

普通高中课程标准实验教科书

新
课标

夯实基础

提高能力

拓展知识

发展智力

基础训练

· 化学

化学反应原理

山东省教学研究室 编

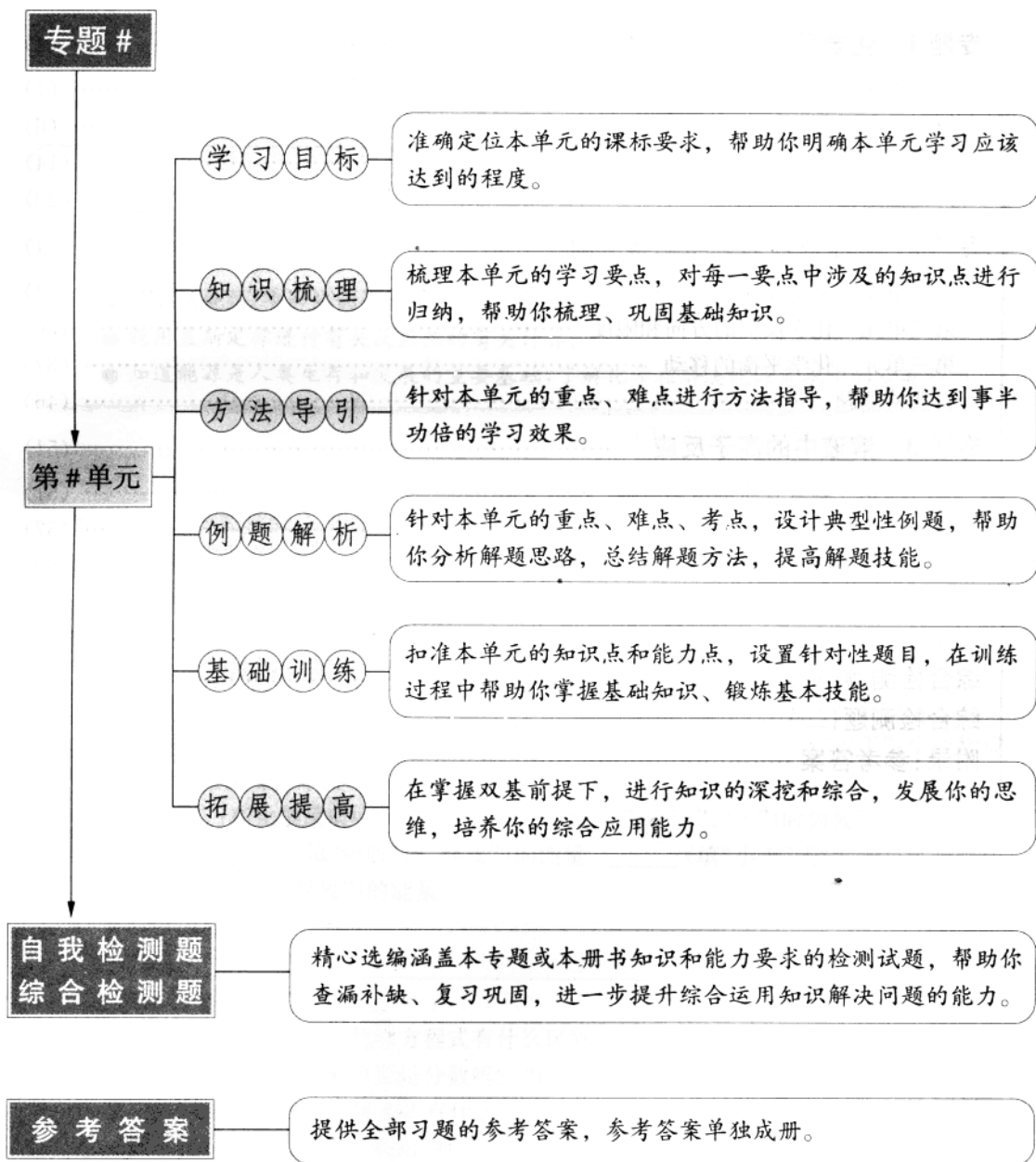
苏教版



山东教育出版社

Shandong Education Press

使用指南



Contents

目 录

专题 1 化学反应与能量变化	(1)
第一单元 化学反应中的热效应	(1)
第二单元 化学能与电能的转化	(6)
第三单元 金属的腐蚀与防护	(14)
自我检测题	(20)
专题 2 化学反应速率与化学平衡	(24)
第一单元 化学反应速率	(24)
第二单元 化学反应的方向和限度	(30)
第三单元 化学平衡的移动	(37)
自我检测题	(46)
专题 3 溶液中的离子反应	(51)
第一单元 弱电解质的电离平衡	(51)
第二单元 溶液的酸碱性	(57)
第三单元 盐类的水解	(63)
第四单元 沉淀溶解平衡	(70)
自我检测题	(75)
综合检测题(一)	(79)
综合检测题(二)	(84)
附录:参考答案	(89)



第一单元 化学反应中的热效应

- 了解化学能与热能的相互转化;了解反应热、焓变的含义。
- 了解化学反应中能量转化的原因,理解吸热反应和放热反应的实质。
- 学会热化学方程式的书写方法。
- 了解燃烧热、中和热的含义。
- 能用盖斯定律进行有关反应热的有关计算。
- 知道能源是人类生存和发展的重要基础,了解化学在解决能源危机中的重要作用。

知识梳理

一、化学反应的焓变

1. 反应热:化学反应中,_____的热量。

2. 焓变:在_____的条件下,化学反应过程中_____的热量。

符号:用 ΔH 表示。单位:一般采用_____。

3. 吸热反应和放热反应

(1) 放热反应:在化学反应中, ΔH _____ 0(填“<”或“>”、“=”)时为放热反应。其实是反应物断键_____ (填“吸收”或“释放”)的能量_____ (填“小于”或“大于”)生成物成键_____ (填“吸收”或“释放”)的能量。

(2) 吸热反应:在化学反应中, ΔH _____ 0(填“<”或“>”、“=”)时为放热反应。其实是反应物断键_____ (填“吸收”或“释放”)的能量_____ (填“小于”或“大于”)生成物成键_____ (填“吸收”或“释放”)的能量。

4. 热化学方程式

(1) 定义:_____。

(2) 热化学方程式书写

- ① 热化学方程式与一般的化学方程式有什么区别?
- ② 各物质前的化学计量数可以是分数吗?当化学计量数不同时,其 ΔH 是否相同?
- ③ 反应物和生成物的状态与 ΔH 有什么关系?
- ④ 一般不特别说明温度和压强时,则指在_____ kPa 和 _____ $^{\circ}\text{C}$ 时的数据。

二、反应热的测量与计算

(1) 盖斯定律的含义:_____。

(2) 获得反应热数据的方法有:

① _____, ② _____, ③ _____。

(3) 中和热

① 定义: _____。

② 强酸与强碱反应的中和热的表示: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

③ 弱酸弱碱发生中和反应放出热量要小于 $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。为什么?

④ 测量中和热的依据、方法、误差分析。

三、能源的充分利用

1. 标准燃烧热: _____。

2. 什么是能源? 请举出自然界中几种常见能源。目前人类对这些能源的利用情况如何?

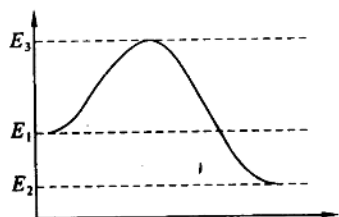
3. 家庭使用煤气、液化石油气、煤等的热能利用效率, 提出提高能源利用率的合理化建议。人类社会所面临的能源危机以及获得未来新型能源的可能途径。

方法导引

1. 反应热大小的比较: 在热化学方程式中, 反应热的数值中的正号代表吸热, 负号代表放热, 也就是说它们是不可分割的整体, 所以在比较反应热的大小时, 要带着正负号进行比较。但由于中和反应、燃烧都是放热反应, 所以在比较中和热、燃烧热时不带正负号进行比较, 这一点可以从近几年高考题中得到证实。

2. 对反应热的理解, 一方面应从化学反应的本质来理解, 即化学键的断裂和形成, 当断裂化学键所需要的能量大于生成化学键所放出的能量时, 反应吸热; 反之则放热。另一方面注意物质本身的能量与化学键能量的关系, 物质本身所具有的能量越低时, 热稳定性越强, 断裂此化学键所需能量越高, 形成此化学键时释放的能量也越高。以放热反应为例:

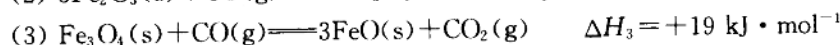
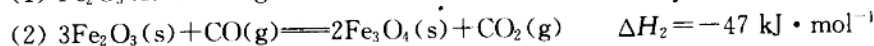
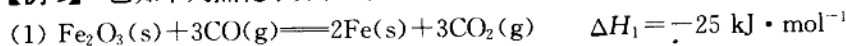
图中 E_1 表示反应物所具有的能量, E_2 表示生成物所具有的能量, E_3 表示中间过渡态所具有的能量, 则 $E_1 - E_2$ 就是反应热, $E_3 - E_1$ 表示断裂旧键吸收的能量, $E_3 - E_2$ 表示生成新键放出的能量, 显然, $(E_3 - E_2) - (E_3 - E_1) = E_1 - E_2$, 也就是反应热。



3. 关于盖斯定律的计算: 化学反应不论是一步完成还是分几步完成, 其反应热是相同的。因此在进行反应热的计算时, 就可以从题目提供的有关方程式进行分析, 找出最终需要的有关物质和数据, 然后进行整理即可。实质上这个过程往往涉及到几个方程式的变形或加减。

例题解析

【例1】 已知下列热化学方程式:



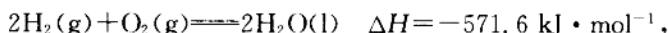
写出 $\text{FeO}(\text{s})$ 被 $\text{CO}(\text{g})$ 还原成 $\text{Fe}(\text{s})$ 和 $\text{CO}_2(\text{g})$ 的热化学方程式

【解析】 首先写出热化学方程式, $\text{FeO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \longrightarrow \text{Fe}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$, 然后将已知的热

化学方程式进行变形和加减,求出反应热。

FeO(s) 是反应物,所以将反应(3)反转,并乘以三分之一,得到 $-1/3\Delta H_3$; Fe(s) 是生成物,所以将反应(1)乘以二分之一,得到 $1/2\Delta H_1$;要将中间产物 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$ 消去,则要将反应(2)乘以六分之一并反转,得到 $-1/6\Delta H_2$ 。最后得到的反应热为: $(-1/3\Delta H_3) + (1/2\Delta H_1) + (-1/6\Delta H_2) = -11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

【例 2】 已知下列热化学方程式:



设有氢气和丙烷的混合气体 5 mol,完全燃烧时放出热量为 3 847 kJ,则混合气体中氢气与丙烷的体积比是()。

- A. 1:3 B. 3:1 C. 1:4 D. 1:1

【解析】 方法一:根据选项设置,假设二者的物质的量之比为 1:1 混合,则 2.5 mol 丙烷燃烧放出的热量大于 3 847 kJ,所以丙烷的含量要少于一半,选 B。

方法二:方程组法。设混合气体氢气、丙烷的物质的量分别为 x 、 y ,根据题意有:

$x + y = 5 \text{ mol}$; $(571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}/2)x + (2220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1})y = 3847 \text{ kJ}$ 。解方程组得: $x = 3.75$, $y = 1.25$ 。选 B。

方法三:十字交叉法。1 mol 氢气燃烧放出的热量 = $571.6/2 \text{ kJ}$, 1 mol 混合气体燃烧放出的热量 = $3847/5 \text{ kJ}$, 有:

$$\begin{array}{ccc} 571.6/2 & & 1450.6 \\ & \swarrow \quad \searrow & \\ & 3847/5 & \\ & \swarrow \quad \searrow & \\ 2220 & & 483.6 \\ 1450.6 : 483.6 = 3 : 1 \end{array}$$

基础训练

- 下列说法中正确的是()。
 - 需要加热才能发生的反应一定是吸热反应
 - 放热反应在常温下一定很容易发生
 - 吸热反应在一定条件下也能发生
 - 反应是吸热还是放热是由反应物和生成物所具有的总能量的相对大小决定的
- 下列反应属于吸热反应的是()。
 - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{葡萄糖}, \text{aq}) + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
 - $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C} + \text{D} \quad \Delta H < 0$
 - 破坏反应物全部化学键所需能量大于破坏生成物全部化学键所需能量
- 25℃、101 kPa 时,1 g 甲醇完全燃烧生成 CO_2 和液态水,同时放出 22.68 kJ 热量,下列表示该反应的热化学方程式是()。
 - $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3/2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -725.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = +145.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -22.68 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 - $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3/2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -725.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



4. 在同温同压下,下列各组热化学方程式中 $Q_2 > Q_1$ 的是()。
- A. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_1$; $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -Q_2$
 B. $\text{S}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_1$; $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_2$
 C. $\text{C}(\text{s}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_1$; $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_2$
 D. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_1$; $1/2\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -Q_2$
5. 强酸和强碱在稀溶液中的中和热可表示为: $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 又知在溶液中有: $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) = \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -Q_1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $1/2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{NaOH}(\text{aq}) = 1/2\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{KOH}(\text{aq}) = \text{KNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}); \Delta H = -Q_3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 则 Q_1, Q_2, Q_3 的关系正确的是()。
- A. $Q_1 = Q_2 = Q_3$ B. $Q_2 > Q_1 > Q_3$ C. $Q_2 > Q_3 > Q_1$ D. $Q_2 = Q_3 > Q_1$
6. 下列燃料中,不属于化石燃料的是()。
- A. 煤 B. 石油 C. 天然气 D. 水煤气
7. 1 g 氢气燃烧生成液态水放出 142.9 kJ 热量,表示该反应的热化学方程式正确的是()。
- A. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -142.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 D. $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 根据以下叙述,回答第 8~10 题。
- 能源可划分为一级能源和二级能源。自然界中以现成形式提供的能源称为一级能源;需依靠其他能源的能量间接制取的能源称为二级能源。氢气是一种高效而没有污染的二级能源,它可以由自然界中大量存在的水来制取:
- $$2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$
8. 下列叙述正确的是()。
- A. 电能是二级能源 B. 水力是二级能源
 C. 天然气是一级能源 D. 焦炉气是一级能源
9. 已知: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 1 g 氢气和 1 g 甲烷分别燃烧后,放出的热量之比约是()。
- A. 1:3.4 B. 1:1.7 C. 2.3:1 D. 2.6:1
10. 关于用水制取二级能源氢气,以下研究方向不正确的是()。
- A. 构成水的氢和氧都是可以燃烧的物质,因此可研究在水不分解的情况下,使氢成为二级能源
 B. 设法将太阳光聚集,产生高温,使水分解产生氢气
 C. 寻找高效催化剂,使水分解产生氢气,同时释放能量
 D. 寻找特殊化学物质,用于开发廉价能源,以分解水制取氢气
11. 已知有下列热化学方程式:
- $$\text{Zn}(\text{s}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{ZnO}(\text{s}) \quad \Delta H = -351.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1},$$
- $$\text{Hg}(\text{l}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) = \text{HgO}(\text{s}) \quad \Delta H = -90.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1},$$

由此可知: $\text{Zn(s)} + \text{HgO(s)} = \text{ZnO(s)} + \text{Hg(l)}$, 在相同条件下的 ΔH 为()。

- A. $-441.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $+260.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $+441.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $-260.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

12. 已知胆矾溶于水时温度降低。室温下, 将 1 mol 无水硫酸铜配成溶液时放出的热量为 $Q_1 \text{ kJ}$, 又知胆矾分解的热化学方程式为: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O(s)} = \text{CuSO}_4\text{(s)} + 5\text{H}_2\text{O(l)}$ $\Delta H = +Q_2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 则 Q_1 、 Q_2 的关系为()。

- A. $Q_1 < Q_2$ B. $Q_1 > Q_2$ C. $Q_1 = Q_2$ D. 无法确定

13. 25°C 、 101 kPa 下, 碳、氢气、甲烷和葡萄糖的燃烧热依次是 $393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $2800 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则下列热化学方程式正确的是()。

- A. $\text{C(s)} + 1/2\text{O}_2\text{(g)} = \text{CO(g)}$ $\Delta H = -393.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
B. $2\text{H}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} = 2\text{H}_2\text{O(g)}$ $\Delta H = +571.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C. $\text{CH}_4\text{(g)} + 2\text{O}_2\text{(g)} = \text{CO}_2\text{(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)}$ $\Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
D. $1/2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6\text{(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} = 3\text{CO}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{O(l)}$ $\Delta H = -1400 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

14. 家用液化气主要成分之一是丁烷。 10 g 丁烷完全燃烧生成二氧化碳和液态水时, 放出热量 500 kJ , 写出丁烷燃烧的热化学方程式: _____。

已知 1 mol 液态水气化时需吸收 44 kJ 热量, 则 1 mol 丁烷完全燃烧产生气态水时放出的热量为 _____ kJ 。

15. 标准状况下将 1 L 纯净的 CH_4 在空气中完全燃烧, 生成 CO_2 气体和液态水, 放出 39.75 kJ 热量, 则 CH_4 完全燃烧的热化方程式为: _____。

16. 利用盖斯定律回答下列问题:

已知热化学方程式: $\text{C(s, 金刚石)} + \text{O}_2\text{(g)} = \text{CO}_2\text{(g)}$ $\Delta H = -395.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\text{C(s, 石墨)} + \text{O}_2\text{(g)} = \text{CO}_2\text{(g)}$ $\Delta H = -394 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 由金刚石转化为石墨的热化学方程式为 _____。

由热化学反应方程式看来, 更稳定的碳的同素异形体是 _____。

17. 拆开 1 mol H-H 键、 1 mol N-H 键、 1 mol $\text{N}\equiv\text{N}$ 键分别需要的能量是 436 kJ 、 391 kJ 、 946 kJ , 则 1 mol N_2 生成 NH_3 的反应热为 _____, 1 mol H_2 生成 NH_3 的反应热为 _____。

18. 中和热的测定实验的关键是: 要比较准确地配制一定的物质的量浓度的溶液; 量热器要尽量做到绝热; 在量热的过程中要尽量避免热量的散失; 要求比较准确地测量出反应前后溶液温度的变化。回答下列问题:

(1) 中学化学实验中的中和热的测定所需的玻璃仪器有 _____。结合日常生活的实际该实验也可改在 _____ 中进行效果会更好。

(2) 该实验常用 $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 和 $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液各 50 mL 。 NaOH 的浓度大于 HCl 的浓度作用是 _____。当室温低于 10°C 时进行, 对实验结果会造成较大的误差其原因是 _____。

(3) 用相同浓度和体积的氨水代替氢氧化钠溶液进行上述实验, 为什么测得中和热的数值偏低? _____。

19. 已知: $\text{H}^+\text{(aq)} + \text{OH}^-\text{(aq)} = \text{H}_2\text{O(l)}$ $\Delta H = -57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 计算下列中和反应放出的热量。

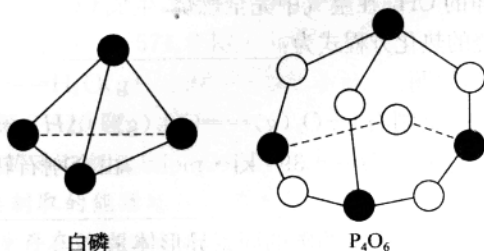


- (1) 用 20 g NaOH 配成稀溶液与足量的稀盐酸反应,能放出_____ kJ 的热量。
 (2) 用 0.1 mol Ba(OH)₂ 配成稀溶液与足量的稀硝酸反应,能放出_____ kJ 的热量。
 (3) 用 1.00 L 1.00 mol · L⁻¹ 醋酸溶液与 2.00 L 1.00 mol · L⁻¹ NaOH 溶液反应,放出的热量_____ (填“大于”、“小于”或“等于”)57.3 kJ,理由是_____。

拓展提高

20. 火箭的主要燃料是“偏二甲胍”,已知该化合物由 C、H、N 三种元素组成,其中 $\omega(\text{C}) = 40\%$, $\omega(\text{H}) = 13.33\%$,其相对分子质量为 60。通过结构分析可知,该物质分子中有一个氮原子以 —N— 存在,且不与 H 原子直接相连。燃料的氧化剂是 N_2O_4 ,燃烧产物只有 CO_2 、 H_2O 、 N_2 ,5.00 g “偏二甲胍”完全燃烧时可放出 212.5 kJ 热量。
 (1) 试推算“偏二甲胍”的分子式,并写出它的结构简式。
 (2) 写出燃料燃烧的热化学方程式。

21. 化学反应可视为旧键断裂和新键形成的过程,化学键的键能是形成(或拆开)1 mol 化学键时释放(或吸收)的能量。已知白磷和 P_4O_6 的分子结构如图所示,



现提供以下化学键的键能($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) P—P : 198; P—O : 360; O=O : 498,
 则反应 $\text{P}_4(\text{白磷}) + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_6$ 的反应热 ΔH 为_____。

22. 已知单质碳的燃烧热为 $Y \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。3.6 g 碳在 6.4 g 的氧气中燃烧,至反应物耗尽,并放出 $X \text{ kJ}$ 热量。则 1 mol C 与 O_2 反应生成 CO 的反应热 ΔH 为_____。

第二单元 化学能与电能的转化

- 理解原电池的工作原理和应用。
- 了解常见化学电源的种类及其工作原理和了解回收废旧电池的意义。
- 理解电解的基本原理及其在实际中的应用。
- 掌握电解池的电极反应和总反应方程式,初步掌握电解反应产物的判断方法。
- 掌握电极反应和电极反应方程式的书写。

知识梳理

一、原电池的工作原理

1. 原电池的定义:_____。

2. 构成原电池的条件

(1) _____;

(2) _____;

(3) _____。

3. 在原电池中, 负极发生_____反应, _____电子; 正极发生_____反应, _____电子。电流由原电池的_____极流向_____极, 即电子由_____极流向_____极。原电池由两个半电池组成, 可通过_____连接。

4. 原电池的应用

(1) 制各种电池; (2) 判断反应速率; (3) 判断金属的活泼性; (4) 金属防护。

二、化学电源

1. 一次电池

(1) 碱性锌锰干电池

碱性锌锰干电池的负极为锌, 正极为金属棒, 其电池反应方程式: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{MnO}_2 \rightarrow 2\text{MnOOH} + \text{Zn}(\text{OH})_2$, 则电极反应为: _____。

负极: _____; 正极: _____。

(2) 银锌纽扣电池

银锌纽扣电池的电极分别是 Zn 和 Ag_2O , 电解质溶液是 KOH 溶液, 电池反应的产物是 ZnO 和 Ag, 则其电极反应和电池反应为:

负极: _____; 正极: _____。

电池反应方程式: _____。

2. 二次电池

铅蓄电池其电极分别是 Pb、 PbO_2 , 电解质是一定浓度的硫酸, 工作时的电极反应为:

负极: _____; 正极: _____。

放电时总反应方程式: _____。

3. 燃料电池

燃料电池中, 电极的导电材料一般为多孔的金属板, 负极是通入_____剂的一方, 正极是通入_____剂的一方。

(1) 氢氧燃料电池

一般用 30% KOH 溶液作这种电池的电解质溶液。电极可用含有催化剂的多孔石墨电极。其放电时电极反应:

负极: _____; 正极: _____。

(2) 甲烷燃料电池

甲烷燃料电池, 电解质溶液为氢氧化钾溶液, 电极反应为:

正极: _____; 负极: $\text{CH}_4 + 10\text{OH}^- - 8\text{e}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$

总反应: _____。

三、电解池的工作原理及应用

1. 电解是指_____。
2. 电解池(电解槽)是_____。
3. 阳极放电顺序:_____;
阴极放电顺序:_____。

4. 电解原理的应用

(1) 电冶金:电解法冶炼金属一般适用于金属活动顺序中_____。例如,
 Al_2O_3 (熔融)—— NaCl (熔融)——

(2) 氯碱工业:阳离子交换膜式电解饱和食盐水,在_____极产生_____,
电极反应为_____,检验该物质的方法是_____;在_____极产生_____,
电极反应为_____,检验该物质的方法是_____;在溶液中滴入酚酞后,现象是_____,原因是_____
。总反应方程式是_____。

(3) 电镀:电镀是_____的过程。电镀时,待镀金属做_____极,电极反应为_____;镀层金属做_____极,电极反应为_____;_____作电解液(用M代表金属元素)。

方法导引

1. 原电池、电解池判定

- (1) 若无外接电源,可能是原电池,然后根据原电池的形成条件判定;
- (2) 若有外接电源,两极插入电解质溶液中,则可能是电解池;
- (3) 若为无明显外接电源的串联电路,则应利用题中信息找出能发生自发氧化还原反应的装置为原电池。

2. 原电池的正、负极确定

(1) 由两极的相对活泼性确定:相对活泼性较强的金属为负极(一般负极材料与电解质溶液发生反应),但不是绝对的。如 $\text{Mg}-\text{Al}-\text{HCl}$ 溶液构成的原电池中,负极为_____;但 $\text{Mg}-\text{Al}-\text{NaOH}$ 溶液构成的原电池中,负极为_____。

(2) 根据反应的类型判断:可根据总反应式来分析电极是发生氧化反应还是还原反应,若发生氧化反应,则为负极;若发生还原反应,则为正极。

3. 书写电极反应注意的问题

(1) 电极反应是一种离子反应,遵循书写离子方程式的规则,两电极反应式中得失电子数目一般相等。

(2) 负极(阳极)失电子所得氧化产物、正极(阴极)得电子所得还原产物,与溶液的酸碱性有关。

(3) 溶液中不存在 O^{2-} ——在酸性溶液中它与 H^+ 结合成 H_2O 、在碱性或中性溶液中它与 H_2O 结合成 OH^- 。

(4) 两极反应相加得到总反应,总反应减去一极反应得到另一极反应。

4. 电解规律及溶液 pH 分析

(1) 电解规律:用惰性电极电解酸、碱、盐各种电解质溶液,依据放电顺序有四种类型:

① 含氧强酸、强碱和活泼金属含氧酸盐溶液电解,实际上是电解_____。

② 无氧酸、不活泼金属无氧酸盐溶液电解,实际上是_____电解。

③ 活泼金属无氧酸盐溶液电解,_____同时发生电解。不活泼金属含氧酸盐溶液电解,_____同时发生电解。

(2) 电极附近溶液 pH 变化:

电解时,如果溶液中 H^+ 或 OH^- 在电极上放电,使得电极附近溶液中的 H^+ 或 OH^- 浓度发生改变,而引起电极附近 pH 变化。如在阳极上生成 O_2 ,这时由_____在阳极上放电,使得阳极附近 $c(OH^-)$ _____ $c(H^+)$,阳极区 pH _____;如在阴极上生成 H_2 ,这时由于_____在阴极上放电,使得阴极附近 $c(H^+)$ _____ $c(OH^-)$,阴极区 pH _____。

(3) 电解质溶液 pH 变化:

① 若电解时,只生成 H_2 ,而不生成 O_2 ,溶液的 pH _____;

② 若只生成 O_2 ,而不生成 H_2 ,溶液的 pH _____;

③ 若既生成 H_2 ,又生成 O_2 ,实际上就是电解_____;此时若原溶液为酸性,其 pH _____,若为碱性,其 pH _____,若为中性,其 pH 不变;

④ 若既不生成 H_2 ,也不生成 O_2 ,溶液的 pH 变化不大。

例题解析

【例 1】 把 A、B、C、D 四块金属片浸入稀硫酸中,分别用导线两两相连可以组成原电池。A、B 相连时 A 为负极;C、D 相连时,电流由 D→C;A、C 相连时,C 极上产生大量气泡;B、D 相连时,D 极发生氧化反应。这四种金属的活动顺序是()。

A. $A > B > C > D$

B. $A > C > D > B$

C. $C > A > B > D$

D. $B > D > C > A$

【解析】 这道题主要考查对原电池正、负两极的判断,在原电池中,比较活泼的金属为负极。A、B 相连时 A 为负极,说明 A 比 B 活泼;C、D 相连时,电流由 D→C,由于电子流动的方向与电流方向相反,所以 C 为失去电子的一极,C 比 D 活泼;A、C 相连时,C 上产生气泡,即 C 上发生的反应是 $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$,是还原反应,所以 A 比 C 活泼;B、D 相连时,D 极发生氧化反应,则 D 为正极。综合以上结论可知,B 是正确答案。

【例 2】 有人设计出利用 CH_4 和 O_2 的反应,用铂电极在 KOH 溶液中构成原电池。电池的总反应类似于 CH_4 在 O_2 中燃烧,则下列说法正确的是()。

① 每消耗 1 mol CH_4 可以向外电路提供 8 mol e^-

② 负极上 CH_4 失去电子,电极反应式 $CH_4 + 10OH^- - 8e^- = CO_3^{2-} + 7H_2O$

③ 负极上是 O_2 获得电子,电极反应式为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$

④ 电池放电后,溶液 pH 不断升高

A. ①②

B. ①③

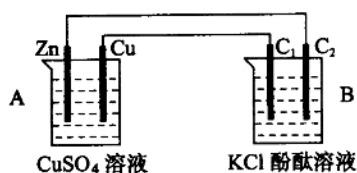
C. ①④

D. ③④

【解析】 本题是考查原电池原理在燃料电池中的具体应用,首先要判断出电池的正负极,其方法是确定在该电极上发生的是失电子还是得电子反应,若发生的是失电子反应是原电池的负极,反之是正极。 CH_4 在铂电极上发生类似于 CH_4 在 O_2 燃烧反应,即 $CH_4 \rightarrow CO_2$ 严格讲生成的 CO_2 还与 KOH 反应生成 K_2CO_3 ,化合价升高,失去电子,是电池的负极,电极反应式为 $CH_4 - 8e^- + 10OH^- = CO_3^{2-} + 7H_2O$,1 mol CH_4 参加反应有 8 mol e^- 发生转移, O_2 在正极上发生反应,获得电子,电极反应式为 $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$ 。虽然正极产生 OH^- ,负极消耗 OH^- ,但从总反应 $CH_4 + 2O_2 + 2KOH = K_2CO_3 + 3H_2O$ 可看出是消耗

KOH, 所以电池放电时溶液的 pH 不断下降, 故①②正确, ③④错误。答案选 A。

【例 3】按下图装置进行实验, 并回答下列问题:



- (1) 判断装置的名称: A 池为 _____, B 池为 _____。
- (2) 锌极为 _____ 极, 电极反应式为 _____;
铜极为 _____ 极, 电极反应式为 _____;
石墨棒 C_1 为 _____ 极, 电极反应式为 _____;
石墨棒 C_2 附近发生的实验现象为 _____。
- (3) 当 C_2 极析出 224 mL 气体 (标准状态时), 锌的质量变化 (增加或减少) _____ g。
 $CuSO_4$ 溶液的质量变化了 (增加或减少了) _____ g。

【解析】A 池中 Zn、Cu 放入 $CuSO_4$ 溶液中构成原电池, B 池中两个电极均为石墨电极, 在以 A 为电源的情况下构成电解池, 即 A 原电池带动 B 电解池, A 池中 Zn 为负极, Cu 为正极, B 池中 C_1 为阳极, C_2 为阴极, 析出 H_2 , 周围 OH^- 富集, 酚酞变红, 且 $n(H_2) = 0.01 \text{ mol}$, 故电路上转移电子的物质的量为 $0.01 \text{ mol} \times 2 = 0.02 \text{ mol}$, 根据得失电子守恒锌极有 0.01 mol Zn 溶解, 即 Zn 极重量减少 $0.01 \text{ mol} \times 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.65 \text{ g}$, 铜极上有 0.01 mol Cu 析出, 即 $CuSO_4$ 溶液增加了 $0.01 \text{ mol} \times (65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) = 0.01 \text{ g}$ 。

【答案】(1) A 为原电池 B 为电解池

(2) 负极: $Zn - 2e^- = Zn^{2+}$; 正极: $Cu^{2+} + 2e^- = Cu$;

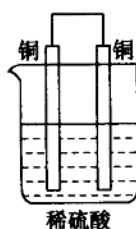
阳极: $2Cl^- - 2e^- = Cl_2 \uparrow$

有无色气体产生, 附近溶液出现红色

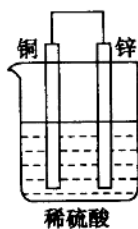
(3) Zn 质量减少 0.65 g, $CuSO_4$ 溶液增加 0.01 g。

基础训练

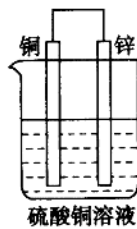
1. 如图所示的装置能够组成原电池且产生电流的是 ()。



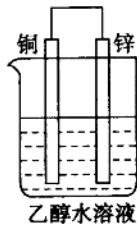
A



B



C



D

2. 铅蓄电池的两极分别为 Pb、 PbO_2 , 电解质溶液为 H_2SO_4 , 工作时的反应为 $Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 = 2PbSO_4 + 2H_2O$, 下列结论正确的是 ()。
- A. Pb 为正极被氧化
 - B. 溶液的 pH 不断减小
 - C. SO_4^{2-} 只向 PbO_2 处移动
 - D. 电解质溶液 pH 不断增大
3. 将铁片和银片用导线连接置于同一稀盐酸溶液中, 并经过一段时间后, 下列各叙述正确的

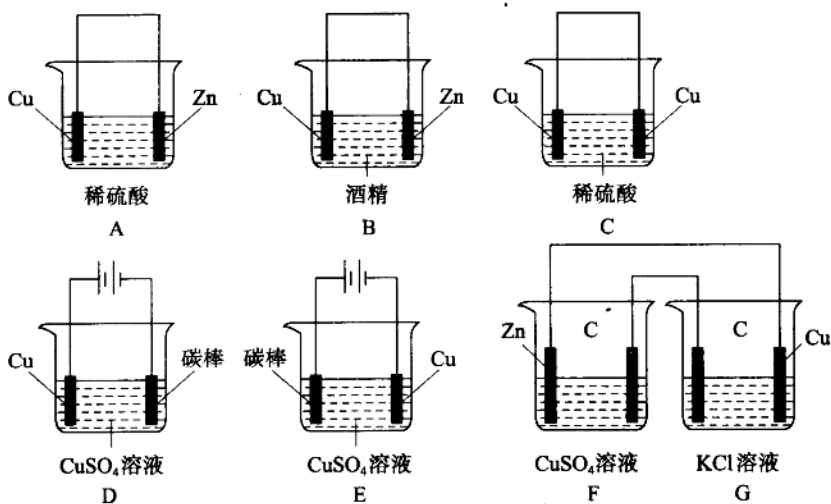
是()。

- A. 负极有 Cl^- 逸出, 正极有 H^+ 逸出
 - B. 负极附近 Cl^- 的浓度减小
 - C. 正极附近 Cl^- 的浓度逐渐增大
 - D. 溶液中 Cl^- 的浓度基本不变
4. 用惰性电极实现电解, 下列说法正确的是()。
- A. 电解稀硫酸溶液, 实质上是电解水, 故溶液 pH 不变
 - B. 电解稀氢氧化钠溶液, 要消耗 OH^- , 故溶液 pH 减小
 - C. 电解硫酸钠溶液, 在阴极上和阳极上析出产物的物质的量之比为 1 : 2
 - D. 电解氯化铜溶液, 在阴极上和阳极上析出产物的物质的量之比为 1 : 1
5. 用惰性电极电解饱和 Na_2CO_3 溶液, 若保持温度不变, 则一段时间后()。
- A. 溶液的 pH 不变
 - B. $c(\text{Na}^+)$ 与 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 的比值变大
 - C. 溶液浓度变大, 有晶体析出
 - D. 溶液浓度不变, 有晶体析出
6. 用惰性电极电解下列溶液, 电解一段时间后, 电解液的 pH 增大的是()。
- A. H_2SO_4
 - B. KOH
 - C. AgNO_3
 - D. NaCl
7. 用惰性电极电解下列溶液, 一段时间后, 再加入一定质量的另一种物质(中括号内), 溶液能与原来溶液完全一样的是()。
- A. $\text{CuCl}_2[\text{CuSO}_4]$
 - B. $\text{NaOH}[\text{NaOH}]$
 - C. $\text{KCl}[\text{HCl}]$
 - D. $\text{CuSO}_4[\text{Cu}(\text{OH})_2]$
8. 用惰性电极电解 $\text{M}(\text{NO}_3)_x$ 的水溶液, 当阴极上增重 a g 时, 在阳极上同时产生 b L O_2 (标准状况), 从而可知 M 的原子量为()。
- A. $22.4ax/b$
 - B. $11.2ax/b$
 - C. $5.6ax/b$
 - D. $2.5ax/b$
9. 用铂电极电解 CuSO_4 和 KNO_3 的混合溶液 500 mL, 经一段时间电解后, 两极均得到 11.2 L 气体(标准状况), 此混合液中 CuSO_4 的物质的量浓度为()。
- A. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - B. $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - C. $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 - D. $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
10. 下列叙述中不正确的是()。
- A. 电解池的阳极上发生氧化反应, 阴极上发生还原反应
 - B. 原电池跟电解池连接后, 电子从电池负极流向电解池阳极
 - C. 电镀时, 电镀池里的阳极材料发生氧化作用
 - D. 电解饱和食盐水时, 阴极得到氢氧化钠溶液和氢气
11. 电解硫酸铜溶液时, 若要求达到以下几点: (1) 阳极质量减少, (2) 阴极质量增加, (3) 电解液中 $c(\text{Cu}^{2+})$ 不变。则可选用的电极是()。
- A. 纯铜作阳极, 含锌、银的铜合金作阴极
 - B. 用纯铁作阳极, 用纯铜作阴极
 - C. 含锌、银的铜合金作阳极, 纯铜作阴极
 - D. 用石墨作阳极, 用惰性电极作阴极
12. 将两个铂电极插入 KOH 溶液中, 向两极分别通入 CH_4 和 O_2 , 即构成甲烷燃料电池。已知通入 CH_4 的一极电极反应式是 $\text{CH}_4 + 10\text{OH}^- - 8\text{e}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$; 通入 O_2 的另一



极电极反应式是 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-$ ，下列叙述不正确的是()。

- A. 通入 CH_4 的电极为负极
 - B. 正极发生氧化反应
 - C. 此电池工作时溶液中阴离子向负极移动
 - D. 该电池使用一段时间后应补充 KOH
13. 下列关于铜电极的叙述,不正确的是()。
- A. 铜锌原电池中铜是正极
 - B. 用电解法精炼粗铜时,粗铜作阳极
 - C. 在镀件上电镀铜时可用金属铜作阳极
 - D. 电解稀硫酸制 H_2 、 O_2 时,铜作阳极
14. 将两个铂电极插入 500 mL $CuSO_4$ 溶液中,进行电解。通电一定时间后,某一电极增重 0.064 g(设电解时该电极无氢气析出,且不考虑水解和溶液的体积变化),此时溶液中氢离子浓度约为()。
- A. $4 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$
 - B. $2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$
 - C. $1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$
 - D. $1 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot L^{-1}$
15. 铁棒与石墨棒用导线连接后,浸入 $0.01 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ 的食盐溶液中,可能出现的现象是()。
- A. 铁棒附近产生 OH^-
 - B. 铁棒被腐蚀
 - C. 石墨棒上放出 Cl_2
 - D. 石墨棒上放出 O_2
16. 微型纽扣电池在现代生活中有广泛应用。有一种银锌电池,其电极分别是 Ag_2O 和 Zn ,电解质溶液为 KOH ,电极反应为 $Zn + 2OH^- - 2e^- \rightleftharpoons ZnO + H_2O$; $Ag_2O + H_2O + 2e^- \rightleftharpoons 2Ag + 2OH^-$ 。根据上述反应式,判断下列叙述中正确的是()。
- A. 在使用过程中,电池负极区溶液的 pH 减小
 - B. 使用过程中,电子由 Ag_2O 极经外电路流向 Zn 极
 - C. Zn 是负极, Ag_2O 是正极
 - D. Zn 电极发生还原反应, Ag_2O 电极发生氧化反应
17. 分析下图,回答下列问题:



- (1) 上述装置中, _____ 为原电池, _____ 为电解池。
- (2) 在 A 中, Cu 为 _____ 极, 发生 _____ 反应, 电极反应为 _____。
Zn 为 _____ 极, 发生 _____ 反应, 电极反应为 _____。A 中的实验现象为 _____。
- (3) 在 D 中, Cu 为 _____ 极, 发生 _____ 反应, 电极反应为 _____。
碳棒为 _____ 极, 发生 _____ 反应, 电极反应为 _____。D 中的实验现象为 _____。
- (4) 在 G 中, Cu 为 _____ 极, 发生 _____ 反应, 电极反应为 _____。
碳棒为 _____ 极, 发生 _____ 反应, 电极反应为 _____。E 中的实验现象为 _____。
- (5) 在 A 中电子的移动方向为 _____, 在 E 中电子的移动方向为 _____。
18. 航天技术上使用的氢—氧燃料电池具有高能、轻便和不污染环境等优点。氢—氧燃料电池有酸式和碱式两种, 它们放电时的电池总反应的化学方程式均可表示为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ 。酸式氢—氧燃料电池中的电解质是酸, 其负极反应为 $2\text{H}_2 - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+$, 则其正极反应为 _____; 碱式氢氧燃料电池中的电解质是碱, 其正极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$, 则其负极反应为 _____。

19. 如图所示, 组成一个原电池。

(1) 当电解质溶液为稀硫酸时:

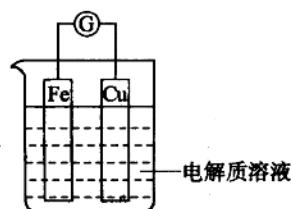
① Fe 电极是 _____ (填“正”或“负”) 极, 其电极反应为 _____, 该反应是 _____ 反应 (填“氧化”或“还原”)。

② Cu 电极是 _____ (填“正”或“负”) 极, 其电极反应为 _____, 该反应是 _____ 反应 (填“氧化”或“还原”)。

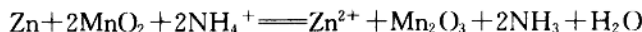
(2) 当电解质溶液为浓硝酸时:

① Fe 电极是 _____ 极, 其电极反应为 _____, 该反应是 _____ 反应。

② Cu 电极是 _____ 极, 其电极反应为 _____, 该反应是 _____ 反应。



20. 普通锌—锰干电池是普遍使用的化学电池, 其中含有 MnO_2 、 NH_4Cl 、 ZnCl_2 等糊状物。以锌筒为负极材料, 石墨为正极材料。工作时化学方程式是:



(1) 试写出干电池放电时的正、负电极反应式:

正极: _____;

负极: _____;

干电池用久了就会变软, 其原因 _____。

(2) 正极反应中, 前后经历下列反应: $2\text{NH}_4^+ + 2\text{e}^- = 2\text{NH}_3 + \text{H}_2$; $2\text{MnO}_2 + \text{H}_2 = \text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 如果没有 MnO_2 参与, 干电池将难于持续稳定工作。试说明理由: _____。



拓展提高

21. 新型高能钠硫电池以熔融的钠、硫为电极,以钠离子导电的陶瓷为固体电解质。该电池放电时为原电池,充电时为蓄电池,反应原理为 $2\text{Na} + x\text{S} \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{Na}_2\text{S}_x$ 。
- (1) 放电时,S 发生_____反应,Na 作_____极。
- (2) 充电时 Na 所在的电极与直流电源_____极相连。
- (3) 充电时阳极反应为_____;放电时负极反应为_____。
22. 从 H^+ 、 Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 中选出两种离子组成电解质,按下列要求进行电解,将电解质的化学式填空:(使用惰性电极)
- (1) 电解过程中溶液颜色变浅且水量不变_____;
- (2) 电解过程中电解质含量不变,水量减少_____;
- (3) 电解过程中溶液的 pH 减小_____;
- (4) 电解过程中,两极析出气体的体积比为 1:1_____。

第三单元 金属的腐蚀与防护

- 金属的电化学腐蚀和化学腐蚀的本质是什么?
- 能利用原电池原理解释电化学腐蚀的原因。
- 从发生条件、电极反应等角度分析析氢腐蚀和吸氧腐蚀的区别。
- 认识金属腐蚀的危害,了解防止金属腐蚀的措施。

知识梳理

一、金属的电化学腐蚀:

1. 金属的腐蚀:_____;
2. 金属的化学腐蚀:_____;
3. 金属的电化学腐蚀:_____。

小结:化学腐蚀与电化腐蚀比较

知 识 要 点			
金属腐蚀的实质			
金属的腐蚀	种 类	化学腐蚀	电化腐蚀
	原 理		
	区 别		

4. 钢铁的电化学腐蚀