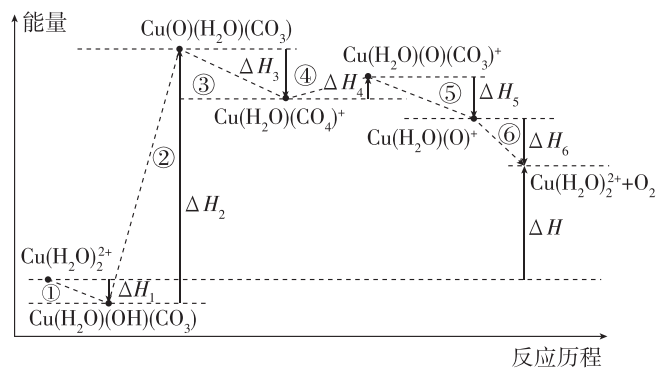
- A. 过程 I 的热化学方程式为  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +247.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 过程 II 实现了含碳物质与含氢物质的分离
- C. 过程 II 中 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、CaO 为催化剂, 降低了反应的  $\Delta H$
- D. CH<sub>4</sub> 超干重整 CO<sub>2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

11. [2024 · 湖南长沙长郡中学月考] 二氧化碳选择性加氢制甲醇是解决温室效应、发展绿色能源和实现经济可持续发展的重要途径之一。常温常压下利用铜基催化剂实现二氧化碳选择性加氢制甲醇的反应机理和能量变化如图所示(其中吸附在催化剂表面上的粒子用“\*”标注), 下列说法错误的是 ( )
- A. 催化剂能改变反应机理, 加快反应速率, 降低反应热
- B. 二氧化碳选择性加氢制甲醇是放热反应



- C. 该历程的决速步为  $\text{HCOO}^* + 4\text{H}^* = \text{CH}_3\text{O}^* + \text{H}_2\text{O}$
- D. 总反应为  $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

12. [2023 · 北京海淀区阶段测试] 光解水制氢的关键步骤是水的氧化。我国科学家用仿生催化剂 [用 Cu(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub><sup>2+</sup> 表示] 实现在 NaHCO<sub>3</sub> 溶液中高效催化水的氧化, 该过程物质转化及反应能量变化示意图如下:



下列说法不正确的是 ( )

- A. 步骤①可表示为  $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_2^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{Cu}(\text{H}_2\text{O})(\text{OH})(\text{CO}_3) + \text{H}_2\text{CO}_3$
- B. 水的氧化反应为  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- + 4\text{HCO}_3^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{CO}_3$
- C.  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6$
- D. 催化剂参与反应, 降低活化能, 加快反应速率

## 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 化学平衡状态

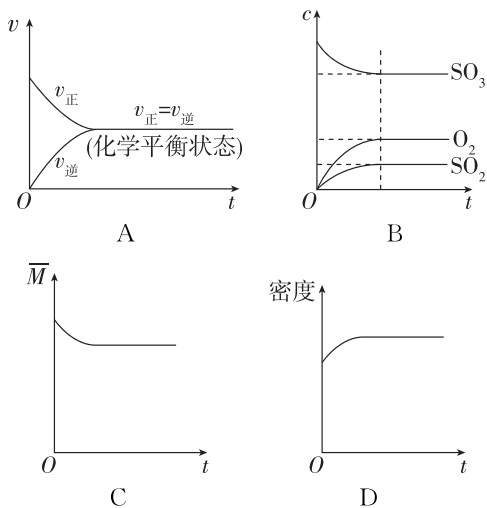
1. 在密闭容器中进行如下反应： $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$ ，已知  $X_2$ 、 $Y_2$ 、 $Z$  的起始浓度分别为  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，在一定条件下，当反应达到平衡时，各物质的浓度有可能是 ( )

- 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  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

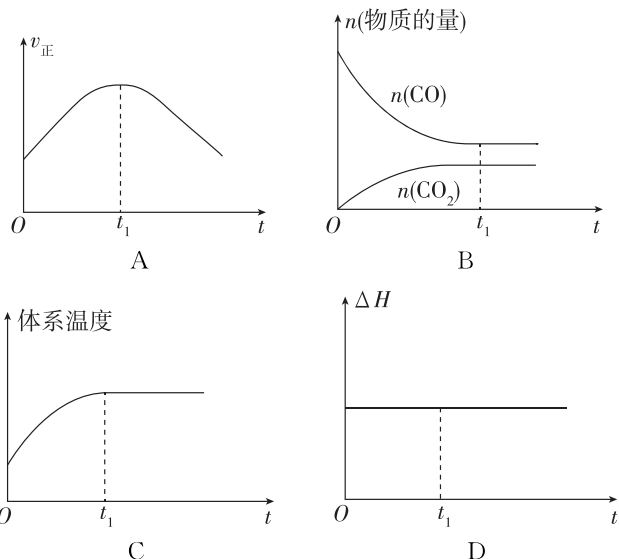
2. 一定温度下，恒容密闭容器中发生反应  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g) + D(s)$ ，不能说明该反应已达到平衡的是 ( )

- A. 容器内混合气体密度不再变化  
B. 容器内总压强不随时间的变化而变化  
C. 单位时间内生成  $2 \text{ mol C}$  同时生成  $1 \text{ mol A}$   
D. 混合气体的平均相对分子质量不再变化

3. [2024·广东广州期末] 一定条件下，在容积固定为  $2 \text{ L}$  的密闭容器中加入  $10 \text{ mol SO}_3$ ，发生反应  $2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(g)$ ，则下图中正确的是 ( $\bar{M}$  表示混合气体的平均相对分子质量) ( )



4. [2024·浙江湖州期末] 汽车尾气净化的主要原理为  $2\text{NO}(g) + 2\text{CO}(g) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(g) + \text{N}_2(g)$ ， $\Delta H < 0$ 。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. [2024·浙江温州环大罗山联盟期中] 向容积不变的密闭容器中通入  $1 \text{ mol H}_2(g)$  与  $1 \text{ mol I}_2(g)$ ，发生反应  $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$ 。下列说法能说明反应达到平衡状态的是 ( )

- A.  $\text{H}_2$  和  $\text{I}_2$  的转化率相同  
B. 单位时间内断裂  $1$  个  $\text{H-H}$  同时生成  $2$  个  $\text{H-I}$   
C. 气体的平均相对分子质量保持不变  
D. 绝热体系中，体系的压强保持不变

6. 恒温恒容条件下，将  $2 \text{ mol A}$  气体和  $2 \text{ mol B}$  气体通入容积为  $2 \text{ L}$  的密闭容器中，发生反应  $2\text{A}(g) + \text{B}(g) \rightleftharpoons x\text{C}(g) + 2\text{D}(s)$ 。2 min 时反应达到平衡状态，此时剩余  $1.2 \text{ mol B}$ ，并测得  $\text{C}$  的浓度为  $1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(1) 从开始反应至达到平衡状态，生成  $\text{C}$  的平均反应速率为\_\_\_\_\_。

(2)  $x =$ \_\_\_\_\_。

(3) 下列各项可作为该反应达到平衡状态的标志的是\_\_\_\_\_ (填字母)。

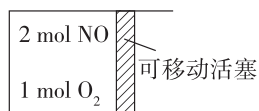
- A. 压强不再变化  
B. 气体密度不再变化  
C.  $\text{A}$  的消耗速率与  $\text{B}$  的消耗速率之比为  $2:1$   
D.  $\text{A}$  的百分含量保持不变

## 综合应用练

7. [2024·广东深圳外国语学校月考] 将 1 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ FeCl}_3$  溶液与 2 mL  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ KI}$  溶液混合, 充分反应后将溶液分成四份, 分别向①②③④份混合溶液中加入 2 滴  $\text{KSCN}$  溶液、 $\text{AgNO}_3$  溶液、淀粉溶液、 $\text{NaOH}$  溶液, 其中能较好地证明  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{I}^-$  之间发生了反应且为可逆反应的实验是 ( )

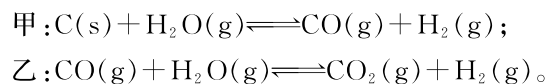
- A. ①②                      B. ①③  
C. ②④                      D. ③④

8. [2024·福建厦门一中月考] 如图所示, 向恒温恒压容器中充入 2 mol  $\text{NO}$ 、1 mol  $\text{O}_2$ , 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.  $\text{NO}$  与  $\text{O}_2$  的物质的量的比值不再改变

9. [2024·山东枣庄三中月考] 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:

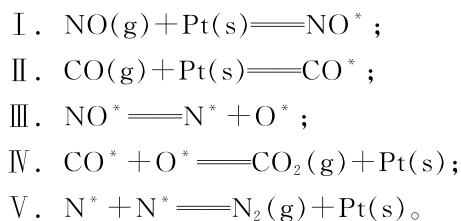
- ①混合气体平均相对分子质量不再改变;  
②气体的总物质的量不再改变;  
③各气体组成浓度相等;  
④反应体系中温度保持不变;  
⑤断裂氢氧键速率是断裂氢氢键速率的 2 倍;  
⑥混合气体密度不变。

其中能表明甲、乙容器中反应都达到平衡状态的是 ( )

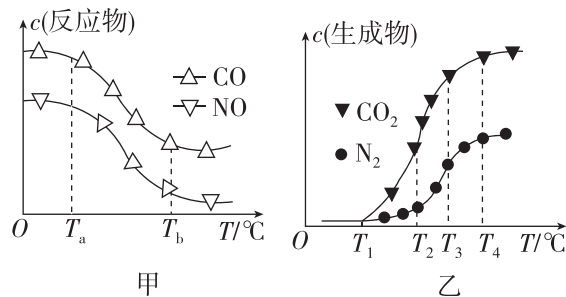
- A. ①③    B. ④⑤    C. ③④    D. ②⑥

10. 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、解吸消除  $\text{CO}$ 、 $\text{NO}$  等污染物。回答下列问题:

(1) 消除  $\text{CO}$ 、 $\text{NO}$  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]:



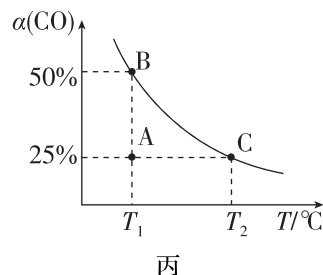
经测定汽车尾气中反应物浓度及生成物浓度随温度的变化关系如图甲和乙所示。



①图甲中温度从  $T_a$  °C 升至  $T_b$  °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,  $T_2$  °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  $\text{CO}$  的平衡转化率  $\alpha$  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  $T_1$  °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  $\text{N}_2$  的体积分数不变  
d.  $2v_{\text{正}}(\text{CO}) = v_{\text{逆}}(\text{N}_2)$