

高中化学

小题才去做®

选择性必修 1

化学反应原理 RJ

主 编 恩波教育研究中心

本册编委 王广磊 李 明 王卫军 张 华
李宗来 王荣立 张尚伟 张万柱
滕 聪 李梦桃

SU 東南大学出版社

SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

·南京·

图书在版编目(CIP)数据

高中化学小题狂做：选择性必修. 1，化学反应原理：
RJ / 恩波教育研究中心主编. — 南京：东南大学出版
社，2021.4(2025.1重印)

ISBN 978-7-5641-9467-3

I. ①高… II. ①恩… III. ①中学化学课—高中—习
题集 IV. ①G634.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 043110 号

高中化学小题狂做·选择性必修 1·化学反应原理·RJ

主 编 恩波教育研究中心
出版发行 东南大学出版社
出版人 白云飞
责任编辑 咸玉芳
社 址 南京市四牌楼 2 号
邮 编 210096
经 销 全国各地新华书店
印 刷 江苏美尚佳彩印刷有限公司
开 本 880 mm×1230 mm 1/16
印 张 6
字 数 129 千字
版 次 2021 年 4 月第 1 版
印 次 2025 年 1 月第 5 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-9467-3
定 价 39.80 元

(凡因印装质量问题,可直接向读者服务部调换。电话:025-83790529)

目录

Contents



第一章 化学反应的热效应

第一节 反应热

限时小练 1 反应热 焓变 1

限时小练 2 热化学方程式 燃烧热 4

第二节 反应热的计算

限时小练 3 反应热的计算 7

►微专题一 利用盖斯定律书写陌生情境中的热

化学方程式及反应热的计算 10

章末综合一 13

真题小练 17

第二章 化学反应速率与化学平衡

第一节 化学反应速率

限时小练 4 化学反应速率 18

限时小练 5 影响化学反应速率的因素 活化能 20

第二节 化学平衡

限时小练 6 化学平衡状态 23

限时小练 7 化学平衡常数及计算 25

限时小练 8 影响化学平衡的因素 28

►微专题二 化学反应速率和化学平衡图像的分析方法 31

第三节 化学反应的方向

限时小练 9 化学反应的方向 34

第四节 化学反应的调控

限时小练 10 化学反应的调控 36

章末综合二 38

真题小练 42

提升索引 见答案

►归纳	常见的放热反应和吸热反应/1
►归纳	中和热测定实验中产生误差的原因/1
►易错	反应物、生成物能量大小的比较/1
►归纳	书写热化学方程式时的注意事项/3
►方法	判断热化学方程式正误的方法/3
►方法	盖斯定律的应用/4
►方法	反应热的计算方法/5
►方法	比较化学反应速率大小的方法/12
►方法	化学平衡的标志/14
►归纳	勒夏特列原理的有关应用/18
►归纳	条件改变与化学平衡移动的关系/18
►易错	工业反应条件的选择/21
►方法	化学反应方向的复合判据/21
►归纳	合成氨适宜生产条件的选择原则/22

第三章 水溶液中的离子反应与平衡

第一节 电离平衡

限时小练 11 弱电解质的电离平衡.....	43
限时小练 12 电离平衡常数.....	45

第二节 水的电离和溶液的 pH

限时小练 13 水的电离.....	47
限时小练 14 溶液的酸碱性与 pH	49
限时小练 15 酸碱中和滴定.....	51

第三节 盐类的水解

限时小练 16 盐类的水解.....	54
限时小练 17 盐类水解的影响因素及应用.....	56

第四节 沉淀溶解平衡

限时小练 18 难溶电解质的沉淀溶解平衡及应用.....	58
------------------------------	----

►微专题三 溶液中粒子浓度的大小关系及离子平衡的有关图像

60

章末综合三	64
真题小练	68

第四章 化学反应与电能

第一节 原电池

限时小练 19 原电池的工作原理.....	69
限时小练 20 化学电源.....	72

第二节 电解池

限时小练 21 电解原理.....	75
限时小练 22 电解原理的应用.....	78

►微专题四 陌生电极反应式的书写方法

81

第三节 金属的腐蚀与防护

限时小练 23 金属的腐蚀与防护.....	85
章末综合四	88
真题小练	92

►归纳	电离平衡常数的特点/27
►归纳	外界条件对电离平衡的影响/27
►易错	混合溶液酸碱性的判断方法/30
►易错	使用 pH 试纸的注意事项/30
►易错	加水稀释溶液时的 pH 变化/31
►方法	溶液 pH 的计算思路/31
►易错	酸碱指示剂使用时的注意事项/32
►归纳	常用的酸碱指示剂及变色范围/32
►方法	酸碱中和反应误差的判断方法/33
►方法	微粒浓度大小比较的方法/36
►归纳	盐溶液蒸干产物的判断/37
►方法	物质的溶解度和溶度积的分析/37
►归纳	沉淀溶解平衡及其应用/38
►方法	沉淀溶解平衡图像题解题策略/39
►方法	原电池的构成条件/44
►拓展	“特殊”原电池原理的深度分析/45
►方法	判断原电池正、负极的方法/45
►归纳	“高效、环境友好”的燃料电池举例/46
►归纳	燃料电池正、负极的判断/46
►方法	电解池阴、阳两极上的放电顺序/48
►方法	电化学综合计算的方法/48
►归纳	金属的精炼方法/49
►归纳	与电解池有关的知识总结/50
►归纳	金属的腐蚀类型/52
►方法	金属的防护方法/52

答案详析(另册)

小帮手——提分攻略(另册)

第一章 化学反应的热效应

第一节 反应热

限时小练 1 反应热 焓变

建议用时:30分钟 ↗答案 P1

新课标要求

- 知道内能是体系内物质的各种能量的总和,受温度、压强、物质的聚集状态的影响。
- 了解中和反应的反应热的测定原理、实验仪器、实验药品、实验过程与操作。
- 认识化学能与热能的相互转化,恒温恒压条件下化学反应的反应热可以用焓变表示。

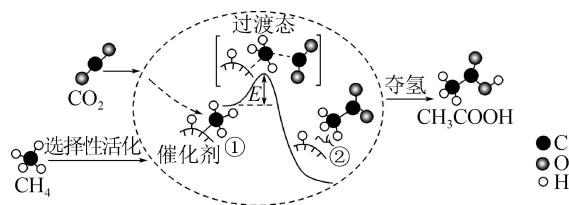
一、选择题:本题共 12 小题,每小题只有一个选项符合题意。

1. 下列反应既属于氧化还原反应,又属于生成物的总能量大于反应物的总能量的是 ()

- A. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 的反应
B. 碳与 CO_2 的反应
C. 铝片和稀盐酸反应
D. 甲烷在 O_2 中燃烧

▶ 常见的放热反应和吸热反应 答案 P1

2. (经典题) 我国科研人员提出了由 CO_2 和 CH_4 转化为高附加值产品 CH_3COOH 的催化反应历程。该历程示意图如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 生成 CH_3COOH 的总反应是化合反应
B. ①→②过程中形成了 C—C 键
C. $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ 过程中,有 C—H 键发生断裂
D. ①→②过程中吸收能量

3. 下列有关叙述正确的是 ()

- A. 在任何条件下,化学反应的焓变都等于化学反应的反应热
B. 当反应体系放热时其焓减小, ΔH 为负值,即 $\Delta H < 0$

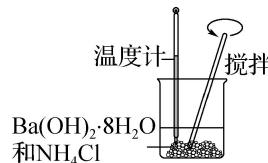
C. 相同条件下,若 1 mol O、1 mol O_2 所具有的能量分别为 E_1 、 E_2 ,则 $2E_1 < E_2$

D. 已知 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(l)$ $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 1 mol KOH 固体与足量稀盐酸充分混合放出 57.3 kJ 热量

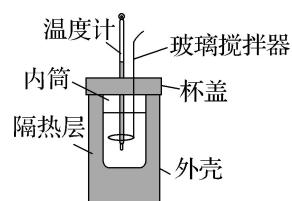
4. (探究题) 某同学设计如图所示实验,探究反应中的能量变化。下列判断正确的是 ()



(a) 将铝片加入盐酸中



(b) 将 NH_4Cl 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 充分混合



(c) 测定中和反应
反应热

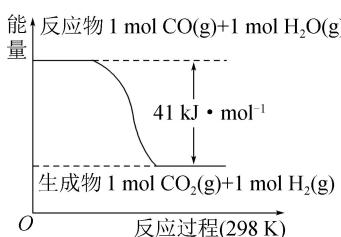
A. 由实验可知,(a)(b)(c)所涉及的反应都是放热反应

B. 将实验(a)中的铝片更换为等质量的铝粉后释放出的热量增加

C. 若用冰醋酸测定中和反应热,则测定的中和反应反应热的绝对值偏低

D. 实验(c)中将玻璃搅拌器改为铜质搅拌棒对实验结果没有影响

5. CO(g) 与 $\text{H}_2\text{O(g)}$ 反应的能量变化如图所示。下列有关该反应的说法正确的是 ()



- A. 该反应为吸热反应
 B. 1 mol CO(g)和1 mol H₂O(g)具有的总能量大于1 mol CO₂(g)和1 mol H₂(g)具有的总能量
 C. 该反应不需要加热就能进行
 D. 1 mol CO₂(g)和1 mol H₂(g)反应生成1 mol CO(g)和1 mol H₂O(g)要放出41 kJ能量

6. 关于中和热的测定实验,下列说法正确的是 ()

- A. 为了使反应进行得更完全,可以使酸或碱适当过量
 B. 为了使反应更充分,可以向酸(碱)中分次加入碱(酸)
 C. 中和热为一定值,实验结果与所用酸(碱)的用量和种类均无关
 D. 用铜丝代替玻璃搅拌器,会使中和热测定值偏大

► 中和热测定实验中产生误差的原因 答案 P1

7. 实验设计的科学性反映了实验者的科学素养。以HCl溶液和NaOH溶液为例,进行中和反应反应热的测定实验。下列有关说法正确的是 ()

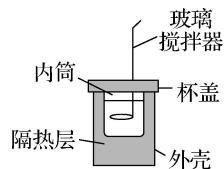
- A. 用温度计测量HCl溶液的温度后直接测量NaOH溶液的温度
 B. 测定中和热时,将NaOH溶液缓慢倒入装有盐酸的量热计中
 C. 同时增大反应物NaOH溶液和盐酸的体积,测得的中和反应的反应热不变
 D. 用硫酸和Ba(OH)₂溶液代替盐酸和NaOH溶液,对实验结果无影响

8. 下列实验现象或图像信息不能充分说明对应的化学反应是放热反应的是 ()

选项	A	B
反应装置或图像		
实验现象或图像信息	反应开始后,针筒活塞向右移动	反应物总能量大于生成物总能量
选项	C	D
反应装置		
实验现象或图像信息	反应开始后,甲处液面低于乙处液面	温度计的水银柱不断上升

► 反应物、生成物能量大小的比较 答案 P1

9. 某小组用如图所示的简易量热计进行中和反应热的测定。近似处理实验所用酸、碱溶液的密度为1.0 g · cm⁻³、比热容(c)为4.2 J · g⁻¹ · °C⁻¹,忽略量热计的比热容(已知利用比热容计算热量的公式为Q=c · m · Δt)。3次实验数据如表所示。



实验次数	反应前体系温度/°C			反应后体系温度/°C	温度差平均值/°C
	50 mL 0.50 mol · L ⁻¹ 盐酸	50 mL 0.55 mol · L ⁻¹ NaOH溶液	平均值		
1	24.9	25.1	28.2	28.2	Δt
2	24.8	25.2		27.0	
3	25.0	25.0		28.2	

设该实验中放出的热量为Q,理论上放出的热量为Q_{理论}。下列说法不正确的是 ()

- A. 从实验装置上看,还缺少的仪器为温度计
 B. Δt=2.8 °C
 C. 计算得Q=1.344 kJ
 D. Q比Q_{理论}略微偏小的原因可能是量取溶液体积时俯视量筒读数

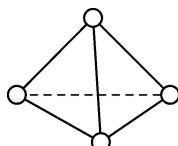
10. NF_3 是一种温室气体,其存储能量的能力是 CO_2 的 $12\ 000\sim20\ 000$ 倍,在大气中的寿命可长达 740 年,几种化学键的键能如下表所示。

化学键	$\text{N}\equiv\text{N}$	$\text{F}-\text{F}$	$\text{N}-\text{F}$
键能/(kJ·mol ⁻¹)	946.0	154.8	283.0

下列说法正确的是 ()

- A. 过程 $\text{N}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{N}(\text{g})$ 放出能量
- B. 过程 $\text{N}(\text{g}) + 3\text{F}(\text{g}) \rightarrow \text{NF}_3(\text{g})$ 放出能量
- C. 反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{F}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NF}_3(\text{g})$ 的 $\Delta H > 0$
- D. NF_3 吸收能量后如果没有化学键的断裂与生成,仍可能发生化学反应

11. 科学家已获得了极具理论研究意义的 N_4 分子,其结构为正四面体形(如图所示),与白磷分子的结构相似。已知断裂 1 mol $\text{N}-\text{N}$ 键吸收 193 kJ 热量,断裂 1 mol $\text{N}\equiv\text{N}$ 键吸收 941 kJ 热量。下列说法正确的是 ()



- A. N_4 是一种新型化合物
- B. 1 mol $\text{N}_4(\text{g})$ 转化为 2 mol $\text{N}_2(\text{g})$ 的反应的 $\Delta H = +724 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. N_4 比 N_2 更稳定
- D. 1 mol $\text{N}_4(\text{g})$ 转化为 2 mol $\text{N}_2(\text{g})$ 的反应的 $\Delta H = -724 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

12. 亚硝酰氯(结构式为 $\text{Cl}-\text{N}=\text{O}$)是有机物合成中的重要试剂,可由 NO (结构式为 $\text{N}\equiv\text{O}$)与 Cl_2 在通常条件下反应得到。已知几种化学键的键能数据如表所示。

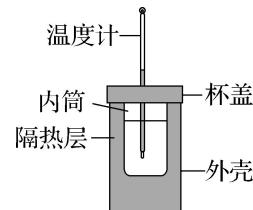
化学键	$\text{N}\equiv\text{O}$	$\text{Cl}-\text{Cl}$	$\text{Cl}-\text{N}$	$\text{N}=\text{O}$
键能/(kJ·mol ⁻¹)	630	a	201	607

则反应 $2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{ClNO}(\text{g})$ 的反应热 ΔH (单位为 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)是 ()

- A. $a - 356$
- B. $289 - 2a$
- C. $a - 452$
- D. $356 - a$

二、非选择题

13. (教材变式) 用如图所示的装置测定中和反应的反应热,回答下列问题。



实验药品: 50 mL 0.5 mol·L⁻¹ 盐酸、50 mL 0.55 mol·L⁻¹ NaOH 溶液。

已知: ① 理论上稀强酸与稀强碱反应生成 1 mol 水时放出 57.3 kJ 热量。

② 弱酸与弱碱电离是一个吸热过程。

(1) 从实验装置上看,还缺少的仪器有 _____。

(2) 假设盐酸和 NaOH 溶液的密度都是 $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,又知中和反应后生成溶液的比热容 $c = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 。为了计算中和反应的反应热,某学生实验记录数据如下:

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	
1	20.0	20.1	23.2
2	20.2	20.4	23.4
3	20.5	20.6	23.6

① 依据该实验数据计算,该实验测得的中和热 $\Delta H = \text{_____}$ (结果保留一位小数)。

② 通过上述实验测得中和反应的反应热数值与 57.3 kJ·mol⁻¹ 有偏差,产生偏差的原因可能是 _____ (填字母)。

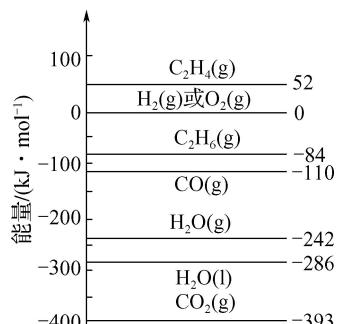
- a. 实验装置保温、隔热效果差
- b. 配制 0.55 mol·L⁻¹ NaOH 溶液时俯视刻度线读数
- c. 分多次把 NaOH 溶液倒入盛有盐酸的内筒中
- d. 用温度计测定 NaOH 溶液起始温度后直接测定盐酸溶液的温度
- e. 用量筒量取 NaOH 溶液的体积时仰视读数

(3) 若实验中改用 60 mL 0.5 mol·L⁻¹ 盐酸与 60 mL 0.55 mol·L⁻¹ NaOH 溶液进行反应,与上述实验相比,所放出的热量 _____ (填“相等”“不相等”,下同),若实验操作均准确,则所求中和热 _____。

微专题一 利用盖斯定律书写陌生情境中的热化学方程式及反应热的计算

建议用时:35分钟 ✓答案 P6

1. [2024 山东学情质量检测] 已知: 298 K 下, 1 mol 相关物质的相对能量如图所示。



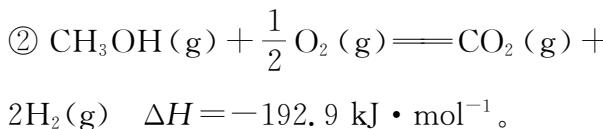
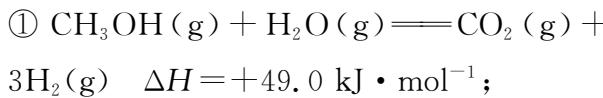
- (1) 写出 C_2H_4 完全燃烧生成气态水的热化学方程式: _____。
- (2) H_2 的燃烧热 $\Delta H =$ _____。
- (3) 相同条件下, C_2H_4 的稳定性比 C_2H_6 _____(填“强”“弱”或“相同”), 等物质的量的 C_2H_4 和 C_2H_6 完全燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时, 放热较多的是 _____。
- (4) $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 是 _____(填“吸热”或“放热”)反应。
- (5) 已知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, 相关的化学键键能如下:
- | 化学键 | $\text{C}\equiv\text{O}(\text{CO})$ | $\text{O}=\text{O}$ | $\text{C}=\text{O}$ |
|----------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| 键能/(kJ·mol ⁻¹) | a | 500 | 1 075 |
- 已知: $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -566 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $a =$ _____。
2. [2024 天津第九十五中月考] 回答下列问题。
- (1) 已知: 0.3 mol 气态高能燃料乙硼烷(B_2H_6)在 O_2 中燃烧生成固态 B_2O_3 和液态水, 放出 649.5 kJ 热量。写出该反应的热化学方程式: _____。
- (2) 在 25 °C、101 kPa 条件下, 1 g CH_4 燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和液态水放热 55.6 kJ。则表示 CH_4 燃烧热的热化学方程式为 _____。
- (3) 已知: C(s) 与水蒸气反应制取水煤气(CO 和 H_2)时, 每转移 N_A 个电子, 吸收 65.75 kJ 热量。写出该反应的热化学方程式: _____。
- (4) 常温常压下, 断裂 1 mol(理想)气体分子化

学键所吸收的能量或形成 1 mol(理想)气体分子化学键所放出的能量称为键能, 相关化学键键能(kJ·mol⁻¹)如下:

化学键	$\text{C}-\text{H}$	$\text{H}-\text{H}$	$\text{C}-\text{F}$	$\text{N}-\text{H}$	$\text{H}-\text{F}$	$\text{F}-\text{F}$
键能	414	436	489	391	565	158

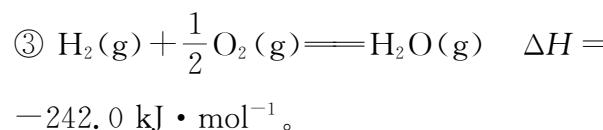
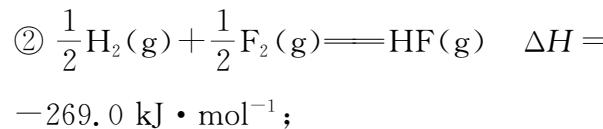
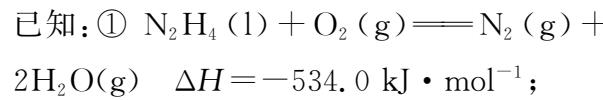
根据键能数据计算反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + 4\text{F}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CF}_4(\text{g}) + 4\text{HF}(\text{g})$ 的 $\Delta H =$ _____。

- (5) 随着科学技术的进步, 人们研制了多种甲醇质子交换膜燃料电池, 以满足不同的需求。有一类甲醇质子交换膜燃料电池, 需将甲醇蒸气转化为 H_2 , 反应原理如下:



由上述热化学方程式可知, $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的燃烧热 _____(填“大于”“等于”或“小于”) 192.9 kJ·mol⁻¹。

- (6) 火箭的常规燃料是液态 N_2O_4 和液态肼(N_2H_4), N_2O_4 作氧化剂, 有人认为若用 F_2 代替 N_2O_4 作氧化剂, 反应释放的能量更大(两者反应生成 N_2 和 HF 气体)。

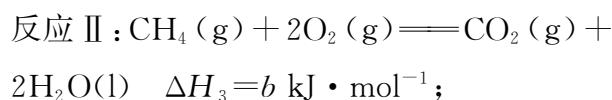
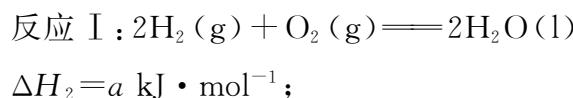


请写出肼(N_2H_4)和 F_2 反应的热化学方程式:

3. [2025 广西百色月考] 经典题 为实现生产生活中的“碳减”和经济的可持续发展, 科学家开展

CO_2 的价值型转化得到了新的突破。

(1) 国际空间站处理 CO_2 的一个重要方法是将 CO_2 还原, 原理为 $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1$ 。已知下列反应。



① H_2 燃烧热 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$ (用字母表示, 下同)。

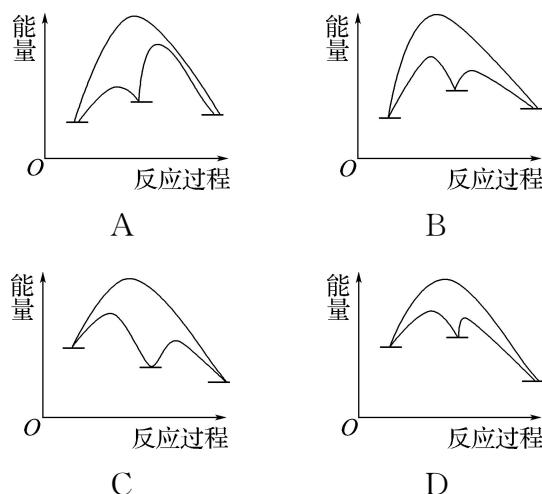
② $\Delta H_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 在一定条件下可实现反应: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_5$ 。

已知部分化学键的键能数据如下, 则 $\Delta H_5 = \underline{\hspace{2cm}}$ (CO 分子结构为 $\text{C}\equiv\text{O}$)。

化学键	H—H	C=O	C≡O	O—H
键能/(kJ·mol ⁻¹)	436	803	1 076	465

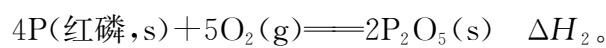
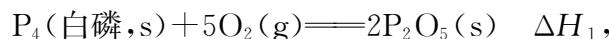
催化原理分为两步, 第一步为吸热的慢反应, 第二步为放热的快反应。能正确表示催化反应原理的能量变化示意图为 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填字母)。



4. [2025 北京师范大学广州实验学校月考]

I. 回答下列问题。

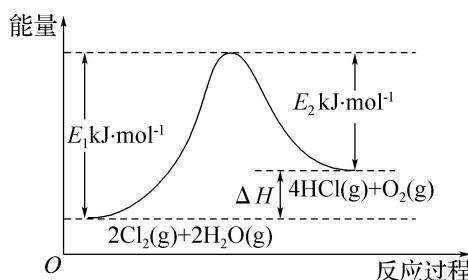
(1) ① 已知常温时红磷比白磷稳定, 在下列反应中:



则 $\Delta H_1 \underline{\hspace{2cm}}$ (填“>”“<”或“=”) ΔH_2 。

② 在 25 ℃、101 kPa 下, 无水乙醇的燃烧热 $\Delta H = -1 366.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则乙醇燃烧的热化学方程式为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 常温常压下, Cl_2 和水反应的能量变化关系如图所示。



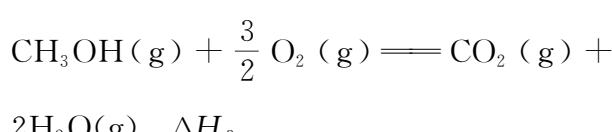
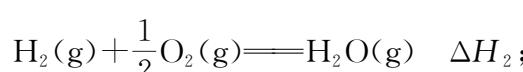
请回答下列问题。

① 该反应是 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“吸热”或“放热”) 反应, 原因是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

② 写出该反应的热化学方程式: $\underline{\hspace{2cm}}$ (反应热用含 E_1 、 E_2 的代数式表示)。

II. 甲醇的合成。

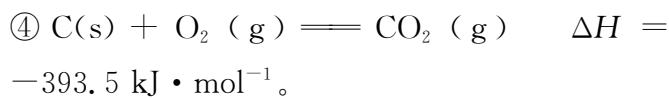
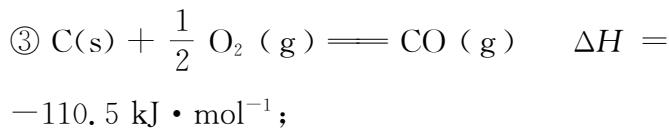
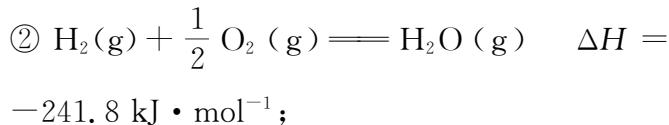
(3) 已知: $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$;



以 $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 为原料合成甲醇的反应为 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 。该反应的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$ (用含 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 的式子表示)。

5. [2024 安徽马鞍山第二中学期中] I. 已知下列热化学方程式。

① $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;



回答下列问题。

(1) 表示碳的燃烧热的热化学方程式为_____ (填序号)。

(2) 燃烧 1 g H₂ 生成气态水, 放出的热量为_____。

II. 已知强酸稀溶液与强碱稀溶液发生中和反应的热化学方程式为 H⁺(aq) + OH⁻(aq) = H₂O(l) ΔH = -57.3 kJ · mol⁻¹。

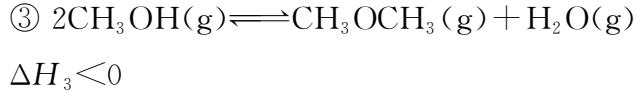
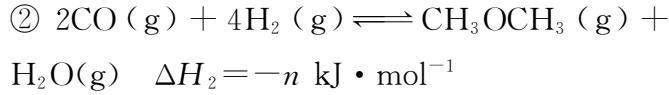
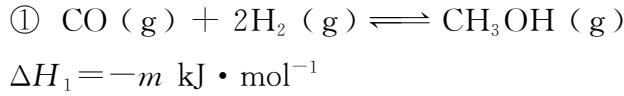
(3) 若稀硫酸与 NaOH 固体反应生成 1 mol H₂O(l), 则反应放出的热量_____ (填“大于”“等于”或“小于”) 57.3 kJ, 原因是_____。

III. 氮及其化合物与人类生产、生活密切相关。氮氧化物是造成光化学烟雾和臭氧层损耗的主要气体。

(4) 已知: ① CO(g) + NO₂(g) = NO(g) + CO₂(g) ΔH = -a kJ · mol⁻¹ (a > 0);
 ② 2CO(g) + 2NO(g) = N₂(g) + 2CO₂(g) ΔH = -b kJ · mol⁻¹ (b > 0)。

若用 CO 将 NO₂ 还原为 N₂, 当消耗标准状况下 3.36 L CO 时, 放出的热量为_____ kJ (用含有 a 和 b 的代数式表示)。

IV. CO、H₂ 可用于合成甲醇和甲醚, 其反应如下 (m、n 均大于 0):



(5) m 与 n 的关系为_____。

(6) 已知 H₂ 和 O₂ 反应时放热, 且断裂 1 mol H—H 键、1 mol O=O 键、1 mol H—O 键需要吸收的能量分别为 Q₁ kJ、Q₂ kJ、Q₃ kJ。下列关系一定正确的是_____ (填字母)。

- A. Q₁+Q₂>Q₃ B. Q₁+Q₂>2Q₃
 C. 2Q₁+Q₂<4Q₃ D. 2Q₁+Q₂<2Q₃

6. (经典题) 不同的化学反应具有不同的反应热, 人们可以通过不同的方法获得反应热数据, 可以实验测定, 也可以理论推算。

(1) 在稀溶液中, 强酸与强碱发生中和反应生成 1 mol H₂O(l) 时释放的热量叫做中和热, 中和热 ΔH = -57.3 kJ · mol⁻¹。

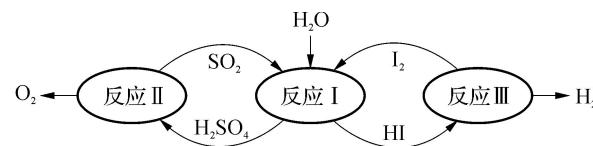
若选用 H₂SO₄ 和 Ba(OH)₂ 的稀溶液做中和热测定实验 (操作无误), 测定结果 ΔH _____ (填“>”“=”或“<”) -57.3 kJ · mol⁻¹。

(2) 标准状况下, 3.36 L 仅由 C、H 两种元素组成的某气态烃的质量为 4.5 g, 在 25 ℃、101 kPa 下完全燃烧生成 CO₂(g) 和 H₂O(l) 时, 放出 233.97 kJ 的热量。

① 该气态烃的分子式为_____。

② 表示该气体燃烧热的热化学方程式为_____。

(3) 北京冬奥会用绿氢(H₂)作为火炬燃料, 以太阳能为热源, 热化学硫碘循环分解水是一种高效、无污染的制氢方法。其反应过程如图所示。



反应 I: SO₂(g) + 2H₂O(l) + I₂(g) = H₂SO₄(aq) + 2HI(aq) ΔH₁ = -213 kJ · mol⁻¹;

反应 II: 2H₂SO₄(aq) = 2SO₂(g) + O₂(g) + 2H₂O(l) ΔH₂ = +654 kJ · mol⁻¹;

反应 III: 2HI(aq) = H₂(g) + I₂(g) ΔH₃ = +172 kJ · mol⁻¹。

则反应 2H₂O(l) = 2H₂(g) + O₂(g) 的 ΔH = _____。

章末综合一

建议用时:45分钟 ✓答案 P7

一、选择题:本题共 12 小题,每小题只有一个选项符合题意。

1. [2025 山东省名校联盟联考]下列说法或表示方法正确的是 ()

- A. 相同温度下,等量的硫蒸气和硫固体分别完全燃烧,前者放出的热量少
- B. 同温同压下,反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$ 在光照和点燃条件下的 ΔH 相同
- C. 25 ℃、101 kPa 时, $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则含 0.5 mol H_2SO_4 的稀硫酸与足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应放出的热量为 57.3 kJ
- D. 若 $\text{P}_4(\text{白磷}, \text{s}) = 4\text{P}(\text{红磷}, \text{s}) \quad \Delta H < 0$, 则白磷比红磷稳定

2. [2024 四川宜宾叙州一中期末]下列反应的热化学方程式正确的是 ()

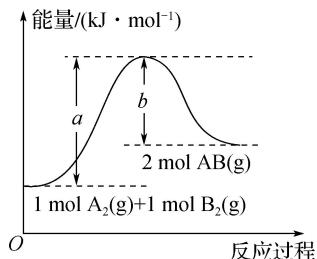
A. 已知: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 稀溶液与稀硫酸中和: $\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \frac{1}{2}\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) = \frac{1}{2}\text{BaSO}_4(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

B. 在 25 ℃、101 kPa 下,1 g 辛烷完全燃烧生成 $\text{CO}_2(\text{g})$ 和液态水时,放出 48.4 kJ 热量,则 $\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + \frac{25}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -5517.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. 查表知葡萄糖固体的燃烧热为 $2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则葡萄糖固体的燃烧热可表示为 $\frac{1}{2}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -1400 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

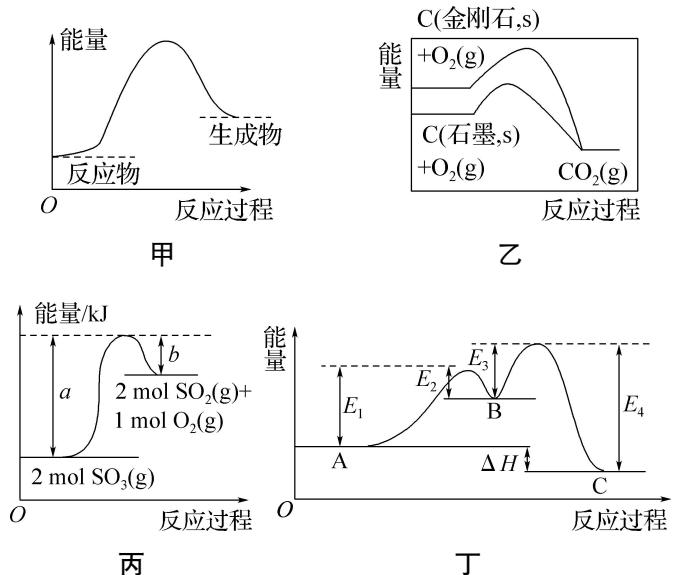
D. 6.4 g 硫粉与 12.8 g 铜粉在高温下充分反应时,放出 19.12 kJ 热量,则 $\text{Cu}(\text{s}) + \text{S}(\text{s}) = \text{CuS}(\text{s}) \quad \Delta H = -95.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. [2024 重庆杨家坪中学月考]已知化学反应 $\text{A}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g}) = 2\text{AB}(\text{g})$ 的能量变化如图所示。下列叙述正确的是 ()



- A. 每生成 2 分子 AB 吸收 b kJ 热量
- B. 该反应的反应热 $\Delta H = +(a-b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. 该反应中反应物的总能量高于生成物的总能量
- D. 断裂 1 mol A—A 键和 1 mol B—B 键, 放出 a kJ 能量

4. [2025 江苏启东中学期初]下列图示与对应的叙述相符的是 ()



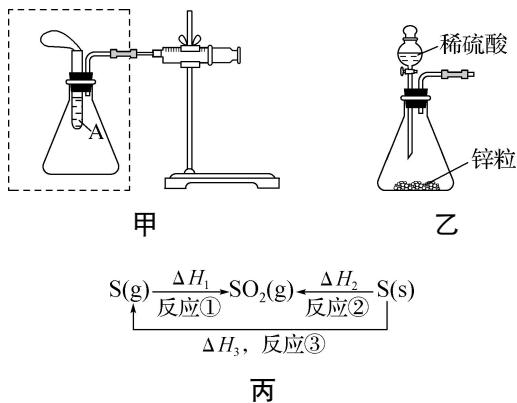
- A. 甲图可表示锌和稀硫酸反应过程中的能量变化
- B. 通过乙图可知,金刚石比石墨稳定
- C. 由丙图可知, $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = (a-b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 丁图是某反应 A → C 的能量变化曲线图 (E 表示能量), 反应中 $\Delta H = E_1 - E_4$

5. [2024 河北保定期中] 易错题 在 25 ℃、101 kPa 时, 1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时[氮元素转化为 N₂(g), 氢元素转化为 H₂O(l), 碳元素转化为 CO₂(g)]所放出的热量叫做该物质的燃烧热,一些物质的燃烧热如表所示。下列说法正确的是()

物质	化学式	$\Delta H/(kJ \cdot mol^{-1})$
氢气	H ₂ (g)	-285.8
乙烯	C ₂ H ₄ (g)	-1 411.0
乙醇	C ₂ H ₅ OH(l)	-1 366.8
甲烷	CH ₄ (g)	-890.3

- A. 表示 C₂H₅OH(l) 燃烧热的热化学方程式为
C₂H₅OH(l) + 3O₂(g) = 2CO₂(g) + 3H₂O(g) $\Delta H = -1 366.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 2 g H₂ 完全燃烧生成 1 mol H₂O(g) 所放出的热量大于 285.8 kJ
- C. 常温常压下, C₂H₄(g) + H₂O(l) = C₂H₅OH(l) 的 $\Delta H = -44.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. CH₄ 完全燃烧时, 反应物的总键能大于生成物的总键能

6. [2025 江苏启东中学期初] 经典题 热化学离不开实验, 更离不开对反应热的研究。下列有关说法正确的是()



- A. 由图丙可知, $\Delta H_1 < \Delta H_2$
- B. 将图甲虚线框中的装置换为图乙装置, 若注射器的活塞右移, 说明锌粒和稀硫酸的反应为放热反应
- C. 向图甲的试管 A 中加入某一固体和液体, 若注射器的活塞右移, 说明 A 中发生了放热

反应

D. 由图丙可知, $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$

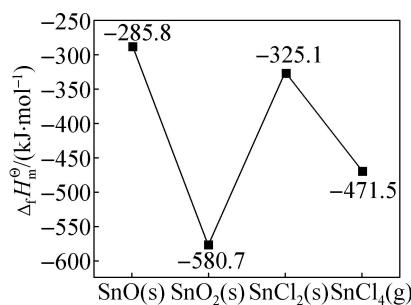
7. [2025 广东五校联考] 标准状态下, 下列物质气态时的相对能量如下表所示。

物质(g)	O	H	HO	HOO	H ₂	O ₂	H ₂ O ₂	H ₂ O
能量/(kJ · mol ⁻¹)	249	218	39	10	0	0	-136	-242

可根据 HO(g) + HO(g) = H₂O₂(g) 计算出 H₂O₂ 中氧氧单键的键能为 214 kJ · mol⁻¹。下列说法不正确的是()

- A. H₂ 的键能为 436 kJ · mol⁻¹
- B. O₂ 的键能大于 H₂O₂ 中氧氧单键的键能的 2 倍
- C. 解离氧氧单键所需能量: HOO > H₂O₂
- D. H₂O(g) + O(g) = H₂O₂(g) $\Delta H = +143 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

8. [2025 江西七彩联盟联考] 新考法题 标准摩尔生成焓是指在热力学标准态下由指定单质生成 1 mol 化合物(或物质)的反应焓变, 符号为 $\Delta_f H_m^\ominus$, 指定单质大多数是稳定单质, 其标准摩尔生成焓规定为零。例如: Sn(s) + $\frac{1}{2}$ O₂(g) = SnO(s) $\Delta_f H_m^\ominus = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。几种锡的化合物的标准摩尔生成焓如图所示。



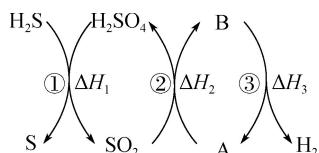
下列叙述错误的是()

- A. 其他条件相同, 最稳定的是 SnO₂(s)
- B. SnCl₂(s) + Cl₂(g) = SnCl₄(g) $\Delta_f H_m^\ominus = -146.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. SnO₂(s) + Sn(s) = 2SnO(s) $\Delta_f H_m^\ominus < 0$
- D. 最稳定的 Sn 在 O₂ 中燃烧生成 0.2 mol SnO₂(s) 时放出热量为 116.14 kJ

9. [2024 广东广州二中期中]下列热化学方程式正确的是 ()

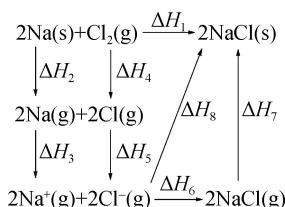
选项	条件	热化学方程式
A	H ₂ 的燃烧热为 $a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl} \quad \Delta H = -a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B	1 mol SO ₂ 、0.5 mol O ₂ 充分反应生成 SO ₃ (g), 放出热量 $a \text{ kJ}$	$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -2a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C	$\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -114.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D	31 g 白磷(P ₄)比 31 g 红磷多 $b \text{ kJ}$ 能量	$\text{P}_4(\text{白磷, s}) \rightleftharpoons 4\text{P}(\text{红磷, s}) \quad \Delta H = -4b \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

10. [2024 北京通州期中]工业中可用碘硫循环法处理 H₂S 气体(如图所示), 同时实现零碳排放制氢和硫。已知: $\Delta H_1 = +61 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta H_2 = -151 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta H_3 = +110 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。下列说法正确的是 ()



- A. B 是 I₂
B. 反应①的化学方程式为 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{S} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
C. 等压条件下, 反应①②③的反应热之和小于 H₂S 直接分解的反应热
D. 碘硫循环法总反应的热化学方程式为 $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +20 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

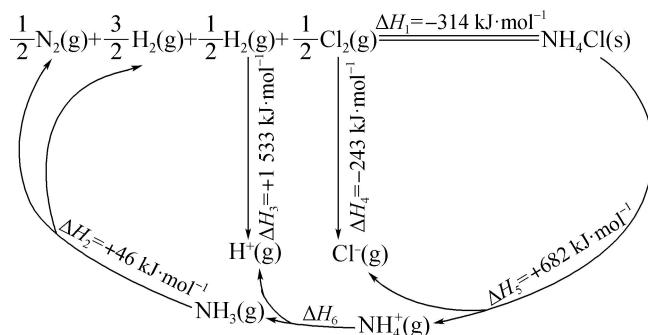
11. [2024 云南师范大学附中期末]2 mol Na(s) 和 1 mol Cl₂(g) 反应的能量关系如图所示。已知: 原子在失去电子时需要吸收能量, 得到电子时需要放出能量。下列说法错误的是 ()



- A. 相同条件下, 反应 $2\text{K}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{K}^+(\text{g})$ 的

- $\Delta H < \Delta H_3$
B. $\Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 < \Delta H_1$
C. ΔH_4 的数值与 Cl—Cl 键键能的数值相等
D. $\Delta H_6 = \Delta H_8 - \Delta H_7$

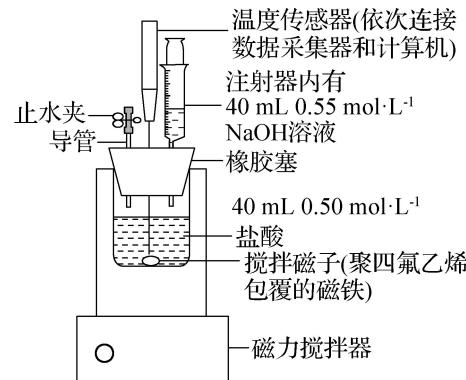
12. [2025 辽宁滨城高中联盟联考]新考法题 如图所示为 NH₄Cl 的热循环过程, 结合数据计算可得 $\Delta H_6(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$ 为 ()



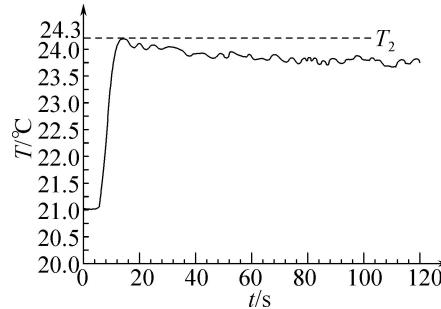
- A. -2332 B. +248
C. +876 D. -1704

二、非选择题

13. [2025 福建福清六校期中联考]手持技术测定中和反应反应热的装置和测定结果如图所示。实验中一次性快速注入 NaOH 溶液。回答下列问题。



甲 中和反应反应热的测定装置



乙 盐酸与 NaOH 溶液反应时的 $T-t$ 图像

- (1) 实验中碱稍过量的原因为 _____。

(2) 磁子表面的聚四氟乙烯 _____(填“能”或“不能”)换成铁,原因是 _____。

(3) 根据上图所示,计算本次实验中测定的中和反应反应热为 _____ kJ · mol⁻¹(精确至 0.01)[已知:混合溶液的密度为 1 g · cm⁻³,比热容为 4.18 J · g⁻¹ · °C⁻¹。忽略水以外各物质吸收的热量]。

(4) 查阅资料:HF(aq)+OH⁻(aq)====F⁻(aq)+H₂O(l) ΔH=-67.7 kJ · mol⁻¹; H⁺(aq)+OH⁻(aq)====H₂O(l) ΔH=-57.3 kJ · mol⁻¹。发现 HF 比 HCl 中和反应的反应热大,结合已有知识分析其原因为 _____(用化学用语表示)。

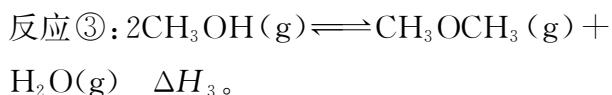
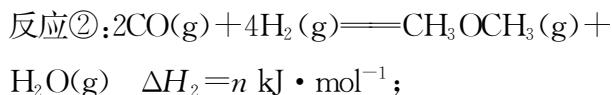
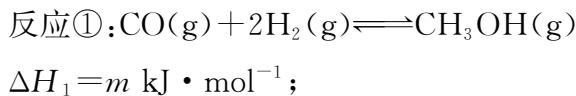
14. [2025 江西省部分学校联考]化学反应过程中的热量变化在生活、生产和科学的研究中具有广泛的应用。

(1) 已知几种燃料的燃烧热(ΔH)如表所示。

燃料	乙烯(g)	己烷(C ₆ H ₁₄ ,l)	H ₂ (g)
燃烧热(ΔH)/(kJ · mol ⁻¹)	-1 411	-4 163	-285.8

则己烷(l)裂解生成乙烯和 H₂ 的热化学方程式为 _____。

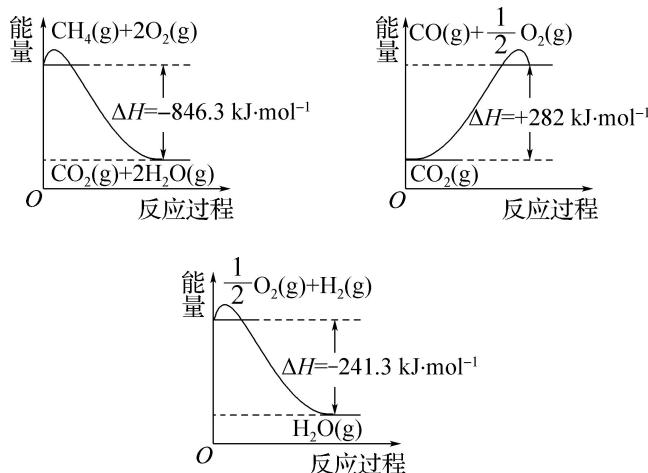
(2) 用 CO、H₂ 合成甲醇和甲醚的过程中主要发生的反应如下:



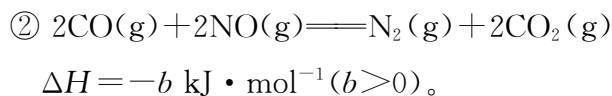
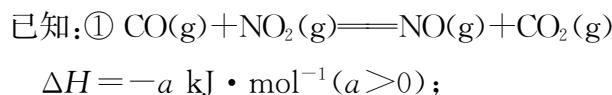
则 ΔH₃= _____(用含 m、n 的代数式表

示)kJ · mol⁻¹。

(3) 以甲烷为原料可制得 H₂:CH₄(g)+H₂O(g)====CO(g)+3H₂(g)。有关化学反应的能量变化如图所示,则 CH₄(g)与 H₂O(g)反应生成 CO(g) 和 H₂(g) 的热化学方程式为 _____。



(4) 氮氧化物是造成光化学烟雾和臭氧层破坏的主要气体。



用 33.6 L(标准状况下)CO 还原 NO₂ 至 N₂(CO 完全反应)的整个过程中转移电子的数目为 _____ N_A, 放出的热量为 _____(用含 a 和 b 的代数式表示)kJ。

(5) 合成氨反应中一些化学键的键能如表所示。

化学键	键能/(kJ · mol ⁻¹)	化学键	键能/(kJ · mol ⁻¹)
N≡N	946	H—O	462.8
N—H	390.8	H—H	436

由表中数据可知,稳定性:N₂ _____(填“>”或“<”)H₂,写出 N₂ 和 H₂ 反应生成 NH₃(g)的热化学方程式: _____。

真题小练

✓答案 P10

1. [2023 海南卷, T7] 各相关物质的燃烧热数据如表所示。下列热化学方程式正确的是 ()

物质	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$
$\Delta H/(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-1 559.8	-1 411	-285.8

- A. $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H = -1 411 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = -137 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = +285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \frac{7}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -1 559.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. [2023 广东卷, T17 节选] 化学反应常伴随热效应。某些反应(如中和反应)的热量变化,其数值 Q 可通过量热装置测量反应前后体系温度变化,用公式 $Q = c\rho V_{\text{总}} \cdot \Delta T$ 计算获得。

- (1) 盐酸浓度的测定: 移取 20.00 mL 待测液, 加入指示剂, 用 $0.5000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液滴定至终点, 消耗 NaOH 溶液 22.00 mL。该盐酸的浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

- (2) 热量的测定: 取上述 NaOH 溶液和盐酸各 50 mL 进行反应, 测得反应前后体系的温度值($^{\circ}\text{C}$)分别为 T_0 、 T_1 , 则该过程中放出的热量为 _____ J (c 和 ρ 分别取 $4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ 和 $1.0 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 忽略水以外各物质吸收的热量, 下同)。

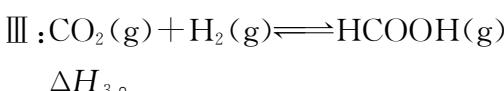
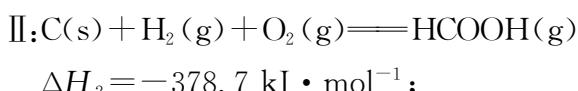
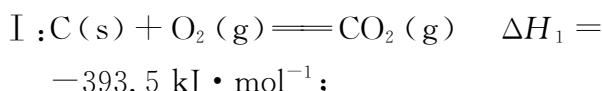
- (3) 借鉴(2)的方法, 甲同学测量放热反应 $\text{Fe}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$ 的焓变 ΔH (忽略温度对焓变的影响, 下同)。实验结果如下表所示。

序号	反应试剂		体系温度/ $^{\circ}\text{C}$	
			反应前	反应后
i	100 mL $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	1.20 g 铁粉	a	b
ii	CuSO_4 溶液	0.56 g 铁粉	a	c

① 温度: b _____ (填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$ ”) c 。② $\Delta H =$ _____ (选择表中一组数据计算)。结果表明,该方法可行。

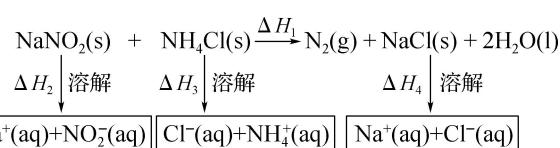
3. 按要求回答下列问题。

- (1) [2024 浙江卷, T19] 某研究小组研究 CO_2 转化为 HCOOH , 相关热化学方程式如下:



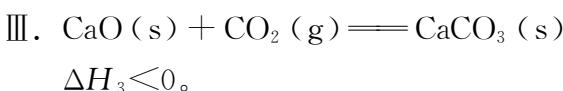
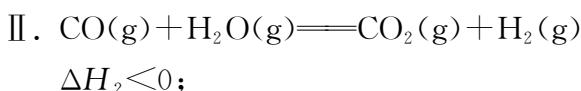
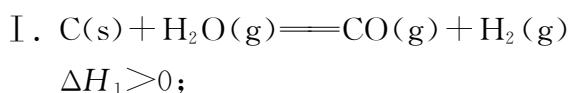
则 $\Delta H_3 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

- (2) [2024 广东卷, T19] 反应 a 为 $\text{NO}_2^- (\text{aq}) + \text{NH}_4^+ (\text{aq}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。已知:



则反应 a 的 $\Delta H =$ _____。

- (3) [2024 山东卷, T20] 水煤气是 H_2 的主要来源, 研究 CaO 对 $\text{C} - \text{H}_2\text{O}$ 体系制 H_2 的影响, 涉及主要反应如下:



$\text{C}(\text{s}) + \text{CaO}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 的焓变 $\Delta H =$ _____ (用代数式表示)。

第二章 化学反应速率与化学平衡

第一节 化学反应速率

限时小练 4 化学反应速率

建议用时:30分钟 ↗答案 P11

新课标要求

- 知道化学反应速率的表示方法。
- 能进行化学反应速率的简单计算。
- 了解测定化学反应速率的简单方法。

选择题:本题共 12 小题,每小题只有一个选项符合题意。

1. 下列测量化学反应速率的依据不可行的是()

选项	化学反应	测量依据 (单位时间内)
A	$2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$	溶液颜色变化
B	$\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$	沉淀质量变化
C	$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$	温度、体积一定时, 体系压强变化
D	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HI} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$	溶液体积一定时, I^- 的浓度变化

2. 对于反应: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,下列说法正确的是()

- A. 用 HCl 和 CaCl_2 表示的反应速率数值不同,但所表示的意义相同
B. 不能用 CaCO_3 的浓度变化来表示反应速率,但可用 H_2O 的浓度变化来表示
C. 用 H_2O 和 CO_2 表示的化学反应速率相同
D. 用 CaCl_2 浓度的减小表示其反应速率

3. (教材变式) 已知: $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。若反应速率分别用 $v(\text{NH}_3)$ 、 $v(\text{O}_2)$ 、 $v(\text{NO})$ 、 $v(\text{H}_2\text{O})$ ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) 表示,则下列关系正确的是()

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

4. 一定温度下,向 3 L 的恒容密闭容器中(预先装入催化剂)通入 2 mol N_2 和 3 mol H_2 ,一段时间后,测得容器内压强是起始时的 $\frac{9}{10}$,用 H_2 表示的反应速率为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。则这段时间为()

- A. 2.5 min B. 3.5 min
C. 4.5 min D. 5.5 min

5. 在 2 L 密闭容器中,发生反应 $3\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$,若最初加入 A 和 B 都是 4 mol,A 的平均反应速率为 $0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,则 10 s 后容器中 B 的物质的量为()

- A. 2.8 mol B. 1.6 mol
C. 3.2 mol D. 3.6 mol

6. 一定温度下,10 mL 0.40 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ H_2O_2 溶液发生分解反应。不同时刻测得生成 O_2 的体积(已折算为标准状况)如下表所示。下列叙述不正确的是(溶液体积变化忽略不计)()

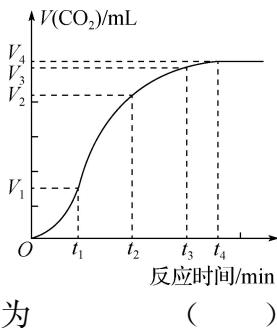
t/min	0	2	4	6	8	10
$\text{V}(\text{O}_2)/\text{mL}$	0.0	9.9	17.2	22.4	26.5	29.9

- A. 0~6 min 内的平均反应速率: $v(\text{H}_2\text{O}_2) \approx 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
B. 6~10 min 内的平均反应速率: $v(\text{H}_2\text{O}_2) < 3.3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
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%
7. 已知反应 $\text{X}(\text{g}) + 3\text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Z}(\text{g}) \quad \Delta H = -a \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,一定条件下,1 mol X 和 3 mol Y

在 2 L 恒容密闭容器中发生反应,10 min 时测得 Y 的物质的量为 2.4 mol。下列说法正确的是 ()

- A. 10 min 时,容器内的压强是反应前的 0.9 倍
- B. 10 min 时,X 的转化率为 80%
- C. 10 min 内,用 Y 表示的平均反应速率为 $0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- D. 前 5 min 内,X 和 Y 反应放出的热量等于 $0.1a \text{ kJ}$

8. 为了研究 CaCO_3 与盐酸的反应速率,某同学测定不同时间内反应生成 CO_2 气体的体积,并绘制出如图所示的曲线。该反应的反应速率最快的时间段为 ()



- A. $0 \sim t_1$
- B. $t_1 \sim t_2$
- C. $t_2 \sim t_3$
- D. $t_3 \sim t_4$

9. 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 4 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 4 种条件下的反应速率关系为 ()

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

► 比较化学反应速率大小的方法 答案 P12

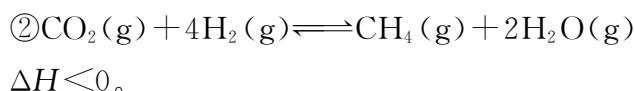
10. 一定温度下,将 3 mol A 和 2 mol B 混合于 2 L 的恒容密闭容器中,发生如下反应: $3\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{s}) \rightleftharpoons x\text{C}(\text{g}) + 2\text{D}(\text{g})$, 反应 5 min 时,测得 D 的浓度为 $0.75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 以 C 表示的平均反应速率 $v(\text{C}) = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 下列说法正确的是 ()

- A. 0~5 min 内,以 B 表示的平均反应速率为 $v(\text{B}) = 0.075 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- B. 5 min 时,向容器中再加入 1 mol He,可以减慢化学反应速率

C. 5 min 时,D 的物质的量为 1.25 mol

D. 该化学方程式中, $x=4$

11. (经典题) 煤制合成天然气是煤气化的一种重要方法,其工艺核心是合成过程中的甲烷化,涉及的主要反应如下:



现在 300°C 、容积为 2 L 的密闭容器中进行有关合成天然气的实验,相关数据记录如下:

t/min	$n(\text{CO})/\text{mol}$	$n(\text{CO}_2)/\text{mol}$	$n(\text{H}_2)/\text{mol}$	$n(\text{CH}_4)/\text{mol}$	$n(\text{H}_2\text{O})/\text{mol}$
0	4	3	40	0	0
30	2	2	a	3	
70	1	b	c	d	6

下列有关说法错误的是 ()

- A. $a=30, b=1.5$
- B. $c=25, d=4.5$
- C. 前 30 min 内,反应①的平均反应速率 $v(\text{CH}_4) = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- D. 后 40 min 内,反应②的平均反应速率 $v(\text{H}_2) = 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

12. 一定条件下,反应 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HBr}(\text{g})$ 的速率可表示为 $v = k \cdot c^\alpha(\text{H}_2) \cdot c^\beta(\text{Br}_2) \cdot c^{-1}(\text{HBr})$, 其中 k 为反应速率常数。该反应在不同浓度下的反应速率如下:

实验编号	$c(\text{H}_2)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$c(\text{Br}_2)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$c(\text{HBr})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	反应速率
①	0.1	0.1	2	v
②	0.1	0.4	2	$8v$
③	0.2	0.4	2	$16v$
④	0.2	0.1	x	$4v$

根据表中的测定数据判断,下列结论不正确的是 ()

- A. α, β 的值分别为 1、1.5
- B. 表中 x 的值为 2
- C. 反应体系的 3 种物质中, $\text{Br}_2(\text{g})$ 的浓度对反应速率影响最大
- D. 同时减小 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{HBr}(\text{g})$ 的浓度, 反应速率不一定增大

第三章 水溶液中的离子反应与平衡

第一节 电离平衡

限时小练 11 弱电解质的电离平衡

建议用时:30分钟 ↗答案 P26

新课标要求

- 从电离、离子反应、化学平衡的角度认识电解质溶液的组成、性质和反应。
- 掌握弱电解质在水溶液中存在的电离平衡。

一、选择题:本题共 13 小题,每小题只有一个选项符合题意。

1. 下列物质按纯净物、强电解质、弱电解质、非电解质的组合正确的是 ()

选项	纯净物	强电解质	弱电解质	非电解质
A	盐酸	硫酸	冰醋酸	Cu
B	液氯	BaSO ₄	H ₂ C ₂ O ₄	NH ₃
C	火碱	NaCl	氨水	SO ₃
D	冰醋酸	苛性钾	MgCl ₂	乙醇

2. 下列电解质在水溶液中的电离方程式的书写正确的是 ()

- A. NH₃ · H₂O \rightleftharpoons NH₄⁺ + OH⁻
B. NaHSO₄ \rightleftharpoons Na⁺ + HSO₄⁻
C. KHCO₃ \rightleftharpoons K⁺ + HCO₃⁻
D. CH₃COOH \rightleftharpoons CH₃COO⁻ + H⁺

3. 下列说法不正确的是 ()

- A. HClO 是弱酸,但 NaClO 是强电解质
B. 某醋酸溶液的 pH=4,说明醋酸是弱电解质
C. 同一弱电解质的溶液,当温度、浓度不同时,其导电能力也不相同
D. 强电解质可能是离子化合物,也可能是共价化合物

4. 下列事实能证明 MOH 是弱碱的有 ()

- ① 0.1 mol · L⁻¹ MOH 溶液可以使酚酞溶液变红
② 常温下,0.1 mol · L⁻¹ MOH 溶液中 c(OH⁻) < 0.1 mol · L⁻¹
③ 相同温度下,0.1 mol · L⁻¹ MOH 溶液的导电能力比 0.1 mol · L⁻¹ NaOH 溶液的弱

④ 等体积的 0.1 mol · L⁻¹ MOH 溶液与 0.1 mol · L⁻¹ 盐酸恰好完全反应

- A. ①② B. ②③ C. ②④ D. ③④

5. 在氨水中存在电离平衡: NH₃ · H₂O \rightleftharpoons NH₄⁺ + OH⁻,下列情况能使电离平衡向左移动的是 ()

- A. 加水 B. 通 HCl
C. 加 NH₄Cl 固体 D. 加 CH₃COOH

6. (经典题) 化合物 HIn 在水溶液中因存在以下电离平衡,故可用作酸碱指示剂。



浓度为 0.02 mol · L⁻¹ 的下列各溶液:①盐酸,②石灰水,③ NaCl 溶液,④ NaHSO₄ 溶液,⑤NaHCO₃ 溶液,⑥氨水,其中能使指示剂显红色的是 ()

- A. ②⑤⑥ B. ①④
C. ①④⑤ D. ②③⑥

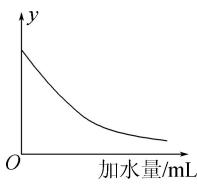
7. 研究发现多种植物中富含草酸,尤以菠菜、苋菜、甜菜、芋头等植物中含量最高。草酸(H₂C₂O₄)是一种常见的二元弱酸,在水溶液中存在电离平衡。下列有关说法不正确的是 ()

- A. H₂C₂O₄ 在水溶液中存在电离平衡:
$$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$$

B. H₂C₂O₄ 溶液中, c(H⁺) 大于 c(C₂O₄²⁻)
C. 向 H₂C₂O₄ 溶液中加入 NaOH 固体,电离平衡正向移动,pH 增大
D. 将 H₂C₂O₄ 溶液加水稀释,溶液中的 c(OH⁻) 增大

8. (易错题) 25 ℃时,将 0.2 mol·L⁻¹ 醋酸加水稀释,则图中的纵轴 y 表示的是 ()

- A. 溶液中 H⁺ 的物质的量
B. 溶液中 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 的比值
C. 溶液的导电能力
D. CH₃COOH 的电离程度



9. pH=3 的两种一元酸 HX 和 HY 溶液,分别取 50 mL 加入足量的镁粉,充分反应后,收集到 H₂ 的体积分别为 V(HX) 和 V(HY),若 V(HX)>V(HY),则下列说法正确的是 ()

- A. HX 可能是强酸
B. HY 一定是强酸
C. HX 的酸性强于 HY 的酸性
D. 反应开始时二者生成 H₂ 的速率相等

10. 下列关于电解质溶液的说法正确的是 ()

- A. 0.1 L 0.5 mol·L⁻¹ CH₃COOH 溶液中含有 H⁺ 数目为 0.05N_A
B. 室温下,稀释 0.1 mol·L⁻¹ CH₃COOH 溶液,溶液的导电能力增强
C. 向 0.1 mol·L⁻¹ CH₃COOH 溶液中加入少量水,溶液中所有离子浓度均减小
D. CH₃COOH 溶液加水稀释后,溶液中 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ 的值减小

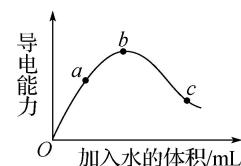
11. 已知: H₂A == H⁺ + HA⁻, HA⁻ == H⁺ + A²⁻。室温下,0.1 mol·L⁻¹ H₂A 溶液中,下列说法不正确的是 ()

- A. 该溶液中 0.1 mol·L⁻¹ < c(H⁺) < 0.2 mol·L⁻¹
B. 0.1 mol·L⁻¹ NaHA 溶液中 c(HA⁻) 小于该溶液中 c(HA⁻)
C. 溶液中存在 H₂A、HA⁻ 和 A²⁻
D. 用相同浓度的 NaOH 溶液中和 10 mL 0.1 mol·L⁻¹ H₂A 溶液,完全中和时应消耗 NaOH 溶液的体积为 20 mL

12. 醋酸溶液中存在电离平衡: CH₃COOH == H⁺ + CH₃COO⁻。下列对 0.1 mol·L⁻¹ CH₃COOH 溶液的叙述不正确的是 ()

- A. 加入冰醋酸或加热均可使 c(CH₃COO⁻) 增大
B. 加水稀释, c(H⁺) 减小
C. 加入少量冰醋酸, 平衡向右移动, 电离程度增大
D. 加入少量 NaOH 固体, c(CH₃COO⁻) 增大

13. (教材变式) 恒温向冰醋酸中加水, 稀释过程中溶液的导电能力变化如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. O 点醋酸没有发生电离
B. 溶液中 c(H⁺):a>b>c
C. 醋酸的电离程度:a<b<c
D. 加水使醋酸的电离平衡正向移动

二、非选择题

14. 现有下列物质:① 熔融的 NaCl, ② 稀硫酸, ③ 液氯, ④ 冰醋酸, ⑤ 铜, ⑥ BaSO₄, ⑦ NaHSO₄, ⑧ 液氨, ⑨ SO₂, ⑩ Ca(OH)₂ 固体。

请按要求回答下列问题。

- (1) 以上物质中属于弱电解质的是 _____ (填序号, 下同); 属于非电解质的是 _____。
(2) 下列可以证明醋酸是弱酸的事实是 _____ (填字母)。
a. 醋酸和水能以任意比例混溶
b. 在醋酸水溶液中还含有未电离的醋酸分子
c. 醋酸与 Na₂CO₃ 溶液反应放出 CO₂ 气体
d. 1 mol·L⁻¹ 醋酸水溶液能使紫色石蕊溶液变红色
e. 等体积、等 pH 的醋酸和盐酸分别与足量 NaOH 溶液充分反应, 醋酸消耗的 NaOH 更多

第四章 化学反应与电能

第一节 原电池

限时小练 19 原电池的工作原理

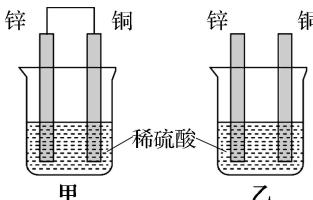
建议用时:35分钟 ↗答案 P44

新课标要求

- 认识化学能可以转化为电能。
- 认识原电池的工作原理。

一、选择题:本题共 13 小题,每小题只有一个选项符合题意。

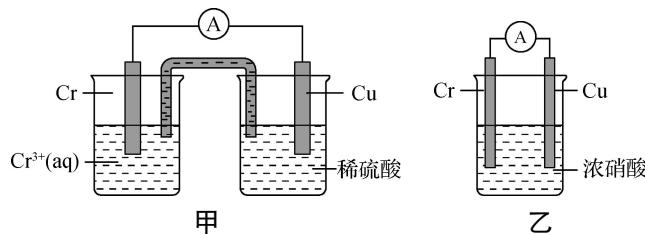
1. 将锌片和铜片按照图示方式插入同浓度的稀硫酸中一段时间,下列叙述正确的是 ()



- A. 两烧杯中铜片表面均无气泡产生
- B. 甲装置中铜片是正极,乙装置中铜片是负极
- C. 两烧杯中溶液的 pH 均增大
- D. 产生气泡的速度:甲<乙

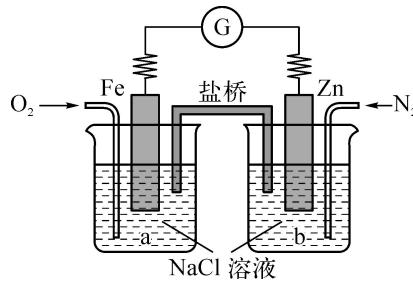
►原电池的构成条件 答案 P44

2. 在如图所示的装置中,观察到甲装置中 Cu 电极上产生大量无色气泡,而乙装置中 Cu 电极上无气泡产生,Cr 电极上产生大量有色气泡。下列叙述不正确的是 ()



- A. 甲装置中 Cu 电极上的电极反应式为 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow$
- B. 乙装置中 Cu 电极上的电极反应式为 $Cu - 2e^- \rightarrow Cu^{2+}$
- C. 乙装置中 Cr 电极上的电极反应式为 $NO_3^- + e^- + 2H^+ \rightarrow NO_2 \uparrow + H_2O$
- D. 两个装置中,电子均由 Cr 电极经导线流向 Cu 电极

3. 根据图示判断下列说法错误的是 ()

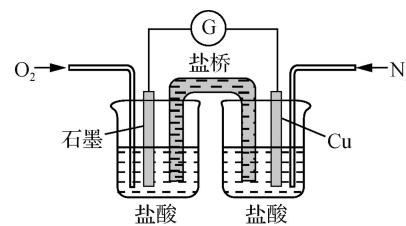


- A. 盐桥中的阳离子会移向 a 池
- B. Fe 为正极,电极反应式为 $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$
- C. 电池总反应为 $2Zn + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2Zn^{2+} + 4OH^-$
- D. 该装置中通入的 N₂ 可用氩气来代替

4. 设想通过原电池反应以 H₂ 和 Cl₂ 为原料生产盐酸。下列说法正确的是 ()

- A. 正极反应为 $H_2 - 2e^- \rightarrow 2H^+$
- B. 在电池工作时,H⁺ 移向负极
- C. 电池正极发生氧化反应
- D. 以盐酸作为电解质溶液,并不断补充蒸馏水,以维持溶液一定的 pH

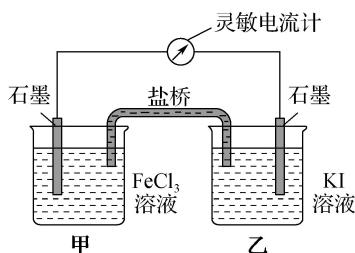
5. 如图是某校实验小组设计的一套原电池装置。下列有关叙述不正确的是 ()



- A. 石墨电极的电极反应式为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
- B. 该装置能将化学能转变为电能

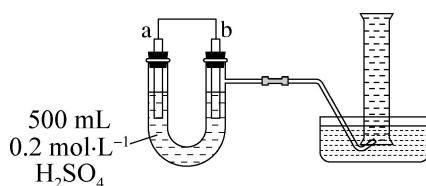
- C. 电子由 Cu 电极经导线流向石墨电极
 D. 电池总反应: $2\text{Cu} + \text{O}_2 + 4\text{HCl} = 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

6. 控制合适的条件,将反应 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ 设计成如图所示的原电池。下列判断不正确的是 ()



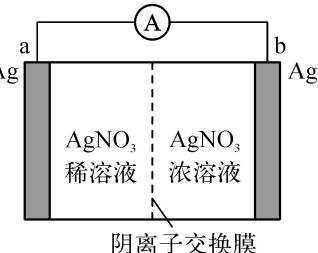
- A. 反应开始时,电流从甲池石墨电极流向乙池石墨电极
 B. 反应开始时,甲池石墨电极上 Fe^{3+} 被还原
 C. 盐桥中的阳离子向甲池移动
 D. 放电时,乙池石墨极为正极

7. 用如图所示装置来测定某原电池工作时,在一段时间内通过导线的电子的物质的量。量筒的规格为 1 000 mL, 电极材料是铁片和铜片。下列有关说法正确的是 ()



- A. b 的电极材料是铁片
 B. 电子由电极 b 经导线流向电极 a
 C. 若用浓硝酸代替稀硫酸,溶液中的 NO_3^- 移向铜片
 D. 当量筒中收集到 672 mL(标准状况)气体时,通过导线的电子的物质的量为 0.03 mol

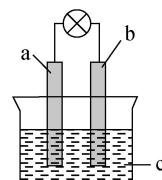
8. 一种物质由高浓度向低浓度扩散而引发的一类电池称为浓差电池。如图是由 Ag 电极和 AgNO_3 溶液组成的电池,工作时,b 电极的质量不断增大。下列说法错误的是 ()



- A. NO_3^- 由交换膜右侧向左侧迁移
 B. a 极为负极,发生氧化反应
 C. 交换膜左侧溶液浓度最终会大于交换膜右侧溶液浓度
 D. 原电池的总反应不一定是氧化还原反应

►原电池原理的应用 答案 P44

9. (易错题) 下列关于如图所示原电池的说法正确的是 ()



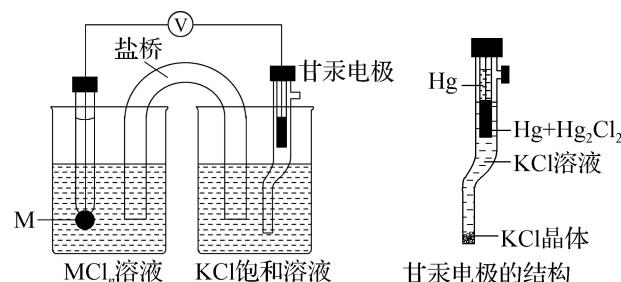
- A. 当 a 为 Cu, b 为含有碳杂质的 Al, c 为稀硫酸时, b 极上观察不到气泡产生
 B. 当 a 为石墨, b 为 Fe, c 为浓硫酸时,不能产生连续的稳定电流
 C. 当 a 为 Mg, b 为 Al, c 为 NaOH 溶液时,根据现象可推知,Al 的活动性强于 Mg
 D. 当 a 为石墨, b 为 Cu, c 为 FeCl_3 溶液时, a、b 之间没有电流通过

►“特殊”原电池原理的深度分析 答案 P45

10. (新考法题) 电极电势的测定常用甘汞电极作为参比电极(部分数据如下)。

电极种类	Na^+/Na	Zn^{2+}/Zn	H^+/H_2	甘汞电极	Cu^{2+}/Cu
电极电势/V	-2.71	-0.76	0.00	0.24	0.34

测定过程中,待测电极与甘汞电极组成原电池,其工作原理如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 盐桥中 Cl^- 向甘汞电极移动
 B. 若 M 为 Cu, 则电极反应式为 $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$

- C. 甘汞电极的电极反应式为 $2\text{Hg} + 2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}_2\text{Cl}_2$
- D. 测定过程中, 甘汞电极内部 KCl 晶体可能增多

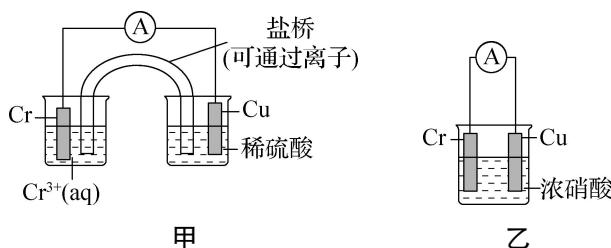
11. 如图为发光二极管连接柠檬电池装置。下列说法正确的是 ()



- A. 铁环作为柠檬电池的正极
B. 电子由铜线经过发光二极管流向铁环
C. 负极的电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$
D. 可将柠檬替换成盛装酒精溶液的装置

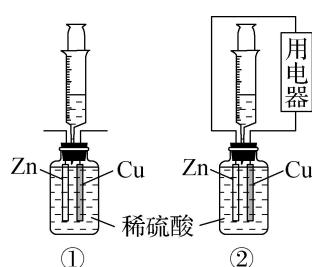
► 判断原电池正、负极的方法 答案 P45

12. 用如图装置进行实验, 可观察到如下现象: 图甲中, Cu 电极上产生大量无色气泡; 图乙中, Cu 电极上无气泡产生, 而 Cr 电极上产生大量气泡。下列说法正确的是 ()



- A. 图甲是原电池装置, 盐桥中的阴离子移向 Cu 电极的烧杯中
B. 两个装置中, 电子均由 Cr 电极经导线流向 Cu 电极
C. 图乙中 Cr 电极为正极
D. 由实验现象可知, 金属活动性: $\text{Cu} > \text{Cr}$

13. (新考法题) 用如图所示装置探究原电池中的能量转化, 注射器用来收集气体并读取气体体积, 记录实验数据如表所示。



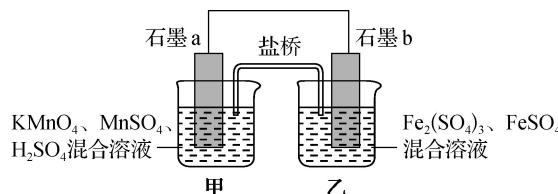
装置编号	①		②		
	时间/min	气体体积/mL	溶液温度/℃	气体体积/mL	溶液温度/℃
0	0	22.0	0	22.0	—
8.5	30	24.8	50	23.8	—
10.5	50	26.0	—	—	—

- 下列说法错误的是 ()

- A. 0~8.5 min 内, 生成气体的平均速率: ①<②
B. 两个装置中的反应均为 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$
C. 对比两装置中溶液的温度, 说明反应释放的总能量: ①>②
D. 最终两装置中溶液的温度: ①>②, 说明②中反应的化学能部分转化为电能

二、非选择题

14. 某研究性学习小组根据反应 $2\text{KMnO}_4 + 10\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ 设计如图原电池, 其中甲、乙两烧杯中各物质的物质的量浓度均为 $1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 溶液的体积均为 200 mL, 盐桥中装有饱和 K_2SO_4 溶液。回答下列问题。



- (1) 此原电池的负极是石墨 _____ (填“a”或“b”), 电池工作时, 盐桥中的 SO_4^{2-} 移向 _____ (填“甲”或“乙”)烧杯。

- (2) 正极的电极反应式为 _____。

- (3) 下列反应通过原电池装置, 可实现化学能直接转化为电能的是 _____ (填字母, 下同)。

- A. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$
B. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$
C. $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$

- (4) 双液原电池的作用是 _____。
A. 能量转化率高
B. 能提供持续稳定的电流
C. 形成闭合回路